การวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประชาคมอาเซียน: การประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มและวิธีการประมาณค่าความสามารถ

นางสาวพัชรินทร์ เหสกุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN ANALYSIS OF QUALITY ASSESSMENT MODELS OF SCIENCE EDUCATIONAL PROVISION FOR BASIC EDUCATION IN THE ASEAN COMMUNITY: AN APPLICATION OF VALUE-ADDED MODEL AND ABILITY ESTIMATION METHODS

Miss Phatcharin Haesakul

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Measurement and Evaluation
Department of Educational Research and Psychology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2016
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประชาคมอาเซียน: การประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มและวิธีการประมาณค่าความสามารถ
โดย	นางสาวพัชรินทร์ เหสกุล
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาษีผล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร. ประกฤติยา ทักษิโณ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาษีผล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ ดร. ประกฤติยา ทักษิโณ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สิวะโชติ ศรีสุทธิยากร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช ศิริกิจ)

พัชรินทร์ เหสกุล : การวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประชาคมอาเซียน: การประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มและวิธีการประมาณค่าความสามารถ (AN ANALYSIS OF QUALITY ASSESSMENT MODELS OF SCIENCE EDUCATIONAL PROVISION FOR BASIC EDUCATION IN THE ASEAN COMMUNITY: AN APPLICATION OF VALUE-ADDED MODEL AND ABILITY ESTIMATION METHODS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. โชติกา ภาษีผล, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: อ. ดร. ประกฤติยา ทักษิโณ, 303 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (IRT) 2) เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถระหว่างวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WAS) และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (HO-IRT) 3) เพื่อวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยการวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่ม ที่ใช้คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน และ 4) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ฐานข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ ปี พ.ศ. 2554 (TIMSS 2011) ด้านวิทยาศาสตร์ใน 4 สาขาคือ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก โดยศึกษาข้อมูลใน 4 ประเทศ คือ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย มีสถานศึกษา 670 แห่ง นักเรียน 23,554 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 14 ฉบับ แบบสอบถามสำหรับนักเรียน และแบบสอบถามสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา

การดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์คะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้วยวิธี WAS และวิธี HO-IRT ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา โดยประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่ม ด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงแบบลดหลั่น (HLM) ด้วยการวิเคราะห์ 2 ระดับ ระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา และขั้นตอนที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 โมเดล ได้แก่ โมเดล 1 เป็นโมเดลที่ประมาณค่าความสามารถด้วย IRT และไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปร โมเดล 2 เป็นโมเดลที่ประมาณค่าความสามารถด้วย IRT และมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปร โมเดล 3 เป็นโมเดลที่ประมาณค่าความสามารถด้วยวิธี HO-IRT และไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปร โมเดล 4 เป็นโมเดลที่ใช้การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธี HO-IRT และมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปร

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลการประมาณคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละประเทศ พบว่า ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในช่วง -0.99 ถึง 0.00 มีลักษณะการแจกแจงของข้อมูลแบบเบ้ขวา มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในช่วง 0.01 ถึง 0.99 มีลักษณะการแจกแจงของข้อมูลแบบเบ้ซ้าย 2) ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา ระหว่างวิธี WAS และวิธี HO-IRT พบว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานวิธี HO-IRT ให้ผลการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดน้อยกว่าวิธี WAS ในด้านวิทยาศาสตร์และทุกรายสาขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) ผลการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา พบว่า ในระดับนักเรียนมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรที่ส่งผลทางลบ คือ เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับสถานศึกษามีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส 4) ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล พบว่า โมเดล 2 และโมเดล 4 ให้ผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาได้ดีกว่าโมเดล 1 และโมเดล 3 ซึ่งโมเดล 2 และโมเดล 4 เป็นโมเดลที่สามารถอธิบายความผันแปรและได้คะแนนมูลค่าเพิ่มใกล้เคียงกันและมีความสัมพันธ์กันสูงในการจัดกลุ่มคุณภาพ และการจัดระดับคุณภาพของสถานศึกษา แต่การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธี HO-IRT ได้ผลการประมาณค่าความสามารถที่มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี IRT ดังนั้นโมเดล 4 จึงมีประสิทธิภาพดีกว่าโมเดล 2

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา 2559	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5484466427 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION
KEYWORDS: VALUE-ADDED MODEL / ASEAN COMMUNITY / ABILITY ESTIMATION / QUALITY ASSESSMENT

PHATCHARIN HAESAKUL: AN ANALYSIS OF QUALITY ASSESSMENT MODELS OF SCIENCE EDUCATIONAL PROVISION FOR BASIC EDUCATION IN THE ASEAN COMMUNITY: AN APPLICATION OF VALUE-ADDED MODEL AND ABILITY ESTIMATION METHODS. ADVISOR: ASSOC. PROF. SHOTIGA PASIPHOL, Ph.D., CO-ADVISOR: PRAKITTIYA TUKSINO, Ph.D., 303 pp.

This research aimed to 1) analyze the science ability of the students after using item response theory (IRT), 2) compare the standard error of total score and subscore, and the ability of weighted average of subscore (WAS) and higher order item response model scoring (HO-IRT), 3) analyze the quality assessment model of science educational provision for Basic Education by value-added model of different science ability, and 4) compare the efficiency of quality assessment model of science educational provision. Database from Trend International Math and Science Study 2011 (TIMSS 2011) in 4 branches of science: biology, chemistry, physics, and earth science. The study was manipulated in 4 countries of ASEAN members consisted of Indonesia, Malaysia, Singapore, and Thailand from 670 schools and 23,554 students. The research instruments were 14 science achievement tests, questionnaire for students, and questionnaire for administrators.

The research was classified into 4 phases. The first phase was to analyze the science ability using IRT. The second phase was to compare the total score and subscore using WAS and HO-IRT. The third phase was to analyze the quality assessment model of science educational provision by value-added model of hierarchical linear model (HLM). The fourth phase was to compare the efficiency of quality assessment model of science educational provision. The study composed of 4 models. The first model used IRT for estimating the science ability with no variable control. The second model used IRT for estimating the science ability with variable control. The third model used HO-IRT for estimating the science ability with no variable control. And the fourth model used HO-IRT for estimating the science ability with variable control.

The research findings were as follow. 1) The estimation of science ability of students in Indonesia, Malaysia and Thailand gained the ability in -0.99-0.00 with positively data distribution. Only in Singapore, the students gained the ability in 0.01-0.99 with negatively data distribution. 2) The comparison of standard error between total score and subscore using WAS and HO-IRT found that the average of standard error by HO-IRT was significantly less than WAS at the level of 0.01. 3) The analysis of quality assessment model of science educational provision found that the variable of the students positively affected the science ability of the students in all countries were the past achievement test, intrinsic motivation of science and the variables that affected the negative learning achievement were gender (female) and interesting of science. In a school, the variables affected significantly negative to science ability in all countries was a more student from disadvantaged socioeconomic status. 4) The comparison on the efficiency of quality assessment model found that Model 2 and Model 4 gained more efficiency than Model 1 and Model 3. Model 2 and model 4 were able to describe the variance and gained nearly added-value and highly relation in quality grouping and rating, but the estimation of science ability by HO-IRT gained more efficiency than IRT. This can be concluded that Model 4 affected more efficiency than model 2.

Department: Educational Research and Psychology Student's Signature .....
Field of Study: Educational Measurement and Evaluation Advisor's Signature .....
Co-Advisor's Signature .....
Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความเมตตากรุณาอย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ประกฤติยา ทักษิโณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ แนวคิด ให้ความรู้ และช่วยเหลือตรวจสอบแก้ไขข้อปรับปรุงในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์ ดร.สิวะโชติ ศรีสุทธิยากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช ศิริกิจ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำชี้แนะที่มีคุณค่าและมีประโยชน์ต่องานวิทยานิพนธ์ ตรวจทาน และแก้ไข ต่อการพัฒนางานวิจัยให้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ และให้ความกรุณาต่อผู้วิจัยระหว่างการศึกษาเป็นอย่างดี และขอขอบคุณ Professor Dr. Jimmy de la Torre ผู้กรุณาให้ความช่วยเหลือและเสนอแนะแนวทางด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้มอบทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอแสดงความซาบซึ้งในน้ำใจพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ผู้ร่วมศึกษาในหลักสูตรการวัดและประเมินผลการศึกษา ทั้งในและนอกเวลาราชการ ที่ให้ความห่วงใย เป็นกำลังใจ และช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา และขอขอบคุณบุคลากรในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาและเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนในการช่วยเหลือติดต่อประสานงานต่างๆ และอำนวยความสะดวกตลอดมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สมาชิกทุกคนในครอบครัวเหสกุล ผู้บริหารและเพื่อนร่วมงานจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เป็นกำลังใจที่สำคัญที่สุด และให้ความห่วงใย ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 7

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 8

สมมติฐานการวิจัย 8

ขอบเขตของการวิจัย 9

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 10

ประโยชน์ที่ได้รับ 12

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการประมาณค่าคะแนนย่อย 13

ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับมูลค่าเพิ่มของการศึกษา 36

ตอนที่ 3 การจัดการศึกษาของประเทศในประชาคมอาเซียน 47

ตอนที่ 4 การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา 90

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 118

ตอนที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 118

ตอนที่ 2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล 127
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 141
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 142
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดล การตอบสนองข้อสอบ 148
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 156
ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของแต่ละประเทศ 180
ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลและผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศประชาคมอาเซียน 210
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 227
สรุปผลการวิจัย 228
อภิปรายผลการวิจัย 240
ข้อเสนอแนะ 250
รายการอ้างอิง 254
ภาคผนวก 260
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการวิเคราะห์การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วย วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 261
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1-4 269
ภาคผนวก ค ผลการจัดกลุ่มและระดับคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาแต่ละประเทศ เปรียบเทียบจากการวิเคราะห์ในโมเดล 1-4 294
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 303

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 1 สรุปรายงานวิจัยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถจากคะแนนย่อย .. 31
ตารางที่ 2 หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ครอบคลุมจนถึงจบระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือ 3..... 55
ตารางที่ 3 โครงสร้างระบบการศึกษาในโรงเรียนของไทย 80
ตารางที่ 4 ข้อมูลพื้นฐานของประเทศในประชาคมอาเซียน..... 89
ตารางที่ 5 ข้อมูลพื้นฐานการจัดการศึกษาของประเทศในประชาคมอาเซียน 90
ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 92
ตารางที่ 7 ร้อยละของสาขาในการประเมินวิทยาศาสตร์ของ TIMSS 2011 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 93
ตารางที่ 8 แสดงการจำแนกคะแนนของแบบสอบวิทยาศาสตร์โครงการ TIMSS 2011 ตามด้านสาขาและด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ 95
ตารางที่ 9 จำนวนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละฉบับ..... 96
ตารางที่ 10 ร้อยละของเนื้อหาที่ใช้ในการประเมินโครงการ TIMSS 2011..... 96
ตารางที่ 11 จำนวนข้อสอบปรนัยจำแนกตามรายวิชาและแบบสอบ..... 97
ตารางที่ 12 ร้อยละของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินโครงการ TIMSS 2011 98
ตารางที่ 13 ตัวแปรและความหมายที่ใช้ในการประเมินผลของ TIMSS 2011..... 99
ตารางที่ 14 ผลการสังเคราะห์ตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกตามระดับตัวแปร 113
ตารางที่ 15 อันดับของตัวแปรที่นิยมนำมาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพการจัดการศึกษาและแหล่งข้อมูลในการเก็บข้อมูลของโครงการประเมินผล TIMSS 2011..... 115
ตารางที่ 16 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา..... 119
ตารางที่ 17 จำนวนข้อสอบปรนัยจำแนกตามรายวิชาและแบบสอบ 120
ตารางที่ 18 หัวข้อการเรียนรู้จำแนกแต่ละสาขาที่ใช้ในการประเมินโครงการ TIMSS 2011..... 121

ตารางที่ 19 สเกลการวัดและความหมายของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา 123
ตารางที่ 20 การประมาณค่าความเที่ยงเฉลี่ยของแบบสอบในแต่ละสาขา 133
ตารางที่ 21 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจำแนกตามสาขา 135
ตารางที่ 22 แสดงความถี่ และร้อยละ ของตัวแปรจัดประเภทตามคุณลักษณะของนักเรียนของแต่ละประเทศ 143
ตารางที่ 23 แสดงความถี่ ร้อยละ ของตัวแปรจัดประเภทตามคุณลักษณะของสถานศึกษาของแต่ละประเทศ 145
ตารางที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่อเนื่องตามคุณลักษณะของนักเรียนจำแนกตามประเทศ..... 147
ตารางที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่อเนื่องตามคุณลักษณะของสถานศึกษาจำแนกตามประเทศ..... 148
ตารางที่ 26 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน 149
ตารางที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ..... 150
ตารางที่ 28 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จำแนกตามคุณลักษณะของนักเรียน ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน 151
ตารางที่ 29 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จำแนกตามคุณลักษณะของสถานศึกษา ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน..... 154
ตารางที่ 30 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก) 157
ตารางที่ 31 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก) 159
ตารางที่ 32 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาชีววิทยาของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)..... 161
ตารางที่ 33 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาเคมีของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)..... 162

ตารางที่ 34 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาฟิสิกส์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก) 164

ตารางที่ 35 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก) 165

ตารางที่ 36 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และแต่ละสาขาของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ) 167

ตารางที่ 37 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ) 169

ตารางที่ 38 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาชีววิทยาของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ) 170

ตารางที่ 39 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาเคมีของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ) 172

ตารางที่ 40 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาฟิสิกส์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ) 173

ตารางที่ 41 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ) 175

ตารางที่ 42 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 176

ตารางที่ 43 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 177

ตารางที่ 44 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 178

ตารางที่ 45 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 180

ตารางที่ 46 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนของประเทศอินโดนีเซีย 184

ตารางที่ 47 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับสถานศึกษาของประเทศอินโดนีเซีย 185

ตารางที่ 48 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนของประเทศมาเลเซีย 186

ตารางที่ 49 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับสถานศึกษาของประเทศมาเลเซีย 186

ตารางที่ 50 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนของระเทศสิงคโปร์ 187

ตารางที่ 51 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับสถานศึกษาของประเทศสิงคโปร์ 188

ตารางที่ 52 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนของประเทศไทย 189

ตารางที่ 53 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับสถานศึกษาของประเทศไทย 189

ตารางที่ 54 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 1 ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน 192

ตารางที่ 55 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 2 จำแนกตามประเทศ 196

ตารางที่ 56 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 3 ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน 200

ตารางที่ 57 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 4 จำแนกตามประเทศ 205

ตารางที่ 58 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 2 และโมเดล 4 จำแนกตามประเทศ 208

ตารางที่ 59 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 212

ตารางที่ 60 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศอินโดนีเซีย 213

ตารางที่ 61 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศมาเลเซีย 214

ตารางที่ 62 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศสิงคโปร์ 215

ตารางที่ 63 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศไทย 217

ตารางที่ 64 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนมูลค่าเพิ่มด้านวิทยาศาสตร์จากผลการวิเคราะห์ 4 โมเดล 218

ตารางที่ 65 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา และการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา จากผลการวิเคราะห์โมเดล 2 และโมเดล 4 220

ตารางที่ 66 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนมูลค่าเพิ่มด้านวิทยาศาสตร์ 222

ตารางที่ 67 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา จำแนกตามคุณลักษณะของสถานศึกษา 224

ตารางที่ 68 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1 ของประเทศอินโดนีเซีย 270

ตารางที่ 69 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1 ของประเทศมาเลเซีย 270

ตารางที่ 70 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1 ของประเทศสิงคโปร์ 271

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 71 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1 ของประเทศไทย 271

ตารางที่ 72 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศอินโดนีเซีย 272

ตารางที่ 73 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศมาเลเซีย 274

ตารางที่ 74 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศสิงคโปร์ 276

ตารางที่ 75 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศไทย 279

ตารางที่ 76 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 3 ของประเทศอินโดนีเซีย 282

ตารางที่ 77 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 3 ของประเทศมาเลเซีย 282

ตารางที่ 78 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 3 ของประเทศสิงคโปร์ 283

ตารางที่ 79 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 3 ของประเทศไทย 283

ตารางที่ 80 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศอินโดนีเซีย 284

ตารางที่ 81 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศมาเลเซีย 286

ตารางที่ 82 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศสิงคโปร์ 289

ตารางที่ 83 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศไทย 291

ตารางที่ 84 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกัน ระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศอินโดนีเซีย 295

ตารางที่ 85 ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกัน ระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศอินโดนีเซีย 296

ตารางที่ 86 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกัน ระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศมาเลเซีย 297

ตารางที่ 87 ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกัน ระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศมาเลเซีย 298

ตารางที่ 88 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกัน ระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศสิงคโปร์ 299

ตารางที่ 89 ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกัน ระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศสิงคโปร์ 300

ตารางที่ 90 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกัน ระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศไทย 301

ตารางที่ 91 ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกัน ระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศไทย 302

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้าที่

ภาพที่ 1 แผนผังแสดงโมเดล Higher-order item response theory (HO-IRT)..... 27

ภาพที่ 2 โครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานศึกษาที่มีลักษณะลดหลั่น 42

ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัยเพื่อการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน 117

ภาพที่ 4 การจำลองไฟล์ผลการตอบข้อสอบจากโปรแกรม SPSS..... 129

ภาพที่ 5 การจำลองไฟล์ผลการตอบข้อสอบจากโปรแกรม Microsoft Excel..... 129

ภาพที่ 6 การจำลองไฟล์ตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน..... 130

ภาพที่ 7 การจำลองไฟล์ตัวแปรคุณลักษณะของสถานศึกษา..... 131

ภาพที่ 8 ฮีสโตแกรมของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน..... 149

ภาพที่ 9 ฮีสโตแกรมของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)..... 158

ภาพที่ 10 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)..... 160

ภาพที่ 11 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาชีววิทยา ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)..... 161

ภาพที่ 12 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาเคมี ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)..... 163

ภาพที่ 13 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาฟิสิกส์ ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)..... 164

ภาพที่ 14 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลก ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)..... 166

ภาพที่ 15 ฮีสโตแกรมของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ) 168

ภาพที่ 16 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)..... 169

ภาพที่ 17 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาชีววิทยา ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)..... 171

ภาพที่ 18 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาเคมี ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)..... 172

ภาพที่ 19 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาฟิสิกส์ ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)..... 174

ภาพที่ 20 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลก ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ) 175

ภาพที่ 21 ฮีสโตแกรมของคะแนนมูลค่าเพิ่มจากโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานจากผลการวิเคราะห์ 4 โมเดล 219

ภาพที่ 22 การจำลองไฟล์ผลการตอบข้อสอบ..... 262

ภาพที่ 23 การจำลองไฟล์ค่าคุณลักษณะของข้อสอบ 262

ภาพที่ 24 แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ HO-IRT..... 268

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถานศึกษาเป็นหน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศ เพื่อมุ่งสร้างทรัพยากรมนุษย์ของประเทศให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในรอบด้าน นำไปสู่การพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติ ดังนั้นการจัดการศึกษาของสถานศึกษาจึงต้องได้รับการติดตามและประเมินคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาของชาติ ที่มุ่งหวังให้มีการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาสังคมไทยให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ให้คนไทยได้รับโอกาสเท่าเทียมกันทางการศึกษา และพัฒนาตนได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2555)

ทั้งนี้การประเมินผลควรจะให้ได้ข้อมูลป้อนกลับที่จะสะท้อนให้เห็นถึงการบรรลุเป้าหมายจากผลการดำเนินงาน รวมทั้งทำให้ทราบจุดอ่อน หรือปัญหาที่ต้องปรับปรุงแก้ไขของสถานศึกษา ด้วยเหตุนี้จึงต้องให้ความสำคัญกับการประเมินผล โดยเฉพาะการประเมินคุณภาพจากหน่วยงานที่เป็นกลาง ซึ่งแต่ละประเทศจะมีหน่วยงานหรือองค์กรที่คอยตรวจสอบคุณภาพของการจัดการศึกษาของสถานศึกษาเป็นการประเมินคุณภาพเพื่อนำผลที่ได้ใช้ในการพัฒนาปรับปรุงการจัดการศึกษาภายในประเทศ ทั้งนี้ได้มีองค์กรที่ดำเนินการประเมินเพื่อจัดอันดับศักยภาพ ความสามารถ ด้านประสิทธิภาพของระบบการศึกษา แนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในระดับนานาชาติ เพื่อให้แต่ละประเทศได้ใช้ผลของการประเมินคุณภาพไปพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาภายในประเทศให้ทัดเทียมกับนานาประเทศ ซึ่งหน่วยงานที่จัดอันดับศักยภาพการจัดการศึกษาของนานาชาตินั้นมีเกณฑ์การพิจารณาที่แตกต่างกัน หน่วยงานที่มีการจัดอันดับเกี่ยวข้องกับการศึกษาได้แก่ สถาบันพัฒนาการจัดการนานาชาติ (International Institute for Management Development: IMD) ที่ประชุมเศรษฐกิจโลก (World economic forum, 2013) ซึ่งการศึกษาเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่อยู่ในเสาหลักสุขภาพและการประถมศึกษา (Pillar 4 : Health and Primary Education) และเสาหลักการอุดมศึกษาและการฝึกอบรม (Pillar 5 : Higher Education and Training) องค์การสหประชาชาติมีการจัดทำดัชนีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (Human Development Index: HDI) เพื่อวัดระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในประเทศสมาชิก ทั้งสามหน่วยงานดำเนินการประเมินผลและจัดอันดับศักยภาพของประเทศต่างๆ จากข้อมูลด้านเศรษฐกิจ และสังคม แต่ในด้านการประเมินจากผลสัมฤทธิ์นั้น มีหน่วยงานที่จัดการทดสอบและวิเคราะห์ผล ได้แก่สมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Education Achievement: IEA) ดำเนินการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends

in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ดำเนินการจัดสอบทุก 4 ปี โดยทดสอบนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 และองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) โดยดำเนินการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ดำเนินการทุก ๆ 3 ปีโดยทดสอบจากกลุ่มนักเรียนอายุ 15 ปี ผ่านการทดสอบคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน ทั้งสองหน่วยงานดำเนินการประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพของระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก และป้อนข้อมูลให้ประเทศสมาชิกเกี่ยวกับระบบการศึกษาของประเทศเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการพัฒนาการจัดการศึกษาของประเทศต่อไป

จากการรวมตัวของประเทศสมาชิก 10 ประเทศ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นประชาคมอาเซียน ได้แก่ บูรไนดารุสซาราม กัมพูชา อินโดนีเซีย ลาว มาเลเซีย เมียนมาร์ ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ไทย และเวียดนาม เพื่อส่งเสริมความร่วมมือทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์ ส่งเสริมสันติภาพ ความมั่นคงของภูมิภาค และคุณภาพชีวิตของประชาชน มีการจัดตั้งประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียน เพื่อส่งเสริมและลงทุนในด้านการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต การฝึกอบรมและการเสริมสร้างขีดความสามารถ ส่งเสริมนวัตกรรม ส่งเสริมการใช้ภาษาอังกฤษ เทคโนโลยีสารสนเทศ และวิทยาศาสตร์เชิงประยุกต์และเทคโนโลยี ซึ่งภาพรวมของระบบการศึกษาของประเทศในกลุ่มอาเซียน แบ่งเป็นการศึกษาระดับปฐมวัย การศึกษาขั้นพื้นฐาน การอาชีวศึกษา และการศึกษาขั้นอุดมศึกษา ส่วนใหญ่มีลักษณะครอบคลุมการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย จากข้อมูลพื้นฐานในด้านการศึกษาของประเทศสมาชิกอาเซียนทั้ง 10 ประเทศ พบว่าประเทศอาเซียนทุกประเทศให้ความสำคัญกับการพัฒนาการศึกษาของประเทศ การศึกษาขั้นพื้นฐานประกอบด้วยระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยส่วนมากจะมีการศึกษาภาคบังคับอยู่ที่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (9 ปี) เช่น อินโดนีเซีย ไทย และเวียดนาม ในขณะที่มาเลเซียกำหนดการศึกษาภาคบังคับที่ 11 ปี แต่ประเทศสิงคโปร์กำหนดไว้เพียง 6 ปี ซึ่งการศึกษาในระดับถัดไปจะเป็นการเลือกตามความสนใจของผู้เรียนเองที่จะเลือกศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาหรือศึกษาต่อในสายวิชาชีพ ซึ่งจะมีความแตกต่างของวิธีการสอบเข้าและระบบการเรียนของแต่ละประเทศ (สำนักงานสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555) แต่ละประเทศให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญอีกด้านหนึ่งต่อการพัฒนาประเทศ

ในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาที่ใช้ตัวบ่งชี้จากคะแนนการทำแบบสอบเป็นสำคัญเพื่อให้รู้ถึงผลสัมฤทธิ์ของหลักสูตรที่ใช้ในการเรียน และบ่งชี้ถึงผลสัมฤทธิ์การดำเนินการของสถานศึกษา (Postlethwaite; 2004) และคะแนนที่ได้จากแบบสอบระดับชาติและระดับนานาชาติจะนำมาใช้ในการบ่งบอกคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา โดยทั่วไปแล้วการใช้คะแนนที่ได้จาก

การสังเกตโดยใช้แบบสอบจะเป็นค่าที่ได้จากผลรวมของคะแนนที่แท้จริง กับค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยหลายอย่างที่เป็นคุณลักษณะพื้นฐานของนักเรียนและการบริหารจัดการภายในสถานศึกษาส่งผลกระทบต่อการทำคะแนนในแบบสอบ การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาที่ผ่านมาโดยส่วนใหญ่จะใช้คะแนนจากการสอบเพื่อบ่งชี้ว่าสถานศึกษามีการปฏิบัติที่ดีกว่าสถานศึกษาอื่น โดยไม่คำนึงถึงพื้นฐานของนักเรียน ซึ่ง Hill (1995, อ้างถึงใน (ประกฤติยา ทักษิโณ, 2552) ชี้ให้เห็นว่าคะแนนดิบไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความแตกต่างของการดำเนินงานของสถานศึกษาได้อย่างถูกต้อง

นักการศึกษาจึงมีความสนใจในการพัฒนาวิธีการตรวจสอบสาระสำคัญที่ควรได้รับจากผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการวัด ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ ต้องการพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานสู่ระดับมาตรฐาน ที่ต้องการใช้ตัวบ่งชี้ผลการปฏิบัติได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง และเพื่อลดความลำเอียง และเพิ่มความตรงให้กับผลการวิเคราะห์ด้วยการพิจารณาปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ (Lindsey และ Deforgers, 1998) และตั้งแต่ปี 1996 วิธีที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเป็นวิธีการที่มีการปรับแก้ผลสัมฤทธิ์ตามคุณลักษณะที่แตกต่างกันของนักเรียน ซึ่งเป็นปัจจัยนำเข้า โดยใช้หลักการวิเคราะห์ถดถอยและการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis) ซึ่งโมเดลการวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Fitz-Gibbon, 1996; Heck, 2000) นอกจากนี้การเลือกใช้วิธีในการตรวจสอบคุณภาพการจัดการศึกษาควรเป็นการวิเคราะห์ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจและมีความตรงตามหลักสถิติ โดยการใช้การวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (Residual) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงมูลค่าเพิ่ม (value-added) ของการศึกษา ในระยะต่อมาจึงมีความสนใจในการพัฒนาโมเดลมูลค่าเพิ่ม (Value-Added Model) ทางการศึกษามากขึ้น การวัดคุณภาพของหน่วยงานการศึกษาสามารถวัดผ่านปัจจัยนำเข้า (input) และผลลัพธ์ (output) หรือเป็นการวัดมูลค่าเพิ่ม (value-added) ดังนั้นการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา ส่วนหนึ่งจึงเป็นการประเมินปัจจัยนำเข้าที่เกิดเนื่องจากการปฏิบัติงานของสถานศึกษา กล่าวคือมูลค่าเพิ่มมีค่าเท่ากับผลต่างของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผลลัพธ์ที่คาดหวัง เมื่อพิจารณาปัจจัยนำเข้าหรือตัวแปรของคุณลักษณะของนักเรียนและสถานศึกษา (Sanders, Saxton, & Horn, 1997)

หากเมื่อพิจารณาโครงสร้างของข้อมูลในระบบทางการศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่ายได้แก่ นักเรียน ครู และสถานศึกษา ซึ่งข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างแบบลดหลั่นเช่นเดียวกันคือ บุคคลที่สอดแทรกอยู่ในหน่วยงาน ดังนั้นจึงควรพิจารณาข้อมูลที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างที่สามารถจัดเป็นระดับต่าง ๆ ของหน่วยที่ศึกษา เช่น นักเรียนที่สอดแทรกอยู่ในสถานศึกษา และสถานศึกษาสอดแทรกอยู่ในจังหวัด เป็นต้น ความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละระดับที่อยู่ในระดับเดียวกันและข้ามระดับกัน ตัวแปรที่อยู่ระดับสูงกว่ามีแนวโน้มที่จะส่งผลทางตรงหรือทางอ้อม ซึ่งอาจเป็นตัวแปรเชิงนโยบายมีหน้าที่กำหนดแนวทางมาตรฐานต่อตัวแปรที่อยู่ระดับต่ำกว่า

(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554) กล่าวคือตัวแปรที่อยู่ระดับล่างจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับอิทธิพลร่วมกันจากตัวแปรที่อยู่ระดับเหนือขึ้นไป

อย่างไรก็ตาม การประเมินผลทางการศึกษาและจิตวิทยาจากการทดสอบครั้งหนึ่งๆ จะเป็นการประเมินความรู้ความสามารถในหลายๆ ด้าน ในแบบสอบแต่ละฉบับจะวัดความรู้ในหลายสาขาหลายมิติ แต่การรายงานผลส่วนใหญ่จะเป็นการรายงานในภาพรวม หรือคะแนนรวม ซึ่งสารสนเทศเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์จากการประเมินทางวิชาการระดับมาตรฐานของประเทศ นอกจากการรายงานผลสัมฤทธิ์ในภาพรวมจากคะแนนรวมแล้ว ควรมีการรายงานผลสัมฤทธิ์ตามสาขาที่หลากหลายภายในแบบสอบ (Goodman & Hambleton, 2004; Monaghan, 2006) อีกทั้งคะแนนย่อยมักจะใช้เป็นส่วนนำเสนอของแต่ละเนื้อหาและให้สารสนเทศรายละเอียดมากกว่าการให้จากคะแนนรวม คะแนนย่อยมีผลต่อการตัดสินใจสำหรับการวินิจฉัยหรือการตัดสินใจที่มากขึ้น โดยความต้องการการรายงานคะแนนย่อยมีเหตุผลที่สำคัญอย่างน้อย 5 ประการคือ ประการแรกผู้ทดสอบต้องการทราบจุดแข็งและจุดอ่อนในบริบทเนื้อหาที่แตกต่างกัน เพื่อวางแผนปรับปรุงการเรียนในอนาคต ประการที่สองผู้สมัครเรียนแต่ละคนสามารถได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยซึ่งเป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนของผู้สมัคร หรือเพื่อการจัดตำแหน่ง หรือการตัดสินใจสำหรับการสอบเข้ามหาวิทยาลัย ประการที่สามผู้สอนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการประเมินประสิทธิภาพการสอนและการเน้นในสาขาที่ต้องการการปรับปรุง ประการที่สี่รัฐและสถานศึกษาต้องการผลสรุปสำหรับการประกันคุณภาพที่ดีขึ้น รวมถึงมีอิทธิพลต่อนโยบายที่เกี่ยวข้องในอนาคตของการประเมิน และประการสุดท้ายในการทำงานใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการทำงานเพื่อให้ผลงานที่ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (S.J.. Haberman, 2008; Sinharay, 2010; Sinharay, Puhan, & Haberman, 2011)

แบบทดสอบที่มีการวัดในหลายสาขาในชุดเดียว ทำให้แต่ละสาขาที่วัดมีจำนวนข้อสอบที่น้อยในแต่ละแบบสอบย่อย ทำให้ความเที่ยงลดต่ำลง แนวคิดของคะแนนย่อยจึงเป็นการศึกษาถึงวิธีการปรับคะแนนย่อยให้มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องมากขึ้น จึงมีนักวิจัยหลายคนได้เสนอวิธีการสร้างความแม่นยำของคะแนนย่อยโดยยืมสารสนเทศจากคะแนนหรือคะแนนย่อยที่สัมพันธ์กับคะแนนส่วนอื่นๆ ของแบบสอบ ได้แก่ Wainer และคณะ (2001) Wainer, Sheehan และ Wang (2000) เสนอคะแนนย่อยอ็อกเมนต์เต็ด (augmented subscore) ใช้แนวคิดสมการถดถอยเป็นฐานในการปรับปรุงการประมาณค่าคะแนนย่อยโดยใช้สมการถดถอยประมาณค่าคะแนนย่อยจริงบนคะแนนย่อยอื่นๆ ในแบบสอบ แนวคิดของ Yen (1987) เสนอดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index : OPI) เป็นการรวมสารสนเทศทั้งหมดของข้อสอบจากแบบสอบประมาณค่าคะแนนจริงของชุดย่อยของแบบสอบจากวัตถุประสงค์เดียวกัน (วิชา เนื้อหา หรือโดเมนเดียวกัน) โดยใช้กระบวนการของเบย์ในการประมาณค่าความสามารถจากการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (IRT) สำหรับแนวคิดของ Haberman (2008) นำเสนอวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted

average of subscore: WAS) จากการประมาณค่าคะแนนย่อยจริง ตามแนวคิดทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม ด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักจากค่าความเที่ยงของคะแนนย่อยและคะแนนรวม และนักวิจัยอีกหลายคน ได้แก่ de la Torre และ Patz (2005) Haberman และ Sinharay (2010) Luecht (2003) Yao และ Boughton (2007) ได้เสนอการประมาณค่าความสามารถหรือการแปลงค่าจากโมเดลทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (multidimensional item response theory: MIRT) ของคะแนนย่อยและแนวคิดของ de la Torre และ Song (2009) เสนอวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring; HO-IRT) เป็นวิธีการประมาณค่าความสามารถในแต่ละด้านตามระดับกับการประมาณค่าความสามารถรวม อีกทั้งการประมาณค่าพารามิเตอร์ของทักษะจากโมเดลวินิจฉัยปัญญา (cognitive diagnostic model) หรือโมเดลจำแนกการวินิจฉัย (diagnostic classification model) เป็นการรายงานคะแนนวินิจฉัย แทนคะแนนย่อย (Wainer & others, 2001; Wainer, Sheehan, & Wang, 2000; Yen, 1987)

จากแนวคิดและวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยที่แตกต่างกันของนักวิจัย ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าให้มีความถูกต้องและแม่นยำ โดยมีนักวิจัยที่ศึกษาได้แก่ Dwyer, และคณะ (2006) เปรียบเทียบคะแนนย่อยดิบกับทางเลือกสามทางคือ ดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (OPI) คะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ด (augmented subscores,) และคะแนนย่อยบนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT-based subscores) พบว่า คะแนนย่อยบนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติและวิธีคะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ด เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการประมาณค่าคะแนนย่อยสอดคล้องกับการศึกษาของ Fu and Qu (2010) ที่พบว่า คะแนนย่อยบนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติและวิธีคะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ดเป็นวิธีที่ดีที่สุดจากหลายๆ วิธีของการรายงานคะแนนย่อย (อ้างถึงใน Sinharay. Puhan และ Haberman; 2011) และจากการศึกษาของ Skorupski and Carvaja (2010) ซึ่งเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยด้วยวิธีดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (OPI) (Yen, 1987) และวิธีคะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ด ((Wainer และคณะ, 2000) พบว่า ทั้งสองวิธีเพิ่มค่าความเที่ยงและประมาณค่าคะแนนย่อยอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีคะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ดได้ค่าเฉลี่ยคะแนนย่อยไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนการศึกษาของ Stone, Ye, Zhu และ Lane (2010) (Stone, Zhu, & Lane, 2010) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสำหรับปรับค่าความเที่ยงของคะแนนย่อยด้วยวิธีดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (OPI) คะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ดและวิธี MIRT (Reckase, 1997) พบว่าทั้งสามวิธีเพิ่มความแม่นยำของคะแนนย่อย แต่มีความแตกต่างกันในด้านความซับซ้อนในทางปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ de la Torre, Song และ Hong (2011) (de la Torre, Song, & Hong, 2011) ซึ่งเปรียบเทียบ 4 วิธีคือ วิธีดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (OPI) วิธีคะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ด วิธีโมเดลตอบสนองข้อสอบพหุมิติ (multidimensional Item response theory: MIRT และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring: HO-IRT)

พบว่า ความสัมพันธ์ของแต่ละวิธีให้ผลการเปรียบเทียบที่สูงระหว่างเงื่อนไขที่แตกต่างกัน วิธี HO-IRT และ MIRT ให้ผลดีกว่าการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีคะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ด แต่วิธี HO-IRT สามารถให้ผลการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยได้พร้อมกัน (de la Torre et al., 2011) จากผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีลำดับที่สูงของการตอบสนองข้อสอบเป็นวิธีที่ให้ผลการประมาณค่าได้ดี และสามารถประมาณค่าคะแนนรวมได้พร้อมกับรายสาขา สำหรับวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักซึ่งเป็นวิธีที่ใช้แนวคิดของทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมและใช้ค่าความเที่ยงเป็นส่วนในการวิเคราะห์ผล และยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบในสองวิธีดังกล่าว

สิ่งที่ควรคำนึงถึงอีกประการหนึ่ง เพื่อให้ผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษามีความถูกต้องและเป็นธรรมสำหรับสถานศึกษา คือการเลือกโมเดลการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มที่เหมาะสม และการกำหนดโมเดลการวิเคราะห์ ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาได้หลายค่า เช่น ความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามจากตัวแปรทำนาย การแจกแจงของคะแนนมูลค่าเพิ่ม ความสัมพันธ์และความสอดคล้องของการจัดกลุ่มคุณภาพและการจัดระดับคุณภาพของสถานศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการประมาณค่าผลสัมฤทธิ์ที่แสดงถึงผลการจัดการศึกษาของสถานศึกษาอาจมีผลต่างกันเนื่องจากการกำหนดโมเดลการประเมินที่ต่างกัน ซึ่งบางครั้งผลลัพธ์ที่ได้อาจมีค่าต่ำกว่าผลที่เป็นจริงของสถานศึกษา รวมทั้งยังมีข้อจำกัดในการกำหนดตัวแปรภูมิหลังของนักเรียนที่ทำได้อย่างครบถ้วน และจากผลการศึกษาของ Tekwe, และคณะ (2004) ได้ศึกษาเปรียบเทียบโมเดลการวิเคราะห์เพื่อการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษายังพบว่า ไม่มีโมเดลใดที่แสดงให้เห็นว่ามีความถูกต้องและเพียงพอในการนำมาใช้ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันและมีการได้เปรียบเสียเปรียบกัน การประมาณค่าในโมเดลที่ไม่ได้รวมตัวแปรระดับนักเรียนและสถานศึกษาจะมีความลำเอียงให้กับสถานศึกษาที่มีกลุ่มประชากรมีคุณลักษณะที่ได้เปรียบกว่า และในบางกรณีสามารถเลือกใช้โมเดลอย่างง่ายในการวิเคราะห์เนื่องจากเป็นโมเดลที่ไม่ซับซ้อน แต่ผลการทดสอบพบว่ามีความสัมพันธ์กันสูงกับโมเดลที่มีความซับซ้อน (Tekwe et al., 2004) แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงวิธีการที่แตกต่างกันในการประมาณค่าผลสัมฤทธิ์หรือความสามารถของนักเรียนอีกด้วย

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ซึ่งเป็นการดำเนินการโดยสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2554 (TIMSS 2011) ซึ่งมีประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนเข้าร่วมโครงการ 4 ประเทศคือ อินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย อีกทั้งการประเมินด้วยแบบสอบด้านวิทยาศาสตร์มีการทดสอบในแต่ละสาขา ได้แก่ ชีววิทยา

เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก ซึ่งคะแนนที่ได้จากแบบสอบจะแบ่งเป็นคะแนนย่อยในแต่ละสาขา ในการวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted average of subscore: WAS) ของ Haberman ซึ่งเป็นวิธีการบนพื้นฐานของทฤษฎีทดสอบดั้งเดิมการดำเนินการทำได้ง่ายและการวิเคราะห์ไม่ยุ่งยากสำหรับการประมาณค่าความสามารถรวมและความสามารถรายสาขา (คะแนนรวมและคะแนนย่อย) และวิธีการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring; HO-IRT) ของ de la Torre และ Song ซึ่งเป็นวิธีที่พิจารณาความสามารถด้านต่างๆ เป็นลำดับขั้นภายใต้การประมาณค่าความสามารถรวมและความสามารถรายสาขาได้พร้อมกัน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าของแนวคิดต่างๆ แต่ยังไม่มีการเปรียบเทียบการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยจากแนวคิดทั้งสองวิธี ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้แนวทฤษฎีดั้งเดิมและทฤษฎีแนวใหม่และสามารถประมาณค่าความสามารถได้ทั้งภาพรวมและรายสาขา เพื่อให้ได้คะแนนสำหรับประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขามีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และนำผลการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในภาพรวมจากวิธีที่ให้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำไปใช้ในการวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนแต่ละประเทศ เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการประมาณค่าความสามารถรวมด้านวิทยาศาสตร์จากโมเดลการตอบสนองข้อสอบ โดยวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มที่มีความแตกต่างกันใน 2 ลักษณะ คือ โมเดลที่มีการวิเคราะห์โดยไม่มีการนำตัวแปรต้นที่เป็นคุณลักษณะพื้นฐานของนักเรียนและสถานศึกษามาใช้ในการวิเคราะห์ และโมเดลที่มีการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรต้นที่เป็นคุณลักษณะพื้นฐานของนักเรียนและสถานศึกษามาใช้ในการวิเคราะห์เป็นการศึกษาถึงตัวแปรคุณลักษณะที่ทำให้การจัดการศึกษาของสถานศึกษาในแต่ละประเทศประสบความสำเร็จ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดระบบการศึกษาของไทยด้านวิทยาศาสตร์ต่อไป

คำถามการวิจัย

1. การประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบให้ผลการประมาณค่าเป็นอย่างไร

2. วิธีการการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาระหว่างวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบวิธีการใดสามารถประมาณค่าความสามารถได้คลาดเคลื่อนน้อยกว่ากัน

3. การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่มที่ใช้คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน มีผลเป็นอย่างไร

4. โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน มีประสิทธิภาพแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และมีผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ

2. เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาจากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานระหว่างวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

3. เพื่อวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนด้วยการวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่ม ที่ใช้คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน

4. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การทดสอบขนาดใหญ่ที่ใช้แบบทดสอบเพียงชุดเดียวเพื่อวัดความรู้ความสามารถในหลายๆ สาขา หากจะมีการรายงานคะแนนในแต่ละสาขาซึ่งเป็นคะแนนย่อยที่ได้จากแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบน้อยในแต่ละสาขา เป็นผลให้ขาดความเพียงพอของความเที่ยงทำให้คะแนนที่ได้ขาดความน่าเชื่อถือ นักวิจัยหลายคนจึงได้เสนอวิธีการปรับคะแนนย่อยให้มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 5 วิธีคือ 1) วิธีคำนวณคะแนนย่อยอ็อกเมนต์เต็ด (augmented subscore) เสนอโดย Wainer, Sheehan, และ Wang (2000) และ Wainer, Vevea และคณะ (2001) 2) วิธีคำนวณดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index : OPI) ซึ่งเสนอโดย Yen (1987) 3) คะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ของ Haberman (2008) 4) วิธีจากโมเดลทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (multidimensional item response theory: MIRT) ซึ่งเสนอโดย de la Torre และ Patz (2005) Haberman และ Sinharay (2010) Luecht

(2003) Yao และ Boughton (2007) และ 5) วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring; HO-IRT) เสนอโดย de la Torre และ Song (2009) ซึ่งได้มีการศึกษาเปรียบเทียบวิธีต่างๆ ยกเว้นวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ของ Haberman (2008) พบว่าทั้ง 4 วิธีเพิ่มความแม่นยำของคะแนนย่อย แต่มีความแตกต่างกันในด้านความซับซ้อนในทางปฏิบัติและความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถ จากผลดังกล่าวนักวิจัยจึงศึกษาเปรียบเทียบคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ของ Haberman (2008) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมเป็นแนวทางในการดำเนินการประมาณค่าคะแนนจริงทั้งคะแนนรวมและคะแนนย่อย และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring: HO-IRT) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นวิธีที่สามารถประมาณค่าความสามารถจากคะแนนรวมและคะแนนย่อยได้พร้อมกัน

จากการศึกษาดังกล่าวนักวิจัยจึงกำหนดสมมติฐานในการศึกษา ดังนี้

1. การประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ให้ผลการประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักซึ่งเป็นวิธีตามแนวทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม

2. ประสิทธิภาพของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยคะแนนรวมจากวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบมีประสิทธิภาพสูงกว่าการวิเคราะห์คะแนนรวมจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอบเขตของการวิจัย

1. การประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาใช้วิธีการประมาณค่า 2 วิธี คือ 1) วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted average of subscore: WAS) ซึ่งเป็นวิธีการบนพื้นฐานของทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมประมาณค่าความสามารถด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก จากการปรับค่าความเที่ยง เพื่อสร้างความแม่นยำและความถูกต้องของคะแนนย่อย และ 2) วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring; HO-IRT) ซึ่งเป็นวิธีตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่พิจารณาความสามารถด้านต่างๆ เป็นลำดับขั้นภายใต้ความสามารถรวม

2. การวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มเชิงเส้นระดับลดหลั่น (hierarchical linear value-added model) ศึกษาบริบทตัวแปรพหุระดับเกี่ยวกับคุณภาพการจัดการศึกษาของ

สถานศึกษาในระดับมัธยมศึกษาในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน โดยใช้ฐานข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ ปี พ.ศ.2554 (Trend International Math and Science Study 2011) ซึ่งเป็นโครงการที่ดำเนินการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลในตัวแปรระดับสถานศึกษา และระดับนักเรียน ซึ่งข้อมูลมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์พหุระดับ มีจำนวนตัวอย่างที่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และมีประเทศสมาชิกอาเซียนเข้าร่วมประเมินผล ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย

3. ตัวแปรคุณลักษณะที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งตามโครงสร้างของตัวแปรสำหรับใช้วิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่มพหุระดับ เป็น 2 ระดับ คือระดับนักเรียน (student level) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา เพศ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความมั่งคั่งของครอบครัว แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา และระดับสถานศึกษา (school level) ได้แก่ ขนาดของสถานศึกษา ที่ตั้งสถานศึกษา ความเข้มข้นทางวิชาการ เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียน ขนาดห้องเรียน เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหาร ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษา ประสบการณ์การทำงานของครู ความพึงพอใจของครู ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์ และการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

คะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ค่าประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในรายสาขา ได้แก่ สาขาชีววิทยา สาขาเคมี สาขาฟิสิกส์ และสาขาวิทยาศาสตร์โลกจากการประเมินความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของ TIMSS 2011 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถ หมายถึง การดำเนินการประมาณค่าความสามารถของผู้รับการทดสอบโดยการวิเคราะห์ความสามารถเป็นรายสาขา ซึ่งศึกษาด้วยกันสองวิธี คือ วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของ Haberman ซึ่งเป็นวิธีการบนพื้นฐานของทฤษฎีทดสอบดั้งเดิม และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring; HO-IRT) ของ de la Torre ซึ่งเป็นวิธีการบนพื้นฐานของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

คะแนนรวม หมายถึง ค่าประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบ วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

TIMSS 2011 หมายถึง โครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ ปี พ.ศ.2554 (Trend International Math and Science Study 2011) ซึ่งจัดโดยสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) โดยใช้ฐานข้อมูลผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน หมายถึง ประเทศที่เข้าร่วมทดสอบใน TIMSS 2011 ซึ่งอยู่ในกลุ่มประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ประกอบด้วย ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย

โมเดลมูลค่าเพิ่ม หมายถึง วิธีการที่รายงานผลเพื่อสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการศึกษาว่าสถานศึกษาใดสร้างมูลค่าเพิ่มในความสามารถของนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด โดยเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่สังเกตได้ (Observed scores) กับคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ทำนายได้ (Predicted scores) จากตัวแปรภูมิหลัง ตัวแปรบริบทของสถานศึกษา ซึ่งคาดว่ามีผลต่อความสามารถแต่เป็นปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการจัดการหรือการควบคุมของสถานศึกษา

ประสิทธิภาพของโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา หมายถึง การเปรียบเทียบจากค่า 1) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดในการประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ 2) ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนาย หรือค่าสัมประสิทธิ์การทำนายในแต่ละโมเดล (R^2) 3) การเปรียบเทียบคะแนนมูลค่าเพิ่มของแต่ละโมเดล และ 4) ความสัมพันธ์และความสอดคล้องของผลการจัดกลุ่มคุณภาพ (Rating) และการจัดระดับคุณภาพ (Ranking) การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ จากโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา ซึ่งเป็นโมเดลการวิเคราะห์พหุระดับที่มีการควบคุมตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา ซึ่งมีผลต่อคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

มูลค่าเพิ่มของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา หมายถึง ค่าส่วนต่างระหว่างค่าพารามิเตอร์คะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยของสถานศึกษาที่วัดได้จริงกับค่าพารามิเตอร์คะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยของสถานศึกษาที่ได้จากการประมาณค่าหรือการพยากรณ์จากปัจจัยหรือตัวแปรของสถานศึกษาผลการวิเคราะห์ แสดงได้จากส่วนที่เหลือ (residual term) จากโมเดลการวิเคราะห์ระดับสถานศึกษา ด้วยหลักการวิเคราะห์พหุระดับของโปรแกรมการวิเคราะห์เชิงเส้นระดับลดหลั่น (HLM)

คุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน หมายถึง คะแนนมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษาหรือค่าส่วนที่เหลือจากการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มในแต่ละประเทศประชาคมอาเซียน ซึ่งคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาจากการวิจัยในครั้งนี้แสดงถึงการดำเนินการจัดการของแต่ละสถานศึกษา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีการควบคุมปัจจัย ตัวแปรระดับนักเรียน และระดับสถานศึกษา ที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของสถานศึกษาแล้ว

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ประโยชน์ด้านวิชาการ

1.1 ข้อค้นพบจากผลการวิจัยเป็นผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถในภาพรวมและในแต่ละสาขา โดยใช้คะแนนรวมและคะแนนย่อยในการประมาณค่าสามารถเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการประมาณค่าความสามารถในภาพรวมและในแต่ละสาขาได้

1.2 ผลการศึกษาสามารถแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของแนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม (value added) ในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในแต่ละสาขา

2. ประโยชน์ด้านการนำไปใช้

2.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลการศึกษา สามารถนำวิธีการการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงโดยใช้คะแนนย่อยจากการทดสอบด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถนำไปปรับใช้ในการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงในสาขาต่างๆ ได้ จากแบบสอบที่มีการวัดหลายสาขา

2.2 ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสามารถนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการดำเนินการของสถานศึกษา ตลอดจนการปรับปรุงการดำเนินงานของสถานศึกษาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆ

2.3 ผู้บริหารในเชิงนโยบายใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆ โดยใช้สารสนเทศของประเทศในประชาคมอาเซียนเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการศึกษาของประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร รายงานวิจัยรวมทั้งบทความวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศ ประมวลความรู้เกี่ยวกับการประมาณค่าคะแนนย่อย การวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่ม การวิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ผู้วิจัยจึงประมวลแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการประมาณค่าคะแนนย่อย ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับมูลค่าเพิ่มของการศึกษา ตอนที่ 3 การจัดการศึกษาของประเทศในประชาคมอาเซียน และตอนที่ 4 การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา และการสังเคราะห์สรุปเพื่อกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มโนทัศน์และแนวคิดในแต่ละตอน มีดังนี้

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการประมาณค่าคะแนนย่อย

การประเมินผลทางการศึกษาและจิตวิทยาในการทดสอบครั้งหนึ่งๆ จะเป็นการประเมินความรู้ความสามารถในหลายๆ ด้าน ในแบบสอบแต่ละฉบับจะวัดความรู้ในหลายสาขา หลายมิติ แต่การรายงานผลส่วนใหญ่จะเป็นการรายงานเป็นภาพรวม หรือคะแนนรวม ซึ่งสารสนเทศเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์จากการประเมินทางวิชาการระดับมาตรฐานของประเทศ นอกจากการรายงานผลสัมฤทธิ์ในภาพรวมจากคะแนนรวมแล้ว ควรมีการรายงานผลสัมฤทธิ์ตามสาขาที่หลากหลายภายในแบบสอบ (Monaghan;,2006, Goodman & Hambleton, 2004) ซึ่งเป็นคะแนนย่อยหรือคะแนนคุณลักษณะเป็นคะแนนที่ได้จากด้านย่อย (Monaghan, 2006) คะแนนย่อยมักจะใช้เป็นส่วนนำเสนอของแต่ละเนื้อหาอีกทั้งให้สารสนเทศรายละเอียดมากกว่าการให้จากคะแนนรวม คะแนนย่อยมีผลต่อการตัดสินใจสำหรับสารสนเทศการวินิจฉัยหรือการตัดสินใจสำหรับข้อมูลที่มากขึ้น โดยความต้องการการรายงานคะแนนย่อยที่เพิ่มสูงขึ้นมีเหตุผลที่สำคัญอย่างน้อยห้าประการคือ ประการแรกผู้ทดสอบต้องการทราบจุดแข็งและจุดอ่อนในบริบทเนื้อหาที่แตกต่างกัน เพื่อวางแผนปรับปรุงการเรียนในอนาคต ประการที่สองผู้สมัครเรียนแต่ละคนสามารถได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยซึ่งเป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนของผู้สมัคร หรือเพื่อการจัดตำแหน่ง หรือการตัดสินใจสำหรับการสอบเข้ามหาวิทยาลัย ประการที่สามผู้สอนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการประเมินประสิทธิภาพการสอนและการเน้นในสาขาที่ต้องการการปรับปรุง ประการที่สี่รัฐและสถานศึกษาต้องการผลสรุปสำหรับการประกันคุณภาพที่ดีขึ้นรวมถึงมีอิทธิพลต่อนโยบายที่เกี่ยวข้องในอนาคตของการประเมินและประการสุดท้ายในการทำงานใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการทำงาน (Sinharay, 2010; Sinharay et al., 2011)

แนวคิดเริ่มแรกของคะแนนย่อยจากการแบ่งข้อสอบในแบบสอบแบ่งเป็นส่วนๆ ทำให้มีความแตกต่างกันของสัดส่วนของด้านที่ศึกษา และรายงานคะแนนสำหรับแต่ละส่วน เช่น การทดสอบการเขียนจะมีส่วนของการเขียนบรรยายและแบบเลือกตอบ คะแนนรวมเกิดจากคะแนนส่วนการเขียนบรรยายซึ่งวัดศักยภาพการเขียน และคะแนนจากข้อสอบแบบเลือกตอบซึ่งวัดความรอบรู้ ด้วยส่วนที่วัดแต่ละส่วนมีความเที่ยงจำกัดซึ่งอาจจะใช้สมการถดถอยเพื่อสร้างสมการเชิงเส้นของคะแนนย่อยที่จะให้การประมาณค่าที่ถูกต้องของการวัดความสามารถจากคะแนนย่อย (Wainer และคณะ, 2001; Yen, 1987) ปัญหาสำคัญของคะแนนย่อยจากการทดสอบทางการศึกษาที่ได้จากแบบทดสอบย่อยที่มีจำนวนข้อสอบน้อย

1.1 เกณฑ์การรายงานคะแนนย่อย

คะแนนย่อยอาจใช้ในการพิจารณาถึงการใช้ประโยชน์และการวัดที่ถูกต้องของคุณลักษณะ โดยในการนำเสนอรายงานมีเกณฑ์การพิจารณาและข้อเสนอแนะ 10 ข้อ คือ (Monaghan, 2006; Sinharay, Puhan และ Haberman, 2011; Luecht และคณะ, 2006; Haberman, 2005; Haberman, Sinharay และ Puhan; 2006)

1) สารสนเทศมีความน่าเชื่อถือ คะแนนที่ต้องการใช้นำเสนอจะต้องมีค่าความเที่ยงและความตรงสูงซึ่งค่าความเที่ยงเป็นค่าที่แสดงถึงความคงเส้นคงวาของการวัดคุณลักษณะที่ต้องการวัด สำหรับค่าความตรงคือค่าที่แสดงถึงระดับของการวัดจากแบบสอบว่าวัดในสิ่งที่ต้องการวัด หากการวัดจากแบบสอบวัดได้ไม่ตรงตามที่ต้องการวัด (ขาดความเที่ยงและความตรง) สารสนเทศที่ได้จะไม่มีความน่าเชื่อถือ การนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจจะไม่มีประโยชน์ และการนำผลไปใช้ในการปรับปรุงผู้สอบจะเป็นไปในทางที่ผิดได้

2) สารสนเทศไม่ซ้ำซ้อนเกินไปที่จะให้ความน่าเชื่อถือ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ใช้กำหนดความน่าเชื่อถือของการประมาณค่าคะแนนย่อยจากการตอบของผู้สอบ การประมาณค่าคะแนนย่อยจากคะแนนรวม กำหนดความน่าเชื่อถือของคะแนนย่อยได้ดี

3) สารสนเทศจากแหล่งที่แตกต่างกันสามารถเปรียบเทียบและให้ความหมายที่แตกต่างได้ การรวบรวมและวิเคราะห์คะแนนย่อยต้องดำเนินการเป็นพิเศษ เพราะคะแนนย่อยมาจากชุดของข้อคำถามที่มีจำนวนน้อยกว่าคะแนนรวม การรวบรวมและวิเคราะห์เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้คะแนนย่อยเปรียบเทียบกับแบบสอบที่ต่างกันได้ การประเมินจะรวมข้อคำถามที่เพียงพอต่อการเพิ่มค่าความเที่ยงของการวัด ปัจจัยอื่นต้องพิจารณาคือ จำนวนและประเภทของผู้สอบ

4) ถ้าสร้างแบบสอบสำหรับรายงานคะแนนย่อย ใช้วิธีออกแบบหลักฐานหลัก (evidence-centered design) เช่น Mislevy, Steinberg, และ Almond (2003) หรือการทดสอบวิศวกรรมสำหรับการออกแบบข้อสอบและแบบสอบที่ยืนยันว่าแบบสอบยอมให้รายงานคะแนนย่อย นักพัฒนา

แบบสอบอาจจะมีบทบาทสำคัญในครั้งนี้ เช่น Wainer และคณะ (2000) พบว่า ข้อมูลจากแบบสอบที่เป็นเอกมิติ ถ้าต้องการวัดหลายมิติ (multiple orthogonal dimensions) จำเป็นต้องคิดลึกซึ้งในการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการเขียนข้อสอบและโครงสร้างของแบบสอบ

5) คะแนนย่อยที่มีหลักฐานเพียงพอของความเที่ยง ความตรงและความแตกต่างของคะแนนย่อย ในการรายงานคะแนนย่อยตามลำดับความเที่ยง บนฐานของจำนวนข้อสอบที่พอเพียงรวมกับคะแนนย่อยที่มีผลคะแนนย่อยที่มีความเที่ยงสูง และเพิ่มมูลค่า เช่น คะแนนย่อยสำหรับ “ทฤษฎีฟิสิกส์” และ “การประยุกต์ใช้ฟิสิกส์” อาจจะรวมเป็นคะแนนย่อยสำหรับ “วิชาฟิสิกส์” เป็นสิ่งสำคัญในขั้นตอนการวางแผนที่จะยืนยันถึงทักษะที่สนใจที่แตกต่างพอ ๆ กันในแต่ละส่วน (ยากในการพิจารณาข้อมูล)

6) พิจารณาการรายงานคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักหรือคะแนนย่อยอ็อกเมนต์เต็ดที่เพิ่มมูลค่า และมักจะให้สารสนเทศในการวินิจฉัยที่ถูกต้องกว่าคะแนนย่อย ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักยากที่จะอธิบายแบบทั่วไป มีผู้ที่ไม่ชอบแนวคิดนี้ เช่น การรายงานคะแนนย่อยของการอ่าน ไม่เพียงแต่เป็นคะแนนย่อยการอ่านสังเกตได้ยังเป็นคะแนนย่อยการเขียนสังเกตได้ หลายแนวคิดในประเด็นของการอธิบายค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักสามารถอธิบายได้ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในเนื้อหาหลักที่อธิบายโดยคะแนนย่อยมากกว่าคะแนนย่อยตัวมันเอง ผลนี้สามารถอภิปรายในส่วนของการทำนายความสามารถบนแบบสอบทางเลือก ในกรณีทั่วไปซึ่งสารสนเทศเป็นการรวมปกติ เช่น เบี้ยประกันสำหรับการประกันรถยนต์มีผลไม่เพียงแต่ประสบการณ์ของผู้ขับตามกฎหมายเท่านั้น แต่ยังสัมพันธ์กับสารสนเทศ (เช่น ระดับการศึกษา และสถานภาพสมรส) เป็นการทำนายความสามารถการขับรถในอนาคต ในกรณีทั่วไปยากที่จะอธิบายค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่ชดเชยโดยค่า PRMSE ที่สูงขึ้นของค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

7) คะแนนย่อยสำหรับผู้สอบรายบุคคล คะแนนย่อยสามารถรายงานรวมระดับได้ดี เช่น หลายโปรแกรมการทดสอบรายงานคะแนนย่อยเฉลี่ยสำหรับสถาบันซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนทั่วไปที่คำนวณค่าเฉลี่ย สำหรับคะแนนย่อยซึ่งมาจากข้อคำถามที่มีจำนวนน้อย ความคลาดเคลื่อนอาจถูกละเลยและคะแนนย่อยเฉลี่ยมีค่าในการรายงาน อย่างไรก็ตาม Longford (1990) และ Haberman, Sinharay, และ Puhan (2009) ได้เสนอวิธีการตรวจสอบการรวมระดับ (aggregate-level) คะแนนย่อยที่เพิ่มมูลค่าและเสนอตัวอย่างของสถานการณ์เมื่อการรวมระดับคะแนนย่อยไม่มีการเพิ่มมูลค่า การตรวจสอบคุณภาพของการรวมระดับคะแนนย่อยก่อนการรายงาน

8) รายงานคะแนนย่อยที่แสดงมาตรวัด เปรียบเทียบมาตรวัดของคะแนนรวม หรือเท่ากับส่วนของสเกลที่เท่ากับความสัมพันธ์ที่สำคัญของคะแนนย่อย แต่ตัวเลือกไม่ยากในการให้คะแนนย่อยและคะแนนรวมที่ต่างกันในค่าความเที่ยง การเพิ่ม เทียบกับรายงานคะแนนย่อย ดังนั้นความหมายของพฤติกรรมที่แข็งในสาขาวิชาไม่เปลี่ยนข้ามการทดสอบที่แตกต่าง ในกรณีทั่วไป การปรับเทียบที่

เป็นไปได้สำหรับคะแนนรวมแต่ไม่ใช่คะแนนย่อย (เช่น แบบสอบร่วมที่ถูกใช้ปรับเทียบแบบสอบรวมเท่านั้น ข้อสอบจำนวนน้อยจะเหมือนสาขาย่อยเฉพาะ ดังนั้นจึงเป็นแบบสอบร่วมที่ปรับเทียบของคะแนนย่อยที่เป็นไปได้

9) เป็นไปได้ที่แสดงการวิเคราะห์ของส่วนที่เหลือที่พบในผู้ทดสอบ ผู้ที่คะแนนมักจะน้อยกว่าหรือมากกว่าในหนึ่งสาขาย่อยเปรียบเทียบกับสาขาย่อยอื่นๆ เช่น Haberman (2008) พิจารณาส่วนที่เหลือแตกต่างระหว่าคะแนนย่อยจริงและการถดถอยเชิงเส้นของคะแนนย่อยจริงบนคะแนนรวมจริง อย่างไรก็ตาม Haberman จะพบความเที่ยงของส่วนที่เหลือสำหรับการทดสอบทางการศึกษาที่ยังคงอยู่เป็นที่คาดหวังต่ำ

10) การอ้างอิงข้อสอบเอกมิติ และสารสนเทศของแบบสอบไม่สามารถแยกเป็นส่วน ๆ ที่ใช้ประโยชน์ในคะแนนโครงร่างแบบพหุมิติ โมเดลทางจิตมิติใช้การสกัดสารสนเทศและพยายามสกัดบางอย่างที่ไม่มี สำหรับบางแบบทดสอบ เปลี่ยนโครงสร้างโดยใช้ตัวอย่าง เช่น การประเมินการปฏิบัติทางวิศวกรรม สำหรับการออกแบบข้อสอบและแบบสอบ อาจจะมีทางเลือกเพื่อที่จะสามารถรายงานคะแนนย่อย หรือโดยทั่วไป ประเภทคะแนนวินิจฉัยอื่นๆ อาจปรับโครงสร้างแบบสอบที่เป็นทางเลือกไม่สมเหตุผล แทนที่การรายงานคะแนนย่อย สามารถพิจารณาทางเลือก เช่น สเกลร่วม ตัวอย่างของ Beaton และ Allen (1992) ซึ่งเรียกร้องเกี่ยวกับนักเรียนที่คะแนนแตกต่างกันของจุดที่รู้และจุดที่ทำได้

1.2 วิธีการปรับค่าคะแนนย่อย

การรายงานคะแนนความสามารถของผู้สอบ นอกจากจะรายงานจากคะแนนรวมแล้ว ยังควรที่จะต้องรายงานคะแนนย่อยจากหลายเนื้อหา หรือหลายสาขาในแบบสอบโดยทั่วไปคะแนนย่อยไม่ได้ถูกใช้ในการตัดสินใจทางนโยบายแต่การรายงานคะแนนย่อยมีผลต่อการนำไปใช้ของผู้เกี่ยวข้อง (stakeholder) ด้วยเหตุที่คะแนนย่อยได้จากจำนวนข้อคำถามที่น้อย ทำให้มีค่าความเที่ยงน้อยกกว่าคะแนนรวม ผลในการใช้ตัดสินใจจากคะแนนย่อยนี้อาจเกิดข้อบกพร่องและเป็นอันตรายต่อผู้เกี่ยวข้องได้ จึงมีนักวัดผลเสนอหลายวิธีการในการปรับค่าความเที่ยงและประมาณค่าความสามารถที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้แนวคิดการทดสอบดั้งเดิมและการทดสอบแนวใหม่ มีแนวทางที่ใช้คะแนนสังเกตได้ หรือไม่ขยายค่าคะแนนย่อย และแนวคิดขยายค่าคะแนนย่อย มีหลายวิธีในการประมาณค่าที่เพียงพอถูกพัฒนาหลายวิธีค้นพบโครงสร้างความสัมพันธ์ของความสามารถต่อการปรับการประมาณค่าด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (IRT) โดยการรวมโครงสร้างความสัมพันธ์ในกระบวนการประมาณค่าซึ่งใช้กรอบแนวคิดพหุมิติ (multidimensional item response theory: MIRT) (de la Torre & Patz, 2005) de la Torre, 2008; Wang, Chen & Cheng, 2004) ประมาณค่าความสามารถจากการตอบข้อสอบที่ให้คะแนนสองค่า และมากกว่าสองค่า ซึ่งมีความ

ถูกต้อง (accurate) และแม่นยำ (precise) เปรียบเทียบการประมาณค่าความสามารถจากการทดสอบเพียงหนึ่งครั้ง (Li & Schafer, 2005; Segall, 1996; Wang & Chen, 2004)

มีผู้เสนอวิธีการประมาณค่าความสามารถจากคะแนนย่อยไว้ 5 วิธี คือ แนวคิดของ Yen และคณะ (1987) เสนอดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index: OPI) Wainer และคณะ (2001) เสนอคะแนนย่อยอ็อกเมนต์เต็ดสำหรับแนวคิดของ Haberman (2008) นำเสนอวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยจริง ตามแนวคิดทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมนักวิจัยอีกหลายคน ได้แก่ de la Torre และ Patz (2005) Haberman และ Sinharay (2010) Luecht (2003) และ Yao และ Boughton (2007) ได้เสนอการประมาณค่าความสามารถหรือการแปลงค่าจากโมเดลทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT) ของคะแนนย่อยและแนวคิดของ de la Torre และ Song (2009) เสนอวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring; HO-IRT) โดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธีดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index : OPI) ของ Yen (1987) (Yen, Skykes et al., 1997) เป็นการรวมสารสนเทศทั้งหมดของข้อสอบจากแบบสอบประมาณค่าคะแนนจริงของชุดย่อยของข้อสอบจากวัตถุประสงค์เดียวกัน (วิชา เนื้อหา หรือโดเมน) โดยถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยของคะแนนย่อยสังเกตได้ และประมาณค่าของคะแนนย่อยสังเกตได้โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (IRT) โดยใช้กระบวนการของเบย์ในการประมาณค่าความสามารถจากการตอบสนองข้อสอบเป็นสารสนเทศของแบบสอบบนพื้นฐานของการกระจายก่อน (prior distribution) และการกระจายภายหลัง (posterior distribution) ของความสามารถสำหรับคะแนนย่อยมีความแม่นยำขึ้น การประมาณค่าคะแนนจริงสำหรับข้อสอบในด้านย่อยซึ่งเป็นการประมาณสัดส่วนของจุดที่เป็นไปได้ทั้งหมด

การกระจายก่อนแบบเบต้า (beta prior distribution) สำหรับคะแนนย่อยจริง และการกระจายแบบไบโนเมียล (binomial distribution) สำหรับคะแนนย่อยสังเกตได้ ค่าพารามิเตอร์ของการกระจายบนพื้นฐานของ IRT การปรับและการให้คะแนน (scaling and scoring) ของข้อสอบทั้งหมด การกระจายภายหลังสำหรับคะแนนย่อยจริงใช้การกระจายแบบเบต้า OPI เป็นการประมาณค่าโดยเฉลี่ยของการกระจายแบบเบต้า ($\tilde{T}_j$) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error: SE) ของ OPI เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของการกระจายแบบเบต้านี้ดังสมการ

$$\tilde{T}_j = w_j \hat{T}_j + (1-w_j)x_j/n_j$$

เมื่อ $\tilde{T}_j$ เป็นการประมาณค่าโดยเฉลี่ยของการกระจายภายหลังแบบเบต้าสำหรับคะแนนย่อยจริง

X_j คะแนนย่อยสังเกตได้

$\hat{T}_j$ การประมาณค่าก่อนของคะแนนย่อยจริง

n_j จำนวนข้อสอบในส่วนย่อย **j**

w_j ค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับการประมาณค่าก่อน

มีหลายประเด็นสำหรับแนวคิดนี้ ตั้งแต่การประมาณค่าความสามารถบนฐานของการใช้คะแนนทั้งหมด กระบวนการนี้ไม่มีการยืมข้อมูลในการประยุกต์ใช้การทดสอบ ซึ่งเป็นการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติอย่างแท้จริง อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้วิธีนี้ เหมาะสมตั้งแต่การใช้การวิเคราะห์ปัจจัย (factor analysis) ที่ให้การสนับสนุนสำหรับมิติหนึ่งที่โดดเด่น ประเด็นที่สอง การรายงานคะแนนในรูปแบบของสัดส่วนของจุดที่เป็นไปได้ (possible point) ซึ่งใช้ยากในการเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ประเด็นสุดท้าย มีหลายข้อตกลงเบื้องต้นภายใต้แนวคิดนี้ เช่น ข้อสอบหลายตัวเลือก ซึ่งการกระจายแบบเบต้าในค่า 2 พารามิเตอร์ อาจได้ค่าประมาณ $\hat{T}_j$ ที่ต่ำสำหรับผู้สอบที่มีความสามารถน้อย ยิ่งไปกว่านั้นวิธีการนี้คาดว่าคะแนนสังเกตได้ตามการแจกแจงแบบเบต้า ซึ่งเป็นการปฏิบัติโดยใช้ข้อสอบแบบผสม (คะแนนรายข้อแบบให้ค่า 2 ค่า และแบบมากกว่า 2 ค่า) อย่างไรก็ตาม Yen และคณะ (1997) อภิปรายข้อตกลงนี้และศึกษาการจำลองข้อมูล พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสังเกตได้สำหรับคะแนน OPI มีค่าการประมาณที่ต่ำ (< .03) สรุปว่าระดับที่ตามมาของความน่าเชื่อถือหรือช่วงความมั่นใจมีผลน้อยต่อผู้นำไปใช้

2) วิธีการประมาณค่าความสามารถจากคะแนนย่อยอ๊อกเมนเต็ด (Augmented scoring) ของ Wainer และคณะ (2001) ใช้แนวคิดสมการถดถอยเป็นฐาน เป็นการปรับปรุงการประมาณค่าคะแนนย่อยโดยใช้สมการถดถอยประมาณค่าคะแนนย่อยจริงบนคะแนนย่อยอื่นๆ ในแบบทดสอบ ดังสมการ

$$\hat{\tau} = X_{\cdot} + B(X - X_{\cdot})$$

เมื่อ $\hat{\tau}$ คือเวคเตอร์ของการประมาณค่าคะแนนย่อยจริงสำหรับผู้สอบแต่ละคน

$X_{\cdot}$ คือเวคเตอร์ของค่าเฉลี่ยคะแนนย่อย

X คือเวคเตอร์ของคะแนนย่อยสังเกตได้สำหรับผู้สอบแต่ละคน

B เมทริกซ์ของค่าถ่วงน้ำหนักบนฐานของความเที่ยงของคะแนนย่อย และคำนวณจากการประมาณค่าคะแนนจริงและเมทริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วมคะแนนสังเกตได้

แนวคิดนี้สะท้อนวิธีการของเบย์เชิงประจักษ์ และ “shrinks” คะแนนย่อยสังเกตได้เป็นค่าเฉลี่ยกลุ่มกับความสัมพันธ์ของความเที่ยงของแต่ละคะแนนย่อย เมื่อคะแนนสังเกตได้มีความเที่ยงที่สมบูรณ์ การประมาณค่าของคะแนนจริงคือคะแนนสังเกตได้ เมื่อคะแนนสังเกตได้ไม่มีความเที่ยง การประมาณค่าคะแนนจริงจะเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่ม แนวคิดนี้อาจจะใช้สมการถดถอยคะแนนย่อย (คะแนนย่อยอ๊อกเมนเต็ด) ที่มีความน่าเชื่อถือพอๆ กับความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ หรือคะแนนย่อยสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับสิ่งที่ถูกวัดโดยคนใดคนหนึ่งข้อดีอย่างหนึ่งของวิธีนี้คือ คะแนนย่อยจะถูกรายงานในที่เดียวกันเหมือนคะแนนรวม นอกจากนี้วิธีการนี้อาจจะใช้กับการสอบที่เป็นแบบพหุมิติหรือการสอบแบบเอกมิติ เมื่อการสอบเป็นเอกมิติคะแนนย่อยทั้งหมดจะถูกประมาณค่าเป็นความสามารถทั้งหมดและตอบสนองคะแนนย่อยที่แตกต่างกัน กรอบแนวคิด CTT หรือ IRT สามารถนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์คะแนนย่อยได้ประโยชน์ของขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนของสเกลย่อยในการทดสอบและความเที่ยงของคะแนนย่อย

ขั้นตอนการประมาณค่าความสามารถจาก IRT

ขั้นตอนที่ 1 ใส่ค่าประมาณค่า $\tilde{\theta}_{i(d)}$ การกระจายภายหลังที่คาดหวัง (expected a posteria: EAP)

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนค่าจากการประมาณค่าไปสู่การประมาณค่าแบบไม่ถดถอย ดังสมการ

$$\tilde{\theta}^{*}_{i(d)} = \frac{\tilde{\theta}_{i(d)}}{\rho_{d}}$$

เมื่อ ρ_{d} คือ ค่าความเที่ยงของแบบสอบย่อยชุด d ค่าความเที่ยงของแบบสอบย่อย คือ

$$\rho_{d} = \frac{V(\tilde{\theta}_{d})}{V(\tilde{\theta}_{d}) + \overline{V(\tilde{\theta}_{d} \mid X_{d})}}$$

เมื่อ $V(\tilde{\theta}_{d})$ และ $\overline{V(\tilde{\theta}_{d} \mid X_{d})}$ เป็นความแปรปรวนของการประมาณค่า EAP และค่าความแปรปรวนภายหลังเฉลี่ย (average posterior variance) ของความสามารถในแบบสอบย่อย d

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (S^{U}) ของการประมาณค่าความสามารถไม่ถดถอย ข้ามโดเมน D

ขั้นตอนที่ 4 กำหนด $S^{C} = S^{U} - D$ ให้เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมสำหรับความเที่ยง เมื่อ D เป็นเมทริกซ์แนวทแยง ของ dth nonzero entry คือ $(1- \rho_{d})S^{U}_{dd}$

ขั้นตอนที่ 5 ประมาณค่าอ๊อกเมนเต็ดของเวกเตอร์ความสามารถของผู้สอบคนที่ i

$$\tilde{\theta}_{i}^{(AS)} = \overline{\tilde{\theta}^{*}} + S^{C}(S^{U})^{-1}(\tilde{\theta}^{*}_{i} - \overline{\tilde{\theta}^{*}})$$

เมื่อ $\overline{\tilde{\theta}^{*}}$ เป็นเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของการประมาณค่าความสามารถไม่ถดถอย

3) วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted average of subscore: WAS) แนวคิดของ Haberman (2008) (S. J. Haberman & Sinharay, 2010) อยู่บนฐานของทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (Classical test theory: CTT) เป็นวิธีการที่ลดความยุ่งยากในการวิเคราะห์โดยใช้ค่าคามเที่ยงเป็นค่าถ่วงน้ำหนักของการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยซึ่งมีความสะดวกในการนำไปใช้ เหมาะกับครูผู้สอนที่ทดสอบนักเรียนขนาดเล็ก

ในการวิเคราะห์จากผู้สอบคนที่ i ($1\leq i \leq n$) จากข้อสอบข้อที่ j ($1\leq j \leq q$) X_{ij} เป็น 1 เมื่อตอบข้อสอบที่ j ถูก และเป็น 0 เมื่อตอบผิดมิติ q เวกเตอร์ X_i ประกอบด้วย X_{ij} ที่เป็นอิสระในการกระจายสำหรับผู้ทดสอบคนที่ i จาก 1 ถึง n และชุดของค่าที่เป็นไปได้ของ X_i แทนด้วย $\boldsymbol{\tau}$ จำนวนทักษะจาก 1 ถึง r แต่ละคำถาม j วัดทักษะเดียว แต่ละทักษะวัดด้วยข้อสอบหลายข้อ

ในการวิเคราะห์บนฐานของ CTT ผู้ทดสอบ i มีคะแนนรวมสังเกตได้ คือ

$$S_i = \sum_{j=1}^{q} X_{ij}$$

และคะแนนย่อยสังเกตได้

$$S_{ik} = \sum_{j \in J(k)} X_{ij}\ ,\ 1\leq k \leq r$$

เมื่อ J(k) เป็นชุดของข้อสอบที่วัดทักษะ k ถ้า J(k) มีสมาชิก q(k) ดังนั้น S_{ik} มีช่วงระหว่าง 0 ถึง q(k) คะแนนจริงสอดคล้องกับ S_i เป็นคะแนนสังเกตได้ทั้งหมดที่แท้จริง (true total raw score: T_i) ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยของจำนวนขนาดใหญ่ของคะแนนสังเกตได้ (observed score) ที่ได้จากผู้สอบคนที่ i ในการทดสอบซ้ำกับแบบสอบฉบับเดิมหรือแบบสอบคู่ขนานและคะแนนจริงสอดคล้องกับ S_{ik} เป็นคะแนนย่อยจริง T_{ik} คะแนนย่อยที่พิจารณาสำหรับผู้สอบคนที่ I และทักษะที่ k

สมการเส้นตรง $U_{iks}= \boldsymbol{\alpha}_{ks}+\boldsymbol{\beta}_{ks}S_{ik}$ บนฐานของคะแนนย่อยสังเกตได้ S_{ik} ซึ่งมีค่าต่ำ (แสดงเป็น $\boldsymbol{\tau}^2_{ks}$) ของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (mean square error: MSE) $E([T_{ik} - U_{iks}]^2)$

สมการเส้นตรง $U_{ikx}= \boldsymbol{\alpha}_{kx} + \boldsymbol{\beta}_{kx}S_i$ บนฐานของคะแนนรวมสังเกตได้ S_i ซึ่งมีค่าต่ำ (แสดงเป็น $\boldsymbol{\tau}^2_{kx}$) ของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย $E([T_{ik} - U_{ikx}]^2)$

สมการเส้นตรง $U_{ikc}= \boldsymbol{\alpha}_{kc} + \boldsymbol{\beta}_{k1c}S_i + \boldsymbol{\beta}_{k2c}S_{ik}$ บนฐานคะแนนย่อยสังเกตได้ S_{ik} และคะแนนรวมสังเกตได้ S_i ซึ่งมีค่าต่ำ (แสดงเป็น $\boldsymbol{\tau}^2_{kc}$) ของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย $E([T_{ik} - U_{ikc}]^2)$

การพิจารณาคะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ด (augmented subscore) $U_{ika}=\boldsymbol{\alpha}_{ka} + \sum k' =1 \boldsymbol{\beta}_{kk'a}S_{ik'}$ บนฐานของคะแนนย่อยสังเกตได้ทั้งหมด (Wainer และคณะ, 2001) ซึ่งมีผลขั้นต่ำ $\boldsymbol{\tau}^2_{ka}$ ของค่า

ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย $E([T_{ik} - U_{ika}]^2)$ สมการเส้นตรงของ U_{ikc} เป็นกรณีเฉพาะของ U_{ika} มักจะอ้างถึงกระบวนการของ U_{ikc} ที่ได้รับจากการขยายค่าของ Haberman อย่างไรก็ตาม U_{ikc} ให้ผลที่เหมือนกันมากกับค่า U_{ika} และคำนวณได้ง่ายกว่าค่า U_{ika} ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ U_{ika} และ U_{ikc} เกือบจะเท่ากันมากกว่าทศนิยมสองตำแหน่ง และค่าความสัมพันธ์เกือบจะมากกว่า 0.99 จึงไม่ต้องรายงานค่า U_{ika})

การเปรียบเทียบความเป็นไปได้ของค่าคะแนนย่อย จากค่าสัดส่วนที่ลดลงของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (proportional reduction in mean squared error: PRMSE) ให้ $\mathbf{T}^2_{k0}$ เป็นค่าความแปรปรวนของคะแนนย่อยสังเกตได้ที่แท้จริง (true raw subscores:T_{ik}) ดังนั้น $\mathbf{T}^2_{k0}$ เป็นค่าต่ำสุดของ $E([T_{ik}- a]^2)$ เมื่อ a เป็นค่าคงที่ (ขั้นต่ำสุดสำหรับ a =$E(T_{ik})$) แล้ว $\mathbf{T}^2_{ks}$, $\mathbf{T}^2_{kx}$ และ $\mathbf{T}^2_{kc}$ มีค่าไม่เกิน $\mathbf{T}^2_{k0}$ ค่า PRMSE ของคะแนนย่อยคือ

$$PRMSE_{ks} = 1 - \mathbf{T}^2_{ks} / \mathbf{T}^2_{k0}$$

$$PRMSE_{kx} = 1 - \mathbf{T}^2_{kx} / \mathbf{T}^2_{k0}$$

และ

$$PRMSE_{kc} = 1 - \mathbf{T}^2_{kc} / \mathbf{T}^2_{k0}$$

ค่าความเที่ยงของ S_{ik} คือ $PRMSE_{ks}$ แต่ละ PRMSE มีค่าระหว่าง 0 และ 1 เพราะว่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ลดลงเป็นค่าที่ต้องการเห็นได้ชัดว่าดีที่สุดที่มีค่า PRMSE เข้าใกล้ 1 เป็นกรณีที่ $PRMSE_{ks} \le PRMSE_{kc}$ และ $PRMSE_{kx} \le PRMSE_{kc}$

การพิจารณาเปรียบเทียบความง่ายและความถูกต้องสำหรับทักษะ k เสนอวิธีการดังนี้

1) ถ้า $PRMSE_{ks}$ มีค่าน้อยกว่า $PRMSE_{kx}$ แสดงว่าค่าคะแนนย่อย ไม่ได้เพิ่มมูลค่ามากกว่าคะแนนรวมเนื่องจากคะแนนรวมสังเกตได้จะให้สารสนเทศการวินิจฉัยที่ถูกต้องมากกว่าคะแนนย่อยสังเกตได้ ถ้า $PRMSE_{ks}$ มีค่าน้อยกว่า $PRMSE_{kx}$ Sinharay, Haberman และ Puhan (2007) อภิปรายว่า เป็นวิธีในแง่ของความสมเหตุสมผลและในแง่ของการปฏิบัติ

2) ใช้ค่า U_{kc} เท่านั้นถ้า $PRMSE_{kc}$ มีค่ามากกว่าค่าสูงสุดของ $PRMSE_{ks}$ และ $PRMSE_{kx}$ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในการคำนวณค่า U_{kc} ถูกใช้ในการอธิบายคะแนนย่อยอ็อกเมนต์เต็ดในทางปฏิบัติของการใช้ U_{iks} ที่เป็นค่าที่น่าสนใจมากที่สุด ถ้าคะแนนย่อยสังเกตได้ S_{ik} มีค่าความเที่ยงสูง และมีความสัมพันธ์ของ true raw subscores ไม่สูงมาก

เกณฑ์พื้นฐานที่ใช้คือค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยl (mean square error: MSE) สำหรับคะแนนย่อยจริง โดยประมาณค่าสำหรับคะแนนจริงที่สังเกตไม่ได้ ($\mathbf{T}_X$) ของผู้สอบ กับคะแนนย่อยสังเกตได้ (S_X) จากสัดส่วนของข้อสอบจากการประเมินขนาดใหญ่

จากการศึกษาของ Haberman (2008) นำเสนอวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยจริง (S_t) ตามแนวคิดทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม รวมทั้งการแปลงค่าคะแนนย่อยอ็อกเมนท์เต็ด (augmented subscores) 4 วิธี คือ

1. จากค่าคะแนนย่อยสังเกตได้

2. กาประมาณค่าจากคะแนนย่อยสังเกตได้ $S_s = \bar{S} + \alpha(S-\bar{S})$ เมื่อ $\bar{S}$ คือค่าเฉลี่ยคะแนนย่อยจากกลุ่มตัวอย่าง และ α คือค่าความเที่ยงของคะแนนย่อย

3. การประมาณค่าจากคะแนนรวมสังเกตได้ $S_x=\bar{S}+\frac{\sigma(s_t)}{\sigma(x)}\rho(x_t, x)\rho(s_t, x_t)(x-\bar{x})$ เมื่อ $\sigma(u)$ คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ u และค่า $\rho(u,v)$ คือค่าความสัมพันธ์ระหว่างu และ v

4. การประมาณค่าจากคะแนนย่อยและคะแนนรวม $s_{sx}=\bar{s}+a\left(x-\bar{x}\right)+b\left(s-\bar{s}\right)$ เมื่อ

$$a=\frac{\sigma(s)}{\sigma(x)}\rho(s_t, s)\tau,$$

$$b=\rho(s_t, s)\left[\rho(s_t, s)-\rho(s,x)\tau\right],\text{และ}$$

$$\tau=\frac{\rho(x_t, x)\rho(s_t, x_t)-\rho(s,x)\rho(s_t, s)}{1-\rho^2(s,x)}$$

4) วิธีจากแนวคิดการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (multidimensional item response theory: MIRT) ของ Reckase (1997,2007) Haberman และคณะ (2008) ซึ่งเสนอการประมาณค่าความสามารถ ซึ่งโมเดลการตอบสนองข้อสอบพหุมิติ แบบโลจิสติกส์ 2 พารามิเตอร์ (2-parameter multidimension item response theory model: 2PL MIRT) (Haberman และคณะ, 2008; Reckase, 1997,2007) โมเดลกำหนดให้มิติ r สุ่มความสามารถในเวกเตอร์ θ_i กับสมาชิก θ_{ik} (1≤k≤ r) ที่เกี่ยวข้องกับผู้สอบคนที่ i คู่ของ (X_i, θ_i) (1 ≤ I ≤ n) เป็นอิสระและมีการกระจายเหมือนกันของผู้สอบคนที่ i ตัวแปร X_{ij} (1 ≤ j ≤ q) เป็นเงื่อนไขที่เป็นอิสระที่ให้ θ_i การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบสองค่า คือ ตอบถูกได้ 1 ตอบผิดได้ 0

การนำเสนอโมเดล MIRT (Reckase, 2007) ให้ d_j และ a_j เป็นค่าจุดตัดของข้อสอบ (item intercept) และเวกเตอร์มิติ r (r-dimensional) การกระจายของข้อสอบ (item-discrimination) ของข้อสอบข้อที่ j (1 ≤ j ≤ q) สมาชิกตัวที่ k ของ a_j (1 ≤ k ≤ r) กำหนดเป็น a_{jk} สอดคล้องกับการกระจายของข้อสอบ j กับทักษะ k ในเวกเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ)

$$P_j(1|\theta)=\frac{\exp(a_j'\theta+d_j)}{1+\exp(a_j'\theta+d_j)}$$

เงื่อนไขความน่าจะเป็นที่ $X_{ij} = 1$ และ

$$P_j(0|\theta) = 1 - P(1|\theta) = \frac{1}{1 + \exp(a_j'\theta + d_j)}$$

เงื่อนไขความน่าจะเป็นที่ $X_{ij} = 0$ ผลคูณเชิงเวกเตอร์ คือ

$$a_j'\theta = \sum_{k=1}^{r} a_{jk}\theta_k$$

คะแนนย่อยบนฐาน MIRT (ค่าเฉลี่ยที่คาดหวังภายหลัง expected a posteriori means: EAP)

ให้ $X_i = x$ เป็น conditional density ของ θ_i มีค่าเป็น

$$f(\theta|x) = p(x|\theta)\, f(\theta)/p(x)$$

ในมิติ r เวกเตอร์ θ เงื่อนไขค่าคาดหวังของ θ_i เป็น

$$E(\theta_i \mid x) = \int \theta\, f(\theta \mid x)\, d\theta$$

การพิจารณาตัวแปรสุ่ม $f(\theta|X_i)$ กับค่า $f(\theta|x)$ ถ้า $X_i = x$ the uncondition density ของ θ_i ที่ θ เป็นค่าคาดหวังของ $f(\theta|X_i)$

$$g(\theta) = E\left(f(\theta \mid X_i)\right) = \sum_{x \in \Gamma} f(\theta \mid x) P(X_i = x)$$

ให้ $\tilde{\theta}_i$ เป็นเวกเตอร์สุ่มของค่า $E(\theta_i|X_i)$ กับค่า $E(\theta_i|x)$ ถ้า $X_i = x$ แล้ว $\tilde{\theta}_i$ เป็นค่าเฉลี่ยคาดหวังภายหลัง (expected a posteriori mean: EAP) ของ θ_i โดย X_i (Bock, & Aitkin, 1981) เป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์คะแนนย่อยโดยโมเดล MIRT การเปลี่ยนของการหาปริพันธ์ (integration) การหาผลรวม แสดงการหา $\tilde{\theta}_i$ ที่มีค่าคาดหวัง ดังนี้

$$E(\tilde{\theta}_i) = \sum_{x \in \Gamma} P(X_i = x) \int \theta\, f(\theta \mid x)\, d\theta = \int \theta g(\theta)\, d\theta = E(\theta_i)$$

เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมของ θ_i คือ

$$Cov(\theta_i) = \int [\theta - E(\theta_i)][\theta - E(\theta_i)]' g(\theta)\, d\theta$$

$E(\boldsymbol{\theta_i})$ เป็นเวกเตอร์ค่าคงที่ ให้ $X_i = x$ ประมาณค่าความคลาดเคลื่อน $(\tilde{\boldsymbol{\theta}}_{\boldsymbol{i}} - \boldsymbol{\theta_i})$ มีเงื่อนไขค่าเฉลี่ยเป็น 0 และเมทริกซ์เงื่อนไขความแปรปรวนร่วม

$$Cov(\theta_i|x) = \int [\theta - E(\theta_i|x)][\theta - E(\theta_i|x)]' f(\theta|x) d\theta$$

สำหรับ $1 \le k \le r$ ให้ $\boldsymbol{\delta_k}$ เป็นเวกเตอร์มิติ r มีสมาชิกคือ

$$\delta_{k'k} = \begin{cases} 1, & k' = k \\ 0, & k' \neq k \end{cases}$$

สำหรับ $1 \le k' \le r$ สมาชิกตัวที่ k เป็น $\boldsymbol{\theta_{ik}}$ ของ $\boldsymbol{\theta_i}$ มีความแปรปรวนเป็น $\tau^2_{k0\theta} = \delta'_k Cov(\theta_i)\delta_k$ จากสมการ หมายถึงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย $\tau^2_{k\theta}$ สำหรับสมาชิกตัวที่ k เป็น $\tilde{\boldsymbol{\theta}}_{\boldsymbol{ik}}$ ของ $\tilde{\boldsymbol{\theta}}_{\boldsymbol{i}}$ เป็น

$$E([\theta_{ik} - \tilde{\theta}_{ik}]^2 = \delta'_k E(Cov(\theta_i \mid X_i))\delta_k$$

ถ้ายึดโมเดลแล้ว $E(\boldsymbol{\theta_i}) = 0$ และ $Cov(\boldsymbol{\theta_i}) = D$ ดังนั้น $\tau^2_{k0\theta} = 1$

PRMSE ของคะแนนย่อยบนฐานของ MIRT สำหรับเวกเตอร์ c ที่มีมิติจำกัดไม่เป็นศูนย์ ค่าความเที่ยงของ $c'\tilde{\boldsymbol{\theta}}$ เป็น

$$\rho^2(c) = 1 - \frac{c' Cov(\tilde{\theta}_i - \theta_i) c}{c' Cov(\theta_i) c}$$

ปริมาณของ $c' Cov(\tilde{\theta}_i - \theta_i) c$ ในสมการ ทั้งความแปรปรวนของ $c'(\tilde{\theta}_i - \theta_i)$ เมื่อ $c'(\tilde{\theta}_i - \theta_i)$ ใช้พิจารณาความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าของ $c'\theta_i$ โดย $c'\tilde{\theta}_i$ และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (mean square error) จากการประมาณค่าของ $c'\theta_i$ โดย $c'\tilde{\theta}_i$ ในทางเดียวกัน $c' Cov(\theta_i) c$) ทั้งความแปรปรวนของ $c'\theta_i$ และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นไปได้ต่ำสุดจากการประมาณค่าของ $c'\theta_i$ โดยค่าคงที่ ดังนั้น $\rho^2(c)$ มีรูปแบบ

$$\rho^2(c) = 1 - \frac{\text{Error variance}}{\text{Total variance}}$$

ด้วยเหตุนี้ค่า PRMSE สำหรับสมาชิกตัวที่ k ใน $\tilde{\boldsymbol{\theta}}_{\boldsymbol{ik}}$ ของ $\tilde{\boldsymbol{\theta}}$ เป็น

$$PRMSE_{k\theta M} = \rho^2(\delta_k) = 1 - \tau^2_{k\theta} / \tau^2_{k0\theta}$$

การประมาณค่าเฉลี่ยของ EAP และ $PRMSE_s$ ค่าเฉลี่ย EAP ($\tilde{\theta}_i$) ขึ้นกับค่าพารามิเตอร์ที่ไม่รู้ อย่างไรก็ตามการประมาณค่าพารามิเตอร์ทำได้โดยให้ $\hat{f}$ เป็นค่า density ของตัวแปรสุ่มกับการแจกแจงปกติของพหุตัวแปร (multivariate) มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมเป็น $\hat{D}$ ให้

$$\hat{P}_j(1 \mid \theta) = \frac{\exp(\hat{a}_j'\theta + \hat{d}_j)}{1 + \exp(\hat{a}_j'\theta + \hat{d}_j)}$$

$$\hat{P}_j(0 \mid \theta) = 1 - \hat{P}(1 \mid \theta)$$

$$\hat{p}(X \mid \theta) = \prod_{j=1}^{q} \hat{P}_j(x_j \mid \theta)$$

$$\hat{p}(X) = \int \hat{p}(X \mid \theta)\hat{f}(\theta)d\theta$$

$$\hat{f}(\theta \mid X) = \hat{p}(X \mid \theta)\hat{f}(\theta)/\hat{p}(X)$$

และ

$$\hat{E}(\theta \mid X) = \int \theta \hat{f}(\theta \mid X)d\theta$$

ให้ $\hat{\theta}_i$ เป็นเวกเตอร์สุ่มกับค่า $\hat{E}(\theta \mid X)$ ถ้า $X_i = x$ แล้ว $\hat{\theta}_i$ อาจจะแทนค่าของ $\tilde{\theta}_i$ ในการศึกษาค่าความเที่ยงในการประมาณค่า เป็น

$$\widehat{Cov}(\theta \mid X) = \int [\theta - \hat{E}(\theta \mid X)][\theta - \hat{E}(\theta \mid X)]' \hat{f}(\theta \mid X)d\theta$$

ให้ $\widehat{Cov}(\theta \mid X_i)$ เป็นเมทริกซ์สุ่มกับค่า $\widehat{Cov}(\theta \mid X)$ ถ้า $X_i = x$ และให้

$$\widehat{Cov}(\tilde{\theta} - \theta) = n^{-1} \sum_{i=1}^{n} \widehat{Cov}(\theta \mid X_i)$$

จากสมการค่าทางด้านขวาเป็นค่าเฉลี่ยของการประมาณค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนภายหลัง (posterior variance matrix) ของผู้ทดสอบ ให้ $\hat{f}(\theta \mid X_i)$ เป็นตัวแปรสุ่มกับค่า $\hat{f}(\theta \mid x)$ ถ้า $X_i = x$ และให้

$$\hat{g}(\theta) = n^{-1} \sum_{i=1}^{n} \hat{f}(\theta \mid X_i)$$

$$\tilde{\theta} = \int \theta \hat{g}(\theta) d\theta = n^{-1} \sum_{i=1}^{n} \hat{\theta}_i$$

และให้

$$\widehat{Cov}(\theta) = \int (\theta - \tilde{\theta})(\theta - \tilde{\theta})' \hat{g}(\theta) d\theta$$

สำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ค่าความเที่ยงสำหรับ $c'\theta_i$ ถูกประมาณค่าโดย

$$\hat{\rho}^2(c) = 1 - \frac{c'\widehat{Cov}(\tilde{\theta} - \theta)c}{c'\widehat{Cov}(\theta)c}$$

การประมาณค่าความแปรปรวนของ $\hat{\theta}_{ik}$ สมาชิก k ของ $\hat{\theta}_{ik}$ ได้จาก $\hat{\tau}^2_{k0\theta} = \delta_k' \widehat{Cov}(\theta)\delta_k$ และสำหรับสมาชิกที่ kth ใน $\tilde{\theta}_{ik}$ ของ $\tilde{\theta}_i$ การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\tau}^2_{k\theta}$ สำหรับประมาณค่าของ θ_{ik} โดย $\hat{\theta}_{ik}$ เป็น $\delta_k' \widehat{Cov}(\tilde{\theta} - \theta)\delta_k$ การประมาณค่า PRMSE เป็น

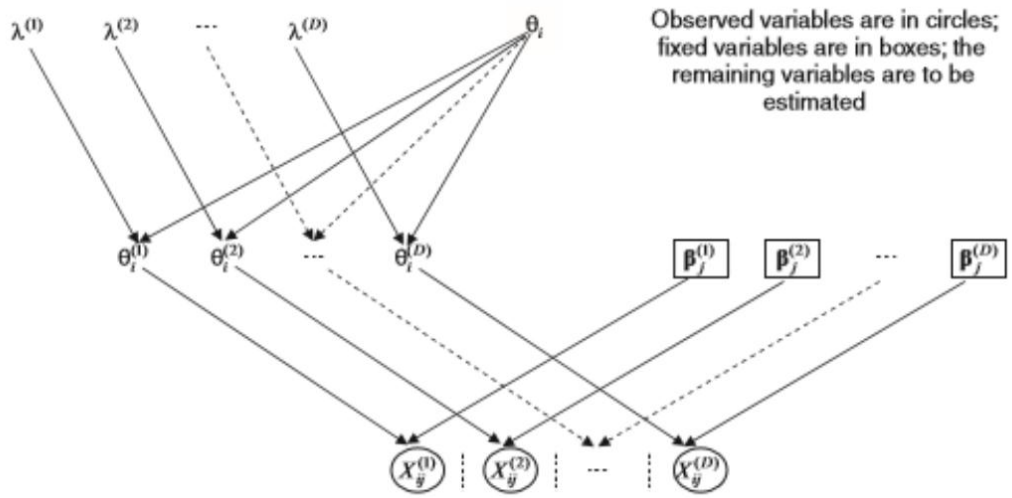
$$\widehat{PRMSE}_{k\theta_M} = 1 - \hat{\tau}^2_{k\theta} / \hat{T}^2_{k0\theta}$$

สำหรับแต่ละทักษะ k มักจะเหมะกับโมเดล IRT แบบเอกมิติ (unidimension item response theory: UIRT) สำหรับข้อที่ i ใน J(k) สำหรับข้อสอบเหล่านี้โมเดล MIRT ประยุกต์กับ r = 1 เท่ากับ r ในโมเดล IRT เอกมิติ ผลเหมือนมิติ r ในโมเดล MIRT เพิ่มข้อจำกัดเป็นข้อกำหนดคือ $D_{kk'} = 0$ สำหรับ $k \neq k'$ การประมาณค่า PRMSE ได้รับจากการคำนวณตัวแปรเดียวแสดงโดย $(PRMSE)\hat{}_k\theta U$

5) วิธีลำดับขั้นที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model: HO-IRT) ของ de la Torre และ Song (2009) เสนอ ซึ่งในการจัดประเมินขนาดใหญ่ ที่มีการจัดแบบทดสอบหลายชุดและมีการทดสอบหลายองค์ประกอบซึ่งเป็นทั้งความสามารถทั่วไป (รวม) และความสามารถเฉพาะ (ย่อย) ที่ถูกทดสอบและประมาณค่าความสามารถสำหรับการใช้ในจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบเป็นวิธีที่พิจารณาความสามารถด้านต่างๆ เป็นลำดับขั้นภายใต้การประมาณค่าความสามารถรวมและความสามารถรายสาขาได้พร้อมกัน เป็นการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นของลักษณะแฝงในบริบทของการวินิจฉัยทางปัญญา การวิเคราะห์ระดับสูงของลักษณะแฝงสำหรับการสร้างโมเดลการแจกแจงร่วมสองลักษณะ ความน่าจะเป็นของการเรียนรู้ของทักษะหรือความสำเร็จของความรู้จะแสดงเป็นฟังก์ชันระดับสูงของลักษณะแฝงของบุคคลในด้านรวม ผู้สอบที่มีความสามารถที่สูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แสดงให้เห็นการเรียนรู้ของทักษะหรือความสำเร็จของความรู้ วิธีนี้มีข้อจำกัดการใช้ค่าพารามิเตอร์สำหรับสองคุณลักษณะที่ระดับที่ต่ำกว่า ในขณะที่การประยุกต์ใช้ IRT รวมลักษณะแฝงอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงโมเดล Higher-order item response theory (HO-IRT) (de la Torre & Song, 2009)

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่า โมเดล HO-IRT มีระดับที่ 1 เป็นการตอบสนองของผู้สอบคนที่ i ในข้อที่ j ของโดเมน D ($X_{ij}^{(1)}$, $X_{ij}^{(2)}$,...., $X_{ij}^{(D)}$ ในระดับที่ 2 เป็นระดับการตอบสนองของผู้สอบในระดับโดเมน (ความสามารถเฉพาะด้าน) :$\theta_{i(d)}$) และลักษณะข้อสอบเฉพาะ ($\beta_{j\,(d)}$) ในโมเดล IRT 3 พารามิเตอร์ $\beta_{j\,(d)}$ ประกอบด้วย อำนาจจำแนก ความยาก และ โอกาสเดา ($\alpha_{j(d)}$, $\beta_{j(d)}$, $\gamma_{j(d)}$) ลำดับสุดท้ายเป็นความสามารถทั้งหมดของผู้สอบ (θ_i)

ใช้กรอบแนวคิดของเบย์แบบลดหลั่น (hierarchical Bayesian framework) มีโมเดลดังนี้

$$\Theta_i \sim N(0,1)$$

$$\lambda_d \sim U(-1.0,1.0)$$

$$\theta_{i(d)} | \theta_i, \lambda_d \sim N(\lambda_d \theta_i, 1-\lambda_d^2)$$

เมื่อ θ_i คือ ความสามารถทั้งหมดของผู้สอบคนที่ i

λ_d คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยของ $\theta_{i(d)}$ บน θ_i

ถ้า $\theta = \theta_i$ และ $\lambda = \lambda_d$ เป็นเวกเตอร์ N x 1 ของความสามารถระดับที่สูง (higher order abilities) และเวกเตอร์ D x 1 ของค่าพารามิเตอร์ถดถอยที่คาดหวัง การกระจายภายหลังร่วมของพารามิเตอร์ θ,,λ และ Θ ภายใต้แนวคิด HO-IRT คือ

$$P(\theta, \lambda, \Theta \mid X) = L(X \mid \Theta)P(\Theta \mid \theta, \lambda)P(\theta)P(\lambda)$$

ถูกใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\tilde{\theta}, \tilde{\lambda}$ และ $\tilde{\Theta}^{(HO)}$

$$\theta_{i(d)} = \lambda_d \theta_{iG} + \varepsilon_{i(d)}$$

เมื่อ $|\lambda_d| \leq 1$ และมักจะคาดหวังว่าไม่เป็นค่าลบในกรณีส่วนใหญ่ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่แท้จริง $\varepsilon_{i(d)}$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนย่อย d ซึ่งการกระจายของ $\varepsilon_{i(d)} \sim N(0, 1 - \lambda_d^2)$ ค่า λ_d มีความสำคัญในโมเดล HO-IRT เนื่องจากเป็นค่าที่ทำให้การประมาณค่าความสามารถรวมและรายสาขาอยู่ในสเกลเดียวกัน การกระจายของค่าประมาณความสามารถรายสาขาเป็นการกระจายแบบโค้งปกติ ($\theta_{i(d)} \sim N(0, 1)$ ซึ่งเหมือนการกระจายของค่าประมาณความสามารถรวม

1.3 เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อย

การเปรียบเทียบแนวคิดที่แตกต่างของนักวิจัยที่เปรียบเทียบคะแนนย่อย และทางเลือกในส่วนของความถูกต้องในการประมาณค่าคะแนนย่อยจริง ตัวอย่างของ Dwyer, Boughton, Yao, Steffen, และ Lewis (2006) เปรียบเทียบคะแนนย่อยสังเกตได้กับสามทางเลือกคือ ดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index: OPI) คะแนนย่อยอ๊อกเมนต์เต็ด (augmented subscores,) และคะแนนย่อยบนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT-based subscores) พบว่า คะแนนย่อยบนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติและวิธีอ๊อกเมนต์เต็ดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการประมาณค่าคะแนนย่อยจริง สอดคล้องกับการศึกษาของ Fu และ Qu (2010) (Fu & Qu, 2010) ที่พบว่า คะแนนย่อยบนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติและวิธีอ๊อกเมนต์เต็ดเป็นวิธีที่ดีที่สุดจากหลายๆ วิธีของการรายงานคะแนนย่อย (อ้างถึงใน (Sinharay et al., 2011) ซึ่ง Haberman และ Sinharay (2010) ยังพบว่าจากการตรวจสอบรายงานของคะแนนย่อยที่ใช้โมเดล MIRT วิธีการบนฐานขจองโมเดล MIRT ถูกประยุกต์ใช้กับชุดข้อมูลที่หลากหลาย พบว่า คะแนนย่อยบนฐาน MIRT ถูกต้องมากกว่าแนวคิด CTT แต่มีความยุ่งยากในการวิเคราะห์

จากการศึกษาของ Skorupski และ Carvaja (2010) (Skorupski & Carvaja, 2010) เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อย 3 วิธี คือ 1) การประมาณค่าความสามารถด้วย

Bayesian IRT (B-IRT) สำหรับคะแนนย่อยที่รวมกันเป็นสารสนเทศก่อนการกระจายเพื่อให้การประมาณค่าความสามารถคะแนนย่อยมีเสถียรภาพ 2) ใช้การประมาณค่าความสามารถด้วยสมการถดถอย โดยใช้คะแนนสังเกตได้ตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (CTT-R) และ 3) ประมาณค่าความสามารถด้วยสมการถดถอย โดยใช้คะแนนสังเกตได้ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT-R) คะแนนย่อยถูกเปรียบเทียบตามเกณฑ์คือ 1) การเปลี่ยนแปลงของค่าความเที่ยงของคะแนนย่อย 2) ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของการประมาณค่าความสามารถคะแนนย่อยของผู้สอบ และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนย่อยก่อนและหลังการขยาย (augmentation) ผลการศึกษาพบว่าวิธีการทั้ง 3 เพิ่มค่าความเที่ยงของคะแนนย่อยอย่างมีนัยสำคัญ การประมาณค่าความเที่ยงที่เพิ่มขึ้นสามารถอธิบายด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ลดลงสำหรับคะแนนย่อยอ็อกเมนต์เต็ด (augmented subscores) เนื่องจากเหตุผลที่สรุปได้ว่าความแปรปรวนของคะแนนจริงไม่เปลี่ยนแปลงเพราะคะแนนถูกขยาย ดังนั้นความแปรปรวนสุ่มลดลง (เช่น ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน) ความเที่ยงของคะแนนจึงเพิ่มขึ้นแนวคิดสมการถดถอย (CTT-R และ IRT-R) ยังคงค่าเฉลี่ยคะแนนย่อยขณะที่ลดความแปรปรวนสุ่มและเพิ่มค่าความเที่ยง วิธีการ B-IRT เป็นวิธีการที่ยุติธรรมสำหรับคะแนนย่อยในทางที่แตกต่างกัน เป็นการปรับปรุงค่าความเที่ยงโดยการประมาณค่าขนาดใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบทั้งสามวิธี พบว่า 1) แนวคิดสมการถดถอยมีค่าคะแนนย่อยเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะที่วิธี B-IRT ค่าเฉลี่ยถูกเปลี่ยนไป 2) แนวคิดสมการถดถอยโน้มเอียงถดถอยค่าคะแนนย่อยทั้งหมดเข้าใกล้ค่าเฉลี่ย ส่วนวิธี B-IRT ค่าเฉลี่ยกระจายออกจากค่าแต่ละคนมากกว่าเพิ่มค่าความเที่ยง ตามแนวคิดสมการถดถอยใช้วิธีทำให้คะแนนสอบของผู้สอบทุกคนเหมือนเป็นคะแนนของกลุ่ม ขณะที่ B-IRT ทำให้คะแนนสอบของผู้สอบทุกคนเหมือนเป็นคะแนนรวมของตนเอง

Stone, Ye, Zhu, และ Lane (2010) (Stone et al., 2010) เปรียบเทียบวิธีการสำหรับปรับค่าความเที่ยงของคะแนนย่อย สำหรับการประเมินคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ 8 วิธีการขยายค่าความเที่ยง 3 วิธี คือ 1) คือคะแนนดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index: OPI) เป็นวิธีใช้กระบวนการของเบย์ (Bayesian procedure) เป็นสารสนเทศสำหรับแบบสอบซึ่งเป็นฐานสำหรับข้อมูลการกระจายก่อน (informative prior distribution) เมื่อประมาณค่าคะแนนย่อย (Yen, 1987) 2) แนวคิดสมการถดถอย (regression –based approach) เป็นการปรับประมาณค่าคะแนนย่อยโดยสมการถดถอยของคะแนนย่อยจริงจากคะแนนย่อยทั้งหมดในแบบสอบ (Wainer, Vevea, Camacho, Reeve, Rosa, Nelson, 2001) และ 3) คะแนนจากโมเดลตอบสนองข้อสอบพหุมิติ (multidimensional IRT model: MIRT) (Reckase, 1997) พิจารณาความสามารถของผู้สอบในความสัมพันธ์ของมิติที่แตกต่างกันมากกว่าหนึ่งมิติทั้งสามวิธีเปรียบเทียบด้วยค่าประสิทธิภาพจากสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าที่ปรับต่อความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าที่ไม่ปรับ ค่าสัดส่วนน้อยกว่า 1 ชี้ให้เห็นระดับของการสูญเสียในประสิทธิภาพหรือ

ความแม่นยำในการประมาณค่าคะแนนย่อย การประมาณค่าด้วยวิธีของ Yen มีค่าประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง .43 -.67 ใน 4 มิติ และช่วงของคะแนนทั้งหมด สำหรับวิธีสมการถดถอย ค่าประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง .59 - .62 และวิธี MIRT ค่าประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง .47 - .63 ตลอดทั้งช่วงคะแนน (-4 ถึง 4) ทั้งสามวิธีเพิ่มความแม่นยำของคะแนนย่อย แต่ในทางปฏิบัติมีประเด็นที่แตกต่างกัน เช่น MIRT มีความซับซ้อนมากกว่าวิธีของ OPI และแนวคิดสมการถดถอยยิ่งไปกว่านั้นความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีค่าสูง แนวคิด MIRT ชี้ให้เห็นว่า ความแปรปรวนน้อยกว่าระหว่างคะแนนย่อย

de la Torre, Song และ Hong (2011) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปรับค่าคะแนนย่อย 4 วิธี คือ 1) คะแนนพหุมิติ (multidimensional scoring: MS) (de la Torre และ Patz, 2005) 2) คะแนนอ็อกเมนต์เต็ด (augmented scoring: AS) (Wainer และคณะ, 2001) 3) วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring: HO) (de la Torre และ Song, 2009) 4) คะแนนดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index scoring: OPI) สำหรับประมาณค่าความสามารถและสัดส่วนที่คาดหวัง (expected proportion correct) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับค่าคะแนนย่อยในปัจจัยที่มีต่อการประมาณค่าความสามารถ คือความยาวของแบบสอบ จำนวนแบบสอบย่อยหรือมิติ และความสัมพันธ์ของมิติ (domain) ด้วยวิธีการจำลองข้อมูลผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ของแต่ละวิธีให้ผลการเปรียบเทียบที่สูงระหว่างเงื่อนไขที่แตกต่างกัน โดยวิธี HO และ MS ให้ผลดีกว่า การประมาณค่าความสามารถด้วย HO และ MS จะให้การประมาณค่าที่ดีกว่า AS

ข้อเสนอแนะ วิธีการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนอื่น ๆ รวมถึงวิธีการ resampling (เช่น bootstrapping และ jackknife procedures) เปรียบเทียบวิธีการขยายคะแนนควรรวมใช้การประเมินข้อมูลจากเนื้อหาสาขาอื่นๆ และระดับชั้น (grade levels) เพื่อช่วยในการแยกแยะวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

สรุปผลงานวิจัยที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถจากคะแนนย่อยรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปรายงานวิจัยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถจากคะแนนย่อย

ผู้ศึกษา		CTT		IRT			ผล
	ปี	OPI	AS	UIRT	MIRT	HO-IRT	
Dwyer, Boughton, Yao, Steffen, และ Lewis	2006	/	/		/		คะแนนย่อยบนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติและวิธีอ๊อกเมนต์เต็ดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการประมาณค่าคะแนนย่อยจริง
Fu และ Qu	2010		/		/		คะแนนย่อยบนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติและวิธี อ๊อกเมนต์เต็ดเป็นวิธีที่ดีที่สุดจากหลายๆ วิธี
Skorupski และ Carvajal	2010	/ B-IRT	/ (CTT-Raw, IRT-Raw)				1) AS มีค่าคะแนนย่อยเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่วิธี OPI ค่าเฉลี่ยถูกเปลี่ยนไป 2) AS ค่าคะแนนย่อยทั้งหมดเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยส่วนวิธี OPI ค่าเฉลี่ยกระจายออกจากค่าแต่ละคนมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 สรุปรายงานวิจัยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถจากคะแนนย่อย (ต่อ)

ผู้ศึกษา	ปี	CTT		IRT			ผล
		OPI	AS	UIRT	MIRT	HO-IRT	
Stone, Ye, Zhu, และ Lane	2010	/	/ (Wainer, et al, 2001)		/ คำตอบ 2 ค่า ใช้ (Reckase, 1997 คำตอบมากกว่า 2 ค่า ใช้ partial credit model		ทั้งสามวิธีเพิ่มความแม่นยำของคะแนนย่อย แต่ในทางปฏิบัติ MIRT มีความซับซ้อนมากกว่าวิธีของ OPI และ AS
de la Torre, Song และ Hong	2011	/	/		/ วิธีของ de la Torre และ Patz(2005)	/ วิธีของ de la Torre และ Song (2009)	เมื่อเปรียบเทียบกับค่า EAP วิธี AS, MIRT และ HO-IRT วิธี HO-IRT และ MIRT ให้ผลการประมาณค่าความสามารถดีกว่า AS
Longabach, T.	2015	/	/	/	/		CTT และ UIRT ให้ค่าความเที่ยงและความแม่นยำใกล้เคียงกัน แต่มีค่าน้อยกว่าวิธี augmented-IRT กับ MIIRT

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมายเหตุ OPI คือ คะแนนดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index)

WAS คือ คะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก แบบทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (Classical test theory)

AS คือ คะแนนย่อยอ็อกเมนต์เต็ด (augmented subscores)

UIRT คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบเอกมิติ (unidimentsional IRT)

MIRT คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบพหุมิติคะแนนย่อยเป็นฐาน (MIRT- based subscores)

RA คือแนวคิดสมการถดถอย (Regression approach)

B-IRT คือ Bayesian-Item Response Theory

HO-IRT คือคะแนนลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring)

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถและปรับค่าความเที่ยงจากแนวคิดต่างๆ มีเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบวิธีการคือ

1) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (standard error of measurement: SEM)
2) การเปลี่ยนแปลงของค่าความเที่ยงของคะแนนย่อย
3) ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของการประมาณค่าความสามารถคะแนนย่อยของผู้สอบ
4) ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนย่อยก่อนและหลังการขยาย (augmentation)
5) ประสิทธิภาพจากสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าที่ปรับต่อความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าที่ไม่ปรับ ค่าสัดส่วนน้อยกว่า 1 ชี้ให้เห็นระดับของการสูญเสียในประสิทธิภาพหรือความแม่นยำในการประมาณค่าคะแนนย่อย
6) ค่าการกระจายภายหลังที่คาดหวัง (expected a posteria: EAP)

1.4 วิธีการตรวจสอบค่าคะแนนย่อย

การตรวจสอบคะแนนย่อยหากคะแนนย่อยที่มีคุณภาพทางจิตมิติพอเพียง มีวิธีการตรวจสอบคือ (อ้างถึงใน (Sinharay et al., 2011)

1) การใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) นักวิจัยหลายคน เช่น Stone, Ye, Zhu, และ Lane (2010), Wainer และคณะ (2001) และ Sinharay, Haberman, และ Puhan (2007) วิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจสอบว่าคะแนนย่อยมีความแตกต่างพอที่จะรายงาน วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบ คือการค้นพบรูปแบบที่เรียบง่ายในรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความพยายามที่จะค้นพบว่าตัวแปรสังเกตได้

มีสามารถในการอธิบายส่วนใหญ่หรือทั้งหมดในแง่ของจำนวนเล็กๆ ของตัวแปรที่เรียกว่าองค์ประกอบ แนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ง่ายต่อการประเมินว่าคะแนนย่อยมีความแตกต่างมากพอที่จะคำนวณค่าไอเกน (eigenvalue) จากเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของคะแนนย่อย (หรือจากสัมพันธ์เมทริกซ์ของข้อสอบ) หากส่วนใหญ่ของค่าไอเกนที่คำนวณจากเมทริกซ์สหสัมพันธ์จากคะแนนย่อย มีขนาดเล็กกว่า1 หรือถ้าสกรีพล็อต (scree plot) ของค่าไอเกนเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าค่าไอเกนลดลงในบางจุดแล้ว จำนวนขององค์ประกอบในข้อมูลมีค่าน้อยกว่าจำนวนของคะแนนย่อย และการเรียกร้องของ คะแนนย่อยที่แตกต่างกันหลากหลายอาจจะไม่เป็นธรรม การเสนอของหลายองค์ประกอบที่มีค่าไอเกนขนาดใหญ่หลายค่าจะสนับสนุนการรายงานคะแนนย่อย

2) การใช้โมเดลเบต้า-ไปโนเมียล (beta-binomial model) Harris และ Hanson (1991) เสนอวิธีการโมเดลคณิตศาสตร์เรียกว่า โมเดลเบต้า-ไบโนเมียล เป็นการแจกแจงของคะแนนย่อยสังเกตได้ที่กำหนด ถ้าคะแนนย่อยมีมูลค่าเพิ่มมากกว่าและเหนือกว่าคะแนนรวมพิจารณาการทดสอบกับสองคะแนนย่อย ถ้าการกระจายสองตัวแปรของคะแนนย่อยทั้งสองถูกคำนวณภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นว่า คะแนนย่อยจริงที่สอดคล้องกันเป็นฟังก์ชันสัมพันธ์ที่พอดีกับการแจกแจงของสองตัวแปรสังเกตได้ของคะแนนย่อย คะแนนย่อยจริงเป็นฟังก์ชันที่สัมพันธ์กันและไม่ให้ค่าใดๆ เพิ่ม Harris และ Hanson ใช้สถิติไค-สแควร์ (chi-square) ในการทดสอบข้อมูล ตัวอย่างเช่น ในการกำหนดค่า goodness of fit ของการกระจายสองตัวแปรของคะแนนย่อยทั้งสองภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นว่าคะแนนย่อยจริงที่สอดคล้องกันเป็นฟังก์ชันที่สัมพันธ์กับการแจกแจงของสองตัวแปรสังเกตได้ของคะแนนย่อย

3) ความเหมาะสมกับโมเดลทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Fitting of Multidimensional Item Response Theory Models) การตรวจสอบวิธีการอื่น ถ้าคะแนนย่อยที่ถูกเพิ่มมูลค่าเหมาะกับโมเดลทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT) (เช่น Reckase, 1997; Ackerman, Gierl, & Walker, 2003) MIRT เป็นโมเดลที่วัดการตอบสนองของผู้สอบในการทำแบบสอบมากกว่าหนึ่งความสามารถ เช่น การวัดความสามารถทั้งคณิตศาสตร์และภาษา ใน MIRT ความน่าจะเป็นของการตอบสนองข้อสอบถูก เป็นฟังก์ชันความสามารถที่หลากหลาย มากกว่าวัดความสามารถอย่างเดียว การทดสอบถ้าคะแนนย่อยถูกเพิ่มมูลค่าเพิ่มสามารถทดสอบทางสถิติได้โมเดล MIRT ให้ความพอดีกับข้อมูลมากกว่าเอกมิติ (von Davier, 2008)

4) การใช้โปรแกรม DIMTEST และ DETECT โดย Ackerman และ Shu (2009) ใช้โปรแกรมประเมินมิติ เช่น โปรแกรม DIMTEST (Stout, 1987) โปรแกรม DETECT (Zhang และ Stout, 1999) กำหนดการใช้ประโยชน์ของคะแนนย่อย ใช้เป็นขั้นตอนในการวิจัยทั้งหมดของการจำแนกข้อสอบที่เป็นไปได้ ค้นหาค่าสูงสุดค่าเดียวจากสถิติ DETECT ผลพื้นฐานจากการศึกษาจำลองข้อมูลของ Kim (1994) ในการแปลผลทางสถิติ DETECT ตามแนวทางนี้ ถ้าสถิติ DETECT มีค่าน้อย

กว่า .10 ข้อมูลสามมารถพิจารณาเป็นเอกมิติ ค่าระหว่าง 0.10 และ 0.50 เป็นดัชนีที่อ่อนในจำนวนมิติ ค่าระหว่าง 0.51 ถึง 1.00 เป็นดัชนีบอกจำนวนมิติ และค่าที่สูงกว่า 1.00 เป็นดัชนีที่แข็งในการบอกจำนวนมิติ

DIMTEST ใช้ในกระบวนการทดสอบสมมติฐาน ที่ประเมินช่องว่างของเอกมิติในข้อมูลจากการทดสอบ การประเมินนัยสำคัญทางสถิติของมิติที่เป็นไปได้ที่เด่นระหว่าง 2 ลักษณะเฉพาะของชุดแบบสอบ การทดสอบทางสถิติค่า T คำนวณโดย DIMTEST ตัวแทนระดับ คะแนนย่อยสองชุดนี้ถ้าผู้ปฏิบัติต้องการทดสอบ ถ้าข้อสอบคณิตศาสตร์วัดความสามารถทั่วไป เป็นสองมิติที่ต่างจากข้อคำถามที่เหลือในแบบสอบ เมื่อข้อสอบคณิตศาสตร์จากการประเมินชุดย่อย และข้อสอบที่ยังอยู่ จากชุดย่อยที่ปฏิบัติ และถ้า DIMTEST ดัชนี T มีนัยสำคัญ จะประมาณชุดย่อย 2 ชุด ที่มีมิติแตกต่างกัน

5) การใช้ทฤษฎีทดสอบดั้งเดิม บนฐานของวิธีการของ Haberman (2008) ใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมเป็นมุมมองในข้อตกลงเบื้องต้นการรายงานคะแนนย่อยที่ขยายการประมาณค่าของคะแนนย่อยจริง และพิจารณาการประมาณค่าคะแนนย่อยจริงบนฐานของคะแนนย่อยสังเกตได้ การกำหนดคะแนนย่อยที่เพิ่มมูลค่าเหนือคะแนนย่อยรวม Haberman (2008) เสนอใช้ค่าสัดส่วนการลดลงของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (proportional reduction in mean squared error: PRMSE) ค่า $PRMSE_s$ ของคะแนนย่อย มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ยิ่งมีค่ามากยิ่งมีความถูกต้องในการประมาณค่า ค่า PRMSE ที่มีค่าสูงเทียบเท่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าน้อยในการประมาณค่าคะแนนย่อยจริง ค่า PRMSE ของคะแนนย่อยมีค่าเท่ากับค่าความเที่ยงของคะแนนย่อย Haberman เสนอว่า คะแนนย่อยที่เพิ่มมูลค่าเหนือคะแนนรวม และถ้า PRMSE ของคะแนนย่อยมีค่ามากกว่า PRMSE ของคะแนนรวมแสดงว่า คะแนนย่อยสังเกตได้มีประสิทธิภาพดีกว่าคะแนนรวมสังเกตได้ในค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าคะแนนย่อยจริง

Haberman (2008) ได้เสนอวิธีการบนพื้นฐานของทฤษฎีทดสอบดั้งเดิม ถึงการกำหนดคะแนนย่อยที่ถูกเพิ่มมูลค่า ซึ่งรายงานเป็นสมการเชิงเส้น (linear combination) ของคะแนนย่อยและคะแนนรวมแทนที่การรายงานคะแนนย่อย สมการเส้นตรงเสนอโดย Haberman (2008) เป็นกรณีพิเศษของคะแนนย่อยอ็อกเมนท์เต็ด (augmented subscores) Wainer, Sheehan, และ Wang (2000) คะแนนย่อยอ็อกเมนท์เต็ด (augmented subscores) อธิบายได้ยากและผู้ใช้อาจจะไม่ชอบแนวคิดที่เป็นรายงานของผู้สอบ คะแนนย่อยของการอ่านไม่เพียงแต่เป็นคะแนนย่อยของการอ่านของผู้สอบที่เกิดขึ้น แต่ยังเป็นคะแนนย่อยของการฟังของผู้สอบที่เกิดขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม Sinharay และ Haberman (2008), Sinharay (2010), และ Puhan, Sinharay, Haberman, และ Larkin (2010) ซึ่งศึกษาอย่างหลากหลายถึงการดำเนินการและการจำลองชุดข้อมูล พบว่างคะแนนย่อยอ็อกเมนท์เต็ด (augmented subscores) มักจะให้สารสนเทศในการวินิจฉัยที่ถูกต้องมากกว่าคะแนนย่อย Sinharay, Puhan และ Haberman (2011)

ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับมูลค่าเพิ่มของการศึกษา

มูลค่าเพิ่ม (Value-added) ในทางการศึกษามีความเกี่ยวข้องกับผลสำเร็จหรือผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เกิดจากการดำเนินการของสถานศึกษา และมีการพัฒนาโมเดลมูลค่าเพิ่มหรือการประเมินมูลค่าเพิ่ม ตามการนิยามของนักการศึกษา ดังนี้

การวัดมูลค่าเพิ่มสำหรับรายบุคคล เป็นการวัดเพื่อเปรียบเทียบเชิงสัมพัทธ์ระหว่างค่าที่เกิดขึ้น กับค่าทำนายไว้ เช่น คนที่มีค่าที่เกิดขึ้นจริงสูงกว่าค่าที่ทำนายไว้จะมีค่าส่วนที่เหลือเป็นบวกหรือมีมูลค่าเพิ่มเป็นบวก สำหรับคนที่มีค่าที่เกิดขึ้นจริงต่ำกว่าที่ทำนายไว้จะมีค่าส่วนที่เหลือเป็นลบหรือมีมูลค่าเพิ่มเป็นลบ เป็นต้น เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ทางการศึกษา เช่น การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มในผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างคะแนนผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจริงหรือสังเกตได้ (observed scores) กับคะแนนผลการเรียนรู้ที่ทำนายได้ (predicted scores) จากตัวแปรภูมิหลัง ตัวแปรบริบทของชุมชนสังคม และ/หรือ ผลสัมฤทธิ์เดิม ซึ่งคาดว่ามีผลต่อการเรียนรู้ แต่เป็นปัจจัยที่นอกเหนือการจัดการหรือการควบคุมของโรงเรียน โรงเรียนแต่ละแห่งสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้มากน้อยแตกต่างกัน โรงเรียนที่สามารถจัดการให้คะแนนที่สังเกตได้สูงกว่าคะแนนที่ทำนายได้ถือว่าเป็นโรงเรียนที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มในผลการเรียนรู้ของนักเรียน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554)

การวัดมูลค่าเพิ่มเป็นความพยายามเพื่อระบุคุณค่า (value) ทางการศึกษาที่สถานศึกษาได้ปฏิบัติให้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำนายจากพื้นฐานของนักเรียนและความสำเร็จเดิมของนักเรียน (Hill, 1995 cite in (Downes & Vindurampulle, 2007)

โมเดลมูลค่าเพิ่มเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับนักเรียนโดยการเปลี่ยนปริมาณความคาดหวังของการเปลี่ยนแปลง ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นพื้นฐานของนักเรียน เช่น เพศ ระดับเศรษฐานะ (SES) เชื้อชาติ ผลสัมฤทธิ์เดิม หรือระดับคะแนนเริ่มต้น (Lissitz, 2006)

การวัดมูลค่าเพิ่มเป็นการทุ่มเทการดำเนินการของปัจจัยที่มีอยู่อย่างหลากหลายเพื่อให้เกิดผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน (Goldhaber และ Anthony, 2003)

Costello และคณะ (2008) ได้ให้ความหมาย มูลค่าเพิ่ม (Value-added) ว่าเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้สำหรับคำนวณคะแนนเพิ่มขึ้น (gain scores) ความก้าวหน้าหรือพัฒนาการ (progress) หรือการเปลี่ยนแปลง (change) ของนักเรียนที่ทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Fitz-Gibbon (Fitz-Gibbon, 1996) ใช้มูลค่าเพิ่มที่คำนวณได้ในการวัดความก้าวหน้า (progress) หรือประสิทธิผล (effectiveness) หรือความสามารถ (performance) ของการดำเนินงานขององค์กร Cornell (1985) กล่าวถึงโมเดลมูลค่าเพิ่ม (value-added model) ที่ประยุกต์ใช้ทางการศึกษาว่าเป็นการขยายวิธีการทางด้านสถิติให้มีความซับซ้อนขึ้นเพื่อการวัดพัฒนาการของนักเรียน สรุปว่า

โมเดลมูลค่าเพิ่ม เป็นวิธีการทางสถิติที่ประยุกต์ใช้ในการวัดความก้าวหน้า การเปลี่ยนแปลงของความสามารถหรือใช้วัดประสิทธิผลของการดำเนินงานของโรงเรียน โดยคำนึงถึงปัจจัยภายนอกและภายในโรงเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลผลิต เช่น ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน เป็นต้น

เมื่อพิจารณาความหมายเกี่ยวกับมูลค่าเพิ่ม พบว่าในระยะแรกจะเป็นความหมายของการเพิ่มขึ้นของผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยเปรียบเทียบจากสภาวะเริ่มต้นของนักเรียนที่เป็นพื้นฐานของนักเรียน และในระยะต่อมาเป็นการเพิ่มขึ้นของผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น แต่ให้ความสำคัญไปที่ผลจากการดำเนินงานของสถานศึกษาอย่างแท้จริง ดังนั้นการวัดมูลค่าเพิ่ม จึงเริ่มมีนักการศึกษาหลายท่านสนใจในการนำมาใช้ประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาและประสิทธิผลของสถานศึกษา เนื่องจากเป็นผลที่มีความถูกต้องและยุติธรรม เพราะมีการพิจารณาปัจจัยอื่นที่เป็นคุณลักษณะของนักเรียน เช่นเดียวกับ ศิริชัย กาญจนวาสี (2554) ที่กล่าวถึงลักษณะการวัดมูลค่าเพิ่มว่าเป็นการวัดที่ปรับให้อยู่บนพื้นฐานของปัจจัยดั้งเดิมเท่าเทียมกัน เพื่อนำผลต่างมาเปรียบเทียบกันอย่างยุติธรรม ดังนั้นการนำมูลค่าเพิ่มมาใช้ประโยชน์ทางการศึกษาจึงสามารถทำให้ชัดเจนขึ้น ความหมายของมูลค่าเพิ่มจึงสรุปได้ว่าเป็นส่วนที่เพิ่มขึ้นจากสภาวะเริ่มต้นของนักเรียนที่เกิดจากการดำเนินงานของสถานศึกษา ได้พิจารณาปัจจัยอื่นที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของสถานศึกษาหรือปรับให้อยู่ในพื้นฐานที่เท่าเทียมกัน โดยปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของสถานศึกษา เช่นตัวแปรภูมิหลังของนักเรียน สภาพความพร้อมทางด้านเศรษฐกิจของครอบครัว ทรัพยากรทางการเรียน เป็นต้น

2.1ความสำคัญของการประเมินมูลค่าเพิ่ม

ผลจากการประเมินมูลค่าเพิ่มมีความสำคัญกับการนำมาใช้กำหนดนโยบายที่สำคัญ 3 ด้าน (OECD, 2008) คือการริเริ่มการพัฒนาสถานศึกษา (school improvement initiatives) ระบบความสามารถในการตรวจสอบได้ของสถานศึกษา (system of school accountability) และการเลือกสถานศึกษา (school choice) ในส่วนของการริเริ่มการพัฒนาสถานศึกษา เป็นสิ่งสำคัญที่การพัฒนากิจกรรมหรือชุดกิจกรรมที่ต้องการพัฒนาเป็นอันดับแรก ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติจะได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า และตัวบ่งชี้ของความสามารถของสถานศึกษา ที่สามารถบอกถึงยุทธวิธีที่ควรปฏิบัติหรือไม่ควรปฏิบัตินำไปสู่การกำหนดนโยบายและวางแผนนโยบายการแบ่งสรรทรัพยากร ในส่วนของความสามารถในการตรวจสอบได้ของสถานศึกษา ผลจากการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม สามารถตรวจสอบการปฏิบัติงานและผลลัพธ์จากการปฏิบัติได้ทั้งหมด (McKewen, 1995) เช่น การให้ข้อมูลแก่ผู้เกี่ยวข้องและสาธารณะเกี่ยวกับเงินภาษีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของการเลือกสถานศึกษา ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้จะมีจุดมุ่งหมายไปที่ผู้ปกครองและครอบครัวของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถที่แตกต่างของสถานศึกษาเพื่อการตัดสิน

เลือกสถานศึกษา ผู้ปกครองสามารถเลือกสถานศึกษาที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับแหล่งทรัพยากรที่สามารถเกิดขึ้นในสถานศึกษา (Hoxby, 2003)

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มมีบทบาทสำคัญต่อนโยบายการจัดสรรแหล่งทรัพยากรและกลยุทธ์การสอนที่จำเป็นในแต่ละสถานศึกษา การวัดมูลค่าเพิ่มมีความสำคัญหลายประการสำหรับใช้ในการตัดสินใจแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย (Downes & Vindurampulle, 2007; Drury & Doran, 2003; OECD, 2008) ดังนี้

1) การประเมินนโยบายและโครงการ (Policy and program evaluation) ข้อมูลจากการวัดมูลค่าเพิ่มสามารถวิเคราะห์ได้ถึงการปฏิบัติงานของสถานศึกษาที่สามารถเปรียบเทียบผลกระทบของสถานศึกษาเชิงสัมพัทธ์กับสถานศึกษาอื่น ที่พิจารณารวมกับปัจจัยอื่น เช่น คะแนนสังเกตได้ การประเมินครู การประเมินตนเองของสถานศึกษา การทบทวนการตัดสินและแนวโน้มของสถานศึกษา ข้อมูลที่ได้สามารถช่วยในการตัดสินใจเชิงนโยบาย (informing policy-making) ที่มีประสิทธิภาพต่อการกำหนดนโยบายในระยะเริ่มต้น เป็นประโยชน์ในการระบุสถานศึกษาที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าและต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถได้อย่างชัดเจน (OECD, 2006) สถานศึกษาที่มีความสามารถสูงสามารถให้ตัวอย่างในการปฏิบัติที่ดี ช่วยให้วางนโยบายให้มีความสอดคล้องกันระหว่างของนโยบาย แหล่งทรัพยากร และยุทธวิธีการสอนกับคุณลักษณะของนักเรียนและสถานศึกษา (Drury, & Doran, 2003)

2) เครื่องมือหนึ่งสำหรับการพัฒนาสถานศึกษา (a tool for school improvement) เนื่องจากการวัดมูลค่าเพิ่มจะนำคุณลักษณะของนักเรียนเข้าไปพิจารณาและสามารถระบุถึงวิธีการของสถานศึกษาที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีความสามารถตามที่ความคาดหวัง โดยอิงความสำเร็จของนักเรียน การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มจึงเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงสิ่งแวดล้อมและการปฏิบัติการของสถานศึกษาเพื่อแปลความถึงผลลัพธ์ของบริบทของสถานศึกษาและชั้นเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสถานศึกษา การวัดมูลค่าเพิ่มจะสามารถชี้ได้ถึงปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนแสดงความสามารถได้เป็นอย่างดีหรือสามารถแสดงได้ต่ำกว่าที่คาดหวัง นั่นคือสามารถช่วยในอิทธิพลโดยตรงเพื่อพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียน

3) ประสิทธิผลของครู (Teacher effectiveness) วิธีการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนซึ่งนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของครู จากการศึกษาการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม พบว่าประสิทธิภาพของครูเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของความสัมพันธ์ของสถานศึกษาต่อการเรียนรู้ของนักเรียน และนอกจากนี้จากข้อสังเกตพบว่าการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มจะเป็นเครื่องมือในการลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของนักเรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จะเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครูเกี่ยวกับวิธีการสอน มีความชัดเจนในเป้าหมายของการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงวิธีการสอน และสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับครูในการพัฒนา

นักเรียนต่อไป กล่าวคือสามารถระบุคุณลักษณะของนักเรียนที่ต้องมีการพัฒนาทักษะต่อไป และใช้เป็นข้อมูลต่อการวางแผนการพัฒนาของครู ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม จะระบุครูที่มีประสิทธิภาพในการยกระดับความสามารถของนักเรียนที่มีจุดอ่อน (Drury, & Doran, 2003)

4) เครื่องมือหนึ่งสำหรับความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ (a tool for accountability) ตัวบ่งชี้การปฏิบัติงานของสถานศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจสอบได้ของสถานศึกษา การวัดมูลค่าเพิ่มจะเพิ่มความรอบคอบในการใช้ที่เป็นพื้นฐานสำหรับการกำหนดภาพรวมของการปฏิบัติงานสถานศึกษา จากรายงานของ OECD (2008) เกี่ยวกับวิธีการมูลค่าเพิ่มจะได้รับข้อสรุปที่คล้ายกันเกี่ยวกับกระบวนการการศึกษา โดยรายงานว่าโมเดลมูลค่าเพิ่มเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่แนะนำได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการพัฒนาสถานศึกษา

5) การรายงานต่อผู้ปกครองและชุมชน (reporting to parents and community) การวัดมูลค่าเพิ่มจะให้สารสนเทศกับผู้ปกครองได้อย่างถูกต้องเกี่ยวกับการที่สถานศึกษาได้พัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยรายงานให้ทราบถึงการปฏิบัติของสถานศึกษาในบริบทของสมรรถนะของนักเรียนและสิ่งแวดล้อมในชุมชนของพวกเขา การวัดมูลค่าเพิ่มจะให้สารสนเทศแก่ผู้ปกครองต่อผลสำเร็จของครูในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

2.2 ขั้นตอนและวิธีการที่ใช้วิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม

ขั้นตอนที่สำคัญของการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน (Scheerens, & Bosker, 1997; Hanson, 1988 อ้างถึงใน ประกฤติยา ทักษิโน, 2554) คือ 1) การกำหนดเป้าหมายการวัดผลผลิตที่ต้องการเปรียบเทียบ 2) กำหนดชนิดของข้อมูลและการรวบรวมข้อมูล 3) การสร้างโมเดลการวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผลกับผลผลิตที่เกิดขึ้น 4) การกำหนดหรือการสร้างเครื่องมือการวัดสถานะของนักเรียนตามปัจจัยที่กำหนดขึ้น 5) การเลือกใช้เทคนิคทางสถิติที่เหมาะสม นอกจากนี้ OECD (2008) ได้เสนอขั้นตอนที่สำคัญในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม เพื่อสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างรวดเร็วและง่ายต่อการทำความเข้าใจ จำนวน 8 ขั้นตอน ซึ่งมีแนวทางเดียวกันกับขั้นตอนที่เสนอไปข้างต้น แต่มีการนำเสนอขั้นตอนที่ละเอียดเพิ่มมากขึ้นเกี่ยวกับแนวทางในการนำโมเดลมูลค่าเพิ่มไปดำเนินการใช้ซึ่งเสนอในขั้นตอนที่ 5, 6, 7 และ 8 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์และการวัดผลการปฏิบัติงานของสถานศึกษา ซึ่งขั้นตอนนี้จะกำหนดวัตถุประสงค์สำหรับการนำโมเดลมูลค่าเพิ่มไปใช้ประกอบด้วยการกำหนดลักษณะของสารสนเทศของมูลค่าเพิ่มและอธิบายถึงการอธิบายคะแนนมูลค่าเพิ่ม การพิจารณาโครงสร้างของการประเมินนักเรียนที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์โมเดลมูลค่าเพิ่ม ตลอดจนการระบุเนื้อหาและระดับชั้นที่ประเมิน การกำหนดเป้าหมายการประเมิน และการพิจารณาศักยภาพของเครื่องมือประเมินจะต้องมั่นใจว่าสามารถใช้ในโมเดลมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะใช้สำหรับนำมาแปลความหมายของผลการปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 2 การนำเสนอและการใช้ข้อสารสนเทศของมูลค่าเพิ่ม เป็นการตัดสินและเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแสดงสารสนเทศของมูลค่าเพิ่ม ตลอดจนแนวทางการแปลความหมายของมูลค่าเพิ่ม ซึ่งสามารถสร้างขึ้นได้ โดยผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำนโยบาย

ขั้นตอนที่ 3 การพิจารณาคุณภาพของข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ควรจะพิจารณาระบบของข้อมูลในสถานศึกษาและสารสนเทศเพื่อรวบรวมสำหรับนำไปใช้ในโมเดลมูลค่าเพิ่ม ตลอดจนการกำหนดกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เพียงพอต่อการนำมาใช้ในโมเดลมูลค่าเพิ่ม ซึ่งอาจเกิดการสูญหายข้อมูล (missing data) ที่อาจเกิดการย้ายสถานศึกษาในช่วงที่มีการประเมิน ข้อมูลที่จำเป็นจะต้องสนับสนุนโมเดล หรือการนำไปใช้สำหรับการกำหนดนโยบายและพัฒนาโครงการต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การเลือกโมเดลมูลค่าเพิ่มที่เหมาะสม การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงนโยบายและการใช้คะแนนมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษาจะเป็นแนวทางในการเลือกโมเดล สิ่งจำเป็นที่จะต้องกำหนดคือการเลือกใช้สถิติและวิธีการวิเคราะห์ภายใต้โมเดลมูลค่าเพิ่ม ความแปรปรวนในโมเดลมูลค่าเพิ่ม เพื่อประเมินความเหมาะสมของลักษณะของโมเดล ลักษณะเฉพาะของโมเดลอาจจะทำให้เกิดความแตกต่างของสถานศึกษา ผลกระทบของการเลือกโมเดลขึ้นอยู่กับความแตกต่างของสถานศึกษาในจุดประสงค์การใช้คะแนนมูลค่าเพิ่ม

ขั้นตอนที่ 5 กลยุทธ์กระตุ้นการสื่อสารและผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย เป้าหมายของวิธีการสื่อสารจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของนโยบาย การวัดความสามารถการปฏิบัติงานของโรงเรียน การกระตุ้นและการสื่อสารต่อผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องชี้แจงได้อย่างชัดเจน เพื่อนำมาใช้แปลความหมายในผลของมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษา

ขั้นตอนที่ 6 การฝึกอบรม เป้าหมายของการฝึกอบรมมีเป้าหมายในการพัฒนากลุ่มผู้ใช้ การฝึกอบรมผู้บริหารสถานศึกษาและครู จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับผลของมูลค่าเพิ่มและสามารถนำมาใช้ภายในสถานศึกษาเพื่อวัตถุประสงค์ของการพัฒนาสถานศึกษา รวมถึงการอบรมเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางสถิติและการใช้ข้อสารสนเทศที่จำเป็น นอกจากนี้การฝึกอบรมสำหรับผู้ปกครองมีเป้าหมายสำหรับเพื่อการแปลความหมายของคะแนนมูลค่าเพิ่มเพื่อความสะดวกในการเลือกสถานศึกษา

ขั้นตอนที่ 7 การนำร่องโครงการ เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับขนาดและคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างของสถานศึกษาที่จะมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของนโยบายการนำระบบของโมเดลมูลค่าเพิ่มไปใช้ การนำร่องโครงการควรจะใช้เพื่อประเมินกิจกรรมที่มีความเชื่อมโยงกับโมเดลมูลค่าเพิ่ม

ขั้นตอนที่ 8 การนำไปพัฒนาเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกานำโมเดลมูลค่าเพิ่มไปใช้ ซึ่งเป็นการติดตามผลของคุณภาพ แหล่งทรัพยากร และมีการพิจารณาถึงความสอดคล้องของโมเดลมูลค่าเพิ่มกับนโยบาย

สถิติที่นำมาใช้สำหรับการวัดมูลค่าเพิ่มมีอย่างหลากหลายวิธีที่มีระดับความซับซ้อนต่างกัน และผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน (Fitz-Gibbon, 1996; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554; สุชีรา มะหิเมือง, 2547) สรุปได้ดังนี้

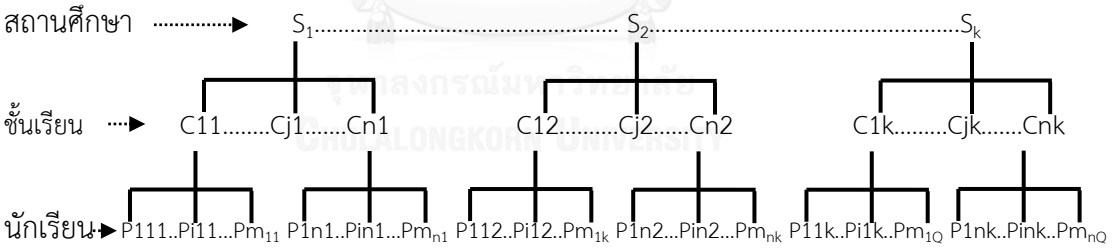
1) การวิเคราะห์โดยวิธีการหักออกของคะแนนสังเกตได้ (simple subtraction of raw score) เป็นการวัดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการศึกษา ผลที่ได้ของวิธีนี้จะเรียกคะแนนพัฒนาการ (gain score) หรืออิทธิพลรวม (gross effects) เป็นวิธีที่เหมาะสมเมื่อมีการวัดผลสัมฤทธิ์เริ่มต้นและผลสัมฤทธิ์ในเวลาต่อมาด้วยวิธีเดียวกัน ผลที่ได้ลักษณะนี้จึงเป็นข้อมูลสังเกตได้ (raw data) (มูลค่าเพิ่ม = ผลสัมฤทธิ์ครั้งหลัง – ผลเริ่มต้น) ที่ทำให้เห็นภาพรวม แต่ยากในการแปลความหมายของมูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้น นอกจากนี้การแสดงผลรวม (gross) จะแสดงความหมายในเชิงเปรียบเทียบว่าผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ได้ก็ต่อเมื่อมีตัวบ่งชี้คุณภาพกำกับไว้ หรือมีการเปรียบเทียบกับกลุ่มเหมือน โดยทั่วไปวิธีนี้มักเป็นที่รู้จักกันในรูปของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ (mean achievement) ของนักเรียนทุกคนในสถานศึกษาที่มีการควบคุมเรื่องความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างแล้ว

2) การวิเคราะห์ถดถอย (regression analysis) เป็นวิธีที่คำนึงถึงความเท่าเทียมกันของพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน หรืออาจจะเป็นปัจจัยอื่น โดยพิจารณาตามเงื่อนไขหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและสารสนเทศของบริบทที่กำหนดในโมเดลการวิเคราะห์ จึงจัดได้ว่าเป็นวิธีที่สามารถบ่งบอกถึงมูลค่าที่สถานศึกษาจัดให้เกิดขึ้นกับนักเรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มีความใกล้เคียงกับหลักการของการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม ผลการวิเคราะห์ที่แสดงถึงมูลค่าเพิ่มจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ คือ ค่าส่วนที่เหลือ (residual term) หรือส่วนต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ที่วัดได้กับค่าที่ประมาณได้จากชุดของปัจจัย หรือตัวแปรที่กำหนดในโมเดลการวิเคราะห์ว่ามีค่าเป็นบวกหรือลบในปริมาณมากน้อยเพียงใด การแปลผลว่าสถานศึกษาใดได้จัดมูลค่าเพิ่มทางการศึกษาให้กับนักเรียน คือ การพิจารณาจากค่าส่วนที่เหลือที่มีค่าเป็นบวก และถ้าค่าดังกล่าวมีค่าเป็นลบ หรือมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าสถานศึกษาไม่สามารถจัดการศึกษาที่เป็นมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียน

การวิเคราะห์ถดถอยช่วยลดข้อจำกัดในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการปฏิบัติระหว่างสถานศึกษาลงได้ แต่ยังมีข้อจำกัดของเทคนิคการวิเคราะห์หลายประการที่ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ผิดพลาด ดังนี้ 1) การละเลยหลักธรรมชาติของสถานศึกษาที่มีลักษณะลดหลั่นสอดแทรกด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัจจัยทุกระดับภายในโมเดลการวิเคราะห์เดียวกันซึ่งเป็นการปฏิบัติที่ฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นในเรื่องความเป็นอิสระของข้อมูล จึงเป็นสาเหตุของการเกิดความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (type I error) /2) การคัดเลือกสาระของข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตเพื่อนำเสนอต่อสาธารณชนโดยการคัดเลือกเฉพาะปัจจัยหรือตัวแปรระดับบุคคลของนักเรียนเพียงบางส่วน เพื่อใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ประมาณค่าผลสัมฤทธิ์ครั้งหลัง และในการเปรียบเทียบจึงอาจทำให้ขาดความชัดเจนในการสรุปผลการปฏิบัติของสถานศึกษา ซึ่งต่างจากการแสดงผลด้วยคะแนนสังเกตได้ ดังนั้น

การแปลผลอาจทำได้ยาก 3) มีความเป็นไปได้ที่สถานศึกษาซึ่งมีผลสัมฤทธิ์จัดอยู่ในระดับต่ำ แต่กลับได้รับการปรับแก้ในลักษณะการถดถอยเข้าหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถสูง เนื่องจากกระบวนการวิเคราะห์ได้ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อน

3) วิธีวิเคราะห์ด้วยโมเดลพหุระดับ (Multilevel modeling) เป็นการวิเคราะห์ถดถอยอีกวิธีหนึ่งที่คำนึงถึงลักษณะข้อมูลแบบลดหลั่นเป็นระดับชั้น (hierarchical) (แสดงดังภาพที่ 2) ตามธรรมชาติของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานศึกษา จุดเด่นของวิธีนี้คือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์นั้นไม่ได้เกิดจากปัจจัยระดับบุคคลเพียงระดับเดียว แต่อาจมีผลที่เกิดจากปัจจัยระดับห้องเรียนและระดับสถานศึกษาด้วย จึงต้องมีการวิเคราะห์เพื่อปรับแก้ด้วยปัจจัยเหล่านั้นเป็นระดับขั้นไปโดยเริ่มจากระดับเล็กสุดคือ ระดับบุคคล ผลการวิเคราะห์ที่แสดงถึงมูลค่าเพิ่มคือ ค่าส่วนที่เหลือ (residual terms) จากโมเดลการวิเคราะห์ระดับสถานศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ค่าส่วนที่เหลือของค่าจุดตัดหรือค่าเฉลี่ยของกลุ่มสถานศึกษา (intercept residual) และค่าส่วนที่เหลือของค่าความชัน (slope residual) ของกลุ่มตัวแปรภูมิหลังนักเรียนที่กำหนดไว้ในโมเดลการวิเคราะห์ ดังนั้นหากค่าส่วนที่เหลือเหล่านี้มีค่าเป็นบวก สามารถแปลความหมายได้ว่าสถานศึกษาได้จัดการศึกษาที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนเมื่อเทียบจากผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าบนพื้นฐานของปัจจัย หรือตัวแปรที่กำหนดในโมเดลการวิเคราะห์นั้น ในทางตรงข้ามถ้าส่วนที่เหลือมีค่าเป็นลบหรือศูนย์ แสดงว่าสถานศึกษาไม่สามารถจัดการศึกษาให้เกิดมูลค่าเพิ่มขึ้นได้



ภาพที่ 2 โครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานศึกษาที่มีลักษณะลดหลั่น
(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554)

จากวิธีการวิเคราะห์ที่มีลักษณะและความซับซ้อนแตกต่างกัน การเลือกใช้วิธีวิเคราะห์สามารถเลือกโดยพิจารณาจากความเข้าใจและความซับซ้อนของหลักทางสถิติซึ่งอาจจะมีข้อจำกัดสำหรับการเลือกใช้โดยทั่วไป นอกจากนี้การพิจารณาถึงโครงสร้างข้อมูล และตัวแปรในแต่ละระดับของข้อมูล ซึ่งอาจจะสามารถเข้าถึงตัวแปรได้ยาก หรือต้องใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลค่อนข้างยาวนาน แต่โดยส่วนมากการวิเคราะห์ที่มีความสอดคล้องกับโครงสร้างข้อมูลทางการวิจัยทางสังคมศาสตร์มาก

ที่สุด จะเป็นการวิเคราะห์พหุระดับ เนื่องจากตัวแปรในระดับต่างกันมีความสัมพันธ์กันและสามารถนำมาใช้ในการแปลผลและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาเกี่ยวกับโมเดลมูลค่าเพิ่ม สามารถสรุปผลการศึกษา ได้ดังนี้ 1) ไม่มีโมเดลที่แสดงให้เห็นว่ามีความถูกต้องและเพียงพอในการนำมาใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันสูง 2) การประมาณค่าในโมเดลที่ไม่ได้รวมตัวแปรแทรกซ้อนระดับนักเรียนและสถานศึกษา จะสามารถเชื่อถือได้เฉพาะตำแหน่งที่อยู่ปลายสุดการจัดอันดับของสถานศึกษา และจะมีความลำเอียงให้กับสถานศึกษาในกลุ่มประชากรที่ได้เปรียบกว่า เช่นในผลการศึกษาของ TVAAS 3) โมเดลเชิงเส้นลดหลั่น (Hierarchical linear model) ที่มีการรวมตัวแปรแทรกซ้อน เช่น โมเดล AHLMM ของการศึกษา TCMLRAFR จะมีการประมาณค่าของอิทธิพลของครูและสถานศึกษาที่มีความถูกต้องมากกว่า และมีความลำเอียงน้อยกว่า แต่ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความซับซ้อนของการคำนวณ 4) โมเดลอย่างง่าย เช่น โมเดล FEM ของการศึกษา TCMLRAFR ถึงแม้จะมีโอกาสเกิดความลำเอียงมาก แต่ก็เป็นปัญหาโดยทั่วไปของการประมาณค่า 5) ถ้าไม่ได้รวมตัวแปรแทรกซ้อนเข้าไปในโมเดล เช่น โมเดลอย่างง่าย (SFEM) อาจจะมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกับโมเดลที่มีความซับซ้อนอย่าง LMEM

การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มโดยการประยุกต์ใช้โมเดลเชิงเส้นแบบลดหลั่น (HLM) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่เป็นระดับลดหลั่น การพิจารณาประสิทธิภาพของโมเดล จึงควรพิจารณา (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554) ดังนี้

1. การตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล (Accuracy of a Model) พิจารณาในโมเดล 2 ระดับ คือ

โมเดลภายในกลุ่ม (Within-group model) $Y_{ij} = B0_j + B1_jX_{ij} + R_{ij}$

โมเดลระหว่างกลุ่ม (Between-group mode) $B0_j = G00 + G01Z_j + U0_j$

$B1_j = G10+ G11Z_j + U1_j$

การตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลทำได้ดังนี้

1) ตัวแปร X_{ij} ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อ Y_{ij} หรือไม่

HLM จะคำนวณผลเฉลี่ยของ X_{ij} ที่มีต่อ Y_{ij} จากทุกกลุ่มและทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

2) ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละหน่วยมีความผันแปรระหว่างหน่วยหรือไม่

HLM จะแบ่งผลของพารามิเตอร์ของแต่ละกลุ่มออกเป็นอิทธิพลคงที่ (fixed effect) คือ G00, G01 และอิทธิพลสุ่ม (random effect) คือ $U0_j$, $U1_j$ ดังนี้

$B0_j = G00 + U0_j$

$B1_j = G10 + U1_j$

การทดสอบค่าเฉลี่ยของอิทธิพลคงที่ว่าเป็นศูนย์หรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) มีสมมติฐานได้ดังนี้

$H_0 : G00 = 0, \qquad H_1 : G00 \neq 0$

และ $H_0 : G10 = 0, \qquad H_1 : G10 \neq 0$

ถ้าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ไม่เป็นศูนย์แสดงว่าค่าคงที่หรือค่าตัดแกน (intercept) มีผลต่อ Y_{ij} หรือ $B1_j$ แต่ถ้ามีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าค่าคงที่ไม่มีผลต่อ Y_{ij} หรือ $B1_j$ การทดสอบความแปรปรวนของอิทธิพลสุ่มว่าเป็นศูนย์หรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ (χ^2 -test) มีสมมติฐานดังนี้

$H_0 : Var(B0_j), Var(U0_j) = 0, \qquad H_1 : Var(B0_j), Var(U0_j) > 0$

และ $H_0 : Var(B1_j), Var(U1_j) = 0, \qquad H_1 : Var(B1_j), Var(U1_j) > 0$

ถ้าอิทธิพลสุ่ม (random effect) ไม่เป็นศูนย์แสดงว่า $B0_j$ และ $B1_j$ มีความผันแปรระหว่างกลุ่ม แต่ถ้าไม่เป็นศูนย์แสดงว่าค่า $B0_j$ และ $B1_j$ ไม่มีความผันแปรระหว่างกลุ่มและพบว่าค่าพารามิเตอร์ $B0_j$, $B1_j$ มีความผันแปรระหว่างกลุ่มจึงสามารถนำตัวแปรทำนายระหว่างกลุ่มมาทำการอธิบายความผันแปรดังกล่าว

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ ใน HLM จะเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 ที่ยังไม่มีเงื่อนไขหรือตัวแปรทำนายในระดับที่ 1 และเพื่อเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามว่ามีความแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการนำตัวแปรทำนายระดับบุคคลเข้ามาวิเคราะห์ และขั้นตอนที่ 3 จะนำตัวแปรทำนายระดับบุคคลและระดับกลุ่มเข้ามาวิเคราะห์ร่วมด้วย ดังนี้

1) วิเคราะห์ขั้นโมเดลศูนย์ (null model) หรือแบบไม่มีเงื่อนไขอย่างสมบูรณ์ (fully unconditional models) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกเพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรเกณฑ์หรือตัวแปรตาม โดยไม่นำตัวแปรทำนายเข้ามาร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรเกณฑ์มีความแปรปรวนในหน่วยและระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะวิเคราะห์ตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลในขั้นตอนหรือไม่ มีสมการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับที่ 1 ภายในกลุ่ม $\quad Y_{ij} = B0_j + R_{ij}$

ระดับที่ 2 ระหว่างกลุ่ม $\quad B0_j = G00 + U0_j$

2) วิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย (simple model) หรือแบบไม่มีเงื่อนไข (unconditional model) เป็นการวิเคราะห์โดยการนำตัวแปรทำนายระดับนักเรียนเข้ามาวิเคราะห์เพื่อดูว่าตัวแปรทำนายเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อ B_{00} และ B_{01} หรือไม่ มีสมการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับที่ 1 ภายในกลุ่ม $\quad Y_{ij} = B0_j + B1_jX_{ij} + R_{ij}$

ระดับที่ 2 ระหว่างกลุ่ม $\quad B0_j = G00 + U0_j$

$\qquad\qquad\qquad\qquad\quad B1_j = G10 + U1_j$

3) วิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมติฐาน (hypothetical model) โดยการนำตัวแปรทำนายระดับนักเรียน และพิจารณาว่ามีความเหมาะสมจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนมาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรทำนายในระดับสถานศึกษา เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรระดับสถานศึกษาที่มีต่อตัวแปรเกณฑ์ มีสมการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับที่ 1 ภายในกลุ่ม $Y_{ij} = B0_j + B1_jX_{ij} + R_{ij}$

ระดับที่ 2 ระหว่างกลุ่ม $B0_j = G00 + G01Z_j + U0_j$

$B1_j = G10+ G11Z_j + U1_j$

3. สัมประสิทธิ์การทำนาย สัมประสิทธิ์การทำนายของโมเดลแต่ละระดับหรือสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ (proportion variance explained) สามารถคำนวณได้จากการเทียบสัดส่วนความแปรปรวนของค่าส่วนที่เหลือที่ลดลง เมื่อมีตัวแปรทำนายกับเมื่อไม่มีตัวแปรทำนาย มีสูตรดังนี้

$$R^2 = \frac{\text{ความแปรปรวนของค่า residual ที่ลดลงเมื่อมีตัวแปรทำนาย}}{\text{ความแปรปรวนของค่า residual เมื่อไม่มีตัวแปรทำนาย}}$$

$$R^2 = \frac{\tau_{00}(\text{fully unconditional}) - \tau_{00}(\text{hypothetical})}{\tau_{00}(fully\ unconditional)}$$

เมื่อ τ_{00} (fully unconditional) (และ τ_{00}(hypothetical) เป็นความแปรปรวนของค่าเศษเหลือในสมการที่ยังไม่ใส่ตัวแปรทำนาย และสมการที่ใส่ตัวแปรทำนายตามลำดับ

ดังนั้น ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายได้โดยโมเดล 2 ระดับ หาได้จากผลรวมของความแปรปรวนที่อธิบายได้ในระดับที่ 1 และระดับที่ 2

4. โมเดลการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม หรือค่าส่วนที่เหลือ โดยการประยุกต์ใช้โมเดลพหุระดับสำหรับควบคุมปัจจัยที่นอกเหนือการจัดการหรือควบคุมของหน่วยงาน ทั้งปัจจัยระดับบุคคล เช่น ภูมิหลัง คุณลักษณะของบุคคล และปัจจัยระดับหน่วยงาน เช่น บริบทชุมชน ลักษณะสถานศึกษา เพื่อให้การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการบริหารจัดการอยู่บนพื้นฐานของปัจจัยที่ทัดเทียมกัน โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลสองระดับ คือระดับบุคคลและระดับองค์กร สำหรับการศึกษามูลค่าเพิ่มเป็นดังนี้

ระดับที่ 1 ภายในกลุ่ม (ระหว่างบุคคลในหน่วยงาน/ นักเรียนในสถานศึกษา)

$$Y_{ik} = \beta_{0j} + \sum_{p=1}^{m} \beta_{pj} X_{pik} + r_{ij}$$

โดยที่ Y_{ik} = ผลของนักเรียนคนที่ i ภายในสถานศึกษาที่ k

β_{0j} = ค่าจุดตัดแกน (intercept) หรือค่าเฉลี่ยของ Y_{ik}เมื่อควบคุมผลของ X_{pij} แล้ว

β_{pj} = ค่าความชัน (slope) หรือค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่แสดงผลของ X_{pik}ต่อ Y_{ik}

X_{pik} = ตัวแปรควบคุมระดับบุคคล เมื่อ p = 1, 2, 3 ถึง m

r_{ij} = ค่าส่วนที่เหลือ หรืออิทธิพลสุ่มระดับบุคคล

โดยค่า β_{0j} และ β_{pj} ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับที่ 1 จะใช้เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ระดับที่ 2

ระดับที่ 2 ระหว่างกลุ่ม (ระหว่างหน่วยงาน/ ระหว่างสถานศึกษา)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{q=1}^{n} \gamma_{0q} Z_j + u_{0j}$$

$$\beta_{pj} = \gamma_{p0} + \sum_{q=1}^{n} \gamma_{0q} Z_j + u_{pj}$$

โดยที่ γ_{00} = ค่าจุดตัดแกน (intercept) หรือค่าเฉลี่ยของ $B0_j$ เมื่อควบคุมผลของ Z_k แล้ว

γ_{0q} = ค่าความชัน (slope) หรือค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่แสดงผลของ Z_j ต่อ β_{0j}

Z_j = ตัวแปรควบคุมระดับสถานศึกษา

u_{0j} = ค่าส่วนที่เหลือ (residual terms) หรือมูลค่าเพิ่ม (value added) ของสถานศึกษา j ซึ่งแสดงผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ Y_{ij} ที่ทำนายได้จากสมการ

5. คะแนนมูลค่าเพิ่ม เป็นผลที่ได้จากโมเดลการวิเคราะห์ในระดับที่ 2 ซึ่งได้จากความแตกต่างระหว่างคะแนนที่คาดหวังกับคะแนนจริงที่เกิดขึ้น จึงเป็นการแสดงถึงศักยภาพของสถานศึกษาในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียน จากการควบคุมตัวแปรคุณลักษณะของสถานศึกษาแต่ละแห่งให้มีความทัดเทียมกัน โดยสถานศึกษาที่มีคะแนนมูลค่าเพิ่มเป็นบวกจึงเป็นสถานศึกษาที่สามารถสร้างความสามารถให้นักเรียนได้สูงกว่าความคาดหวัง ในขณะที่สถานศึกษาที่มีคะแนนมูลค่าเพิ่มเป็นศูนย์แสดงถึงสถานศึกษาสามารถสร้างความสามารถให้นักเรียนได้เท่ากับความคาดหวัง และสถานศึกษาที่มีคะแนนมูลค่าเพิ่มเป็นลบแสดงถึงสถานศึกษาสามารถสร้างความสามารถให้นักเรียนได้ต่ำกว่าความคาดหวัง

6. การจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา และการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษา เป็นการใช้คะแนนมูลค่าเพิ่มมาใช้จัดอันดับของสถานศึกษา เพื่อบ่งบอกถึงคุณภาพของการดำเนินงานของสถานศึกษา เมื่อมีการควบคุมตัวแปรอื่นที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของสถานศึกษา อย่างไรก็ตาม การจัดอันดับสถานศึกษาอาจมีความเสี่ยงที่เกิดจากการแปลความหมายผิดพลาด (Ladd & Walsh,

2002) การนำไปใช้โดยส่วนมากจะสามารถพิจารณาสถานศึกษาที่อยู่ในระดับล่างสุดและสูงสุด ซึ่งมีอันดับที่แตกต่างอย่างชัดเจน ดังนั้นการพิจารณาผลการจัดอันดับจึงต้องระวังผลที่ได้ ทั้งนี้ต้องมีการกำหนดโมเดลที่มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม และการเลือกตัวแปรที่มีคุณภาพ เพื่อใช้ผลที่มาแปลความหมายป้อนกลับให้กับสถานศึกษาเพื่อเป็นแนวทางแสดงความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ สิ่งที่พิจารณาการกำหนดโมเดล สรุปได้ว่ามีประเด็นที่น่าสนใจ ประเด็นแรกเป็นความซับซ้อนในการคำนวณหรือการประมาณค่าในโมเดล ประเด็นที่สองคือการให้ความสำคัญของตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจจะส่งผลต่อตัวแปรตามร่วมกับตัวแปรต้น ประเด็นที่สามคือตัวแปรที่นำเข้ามาในโมเดลซึ่งการใช้ตัวแปรที่เป็นตัวบ่งชี้ของการปฏิบัติงานของสถานศึกษาอาจจะมีความแตกต่างกันในแต่ละบริบท และอาจจะมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลได้ ดังนั้นการเลือกโมเดลมูลค่าเพิ่มเพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพการจัดการของสถานศึกษา จึงควรระวังในการเลือกโมเดลที่เหมาะสมเนื่องจากสภาพบริบทที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 3 การจัดการศึกษาของประเทศในประชาคมอาเซียน

ประชาคมอาเซียน เป็นการรวมกลุ่มกันของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จำนวน 10 ประเทศ ซึ่งแต่ละประเทศมีระบบการจัดการศึกษาที่ไม่แตกต่างกันมาก โดยแบ่งการศึกษาเป็นระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา โดยในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอ 2 ประเด็นคือ ความเป็นมาของประชาคมอาเซียน และระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก ซึ่งประกอบด้วยประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 ความเป็นมาของประชาคมอาเซียน

การจัดตั้งองค์กรสมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Association of Southeast Asian Nations) หรืออาเซียน (ASEAN) โดยปฏิญญาสมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Declaration of ASSEAN Concord) หรือปฏิญญากรุงเทพฯ (The Bangkok Declaration) โดยมีการลงนามร่วมกันระหว่างรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการต่างประเทศของประเทศสมาชิก ณ พระราชวังสราญรมย์ เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ.2510 ประกอบด้วยประเทศสมาชิกผู้ก่อตั้ง 5 ประเทศ ได้แก่ อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ และไทย ในเวลาต่อมามีประเทศต่างๆ เข้าเป็นสมาชิกเพิ่มเติม ได้แก่ บรูไนดารุสซาลาม (เป็นสมาชิกเมื่อวันที่ 7 มกราคม พ.ศ.2527) เวียดนาม (เป็นสมาชิกเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ.2538) ลาว และพม่า (เป็นสมาชิกเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ.2540) และกัมพูชา (เป็นสมาชิกเมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ.2542) สัญลักษณ์ของอาเซียน คือ รูปรวงข้าวสีเหลืองบนพื้นสีแดงล้อมรอบด้วยวงกลมสีขาวและสีน้ำเงิน รวงข้าว 10 ต้น หมายถึง ประเทศ

สมาชิก 10 ประเทศ สีเหลือง หมายถึง ความเจริญรุ่งเรือง สีแดง หมายถึง ความกล้าหาญและการมีพลวัต สีขาว หมายถึง ความบริสุทธิ์ และสีน้ำเงิน หมายถึง สันติภาพและความมั่นคง (สำนักงานสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555).

อาเซียนก่อตั้งขึ้นเพื่อส่งเสริมความร่วมมือทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์ ส่งเสริมสันติภาพ และความมั่นคงของภูมิภาค ส่งเสริมความร่วมมือในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน ตลอดจนส่งเสริมความร่วมมือระหว่างอาเซียนกับต่างประเทศและองค์กรระหว่างประเทศ

จากการประชุมสุดยอดอาเซียน ครั้งที่ 9 เมื่อเดือนมกราคม พ.ศ.2550 ได้ประกาศจัดตั้งประชาคมอาเซียน โดยประกอบด้วย 3 เสาหลัก ได้แก่ ประชาคมการเมืองและความมั่นคงอาเซียน (ASEAN Political Security Community: APSC) ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) และ ประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียน (ASEAN Socio – Cultural Community: ASCC)

1) ประชาคมการเมืองและความมั่นคงอาเซียน (ASEAN Political Security Community: APSC) อาเซียนมุ่งส่งเสริมความร่วมมือในด้านการเมืองและความมั่นคง เพื่อเสริมสร้างและธำรงไว้ซึ่งสันติภาพและความมั่นคงของภูมิภาค เพื่อให้ประเทศในภูมิภาคอยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข และสามารถแก้ไขปัญหาและความขัดแย้งโดยสันติวิธี โดยมีเป้าหมายร่วมกันในการสร้าง ”สังคมประชาธิปไตย” เพื่อความมั่นคงร่วมกันในภูมิภาค องค์ประกอบอื่นๆ ทางการเมืองที่อาเซียนถือเป็นแนวทางร่วมกัน รวมถึงหลักการปกครองที่ดี การเคารพในสิทธิมนุษยชน อิสรภาพ เสรีภาพ และความเสมอภาคกันในหมู่พลเมืองอาเซียน เพื่อรองรับการเป็นประชาคมการเมืองและความมั่นคงอาเซียน อาเซียนได้จัดทำแผนงานการจัดตั้งประชาคมการเมืองและความมั่นคงอาเซียน (ASEAN Political – Security Community Blueprint)

2) ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) อาเซียนมีเป้าหมายที่จะรวมตัวเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนภายในปี พ.ศ.2558 โดยมีเป้าหมายให้อาเซียนมีตลาดและฐานการผลิตเดียว และมีการเคลื่อนย้ายสินค้า บริการ การลงทุน เงินทุน และแรงงานมีฝีมืออย่างเสรี เพื่อมุ่งหวังที่จะพัฒนาอาเซียนให้เป็นภูมิภาคที่เจริญมั่งคั่ง มั่นคง ขจัดความยากจน และลดความไม่เท่าเทียมกันทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะส่งผลให้อาเซียนพัฒนาอยู่ในระดับที่เทียบเคียงกัน อาเซียนได้จัดทำแผนงานการจัดตั้งประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community Blueprint) ซึ่งเป็นแผนงานบูรณาการการดำเนินงานในด้านเศรษฐกิจ

3) ประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียน (ASEAN Socio – Cultural Community: ASCC) อาเซียนมุ่งหวังประโยชน์จากการรวมตัวกันเพื่อทำให้ประชาชนมีการอยู่ดีกินดี ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ มีสิ่งแวดล้อมที่ดี และมีความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน โดยมีความร่วมมือเฉพาะด้าน

(Functional Cooperation) ภายใต้สังคมและวัฒนธรรมที่ครอบคลุมในหลายด้าน ได้แก่ เยาวชน การศึกษาและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ สิทธิมนุษยชน สาธารณสุข วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม สตรีและแรงงาน การขจัดความยากจน สวัสดิการสังคมและการพัฒนา วัฒนธรรมและสารนิเทศ กิจการพลเรือน การตรวจคนเข้าเมืองและกงสุล ยาเสพติด และการจัดการภัยพิบัติ สิทธิมนุษยชน โดยมีคณะทำงานอาเซียนรับผิดชอบการดำเนินความร่วมมือในแต่ละด้าน

ประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียนครอบคลุมคุณลักษณะ 6 ด้าน คือ 1) การพัฒนามนุษย์ (human development) 2) การคุ้มครองและสวัสดิการสังคม (social welfare and protection) 3) ความยุติธรรมทางสังคมและสิทธิ (social justice and rights) 4) ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม (ensuring environmental sustainability) 5) การสร้างอัตลักษณ์อาเซียน (building an ASEAN identity) และ 6) การลดช่องว่างทางการพัฒนา (narrowing the development Gap)

วิสัยทัศน์อาเซียน พ.ศ. 2558 ได้กล่าวถึงความสำคัญของการพัฒนามนุษย์ โดยให้ประชาชนสามารถเข้าถึงโอกาสในการพัฒนาด้านต่างๆ อาทิ การศึกษา การเรียนรู้ตลอดชีวิต การฝึกอบรม นวัตกรรม การส่งเสริมการป้องกันคุณภาพการทำงานและการประกอบการ รวมถึงการเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ การวิจัย การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้ประเด็นสำคัญ ได้แก่ ความร่วมมือทางด้านวิชาการและการพัฒนาซึ่งจะช่วยสนับสนุนกระบวนการรวมตัวของอาเซียน การเสริมสร้างขีดความสามารถและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อลดช่องว่างการพัฒนา ดังนั้นความสำคัญของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในอาเซียนจึงได้ทวีบทบาทมากขึ้นต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในอาเซียนให้มีความเจริญก้าวหน้าและแข่งขันได้ในระดับสากล โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเคลื่อนไหวและเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องในหลากหลายด้านที่ส่งผลให้โลกเข้าสู่ยุคโลกาภิวัตน์อันเป็นยุคของสังคมฐานความรู้ (ไพศาล วิศาลาภรณ์ และคณะ, 2552)

แผนงานจัดตั้งประชาคมสังคม และวัฒนธรรมอาเซียน มีการขับเคลื่อนความร่วมมือด้านการศึกษาในกรอบอาเซียน ซึ่งปรากฏในแผนงานการจัดตั้งประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียน (a blueprint for ASEAN Socio-Cultural Community) ได้กำหนดเป้าหมายในการดำเนินการเพื่อก้าวสู่ประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียนด้วยการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับประเทศในภูมิภาคในขอบข่ายด้านการศึกษา โดยเฉพาะความร่วมมือด้านการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเสริมสร้างศักยภาพด้านเทคโนโลยีและทรัพยากรมนุษย์ในอาเซียน

การจัดการศึกษาในแผนงานการจัดตั้ง ประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียน ประกอบด้วยการจัดการศึกษาอย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ เพื่อให้ประชากรอาเซียนได้รับการศึกษาอย่างทั่วถึงภายในปี พ.ศ. 2558 อันจะนำไปสู่การขจัดการไม่รู้หนังสือในภูมิภาค ส่งเสริมให้มีการจัดการศึกษาภาคบังคับ จัดการศึกษาให้แก่ประชาชนทุกเพศอย่างเท่าเทียมโดยปราศจากความเหลื่อมล้ำทางสังคม เชื้อ

ชาติ ภูมิประเทศ และความบกพร่องทางร่างกายการปรับปรุงคุณภาพทางการศึกษา เช่น การให้การศึกษาอบรมเพื่อพัฒนาทักษะด้านเทคนิค การอาชีวศึกษาในอาเซียน การพัฒนาโครงการความช่วยเหลือด้านเทคนิค เช่น การจัดการฝึกอบรมครู และโครงการแลกเปลี่ยนบุคลากรระดับอุดมศึกษาภายในปี 2552 โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศ CLMV การส่งเสริมการเข้าถึงการศึกษาสำหรับสตรีและเด็กอย่างเท่าเทียม รวมทั้งการส่งเสริมการแลกเปลี่ยนแนวปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับหลักสูตรด้านความเสมอภาคทางเพศในโรงเรียนการส่งเสริมความร่วมมือกับองค์กรระหว่างประเทศด้านการศึกษา รวมทั้งความร่วมมือข้ามภูมิภาคเพื่อส่งเสริมคุณภาพการศึกษาในภูมิภาคการแลกเปลี่ยนการเรียนในสถาบันอุดมศึกษาของนักเรียนในกลุ่มประเทศอาเซียน เป็นเวลา 1 ภาคเรียน หรือ 1 ปี และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิตโดยเฉพาะในชุมชน โดยผ่านการศึกษาทางไกล การเรียนด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ

ในส่วนที่เกี่ยวกับการพัฒนามนุษย์ แผนงานการจัดตั้งประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียนกำหนดเป้าหมายการดำเนินงานเพื่อก้าวสู่ประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียนด้วยการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยอาเซียนจะส่งเสริมความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน โดยประชาชนเข้าถึงโอกาสอย่างเที่ยงธรรมในการพัฒนามนุษย์ โดยส่งเสริมและลงทุนในด้านการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต การฝึกอบรมและการเสริมสร้างขีดความสามารถ ส่งเสริมนวัตกรรมและการประกอบการ ส่งเสริมการใช้ภาษาอังกฤษ เทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาศาสตร์เชิงประยุกต์และเทคโนโลยีในการดำเนินกิจกรรมการพัฒนาทางด้านสังคมและเศรษฐกิจแผนงานการจัดตั้งประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียนมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ดังนี้

1. ให้ความสำคัญกับการศึกษา กำหนดเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการด้านการศึกษาให้เป็นวาระการพัฒนาของอาเซียน การสร้างสังคมความรู้ โดยส่งเสริมการเข้าถึงการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างทั่วถึง ส่งเสริมการเลี้ยงดูและพัฒนาเด็กปฐมวัย และการสร้างความตระหนักรับรู้เรื่องอาเซียนในกลุ่มเยาวชนผ่านทางการศึกษาและกิจกรรมต่างๆ เพื่อสร้างอัตลักษณ์อาเซียนบนพื้นฐานของมิตรภาพ และความร่วมมือซึ่งกันและกัน

2. การลงทุนในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ มีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ คือ ส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ของอาเซียน โดยดำเนินกิจกรรมเชิงยุทธศาสตร์และพัฒนาคุณสมบัติความสามารถ การเตรียมความพร้อมที่ดีให้กับแรงงานอาเซียนเพื่อที่จะเอื้อต่อการรับมือกับประโยชน์และกับสิ่งท้าทายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นจากการรวมตัวในภูมิภาคได้

3. ส่งเสริมเทคโนโลยีสารสนเทศ มีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่เน้นการดำเนินโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่ส่งเสริมการปฏิบัติตามข้อริเริ่มของภูมิภาคด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยดำเนินโครงการเสริมสร้างขีดความสามารถ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มสตรี เด็ก ผู้สูงวัย และผู้พิการ ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในเชิงบวก โดยเฉพาะ

อินเทอร์เน็ตสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในทุกระดับการศึกษาริเริ่มการเริ่มใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนประถมศึกษาให้เร็วขึ้นส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต

4. การจัดทำแผนยุทธศาสตร์ด้านการศึกษาในการเพิ่มคุณภาพการศึกษา ให้ความสำคัญกับการจัดมาตรฐานการศึกษา การศึกษาตลอดชีวิตและการพัฒนาอาชีพ ด้วยการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ส่งเสริมการจัดการศึกษาทั้งในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียนอย่างมีคุณภาพ ตามมาตรฐานการศึกษาที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน และมีผลตอบแทนครูที่มีผลงานเป็นเลิศ การส่งเสริมโอกาสให้มีการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อให้ประชาชนทุกคนสามารถศึกษาอย่างต่อเนื่อง การส่งเสริมให้มีการประกันคุณภาพและการเพิ่มคุณค่าด้วยการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อฝึกอบรมครูและผู้นำการศึกษา รวมทั้งส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากข้อมูลข่าวสารและเทคโนโลยีการสื่อสาร

3.2 ระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก

ระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกอาเซียน เป็นภาพรวมของระบบการศึกษาของประเทศในกลุ่มอาเซียน แบ่งเป็นการศึกษาระดับปฐมวัย การศึกษาขั้นพื้นฐาน การอาชีวศึกษา และการศึกษาขั้นอุดมศึกษา ส่วนใหญ่มีลักษณะครอบคลุมการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย จากข้อมูลพื้นฐานในด้านการศึกษาของประเทศสมาชิกอาเซียนทั้ง 10 ประเทศ พบว่าประเทศอาเซียนทุกประเทศให้ความสำคัญกับการพัฒนาการศึกษาของประเทศ เพราะการศึกษานั้นมีส่วนสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจให้เจริญก้าวหน้ามากขึ้น (สำนักงานสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555)

ในการเปรียบเทียบโครงสร้างระดับการศึกษาของสมาชิกในอาเซียนนั้น พบว่ามีลักษณะที่คล้ายกัน คือ แบ่งเป็นระดับปฐมวัยหรือระดับการศึกษาก่อนวัยเรียน การศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับเตรียมอุดมศึกษา และการศึกษาขั้นอุดมศึกษา ซึ่งอาจจะแตกต่างกันบ้างในจำนวนปีที่เรียนของแต่ละระดับ คือ การศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ประกอบด้วยระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น ประเทศไทย ใช้รูปแบบ 6-3-3 ประเทศบรูไนใช้รูปแบบ 7-3-2-2 ประเทศเวียดนามและประเทศลาว ใช้รูปแบบ 5-4-3 เป็นต้น

ในระดับการศึกษาก่อนวัยเรียน ประเทศในอาเซียนจะเน้นการศึกษาไปในทางเดียวกันคือเป็นการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมทั้งทางด้านร่างกายและสติปัญญาแก่เด็กสำหรับการเรียนในระดับประถมศึกษา

การศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยส่วนมากจะมีการศึกษาภาคบังคับอยู่ที่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เช่น ประเทศไทย อินโดนีเซีย และเวียดนาม ซึ่ง

Chulalongkorn University

การศึกษาในระดับถัดไปจะเป็นการเลือกตามความสนใจของผู้เรียนเอง ที่จะเลือกศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษา หรือศึกษาต่อในสายวิชาชีพ ซึ่งจะมีความแตกต่างของวิธีการสอบเข้าและระบบการเรียนของแต่ละประเทศ

ระดับเตรียมอุดมศึกษา เป็นการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับสายสามัญ 2-3 ปี และสำหรับสายอาชีวศึกษา 3-4 ปี ขึ้นอยู่กับรูปแบบของแต่ละประเทศที่ใช้ ซึ่งจะมีหลักสูตรและการแบ่งกลุ่มประเภทวิชาที่แตกต่างกัน

ในระดับอุดมศึกษาก็เช่นเดียวกัน การกำหนดหลักสูตรขึ้นอยู่กับการปฏิรูปการศึกษาของแต่ละประเทศ แต่ที่มีการสอดรับกันในกลุ่มอาเซียน คือ มีแนวทางในการกระจายโอกาสทางการศึกษา เน้นคุณภาพการศึกษาโดยยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนสู่ระดับสากล การพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัย และการศึกษาเฉพาะทางให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานที่เป็นฐานกำลังที่มีความรู้หลากหลาย มีความยืดหยุ่นในการปรับตัว และเปิดเสรีทางการศึกษา ตลอดจนเพิ่มมูลค่าทางการศึกษาในการนำรายได้เข้าประเทศและสงวนเงินตราในการเรียนต่อต่างประเทศ ซึ่งประเทศสิงคโปร์เป็นประเทศที่ก้าวหน้าในประเด็นต่างๆ ที่กล่าวมานี้มากกว่าประเทศอื่นๆ ในอาเซียน และประเทศที่อยู่ระหว่างการดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ที่เห็นเด่นชัด คือ ประเทศไทย มาเลเซีย ลาว เป็นต้น

ประเทศสมาชิกอาเซียนที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศมาเลเซีย ประเทศสิงคโปร์ และประเทศไทย ซึ่งแต่ละประเทศมีรายละเอียดการจัดระบบการศึกษา ดังนี้

3.2.1 สาธารณรัฐอินโดนีเซีย

ประเทศอินโดนีเซีย เป็นประเทศสมาชิกก่อตั้งอาเซียน เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ.2510 มีชื่อเป็นทางการว่า สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (Republic of Indonesia) เป็นประเทศที่มีพื้นที่มากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (5,193,250 ตารางกิโลเมตร) และมีประชากรมุสลิมมากที่สุดในโลก ประชากรประมาณ 230 ล้านคน (พ.ศ.2558) เมืองหลวงคือกรุงจาการ์ตา มีทรัพยากรธรรมชาติมาก ได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน ทองคำ และสัตว์น้ำ เป็นประเทศที่มีบทบาทสูงในกลุ่มประเทศไม่ฝักใฝ่ฝ่ายใด (Non-Aligned Movement: NAM) และองค์กรมุสลิมโลก (Organization of the Islamic Conference : OIC) มีภาษาอินโดนีเซีย หรือเรียกว่าภาษาบาฮาซา (Bahasa Indonesia) เป็นภาษาราชการ ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม (ร้อยละ 88) ที่เหลือนับถือศาสนาคริสต์ (ร้อยละ 8) ฮินดู (ร้อยละ 2) พุทธ (ร้อยละ 1) และศาสนาอื่นๆ (ร้อยละ1) อินโดนีเซียมีการปกครองระบอบประชาธิปไตย มีประธานาธิบดีเป็นผู้นำประเทศ มีการแบ่งอำนาจระหว่างประธานาธิบดีและสภาผู้แทนราษฎร และเป็นการปกครองในระบบสาธารณรัฐแบบ Unitary Republic ซึ่งมีการปกครองตนเองในบางพื้นที่ (Provincial Autonomy)

ระบบการศึกษาของประเทศอินโดนีเซีย

การศึกษาของประเทศอินโดนีเซียถูกกำหนดจาก Pancasila ซึ่งเป็นมูลนิธิของประเทศอินโดนีเซีย เริ่มต้นในปี พ.ศ.2488 และศาลรัฐธรรมนูญออกเป็นกฎหมายการศึกษาและเริ่มบังคับใช้เมื่อ พ.ศ.2546 วัตถุประสงค์ของการศึกษาแห่งชาติคือต้องการพัฒนาศักยภาพ ลักษณะ และอารยธรรม ผ่านทางความสามารถด้านสติปัญญาและการพัฒนาให้นักเรียนเป็นมนุษย์ที่มีคุณค่าโดยมีความศรัทธาและเคร่งครัดในศาสนาโดยเชื่อว่ามีพระเจ้าองค์เดียว มีศีลธรรมและคุณธรรมสูง สุขภาพแข็งแรง มีความรู้ความสามารถ สร้างสรรค์ และมีสิทธิเสรีภาพ ความรับผิดชอบตามหลักพลเมืองที่อยู่ภายใต้ประชาธิปไตย

โครงสร้างการศึกษากระแสหลักของอินโดนีเซียประกอบด้วยระบบการศึกษาในโรงเรียน ระบบการศึกษานอกโรงเรียน และการศึกษาตามอัธยาศัย (informal education) ซึ่งระบบการศึกษาเหล่านี้สามารถเติมเต็มหรือส่งเสริมซึ่งกันและกันผ่านทางการเรียนรู้ทั้งแบบตัวต่อตัวในชั้นเรียนซึ่งสามารถเติมเต็มหรือทดแทนความห่างระหว่างระดับชั้นของการศึกษาได้ การศึกษาในระบบโรงเรียนของอินโดนีเซียประกอบด้วยการศึกษา 3 ระดับ คือ ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา การศึกษาทั้ง 3 ระดับนี้ ยังประกอบด้วยการศึกษาประเภทต่าง ๆ ได้แก่ การศึกษาทั่วไป (general) อาชีวศึกษา (vocational) การศึกษาเฉพาะทาง (professional) อาชีวศึกษาวิชาชีพ (vocational technical) ศาสนา (religious) และการศึกษาพิเศษ (special education) โดยกระแสหลักของระบบการศึกษา ระดับและประเภทของการศึกษาทั้งหมดนี้คือหน่วยของการศึกษาซึ่งถูกจัดตั้งขึ้นโดยรัฐบาลกลาง รัฐบาลท้องถิ่น ชุมชน หรือทุกส่วนร่วมกันจัดตั้งขึ้น

การศึกษาในระดับปฐมวัย ประกอบด้วยการศึกษาในทุกกระแส (ระบบการศึกษาในโรงเรียน ระบบการศึกษานอกโรงเรียน และการศึกษาตามอัธยาศัย) ในระดับพื้นฐาน โดยระบบการศึกษาในโรงเรียนจะสอนหลักศาสนาอิสลามโดยทั่วไปในโรงเรียนอนุบาล (Taman Kanak-Kanak, หรือ Bustanul Athfal/ Raudatul Athfal, ตามลำดับ) ในระบบการศึกษานอกโรงเรียนการศึกษาของเด็กเล็กจะเป็นแบบกลุ่ม (Taman Penitipan Anak) หรือศูนย์ดูแลเด็ก (Kelompok Bermain) และในการศึกษาตามอัธยาศัย เด็กเล็กจะได้รับการศึกษาจากครอบครัวหรือชุมชน

การศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นพื้นฐานของการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา และเกิดในช่วง 2 ระยะของการศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 (อายุ 7-12 ปี) และ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 1-3 (เกรด 7-9) (อายุ 13-15 ปี) การศึกษาระดับประถมศึกษาประกอบด้วย การศึกษาทั่วไปหรือการศึกษาในโรงเรียนอิสลามระดับประถมศึกษา (Sekolah Dasar หรือ Madrasah Ibtidaiyah ตามลำดับ) หรือการศึกษาในโรงเรียนแบบอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นประกอบด้วยการศึกษาทั่วไปหรือการศึกษาโรงเรียนอิสลามในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

(Sekolah Menengah Pertama หรือ Madrasah Tsanawiyah ตามลำดับ) หรือการศึกษาในโรงเรียนแบบอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน

การศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (เกรด 10-12) (อายุ 16-18 ปี) เป็นการศึกษาต่อเนื่องมาจากการศึกษาชั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยการศึกษาทั่วไปในระดับมัธยมศึกษาและอาชีวศึกษา การศึกษาในระดับนี้ประกอบด้วยการศึกษาทั่วไปและหลักอิสลามในระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียน (Sekolah Menengah Atas และ Madrasah Aliyah ตามลำดับ) ส่วนในระดับอาชีวศึกษาจะเป็นอาชีวศึกษาในระดับมัธยมศึกษา (Sekolah Menengah Kejuruan) และโรงเรียนอิสลามแบบอาชีวศึกษาในระดับมัธยม (Madrasah Aliyah Kejuruan) หรือโรงเรียนในแบบอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน

การศึกษาในระดับอุดมศึกษา จะเป็นการศึกษาไปตามระดับมัธยมศึกษาและประกอบด้วยประกาศนียบัตร ปริญญาตรี (sarjana) ปริญญาโท ปริญญาเอก และโปรแกรมการศึกษาต่อเฉพาะทางหลังจบปริญญาเอก (specialized postgraduate programs) การศึกษาในระดับที่สูงขึ้นนี้ประกอบด้วยวิทยาลัย วิทยาลัยเฉพาะด้าน โรงเรียนสอนวิชาเฉพาะทางระดับที่สูงขึ้น สถาบันการศึกษาต่าง ๆ หรือมหาวิทยาลัย โดยสถานศึกษาในระดับนี้จะให้การศึกษา การวิจัยและการบริการชุมชน มุ่งเน้นหลักสูตรที่ส่งเสริมความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในการประกอบอาชีพ

ระบบการศึกษานอกโรงเรียนประกอบด้วยสมาชิกในชุมชนที่จะช่วยส่งเสริมระบบการศึกษาในโรงเรียนเพื่อให้นักเรียนมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ข้อ คือ เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนโดยเน้นกระบวนการที่ได้รับความรู้ และรูปแบบของทักษะต่าง ๆ ที่จะประกอบเป็นบุคลิกภาพและทัศนคติ การศึกษาประเภทนี้รวมทักษะที่ต้องใช้ตลอดชีวิตนั่นคือวัยเด็กวัยรุ่น แลการส่งเสริมสิทธิสตรี การอ่านออกเขียนได้ การอบรมเชิงวิชาชีพและการฝึกงาน หลักสูตรหรือการศึกษาอื่น ๆ ที่มุ่งไปสู่การพัฒนาความสามารถของนักเรียน

ครอบครัวและชุมชนมีบทบาทที่เสมือนระบบการศึกษาในโรงเรียนสำหรับนักเรียนที่ศึกษาในระบบนอกโรงเรียน โดยนักเรียนที่ศึกษาในระบบนอกโรงเรียนนี้มีโอกาสที่จะเข้าไปเรียนในโรงเรียนได้ถ้าสามารถสอบผ่านการทดสอบระดับชาติซึ่งเป็นการทดสอบเทียบความรู้ระหว่างระบบการศึกษาในโรงเรียนและระบบการศึกษานอกโรงเรียน

การศึกษาผ่านทางไกลถูกจัดขึ้นในทุกระบบ ระดับและประเภทของการศึกษาและบริการด้านการศึกษาให้แก่กลุ่มคนในชุมชนที่ไม่สามารถมาเรียนในชั้นเรียนแบบตัวต่อตัวหรือในชั้นเรียนปกติได้ การศึกษาผ่านทางไกลนี้ถูกจัดขึ้นในหลากหลายรูปแบบ และถูกส่งเสริมสนับสนุนในเรื่องของสิ่งอำนวยความสะดวกในการศึกษาและให้บริการเหมือนการศึกษาในระบบปกติให้มั่นใจว่าคุณภาพของการศึกษาเทียบเท่ากับมาตรฐานการศึกษาระดับชาติ

การสอนภาษา

Bahasa Indonesia คือภาษาราชการของอินโดนีเซียและเป็นภาษาพื้นฐานที่สอนในอินโดนีเซีย เนื่องจากอินโดนีเซียเป็นประเทศที่มีประชากรหลากหลายกลุ่มที่แตกต่างกันทั้งด้านภาษาและเชื้อชาติ โดยกลุ่มของประชากรที่มีขนาดใหญ่ที่สุดได้แก่ ชาวชวา และ ชาวสุมาตรา ดังนั้นภาษาที่ใช้ร่วมกันจึงเป็น Bahasa Indonesia ทั้งนี้ ภาษาอังกฤษนั้น โดยทั่วไปจะถูกสอนเมื่อนักเรียนเริ่มเรียนเกรด 7

หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น

ในตารางที่ 2 นำเสนอหัวข้อหรือทักษะที่นักเรียนควรได้รับเมื่อเรียนจบมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือ 3 ตามมาตรฐานวิชาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ

ตารางที่ 2 หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ครอบคลุมจนถึงจบระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือ 3

วิชาด้านวิทยาศาสตร์	จบหลักสูตรเมื่อ	รายละเอียด
ชีววิทยา (หลักสูตรอ้างอิงจากมาตรฐานหลักสูตรแห่งชาติปี พ.ศ. 2554 และรวมเรื่องวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมด้วย)	จบการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 2	ลักษณะและการแบ่งประเภทของอวัยวะ ซึ่งแตกต่างในด้านโครงสร้างของอวัยวะ ระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพ การอนุรักษ์ ประชากรมนุษย์ มลพิษ การเจริญเติบโตและการพัฒนาของอวัยวะ พัฒนาการในมนุษย์ สุขภาพ การเคลื่อนไหว ระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจและระบบไหลเวียนของเลือดในมนุษย์ โครงสร้างและการทำงานของเนื้อเยื่อพืช การสังเคราะห์แสง สารอาหาร ระบบลำเลียงในพืช และโรคพืช
	จบการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 3	ระบบขับถ่ายและระบบสืบพันธุ์ในมนุษย์ ระบบประสาทและการรับความรู้สึกต่าง ๆ ในมนุษย์ การปรับตัว การคัดเลือก การสืบพันธุ์และการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การประยุกต์เทคโนโลยี ชีวภาพในการเกษตร
เคมี	จบการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 2	คุณสมบัติของกรด เบส และเกลือ ธาตุและสูตรเคมีอย่างง่าย ลักษณะของธาตุ ส่วนประกอบและการผสมของธาตุ อะตอม ประจุ และโมเลกุล สารและความหนาแน่น การ

ตารางที่ 2 หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ครอบคลุมจนถึงจบระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือ 3 (ต่อ)

วิชาด้านวิทยาศาสตร์	จบหลักสูตรเมื่อ	รายละเอียด
		เปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี และสารเคมีในชีวิตประจำวัน
ฟิสิกส์	จบการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 3	การวัดปริมาณและหน่วย การเคลื่อนที่ แรงและพลังงาน การสั่นสะเทือนและคลื่น การมองเห็น พลังงานแม่เหล็ก ระบบสุริยะ เสียง แสงและพลังงานไฟฟ้า
วิทยาศาสตร์โลก	จบการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 3	โครงสร้างของโลก กระบวนการ วัฏจักร ประวัติศาสตร์และลักษณะทางกายภาพของโลก (เช่น เปลือกโลก อุทกภาค ชั้นบรรยากาศ) โลกในระบบสุริยะและจักรวาล การใช้แผนที่ สมุดแผนที่ และแผนที่โลก

การสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น

วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการสอน และการทดลองปฏิบัติ

หนังสือที่ใช้ในการสอนต้องผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญพิเศษและกฎกระทรวงศึกษาธิการ หนังสือเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต้องผ่านการรับรองจากคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ นอกเหนือจากหนังสือเรียนแล้วนั้น ยังมีวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการสอนอื่นๆ เป็นส่วนช่วยเสริมและอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตรที่เรียน บางโรงเรียนมีทรัพยากรทางด้านเครื่องมือและห้องปฏิบัติการทดลองทางการศึกษาที่ดีมาก

การใช้เทคโนโลยี

ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ถูกสอนในการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 บางโรงเรียนมีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ดีมากและเป็นศูนย์กลางทางด้านมัลติมีเดีย ดังนั้น ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สามารถนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในบทเรียนของตนเองได้

ระดับชั้นที่มีครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยตรง

โดยปกติแล้วในระดับประถมศึกษา (เกรด 1-6) ครูจะเป็นผู้สอนทุกวิชา แต่ในบางโรงเรียนนักเรียนจะมีครูสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาปีที่ 4

นโยบายการบ้าน

การสั่งการบ้านนั้นไม่มีนโยบายโดยเฉพาะ ครูจะเป็นผู้ตัดสินใจที่จะสั่งการบ้านแก่นักเรียนว่าต้องส่งการบ้านบ่อยแค่ไหน เป็นการบ้านประเภทใดและปริมาณเท่าไรที่นักเรียนจะได้รับมอบหมาย

ครูและการศึกษาของครู

การศึกษาของครูเฉพาะด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 (เกรด 1-6) จะต้องสำเร็จการศึกษาในระดับอนุปริญญา (ประกาศนียบัตร D-2) เพื่อที่จะสามารถสอนได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาของครูถูกปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ.2548 จนถึงปี พ.ศ.2558 ครูจะต้องสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยและได้รับใบประกอบวิชาชีพการสอน

ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 หรือระดับที่สูงกว่า ต้องสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีในวิชาที่ตนเองต้องสอน และฝึกสอนวิชานั้น ๆ หรือเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านศึกษาศาสตร์ โดยหลักสูตรเหล่านี้ใช้ระยะเวลาในการเรียนประมาณ 4-5 ปี ระหว่างช่วงเวลาที่เรียนด้านศึกษาศาสตร์นี้ ต้องเรียนด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 และที่เหลือร้อยละ 40 เป็นการเรียนเกี่ยวกับครุศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการมีทุนการศึกษาและการฝึกสอนวิชาชีพในทุกวิชาโดยมอบผ่านทางสถาบันประกันคุณภาพการศึกษาเพื่อส่งเสริมสถาบันและการเรียนด้านครุศาสตร์เพื่อให้ครูผู้สอนสำเร็จการหลักสูตรการสอนโดยสมบูรณ์

ข้อบังคับเพื่อการพัฒนาไปสู่การเป็นมืออาชีพ

อินโดนีเซียมีจำนวนครูผู้สอนที่มีคุณสมบัติที่ต้องการไม่เพียงพอในบริเวณนอกเกาะชวาโดยเฉพาะในพื้นที่ชนบท และครูที่มีประสิทธิภาพเลือกที่จะสอนหนังสือในเกาะชวามากกว่า ในบางกรณี ครูต้องสอนวิชาอื่น ๆ นอกเหนือจากวิชาที่ไม่ได้เรียนมาเพื่อให้ครูผู้สอนมีประสิทธิภาพและมีกำลังใจในการพัฒนาตนเอง สถาบันประกันคุณภาพการศึกษาจึงได้จัดหลักสูตรการอบรมครูในวิชาคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์และชีววิทยาขึ้น โดยหลักสูตรการอบรมประกอบด้วยนวัตกรรมของกระบวนการสอนวิชาเหล่านี้ผ่านทางการใช้เทคโนโลยีและการฝึกฝนในห้องเรียน

ในปี พ.ศ. 2551 รัฐบาลอินโดนีเซียเริ่มปฏิรูปการศึกษาให้ดีขึ้นโดยเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการและจัดโครงการยกระดับครูผู้สอนทุกวิชาเพื่อส่งเสริมให้ครูมีการพัฒนาหลักสูตรให้เป็นมืออาชีพ และกระตุ้นให้ครูมีการพัฒนาทักษะในการสอนมากขึ้น

การวัดระดับความก้าวหน้าของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ครูและโรงเรียนวัดผลความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนผ่านทางเกรดและบัตรรายงานผลการเรียน ในการศึกษาระดับเกรด 1-6 จะไม่มีการตัดเกรดแต่ครูจะใช้บัตรรายงานผลการเรียนเพื่อตัดสินใจที่จะให้เกรด ในแต่ละปีการศึกษาที่นักเรียนสำเร็จการศึกษา นักเรียนจะได้เลื่อนชั้นขึ้นอยู่กับผลการเรียน โดยผู้ปกครองจะได้รับบัตรรายงานผลการเรียนและลงชื่อรับทราบแล้วส่งกลับมาที่โรงเรียนเพื่อให้ผู้ปกครองสามารถติดตามพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนของเด็ก และสามารถช่วยนักเรียนได้ทันเมื่อผลการเรียนต่ำลง โดยทางโรงเรียนจะเป็นผู้ดูแลนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ

อินโดนีเซียจะติดตามความก้าวหน้าทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ผ่านทางการทดสอบระดับชาติและระดับภูมิภาค การสำรวจ โดยนักเรียนจะได้รับการทดสอบในระดับชาติและระดับภูมิภาคผ่านทางโรงเรียน โดยเริ่มในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (เกรด 7-9) นักเรียนจะได้รับการทดสอบระดับชาติ โดยผลการทดสอบจะใช้ร่วมกับบัตรรายงานผลการเรียนเพื่อตัดเกรด โดยถ่วงน้ำหนักการทดสอบระดับชาติที่ร้อยละ 60 และบัตรรายงานผลการเรียนร้อยละ 40 การทดสอบพิเศษจะเริ่มในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 เพื่อให้สามารถเข้าศึกษาในระดับการศึกษาต่อไปได้ (เช่น การศึกษาระดับมัธยมต้น มัธยมปลาย และอุดมศึกษา) ทุกๆ ภาคการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงปีที่ 6 นักเรียนจะได้รับการทดสอบในระดับภูมิภาคซึ่งอาจจะเป็นการประเมินระหว่างเรียนหรือประเมินเรียนจบภาคการศึกษาเพื่อเลื่อนชั้นก็ได้ การทดสอบในระดับชาติเมื่อศึกษาจบมัธยมศึกษาปีที่ 3 และปีที่ 6 จะทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ภาษา Bahasa Indonesian ภาษาอังกฤษ และเมื่อผ่านการทดสอบนักเรียนจะได้รับประกาศนียบัตรว่าผ่านการทดสอบแล้ว โดยผลการทดสอบว่าผ่านหรือไม่ผ่านนั้นอ้างอิงจากผลของการทดสอบระดับชาติและผลการทดสอบในแต่ละภูมิภาคในวิชาเดียวกันนี้ร่วมกัน ผลการทดสอบระดับชาตินี้จำเป็นสำหรับนักเรียนที่ต้องการศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยหรือการศึกษาในระดับที่สูงกว่า

3.2.2 ประเทศสหพันธรัฐมาเลเซีย

ประเทศสหพันธรัฐมาเลเซีย เป็นประเทศสมาชิกผู้ก่อตั้งอาเซียนตั้งอยู่บนคาบสมุทรมลายู ซึ่งมีอาณาเขตทิศเหนือจดประเทศไทยตอนใต้ทิศใต้จดประเทศสาธารณรัฐสิงคโปร์ และมีบางส่วนของประเทศ คือ รัฐซาบาห์ และรัฐซาราวัคตั้งอยู่บนเกาะบอเนียวและมีเกาะน้อยใหญ่อีกจำนวน 1,007 เกาะ มีพื้นที่ 329,758 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ.2553 มีประชากรประมาณ 27 ล้านคน มีภาษามาเลย์ (Bahasa Malaysia) เป็นภาษาประจำชาติและภาษาราชการ และใช้ภาษาอังกฤษเป็นสื่อในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งมีคนมีความสามารถพูดและเขียนได้อย่างกว้างขวางเช่นกัน นอกจากนี้มีการใช้ภาษาจีนและภาษาอินเดียบ้างในแต่ละชุมชน ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม ประมาณร้อยละ 60.4 รองลงมานับถือศาสนาพุทธ คริสต์ ฮินดู และอื่นๆ มาเลเซียประกอบด้วยรัฐ 13 รัฐ แต่ละรัฐมีสุลต่านเป็นผู้ปกครองดูแลรัฐ มีสมเด็จพระราชาธิบดีเป็นประมุขของประเทศอยู่ในตำแหน่งคราวละ 5 ปีมีการปกครองระบอบประชาธิปไตยแบบรัฐสภา มีนายกรัฐมนตรีเป็นผู้นำด้านการบริหารของประเทศ ประเทศมาเลเซีย อยู่ภายใต้การปกครองของประเทศอังกฤษเป็นเวลานาน 15 ปี ในช่วงปี พ.ศ.2485 – 2500 ประเทศมาเลเซียเป็นประเทศหนึ่งในกลุ่มอาเซียนที่มีเสถียรภาพทางการเมือง และการพัฒนาในทุกๆ ด้านอย่างรวดเร็ว และมีเป้าหมายที่จะเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วประเทศหนึ่งในเอเชียในปี พ.ศ.2563

ระบบการศึกษาของประเทศมาเลเซีย

คุณภาพการศึกษาเป็นความรับผิดชอบอย่างหนึ่งของรัฐบาลมาเลเซียและกระทรวงศึกษาธิการที่ต้องให้นักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในการศึกษา รัฐบาลจ่ายงบประมาณด้านการศึกษาถึงร้อยละ 95 ในการศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา และงบประมาณร้อยละ 60 ในระดับอุดมศึกษาหรือสูงกว่า ระบบการศึกษาของมาเลเซียวางรากฐานตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย

เป้าหมายของประเทศมาเลเซียคือ ต้องการเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคในด้านการศึกษา ส่งผลให้ระบบการศึกษามีการปรับปรุงอยู่เสมอ จุดประสงค์หลักของการศึกษาในประเทศมาเลเซียคือการส่งเสริมให้มีความรู้และการอ่านออกเขียนได้ที่ดีขึ้น ส่งเสริมสติปัญญาควบคู่ไปกับการเติบโตด้านอารมณ์ รัฐบาลมาเลเซียสะท้อนความต้องการนี้ผ่านทางกระทรวงศึกษาธิการเพื่อพัฒนาระบบการศึกษาให้มีคุณภาพระดับโลกซึ่งจะทำให้บุคคลมีศักยภาพเพื่อพัฒนาประเทศชาติต่อไป

มาเลเซียให้เด็กได้รับการศึกษาโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย 11 ปี (เกรด 1-11) นักเรียนจะเข้าศึกษาในระดับประถมศึกษาเมื่ออายุ 6 ปี และการศึกษาระดับประถมศึกษาจะรับเด็กอายุระหว่าง 6-11 ปี การศึกษาในระดับประถมศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ประถมศึกษาตอนต้นปีที่ 1-3 (เกรด 1-3) และประถมศึกษาตอนปลายปีที่ 4-6 (เกรด 4-6) ในระดับการศึกษาที่สูงกว่านี้จะเป็นการศึกษาระดับมัธยมศึกษา (เกรด 7-9) นักเรียนที่เลือกเรียนต่อในระดับสูงกว่านี้อีก 2 ปีจะเป็นการเตรียมตัวเพื่อศึกษาต่อในมหาวิทยาลัย

การสอนภาษา

ภาษา Bahasa Malaysia เป็นภาษาประจำชาติและภาษาราชการของมาเลเซียที่สอนทุกโรงเรียนถึงแม้ว่าภาษาอังกฤษจะเป็นภาษาที่ใช้พูดกันอย่างแพร่หลายในประเทศก็ตาม ขณะที่รัฐบาลต้องการสนับสนุนให้ใช้ภาษาประจำชาติเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ แต่ประชาชนก็มีสิทธิเสรีภาพที่จะพูดภาษาแม่และภาษาอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้

โรงเรียนประถมศึกษาจะสอนภาษาหลัก 3 ภาษา ได้แก่ ภาษามาเลเซีย คือ Bahasa Malaysia จีน และทมิฬ ในระดับมัธยมศึกษาจะใช้ Bahasa Malaysia ในการเรียนการสอน แต่ในปี พ.ศ. 2546 ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่ใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน จากการที่นักเรียนต้องเรียนทั้งสองวิชานี้ด้วยภาษาอังกฤษด้วยการได้รับข้อมูลและการติดต่อสื่อสารด้วยเทคโนโลยีทำให้นักเรียนมีโอกาสที่จะเพิ่มความรู้และทักษะในการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นภาษาอังกฤษได้

หลักสูตรของการเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นของมาเลเซีย

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 หลักสูตรในระดับชั้นมัธยมศึกษาถูกนำเอาหลายวิชามารวมกันส่งผลให้หลักสูตรครอบคลุมเนื้อหาวิชาที่กว้างมากเกินไป โดยรวมเอาวิชาศิลปะและวิทยาศาสตร์ไว้ด้วยกัน

เช่นเดียวกันกับการรวมเอาวิชาชีพและการศึกษาเฉพาะด้านเอาไว้ด้วยกัน ดังนั้นเพื่อทำให้เกิดความชำนาญเฉพาะทาง ส่วนจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์นั้นคือการที่ผู้เรียนมีความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยใช้ศีลธรรมที่มาจากการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการพัฒนาไปตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่เต็มไปด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีคุณค่าอยู่ที่การตระหนักถึงการป้องกันและอนุรักษ์สภาพแวดล้อม

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น

ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นการรวมแนวคิด ข้อเท็จจริง กฎ หรือหลักสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการทางด้านชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ รวมไปถึงดาราศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย

- ทักษะ เป็นทักษะด้านวิทยาศาสตร์และการคิดที่เป็นประโยชน์ด้านวิทยาสาสตร์ เนื่องจากต้องการเน้นการไตร่ตรองและแก้ปัญหา ทักษะด้านวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในการตั้งสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสร้างการทดลองและทำการทดลองต่าง ๆ เนื่องจากจุดมุ่งหมายข้อหนึ่งของระบบการศึกษาแห่งชาติ คือการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ดังนั้น หลักสูตรจึงเน้นทักษะการคิดเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

- ทัศนคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคุณค่าด้านคุณธรรมเป็นสิ่งที่นักเรียนค่อย ๆ ซึมซับผ่านประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติหรือผ่านทางกิจกรรมที่ถูกออกแบบมา

ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (เกรด 7-9) จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเพื่อให้นักเรียนพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้ ทักษะ และคุณค่าด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรสามารถแก้ปัญหาและตัดสินใจเพื่อทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ในระดับการศึกษานี้เน้นไปที่การพัฒนากระตุ้นให้มีความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาและการเป็นนักคิดริเริ่มเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษานี้ถูกจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 เรื่องหลัก คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ เทคโนโลยีและการดำเนินชีวิตแบบยั่งยืน โลกและดาราศาสตร์ รายละเอียดการสอนเป็นไปตามหัวข้อที่ 1-6

หัวข้อที่ 1 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หัวข้อหลัก

เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของชีวิต อธิบายถึงความสำคัญของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี อธิบายขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ในการตั้งสมมติฐาน ทำความรู้จักกับหน่วยของการวัด เครื่องมือวัด และการแปลงหน่วย (เช่น ความหนาแน่น)

หัวข้อที่ 2 หัวข้อวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
เซลล์และหน่วยของสิ่งมีชีวิต	มีความเข้าใจว่าเซลล์เป็นสิ่งที่สร้างอวัยวะต่าง ๆ (เซลล์เดี่ยวและหลายเซลล์) สามารถแยกโครงสร้างและการทำงานของเซลล์ได้ (นิวเคลียส ไซโทพลาสซึม ไมโทคอนเดรีย คลอโรฟิลด์ เยื่อหุ้มเซลล์ และผังเซลล์) รู้ว่านิวเคลียสบรรจุโครโมโซมซึ่งประกอบด้วย DNA ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะทางกายภาพที่ได้มาจากพ่อแม่ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ เข้าใจประเภทและการทำงานของเซลล์มนุษย์ (เส้นประสาท เนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อ การสืบพันธุ์ เลือด และกระดูก) กาจัดเรียงตัวของเซลล์จากแบบง่ายไปถึงแบบซับซ้อน
การสืบพันธุ์	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการสืบพันธุ์แบบใช้เพศและไม่ใช้เพศ จำแนกโครงสร้างการทำงานของระบบสืบพันธุ์ในเพศชายและเพศหญิงได้ เปรียบเทียบความแตกต่างของการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิงและเพศชายได้ และอธิบายการเจริญพันธุ์ การเกิดประจำเดือน ช่วงระยะเวลาตกไข่ บริเวณที่เกิดการปฏิสนธิและการฝังตัวของตัวอ่อน อธิบายความสำคัญและหน้าที่ของรกและสายสะดือได้ อธิบายการพัฒนาจากเซลล์ที่ถูกผสมแล้วไปเป็นตัวอ่อนได้ โดยสามารถบอกถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาลักษณะทางกายภาพและอารมณ์ของทารก อภิปรายถึงการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ ผลเสียจากการตั้งครรภ์ที่ไม่พึงประสงค์ อธิบายถึงโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ อภิปรายถึงความสำคัญในการทำวิจัยเรื่องการสืบพันธุ์ในมนุษย์โดยอธิบายถึงความสำคัญของการเจริญเติบโตและพัฒนาการของมนุษย์ อธิบายหน้าที่การสืบพันธุ์ของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียได้โดยการถ่ายละอองเรณู และการถ่ายทอดลักษณะผ่านทางละอองเรณู เปรียบเทียบความแตกต่างของการผสมเกสรในสายพันธุ์เดียวกันกับการผสมเกสรข้ามสายพันธุ์ รวมไปถึงอธิบายประโยชน์ของการผสมเกสรข้ามสายพันธุ์ทางการเกษตร
การรับความรู้สึก	อธิบายถึงสิ่งกระตุ้นการรับความรู้สึกของอวัยวะต่าง ๆ ได้ อธิบายความแตกต่างของโครงสร้างและบริเวณของเซลล์รับความรู้สึกที่ใช้ในการดมกลิ่นและรับรส แยกแยะโครงสร้างผิวหนังมนุษย์ได้ สามารถวาดและบอกตำแหน่งโครงสร้างของหูได้ อธิบายกลไกการได้ยินเสียง แยกแยะโครงสร้างของตาและการทำงานของตาได้
ระบบย่อยอาหาร	จำแนกประเภทของอาหารและประโยชน์ของอาหารประเภทต่าง ๆ จำแนกการย่อยอาหารและหน้าที่การย่อยอาหารในส่วนต่าง ๆ ของระบบย่อยอาหารได้

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
	อธิบายการย่อยอาหาร การดูดซึมสารอาหารที่ถูกย่อยและการดูดซึมน้ำในลำไส้ใหญ่ อธิบายการขับถ่ายที่เกิดจากพฤติกรรมรับประทานอาหารได้ อภิปรายถึงความสำคัญของการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์
ระบบไหลเวียน	อธิบายการหายใจ อธิบายการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ถุงลม อธิบายผลกระทบจากการสูบบุหรี่และปัจจัยเสี่ยงจากการสัมผัสควันบุหรี่ วาดและเขียนองค์ประกอบของหัวใจได้ เปรียบเทียบความแตกต่างของเส้นเลือดแดงและเส้นเลือดดำได้ อธิบายหลักการรักษาหัวใจให้มีสุขภาพดีได้
ระบบขับถ่าย	อธิบายระบบขับถ่ายในมนุษย์และพืชได้ อธิบายความสำคัญของไตที่ดีได้ อธิบายการสังเคราะห์แสง การลำเลียงและการหายใจในพืชได้ และสามารถสร้างแนวความคิดใหม่ ๆ ว่าจะนำผลจากระบบการขับถ่ายของพืชไปใช้ต่ออย่างไร
การพึ่งพาอาศัยระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	อภิปรายความสำคัญของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ อธิบายขั้นตอนของการอนุรักษ์และการรักษาสิ่งมีชีวิตและการทำนายผลจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของประชากรมนุษย์ได้

หัวข้อที่ 3: หัวข้อวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
หลักการอนุรักษ์พลังงาน	อธิบายถึงหลักการอนุรักษ์พลังงาน แยกแยะการเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน อธิบายแนวคิดประสิทธิภาพพลังงานและแนะนำขั้นตอนการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานได้
ความร้อน	อธิบายผลของความร้อนที่มีต่อวัตถุ ทำกิจกรรมโดยใช้มือสัมผัสเพื่ออธิบายกระบวนการถ่ายเทความร้อนจากบริเวณร้อนไปสู่บริเวณเย็น (สื่อนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่ความร้อน) ออกแบบวิธีการอนุรักษ์พลังงาน อธิบายการควบคุมอุณหภูมิในร่างกายของสัตว์ผ่านทางลักษณะทางร่างกายและพฤติกรรมการดำรงชีวิต
เสียง	นิยามเสียง อธิบายคุณสมบัติของเสียงผ่านทางคุณสมบัติของเสียง (ความดัง เสียงสูงระดับของเสียง และความถี่ ทำกิจกรรมโดยใช้มือสัมผัสการเดินทางของเสียงผ่านตัวกลาง อธิบายการสะท้อนของเสียงและการดูดซับเสียงผ่านทางกิจการใช้มือสัมผัส รวมไปถึงการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
แสง	จำแนกคุณสมบัติของแสง วาดภาพการสะท้อนของแสงจากกระจกและอธิบายคุณสมบัติของรูปแบบภาพสะท้อนได้ วาดภาพรังสีเพื่อแสดงการสะท้อนของแสง

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
	ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันได้ พิสูจน์แสงสีขาวว่าประกอบด้วยแสงเจ็ดสี และประดิษฐ์อุปกรณ์การมองเห็นจากกระจกธรรมดาได้
แรงกดอากาศ	อธิบายตัวอย่างของสิ่งที่ใช้หลักการความกดอากาศ สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้หลักการของแรงกดอากาศได้ และสร้างแบบจำลองที่ใช้หลักการของแรงกดอากาศได้
แรง	อธิบายถึงแรงประเภทต่างๆ และผลของแรงประเภทต่างๆ ได้ อธิบายเกี่ยวกับแรงเสียดทานและการนำแรงเสียดทานไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ อธิบายแนวคิดในการนำเรื่องงานและแรงไปแก้ปัญหาได้
ไฟฟ้า	อธิบายเรื่องไฟฟ้าสถิตได้ เปรียบเทียบความแตกต่างของวงจรแบบขนานและวงจรแบบอนุกรมได้ อธิบายพลังงานแม่เหล็กและไฟฟ้าสถิตได้ เปรียบเทียบความแตกต่างจากผลของการเพิ่มและการลดกระแสไฟฟ้าได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ อธิบายการสร้างกระแสไฟฟ้าและการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าและข้อควรระวังในการใช้ไฟฟ้าได้ อธิบายวิธีการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าว่าทำไมจึงมีความสำคัญ คาดการณ์ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับประเทศมาเลเซีย หากเกิดเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าไม่พอใช้ในอนาคตได้

หัวข้อที่ 4: หัวข้อวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
สาร	อธิบายเกี่ยวกับสาร พิสูจน์ได้ว่าสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตมีมวลและมีพื้นที่อาศัยอยู่ได้ อธิบายสถานะทั้ง 4 สถานะของสารได้ อธิบายตารางธาตุ เปรียบเทียบความแตกต่างคุณสมบัติของโลหะและอโลหะได้ อธิบายวิธีการแยกสารผสมทางกายภาพได้ (การกรอง การกลั่น การแยกสารโดยใช้แม่เหล็ก การตกตะกอน การแขวนลอย และวิธีโครมาโทกราฟี)อธิบายการดำรงอยู่ของสารในขณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทราบว่าสารผสมสามารถแยกโดยวิธีการทางเคมีได้
อากาศ	อธิบายความสำคัญของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน และก๊าซเฉื่อย ในชีวิตประจำวันได้ อธิบายส่วนประกอบของอากาศได้ว่าประกอบด้วยก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนในสัดส่วนร้อยละเท่าใด เพื่อสามารถคงสภาพของชั้นบรรยากาศเอาไว้ สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้นบนโลกถ้าสัดส่วนของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไม่สมดุล อธิบายผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้และแนะนำขั้นตอนในการควบคุมมลพิษทางอากาศได้
น้ำและ	อธิบายองค์ประกอบของน้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของไอน้ำและการเดือด อธิบาย

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
สารละลาย	การประยุกต์ใช้การกลั่นตัวของไอน้ำในชีวิตประจำวัน อธิบายปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการละลายน้ำของสารละลาย อธิบายความสำคัญของน้ำในฐานะที่เป็นตัวกลางในการทำละลาย อธิบายสมดุลเคมีของสารละลายและยกตัวอย่างสมดุลเคมีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน อธิบายประเภทของการกลั่นน้ำให้บริสุทธิ์ในแบบต่าง ๆ อธิบายระบบการจำหน่ายน้ำประปาว่ามีวิธีการอย่างไร อธิบายแนวทางการอนุรักษ์น้ำ อธิบายผลกระทบของมลภาวะทางน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และอภิปรายแนวทางในการควบคุมมลภาวะทางน้ำและรักษาคุณภาพน้ำ
ความไวต่อปฏิกิริยาในโลหะ	กำหนดปฏิกิริยาของโลหะต่าง ๆ และอธิบายกระบวนการถลุงโลหะออกจากแร่ได้

วข้อที่ 5: หัวข้อเทคโนโลยีและการใช้ชีวิตอย่างยั่งยืน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
ระบบการรองรับ	อธิบายระบบโครงกระดูกในกระดูกสันหลังและระบบรองรับในสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลังเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างโพรงกระดูกและความหนาของโครงกระดูก อภิปรายความสำคัญของระบบรองรับในร่างกายที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
กลไกอย่างง่าย	อธิบายคานงัดและรอก และกลไกการทำงาน รวมไปถึงการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการคานงัดและรอก

หัวข้อที่ 6: วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
โลกและโครงสร้างของโลก	อธิบายถึงซากดึกดำบรรพ์ (fossils) และการเกิดซากดึกดำบรรพ์ได้ อภิปรายถึงความสำคัญของซากดึกดำบรรพ์ที่มีต่อวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ อธิบายรูปแบบหินแบบต่าง ๆ ได้ และการใช้หินประเภทต่าง ๆ คือ หินอัคนี หินแปร และหินตะกอนอธิบายโครงสร้างของโลกว่าประกอบด้วยชั้นลิโทรสเฟียร์ไฮโดรสเฟียร์ และแอทโมสเฟียร์ อธิบายการกระจายตัวขององค์ประกอบในชั้นโดรสเฟียร์ และอธิบายถึงชั้นแอทโมสเฟียร์ว่าประกอบด้วยชั้นใดบ้างและแต่ละชั้นมีหน้าที่อย่างไร.

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย
ดาราศาสตร์	(ระบบสุริยะ) เปรียบเทียบความแตกต่างของแบบจำลองระบบสุริยะในยุคต่าง ๆ คือ ยุคของทอเลมี โคเปอนิคัสและเคปเลอร์ อธิบายทฤษฎีเนบิวล่าซึ่งเป็นทฤษฎีการกำเนิดระบบสุริยะ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงในระบบสุริยะได้ (ดาราจักร) อธิบายการสร้างพลังงานของดวงอาทิตย์ อธิบายการเกิดและการตายของดวงดาว อธิบายปรากฏการณ์การเกิดพายุสุริยะบนพื้นผิวของดวงอาทิตย์และผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก และจักรวาลวิทยา อธิบายเกี่ยวกับกาแลกซี่และจักรวาลและอภิปรายถึงความสำคัญของการค้นพบเกี่ยวกับอวกาศ

การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิชาวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเรียนคาบละ 40 นาที 5 คาบต่อสัปดาห์

วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการสอน และการทดลองปฏิบัติ

โรงเรียนจะได้รับวิธีและกลยุทธ์การสอน โดยหลักสูตรการเรียนการสอนจะเป็นแบบเฉพาะทั้งวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ โดยหลักสูตรการสอนจะแนะนำการสอนและแผนกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น บทเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาจะเป็นการเรียนการสอนในชั้นเรียน ส่วนการทดลองปฏิบัตินั้นจะเรียนในระดับมัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการได้แบ่งงบประมาณประจำปี (สำหรับการศึกษาพื้นฐาน) เพื่อซื้ออุปกรณ์ สารเคมี อุปกรณ์สื่อการสอน และของใช้จำเป็นในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนต้องซื้อเอง นอกจากนี้กระทรวงศึกษาธิการยังให้การสนับสนุนทรัพยากรทางการศึกษาที่จำเป็นทั่วไปอีกด้วย

การใช้เทคโนโลยี

เทคโนโลยีถูกนำมารวมในการสอนวิทยาศาสตร์และการเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถค้นคว้าและพัฒนาความเข้าใจด้านแนวคิดทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ทางเทคโนโลยีได้แก่ เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ด้านการศึกษา และอินเทอร์เน็ต โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะถูกใช้ทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มในการเรียนการสอน

การติดต่อสื่อสาร การทำงานร่วมกัน การแก้ปัญหาและการตัดสินใจเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 รูปแบบการทำงานออนไลน์แบบกลุ่มส่งเสริมให้สามารถแบ่งเป็นข้อมูลซึ่งกันและกันได้เช่นเดียวกับการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันระหว่างนักเรียนที่อยู่ต่างโรงเรียน ชุมชน และวัฒนธรรม ทั้งนักเรียนที่อยู่ในประเทศมาเลเซียและนักเรียนที่อยู่ต่างประเทศ เช่น โปรแกรม Think Quest ของบริษัท Oracle เป็นโปรแกรมออนไลน์ที่ให้นักเรียนสามารถทำโครงงานด้านวิทยาศาสตร์และ

คณิตศาสตร์ร่วมกันได้ไม่ว่าสมาชิกในกลุ่มจะอยู่ที่ไหนก็ตาม โดยนักเรียนสามารถแบ่งปันข้อมูลผ่านทางสื่อสังคมออนไลน์เช่น facebook group yahoo group และ google นอกจากนี้สื่อการเรียนการสอนสามารถพัฒนาโดยครูและแบ่งปันไปยัง youtube, slideshare และสื่ออื่น ๆ ที่ใช้ในชั้นเรียนได้

EduwebTV เป็นสื่อชนิดหนึ่งที่ถูกจัดการโดยกระทรวงศึกษาธิการ โดยครูสามารถเข้าไปดาวน์โหลดวีดิโอที่เกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนการสอน ข่าวสารต่าง ๆ และสื่อการเรียนการสอน รวมไปถึงครูก็สามารถอัพโหลดสื่อการเรียนการสอนของตัวเองเพื่อแบ่งปันไปยังครูคนอื่น ๆ ได้อีกด้วย การเรียนรู้ทางสายตา (virtual learning environments (VLE)) เป็นระบบการจัดการการเรียนรู้ที่ใช้เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้หลักสูตรการสอนด้วยตนเอง เช่น VLE สามารถใช้เพื่อสามารถรับข้อมูลการอ้างอิงเนื้อหาวิชาต่าง ๆ (sharable content object reference: SCORM) โดยสื่อการเรียนการสอน e-learning ออนไลน์ ประกอบด้วยการบ้านที่ครูสามารถให้คะแนนและเก็บบันทึกข้อมูลเอาไว้ในระบบได้

การศึกษาในประเทศมาเลเซียเน้นไปที่การสร้างเนื้อหารายบุคคลขึ้นมา ซึ่งหมายความว่าครูสามารถพัฒนาเนื้อหาที่เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนเองได้ กระทรวงศึกษาธิการได้อบรมความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและสื่อห้องสมุด (โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ) เพื่อพัฒนาเนื้อหาที่ใช้ซอฟต์แวร์ เช่น Microsoft PowerPoint and Movie Maker ซึ่งสามารถแบ่งปันไปบน Eduweb TV หรือโปรแกรมอื่น ๆ ได้ จากนั้นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ) จะอบรมครูในโรงเรียนเพื่อให้สามารถพัฒนาและแบ่งปันเนื้อหาการเรียนการสอนออนไลน์ ผ่านทาง แบบฝึกหัดชองชุมชนครู (teacher communities of practice: COP) เพื่อเป็นการแบ่งปันสื่อการเรียนการสอน แผนการสอน เพื่อให้ครูที่เข้ามาใช้โปรแกรมนี้แลกเปลี่ยนความรู้แบบฝึกหัดและเกิดการพัฒนาการสอนของตนเองให้ดีขึ้น

ระดับชั้นที่มีครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยตรง

ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์จะสอนนักเรียนตั้งแต่การศึกษาในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และระดับการศึกษาที่สูงกว่ามัธยมศึกษาตอนต้น

นโยบายการบ้าน

ไม่มีนโยบายการบ้านในระบบการศึกษาของประเทศมาเลเซีย ดังนั้น การสั่งการบ้านจึงเป็นเพียงการให้ทำแบบฝึกหัดทั่วไปในชั้นเรียนและการศึกษาเป็นบทบาทสำคัญในการสร้างชาติ

ครูและการศึกษาของครู

การสอนในประเทศมาเลเซียมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชำนาญการตลอดเวลา เนื่องจากการศึกษามีบทบาทหลักในการสร้างชาติปรัชญาการศึกษาแห่งชาติและปรัชญาด้านการศึกษาของครูผู้สอน คือการเป็นตัวอย่างของการสร้างสรรค์ครูที่มีความยืดหยุ่น มีความเป็นมืออาชีพ และมีความสามารถทางด้านเทคโนโลยี ในระดับมาตรฐานสากล โดยปรัชญาเหล่านี้นำไปสู่การศึกษาที่มีการ

พัฒนาตลอดเวลาเช่นเดียวกันกับครูผู้สอนเอง เพื่อให้นำไปสู่ความเป็นเลิศ กระทรวงศึกษาธิการได้ยกระดับวิทยาลัยครูทั่วทั้งประเทศเพื่อให้เป็นสถาบันการศึกษาสำหรับครู ส่งผลให้ครูต้องเป็นผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญา เป็นผู้ที่มีความสามารถและความปันมืออาชีพโดยเฉพาะ ดังนั้นครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจึงต้องมีการปรับให้จบการศึกษาในระดับปริญญาด้วย

ในปัจจุบันหลักสูตรการศึกษาครูในระดับปริญญาตรีจะรวมหลักสูตรการสอนหลังจบการศึกษา (post graduate teaching course) 1 ปี หลักสูตรปริญญาตรีแบบทวิภาค (เป็นการร่วมมือกันระหว่างวิทยาลัยในประเทศกับมหาวิทยาลัยต่างประเทศที่จะสอนในปีที่ 1 และปีที่ 2 ของหลักสูตร) หลักสูตรปริญญาตรีศึกษาศาสตร์ (5 ปีครึ่ง) และหลักสูตรเรียนต่อระดับปริญญาในต่างประเทศ

ข้อบังคับเพื่อการพัฒนาไปสู่การเป็นมืออาชีพ

สถาบันที่ให้การศึกษาแก่ครูและมหาวิทยาลัยของรัฐบาลรับผิดชอบการเรียนการสอนของครูภายใต้การดูแลกำกับของกระทรวงการอุดมศึกษา ปัจจุบันประเทศมาเลเซียมีสถาบันที่ให้การศึกษาแก่ครูจำนวน 27 แห่ง และมีสถาบันศูนย์การสอนภาษาอังกฤษ กระทรวงจะใช้การสอบเข้าที่เข้มงวดเพื่อคัดผู้ที่มีคุณสมบัติเข้ามาเรียนเท่านั้น ผู้สมัครเข้าเรียนหลักสูตรศึกษาศาสตร์จะถูกเลือกผ่านการทดสอบการคัดเลือกครูแห่งมาเลเซีย ทั้งการสัมภาษณ์แบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม การทดสอบข้อเขียนภาษาอังกฤษ ผู้ผ่านการคัดเลือกจะต้องลงเรียนหลักสูตรการเรียนการสอนหลังศึกษาจบในวิชาเฉพาะที่ตนเลือกเรียนมาด้วย

ผู้ผ่านการคัดเลือกที่ศึกษาด้านวิชาคณิตศาสตร์ต้องได้รับปริญญาทางด้านคณิตศาสตร์และได้รับใบประกาศนียบัตรจากการทดสอบของประเทศมาเลเซียเพื่อประโยชน์นอกเหนือจากการศึกษาด้านวิชาคณิตศาสตร์

Chulalongkorn University

หลักสูตรการพัฒนาสู่ความเป็นผู้ชำนาญการในด้านวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ถูกรวมเข้ากับหลักสูตรการเรียนเฉพาะทางเพื่อเป็นครู โดยเป็นหลักสูตรการเรียนหลังจบการศึกษา หลักสูตรใช้ระยะเวลาในการเรียน 14 สัปดาห์ โดยหลักสูตรประกอบด้วย ปริญญาสำหรับครูที่ยังไม่จบการศึกษา ปริญญาภาษาต่างประเทศ หลักสูตรยกระดับเพื่อเป็นผู้ชำนาญการสำหรับครูที่สอนในโรงเรียนท้องถิ่น โรงเรียนห่างไกล และโรงเรียนอัจฉริยะ (โรงเรียนที่เน้นด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ) และหลักสูตรการพัฒนานักการศึกษามาเลเซีย ครูที่จบหลักสูตรการพัฒนาเพื่อให้เป็นผู้ชำนาญการด้านวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ในด้านนั้น ๆ เป็นอย่างดี มีทักษะของความเป็นผู้รอบรู้ ใช้เทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารได้ และเป็นผู้มีศีลธรรม จุดมุ่งหมายเพื่อผลิตครูผู้มีความรู้และชำนาญการ สามารถทำการสอนได้อย่างมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพในการสอนตามหลักสูตรที่กำหนดได้ สามารถใช้กระบวนการการเรียนรู้ที่ทำให้ครูผู้สอนเป็นสื่ออำนวยความสะดวกในการให้ความรู้มากกว่า

ที่จะเป็นสิ่งที่ให้ข้อมูล นอกจากนี้นโยบายการศึกษาแห่งชาติยังส่งเสริมกาสร้างกลุ่มของผู้ชำนาญการเพื่อสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาที่จะต้องเกิดขึ้นในยุคโลกาภิวัฒน์

สำนักการศึกษาครูและสถาบัน Aminuddin Baki เป็นผู้ที่จัดอบรมครูและเป็นผู้จัดหลักสูตรการพัฒนาสู่ความเป็นผู้ชำนาญการ รวมไปถึงวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้วย

การวัดระดับความก้าวหน้าของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

การสอบในระดับประถมศึกษานั้นเพื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนซึ่งจะเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของหลักสูตรและกระบวนการสอนทางอ้อม จากจุดมุ่งหมายนี้การทดสอบถูกจัดขึ้นทั้งระดับโรงเรียนและระดับชาติ ในระดับโรงเรียนครูจะมีขั้นตอนที่จะวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและพัฒนาการด้านต่าง ๆ โดยการทดสอบจะถูกจัดการโดยจังหวัดหรือรัฐเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของโรงเรียน

ในการทดสอบระดับชาติ จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 5 วิชา ผ่านการเรียนในโรงเรียนทั้ง 13 ปี การทดสอบหลัก ๆ มี 2 การทดสอบ คือ 1) the Malaysian Examinations Syndicate (MES) มีหน้าที่รับผิดชอบจัดการทดสอบแห่งชาติหลายระดับการศึกษา โดยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับประถมศึกษา (Ujian Pencapaian Sekolah Rendah) จัดการทดสอบขึ้นเมื่อนักเรียนสำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 และการทดสอบในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Penilaian Menengah Rendah) จัดขึ้นเมื่อนักเรียนสำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 การทดสอบในระดับประกาศนียบัตรการศึกษาแห่งมาเลเซีย (Sijil Pelajaran Malaysia) จัดขึ้นเมื่อนักเรียนสำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 การทดสอบในระดับประกาศนียบัตรการศึกษาด้านศาสนาแห่งมาเลเซีย (Sijil Tinggi Agama Malaysia) จัดการทดสอบเพื่อคัดเลือกเข้าศึกษาในหลักสูตรระดับปริญญาด้านศาสนาในประเทศตะวันออกกลางและมหาวิทยาลัยในประเทศ 2) the Malaysian Examinations Council (MEC) เป็นผู้จัดการทดสอบในระดับอุดมศึกษา (Sijil Tinggi Persekolahan) ซึ่งเป็นการทดสอบในระดับสากลก่อนเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยสามารถเทียบได้กับการทดสอบระดับ GCE A-Level ในทุกมหาวิทยาลัย

ถึงแม้จะสามารถประเมินนักเรียนได้โดยการทดสอบในระดับโรงเรียนและระดับชาติ แต่มาเลเซียให้ความสนใจที่ผลการทดสอบในระดับชาติโดยใช้เป็นตัวตัดสินทั้งในเรื่องการศึกษาและความมีคุณธรรม การมีส่วนร่วมในการเลือกตั้ง ตำแหน่งที่ตั้ง กระแส การเรียนรู้ โอกาส การรับประกัน และการเลื่อนตำแหน่ง จะเห็นได้ว่าการศึกษาในประเทศมาเลเซียเป็นระบบที่เน้นไปที่การทดสอบมากเกินไป กระทรวงศึกษาธิการจึงตัดสินใจที่จะเปลี่ยนรูปแบบการศึกษาให้เป็นแบบองค์รวมและมีกระบวนการที่ยืดหยุ่นมากขึ้น โดยกระจายการทดสอบไปที่ระดับโรงเรียนเนื่องจากปรับปรุงให้ดีขึ้นในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยมีจุดประสงค์ที่จะสร้างตัวชี้วัดและการเข้าถึงนักเรียนในด้านศักยภาพ การพัฒนาและการเรียนรู้ผ่านการอ่าน นอกจากนี้ยังเป็นกระบวนการที่เพิ่มเติมมาจากการวัดผลสัมฤทธิ์แบบดั้งเดิมด้วย

เพื่อให้บรรลุตามแนวคิดการเข้าถึงแบบองค์รวมกระทรวงศึกษาธิการวางแผนที่เป็นขั้นตอนดังนี้

- ลดบทบาทข้อมูลการทดสอบระดับชาติที่มีต่อระบบการเรียนในโรงเรียนลง
- รวมฐานข้อมูลของโรงเรียนกับฐานข้อมูลส่วนกลางเข้าด้วยกัน
- ขยายขอบเขตการประเมินให้ครอบคลุมด้านอื่นมากขึ้น เช่น การมีส่วนร่วมในหลักสูตรการเรียนการสอนของนักเรียน และกิจกรรมต่าง ๆ ที่สร้างความเป็นมนุษย์และบุคลิกภาพ
- นำการประเมินทางด้านจิตใจเข้ามาใช้เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทางด้านจิตใจของนักเรียน เพื่อให้ครูสามารถเข้าใจนักเรียนได้ดียิ่งขึ้นและให้ความช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้
- นำการประเมินด้านคุณภาพแบบอ้างอิงมาใช้เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนชาวมาเลเซียทุกคนเป็นที่ยอมรับในระดับมาตรฐานสากล โดยใช้การประเมินที่หลากหลายในด้านความรู้ ทักษะต่าง ๆ และศักยภาพ
- เพิ่มการมีส่วนร่วมผ่านตัวแทนและผู้ถือหุ้นในกระบวนการการประเมิน การศึกษาและการให้การรับรอง

การปรับปรุงแนวคิดด้านการประเมินทางการศึกษานี้นำไปสู่ระบบการประเมินด้านการศึกษาแห่งชาติ (National Education Assessment System (NEAS)) เพื่อรวบรวมข้อมูลแบบองค์รวมเกี่ยวกับประวัตินักเรียน การมีส่วนร่วม การพัฒนา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดย NEAS จะใช้การพิจารณา 5 ประเภท ดังนี้

- การประเมินจากโรงเรียน เป็นวิธีการที่ถูกวางแผน พัฒนา สร้างขึ้น กำหนด และรายงานโดยครูผู้สอนในโรงเรียนและรวมนักเรียน ผู้ปกครอง และบุคคลอื่น ๆ เข้าไปด้วย โดยใช้การประเมินอ้างอิงจากแบบแผนมาตรฐานด้านความประพฤติ การให้คะแนนด้านการประพฤติตามหลักศาสนาแทนการให้คะแนนโดยการตัดเกรด โดยเริ่มใช้ในเดือนมกราคม ปี พ.ศ.2554 การประเมินมาตรฐานด้านความประพฤติใช้ประเมินนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 1 การประเมินนี้ขยายไปจนถึงนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปี พ.ศ. 2555
- การประเมินจากส่วนกลาง การประเมินด้วยวิธีนี้ผู้ที่กำหนดมาตรฐาน เครื่องมือ การวิเคราะห์ข้อมูลและแนวทางการประเมินคือ the Malaysian Examinations Syndicate (MES) แต่โรงเรียนจะเป็นผู้บริหารจัดการและทำรายงานผ่านวิธีการที่กำหนดมาให้
- การประเมินด้านจิตใจ การประเมินด้วยวิธีนี้จะประเมินจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ช่วยบ่งชี้การถูกรบกวนทางด้านจิตใจของนักเรียนหรือความสามารถของนักเรียน นั่นคือ การเรียนรู้ ความสามารถทั่วไป ความถนัด บุคลิกภาพ จุดแข็ง จุดอ่อน พรสวรรค์ ความสนใจ ความชอบ ทัศนคติ และความเบี่ยงเบน โดยข้อมูลจากการประเมินสิ่งเหล่านี้ทำให้ครูสามารถเข้าใจนักเรียน ผู้ปกครองเข้าใจบุตรหลาน และนักเรียนเข้าใจตนเอง

- การทดสอบจากส่วนกลาง จะมีหน่วยงาน MES เป็นผู้พัฒนา จัดตาราง จัดการทดสอบ และรายงานผลการทดสอบ ผลการสอบจากส่วนกลางของนักเรียนจะถูกรายงานออกมาเป็นใบประกาศนียบัตรหรือใบรายงานผลเมื่อ MES ได้พิจารณาผลการประเมินจากส่วนกลางและโรงเรียนแล้ว

- การประเมินด้านร่างกาย กีฬา และการเข้าร่วมกิจกรรมตามหลักสูตร การประเมินนี้เป็นการประเมินการมีส่วนร่วม และการแสดงออกของนักเรียนในกิจกรรมตามหลักสูตรและนอกเหนือหลักสูตรต่างๆ ซึ่งกิจกรรมด้านกายภาพสามารถจัดภายนอกห้องเรียนได้ เช่น การเรียนวิชาพลศึกษา กีฬา กรีฑา และเกม กิจกรรมต่าง ๆ นี้ถูกจัดโดยสมาคม คลับ หรือรูปแบบกลุ่ม เช่น การเรียนลูกเสือ เนตรนารี เป็นต้น

จุดมุ่งหมายของการประเมินจากส่วนกลางคือ ต้องการที่จะเปลี่ยนรูปแบบบทบาทที่เหมือนเป็นการตัดสินให้เป็นการเฝ้าติดตามการเจริญเติบโตและพัฒนาการของนักเรียน NEAS ไม่ใช่การทดสอบแต่เป็นระบบที่เสริมด้านประสิทธิภาพมากกว่า โดยประกอบด้วยการแนะนำโรงเรียนว่าต้องทำอย่างไรจึงจะสามารถเข้าถึงนักเรียนแบบเป็นองค์รวมและเป็นกลาง ซึ่งส่งผลให้โรงเรียนสามารถสร้างฐานข้อมูลของนักเรียนแบบมีกระบวนการคิด มีประสิทธิภาพและมีการพัฒนาด้านจิตใจ การแสดงออกในมิติที่เกี่ยวกับการศึกษา เพื่อให้นักเรียนเป็นไปตามแผนที่วางไว้

การทดสอบด้านการอ่านออกเขียนได้และความรู้พื้นฐานด้านการคำนวณ (LINUS) เป็นหลักสูตรที่ช่วยให้มั่นใจได้ว่านักเรียนจะมีทักษะด้านการอ่านเขียนและคำนวณหลังจากเรียนจบในระดับชั้นประถมศึกษาใน 3 ปีแรก โดยหลักสูตรนี้จะเริ่มขึ้นในปี พ.ศ.2553 และหลักสูตรจะเริ่มใช้อย่างสมบูรณ์ในปี พ.ศ.2555 การทดสอบด้วยหลักสูตร LINUS จะถูกจัดขึ้น 3 ครั้งต่อปี เพื่อทำให้สามารถแยกได้ว่านักเรียนที่ศึกษาในระดับเกรด 1-3 คนไหนมีปัญหาด้านการอ่าน การเขียน และพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์

การทดสอบถูกจัดขึ้นในปี พ.ศ. 2553 เพื่อวัดนักเรียนทุกคนที่ศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนที่ไม่ผ่านการทดสอบจะต้องเข้าศึกษาในหลักสูตร LINUS

3.2.3 ประเทศสาธารณรัฐสิงคโปร์

สิงคโปร์ (Singapore) หรือชื่อเป็นทางการว่าสาธารณรัฐสิงคโปร์ (Republic of Singapore) เป็นนครรัฐที่ตั้งอยู่บนเกาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยอยู่ทางใต้สุดของคาบสมุทรมาเลย์ สิงคโปร์เป็นประเทศขนาดเล็กมีพื้นที่ประมาณ 700 ตารางกิโลเมตร ชื่อดั้งเดิมของประเทศคือ “เตมาเซค” ซึ่งเป็นคำในภาษาชวาแปลว่าเมืองแห่งท้องทะเล (Sea Town) มีประชากรประมาณ 5 ล้านคน ประกอบด้วยชนหลายเชื้อชาติ ศาสนา และวัฒนธรรม เช่น ชาวจีน มาเลย์ และอินเดีย สิงคโปร์ได้รับสิทธิในการปกครองตนเองจากการเป็นอาณานิคมของอังกฤษในปี พ.ศ.2502 ต่อมาได้รวมเข้ากับมาเลเซียในปี พ.ศ.2506 และได้แยกตัวออกจากมาเลเซียเป็นประเทศเอกราชในปี พ.ศ.2508 ระบบการปกครองในปัจจุบันคือระบอบประชาธิปไตย มีประธานาธิบดีเป็นประมุข

สิงคโปร์ได้ชื่อว่าเป็นประเทศที่มีเสถียรภาพทางการเมืองนโยบายสำคัญประการหนึ่งของรัฐบาลคือ การอยู่อย่างปรองดองเพื่อให้แต่ละชนชาติคงความเป็นชาติและศาสนาของตน สิงคโปร์เป็นประเทศที่มีการเมืองเข้มแข็งมากประเทศหนึ่งและมีความมั่นคงทางเศรษฐกิจอย่างมาก รวมทั้งมีการจัดระบบการศึกษาที่ดีได้รับการยอมรับ ได้รับการจัดอันดับให้เป็นประเทศที่มีความมั่นคง และมั่งคั่งทางเศรษฐกิจเป็นอันดับต้นๆ ของโลก เป็นศูนย์กลางพาณิชยกรรมและอุตสาหกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ในปี พ.ศ.2549 มีรายได้ประชาชาติต่อประชากรประมาณ 30,385 เหรียญสหรัฐ เป็นประเทศที่มีประชากรรู้หนังสือในอัตราที่สูงที่สุดในเอเชียถึงร้อยละ 95 และมีกำลังแรงงานระดับกลางที่มีทักษะฝีมือดีที่สุดในเอเชีย มีอัตราการว่างงานในปี พ.ศ.2549 ประมาณร้อยละ 2.6

รัฐบาลสิงคโปร์มีนโยบายพัฒนาประชากรเพื่อให้เป็นประชากรที่มีคุณภาพ ซึ่งนโยบายหลักคือ การพัฒนาการศึกษาให้กับประชากร เนื่องจากตระหนักว่าประชากรที่มีการศึกษาและมีคุณภาพเท่านั้นจึงจะนำพาประเทศให้เจริญรุ่งเรืองต่อไปได้ การจัดการศึกษาในสิงคโปร์เป็นการกระจายอำนาจจากศูนย์กลาง โดยรัฐบาลเป็นผู้กำหนดนโยบายหลักด้านการศึกษาแล้วรับไปดำเนินการให้สัมฤทธิผลโดยกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการจะเป็นผู้วางแผนการดำเนินการและติดตามผล นอกจากนี้ นโยบายทางการศึกษาของสิงคโปร์คือผลักดันให้ผู้เรียนเป็น Active Learner เป็นนักคิด รู้จักวิพากษ์วิจารณ์ รู้จักแก้ปัญหา ค้นหาตัวเองว่าชอบอะไรแล้วพยายามเรียนรู้ในสิ่งนั้นอย่างเต็มความสามารถ โดยให้รู้จักการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองตลอดชีวิตหน้าที่ของรัฐบาลก็คือให้การสนับสนุนในสิ่งต่างๆ เช่น ด้านการเงิน การจัดตั้งหน่วยงานเฉพาะทาง เพื่อให้แนวนโยบายดังกล่าวสัมฤทธิผล

ระบบการศึกษาของสิงคโปร์

เนื่องจากสิงคโปร์เป็นประเทศขนาดเล็กและไม่มีทรัพยากรทางธรรมชาติ สิงคโปร์จึงให้คุณค่าทางด้านการศึกษาเป็นอย่างมาก ภารกิจของกระทรวงศึกษาธิการคือ ต้องการจะสร้างอนาคตของชาติจากการดูแลประชาชนผู้ที่จะเป็นตัวกำหนดอนาคตของประเทศ ระบบการศึกษาของสิงคโปร์มีเป้าหมายที่จะช่วยให้เด็กตระหนักถึงศักยภาพของตน มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการเรียนรู้ และเป็นพลเมืองที่ดีของประเทศและชุมชน นักเรียนทุกคนในสิงคโปร์จะได้รับการศึกษาในโรงเรียนที่ได้รับการสนับสนุนทุนจากรัฐบาล โดยจะได้รับการศึกษาแบบกว้างขวางและแบบองค์รวม มีทักษะและความรู้ที่มีประสิทธิภาพเกิดประโยชน์ต่อชีวิต

ในปี พ.ศ.2540 โครงการ “Thinking Schools, Learning Nation” (TSLN) เป็นการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาครั้งสำคัญของสิงคโปร์จากระบบที่ถูกควบคุมจากส่วนกลางมาเป็นระบบที่ยืดหยุ่นและเป็นไปตามลักษณะและความหลากหลายของโรงเรียนมากกว่า เส้นทางการศึกษาแนวใหม่และหลักสูตรการเรียนการสอนถูกสร้างมาอย่างตระหนักถึงความแตกต่างด้านความสามารถของนักเรียน รูปแบบการเรียนรู้และความสนใจ ให้ความยืดหยุ่นแก่นักเรียนในการพัฒนาตนเองไปตามการได้รับการศึกษาที่เหมาะสมจนบรรลุศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ รวมไปถึงการแลกเปลี่ยน

หลักสูตรการเรียนการสอนของนักเรียนด้วย TSLN จะทำให้โรงเรียนชั้นนำและครูมีการปรับตัวโดยอัตโนมัติในระดับประเทศโดยได้รับเงินสนับสนุนนโยบายและการรองรับด้านวิจัยจากกระทรวงศึกษาธิการ

การศึกษาในระดับก่อนวัยเรียนไม่ได้เป็นการศึกษาภาคบังคับของสิงคโปร์ แต่มีความสำคัญอย่างมากในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นไป (ร้อยละ 98 ในปี พ.ศ. 2553 มีความสำคัญต่อการศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 1) แต่หลักสูตรการเรียนการสอนในระดับก่อนวัยเรียนนั้นได้รับการวางหลักสูตรผ่านทางชุมชนหรือเอกชน โดยมีพื้นฐานอ้างอิงจากโรงเรียน

การศึกษาในระดับประถมศึกษาเริ่มที่ประถมศึกษาปีที่ 1 เมื่ออายุ 6 ปี นักเรียนที่ศึกษาในระดับนี้จะเรียนประวัติศาสตร์ความเป็นมาของชาติทั่วไป ภาษาอังกฤษ (ภาษาที่ใช้ในการสอน) ภาษาแม่ (มาเลย์ จีน และทมิฬ) ขึ้นอยู่กับเชื้อชาติของนักเรียน และวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเน้นเป็นอย่างมากในระดับประถมศึกษาเพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานที่ดีในด้านการอ่านเขียนและตัวเลข วิชาคณิตศาสตร์จะถูกสอนในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ในหลักสูตรจะรวมศิลปะ ดนตรี การศึกษาด้านพลเมืองและศีลธรรม การศึกษาด้านสังคม และพลศึกษา รวมไปถึงกิจกรรมอื่น ๆ ที่รวมอยู่ในหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างคุณค่าในการสร้างทักษะและลักษณะชีวิต

เมื่อนักเรียนศึกษาจบในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนทุกคนต้องสอบไล่เพื่อจบหลักสูตรประถมศึกษา (the primary school leaving examination: PSLE) ซึ่งจะทำการสอบ 4 วิชา คือ ภาษาอังกฤษ ภาษาแม่ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนมากจะใช้คะแนน PSLE เป็นแนวทางในการตัดสินใจสมัครเรียนต่อในระดับมัธยมศึกษา แต่นักเรียนบางคนจะใช้ผลการเรียนในวิชาอื่น ๆ (เช่น กีฬา ดนตรี หรือความสามารถในการเป็นผู้นำ) เพื่อเข้าศึกษาต่อโดยตรงในระดับมัธยมศึกษา

การศึกษาในระดับมัธยมศึกษาไม่ได้เป็นการศึกษาภาคบังคับแต่มีนักเรียนส่วนน้อย ซึ่งน้อยกว่าร้อยละ 2 ในปี พ.ศ. 2552 ของการศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 1 แล้วไม่ได้จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ในระดับมัธยมศึกษานี้นักเรียนจะมีส่วนร่วมอย่างชัดเจน ในการศึกษาทั้งหลักสูตรในสถาบันการศึกษา และการศึกษาเฉพาะทาง หลักสูตรการเรียนการสอนจะแตกต่างกันไปและถูกออกแบบให้เข้ากับความสามารถทั่วไป ความสามารถและความสนใจของนักเรียน ปัจจุบันร้อยละ 60 ของนักเรียนเข้าศึกษาในหลักสูตรเร่งรัด ร้อยละ 25 ศึกษาในระบบโรงเรียน และประมาณร้อยละ 15 ศึกษาในหลักสูตรเฉพาะทาง นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนการเรียนในหลักสูตรต่าง ๆ ได้ หลักสูตร 4-5 ปี เพื่อคัดเลือกเข้าเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรการศึกษาสามัญสิงคโปร์-เคมบริจดจ์ (GCE) ในระดับสามัญหรือทั่วไป (O-Level หรือ N-Level) เนื่องจากนักเรียนอาจจะมีจุดแข็งหลากหลายที่จะสามารถเรียนวิชาในหลักสูตรอื่น ๆ ได้ เช่น นักเรียนที่เรียนในหลักสูตรเฉพาะทางสามารถเรียนวิชาในหลักสูตรสามัญที่เรียนในโรงเรียนได้ และนักเรียนที่เรียนในหลักสูตรสามัญในโรงเรียนสามารถเรียนวิชา O-Level ในหลักสูตเร่งรัดได้

กิจกรรมในหลักสูตรต่าง ๆ จะรวมอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในส่วนต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความสนใจ โดยนักเรียนสามารถเลือกทำกิจกรรมได้ตั้งแต่ กิจกรรมลูกเสือเนตรนารี กีฬา และดนตรี ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถด้านศิลปะ กีฬา คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สามารถเข้าศึกษาในโรงเรียนพิเศษที่มีหลักสูตรเพื่อพัฒนาความสามารถพิเศษโดยเฉพาะเหล่านี้ ซึ่งจะเป็นหลักสูตรที่จัดทำมาเพื่อกลุ่มเด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยเฉพาะ บางโรงเรียนเป็นการรวมหลักสูตรระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและการเรียนก่อนเข้าศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยโดยที่ไม่ต้องสอบวัดระดับในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งนักเรียนที่จบการศึกษาออกมาจากโรงเรียนเหล่านี้จะมีความเชี่ยวชาญทั้งในเชิงกว้างและเชิงลึกเกี่ยวกับทักษะการคิด ภาวะการเป็นผู้นำ การทำงานเป็นทีมและทักษะการติดต่อสื่อสาร

หลังจากศึกษาจบในระดับมัธยมศึกษาแล้วนักเรียนจะสมัครเข้าศึกษาต่อในระดับการศึกษาก่อนมหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษาด้านเทคโนโลยี (ITE) หรือการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิทยาลัยโพลีเทคนิค ร้อยละ 30 ของนักเรียนจะเข้าศึกษาต่อในระดับก่อนมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นหลักสูตรวิทยาลัยหรือหลักสูตรที่เรียนต่อในโรงเรียน โดยจะเตรียมความพร้อมด้านการศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยให้แก่นักเรียนให้มีความรู้และทักษะที่มากขึ้น นอกจากความรู้และทักษะแล้ว ยังมีทักษะด้านการใช้ชีวิตรวมเข้าไปด้วย นักเรียนจะได้รับโอกาสให้มีส่วนร่วมทั้งกิจกรรมในหลักสูตรและกิจกรรมนอกเหนือหลักสูตรเพื่อให้นักเรียนมีคุณภาพด้านความคิดริเริ่ม การมีภาวะผู้นำ ความรับผิดชอบต่อสังคม และมีบุคลิกภาพที่ดี นักเรียนที่จบหลักสูตร Singapore-Cambridge General Certificate of Education (GCE) จะมีคุณสมบัติเพียงพอในการสอบ Advanced Level (A-Level), หรือ an International Baccalaureate (IB)

นักเรียนประมาณร้อยละ 20 เข้าศึกษาต่อใน ITE ซึ่งเป็นหลักสูตรวิชาชีพและการฝึกงานในภาคอุตสาหกรรมซึ่งร้อยละ 90 ที่จบการศึกษาออกไปสามารถหางานทำได้ภายใน 6 เดือนหลังจากเรียนจบ โดยการศึกษาในสายนี้มีหลากหลายสาขา ตั้งแต่สาขาวิศวกรรมจนถึง ช่างเทคนิค ธุรกิจ ทักษะการบริการ โดยนักเรียน ITE นี้อาจเรียนต่อในโรงเรียนโพลีเทคนิคได้

มากกว่าร้อยละ 40 เข้าศึกษาต่อด้านโพลีเทคนิค โรงเรียนโพลีเทคนิคทั้ง 5 แห่งในสิงคโปร์มีหลักสูตรประกาศนียบัตร 3 ปี ในหลากหลายสาขา เช่น ธุรกิจ วิทยาศาสตร์เคมีและชีววิทยา การสื่อสาร การออกแบบ ดิจิตัลมีเดีย วิศวกรรม และอุตสาหกรรม หลักสูตรการศึกษาโพลีเทคนิคถูกเน้นไปที่เชิงปฏิบัติเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่การทำงานในภาคอุตสาหกรรมหลังจากเรียนจบ นักเรียนที่จบจากโรงเรียนโพลีเทคนิคสามารถเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยได้

นักเรียนร้อยละ 25 จะได้รับทุนการศึกษาจากรัฐบาลเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยในประเทศ อีกร้อยละ 20 ศึกษาต่อต่างประเทศในระดับมหาวิทยาลัยโดยเป็นทุนจากเอกชน ปัจจุบันมหาวิทยาลัยในสิงคโปร์มี 3 แห่ง คือ 1) National University of Singapore, 2) Nanyang

Technological University 3) Singapore Management University และ 4) the Singapore University of Technology and Design ซึ่งเปิดรับนักศึกษาในปี พ.ศ.2555

นอกเหนือจากสถาบันการศึกษาที่เปิดหลักสูตรการเรียนการสอนแบบเต็มเวลาแล้ว หลักสูตรการเรียนนอกเวลาสำหรับคนวัยทำงานก็เปิดให้การศึกษาโดยภาคการศึกษาต่อและฝึกอบรม

จากพื้นฐานทางเศรษฐกิจที่เน้นไปทางด้านความรู้และเทคโนโลยีทำให้สิงคโปร์เน้นการเรียนไปที่สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ การเน้นในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทำให้สิงคโปร์มีความเชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยีและนโยบายเชิงเหตุผล ทำให้ข้ามผ่านข้อจำกัดในด้านขนาดของประเทศเศรษฐกิจเปิดขนาดเล็กที่ขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติได้ ระบบการศึกษาของสิงคโปร์ส่งเสริมให้นักเรียนมีพื้นฐานด้านวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่แข็งแรง ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถพิเศษของนักเรียนไปได้ไกลผ่านหลักสูตรการเรียนการสอนที่หลากหลาย

เมื่อจบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแล้ว (ระดับการศึกษาเกรด 8) นักเรียนจะต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นวิชาบังคับจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ระดับการศึกษาเกรด 9 และ 10) ในระดับการศึกษาที่สูงกว่านี้นักเรียนสามารถเลือกเรียนไปตามวิชาที่ตนสนใจได้ โดยจะเลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ลงไปในรายเนื้อหาที่ลึกขึ้นได้ เช่น การเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสริมจากวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไป นักเรียนจะได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อเตรียมตัวเรียนหลักสูตรคณิตศาสตร์ขั้นสูงในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นไป สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถเลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ ชีววิทยา เคมี หรือการเรียนวิชาเหล่านี้ร่วมกัน

กิจกรรมในหลักสูตรการเรียนการสอน เช่น การจัดงานวันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การแข่งขัน และการทดลองโดยการเรียนรู้ (ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ประยุกต์แนวคิดของวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มาจัดเป็นกิจกรรมนอกสถานที่) จะถูกใช้เป็นตัวกระตุ้นความสนใจของนักเรียนที่จะเลือกเรียนวิชาต่าง ๆ ศูนย์อัจฉริยภาพด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ถูกจัดตั้งขึ้นในระดับกลุ่มและเขตเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสรวบรวมประสบการณ์การเรียนรู้ ในระดับชาติ the DNA learning laboratory ถูกตั้งขึ้นที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อให้การสอนและการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันผ่านการทำกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาเพื่อให้นักเรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการจะทำงานอย่างใกล้ชิดกับหน่วยงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิจัย (the Agency for Science, Technology and Research (ASTAR)) และศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสเข้าถึงการวิจัยและพัฒนาภายใต้การแนะแนวทางของนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยจากหลากหลายสถาบันการเรียนรู้และวิจัยระดับสูง

การสอนภาษา

สิงคโปร์ประกอบด้วยประชากรหลายเชื้อชาติซึ่งใช้ภาษาที่หลากหลาย โดยมีภาษาทางการ 4 ภาษา คือ ภาษามาเลย์ ภาษาจีน (แมนดาริน) ภาษาทมิฬ และภาษาอังกฤษ ภาษามาเลย์เป็นภาษาประจำชาติ ในขณะที่ภาษาอังกฤษเป็นภาษาติดต่อสื่อสารและพูดกันทั่วไปในประชากรชาวสิงคโปร์ สัดส่วนของประชากรที่อาศัยอยู่ในประเทศสิงคโปร์ตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไป สามารถอ่านเขียนได้มากกว่า 1 ภาษา ซึ่งสัดส่วนนี้เพิ่มจากร้อยละ 93 ในปี พ.ศ. 2543 เป็นร้อยละ 96 ในปี พ.ศ. 2553 ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2553 นั้น สัดส่วนของประชากรที่พูดภาษาอังกฤษเป็นภาษาสื่อสารในบ้านเพิ่มจากร้อยละ 23 เป็นร้อยละ 32

สิ่งสำคัญพื้นฐานของการศึกษาในสิงคโปร์คือนโยบายการสอนแบบสองภาษา นักเรียนจะมีความสามารถด้านภาษาอย่างดีเยี่ยมทั้งภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้เป็นสื่อกลางทางอินเทอร์เน็ต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การค้าขายกับต่างประเทศ และภาษาแม่ ซึ่งอาจจะเป็นภาษามาเลย์ จีน หรือทมิฬ โดยสามารถเรียนภาษาเหล่านี้ได้สูงเท่าที่นักเรียนสามารถเรียนได้ ผลของนโยบายการเรียนการสอนแบบสองภาษานี้ทำให้สัดส่วนของประชากรที่อ่านเขียนได้มากกว่าสองภาษาต่อประชากรที่อาศัยอยู่ในประเทศสิงคโปร์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 56 ในปี พ.ศ.2543 เป็นร้อยละ 71 ในปี พ.ศ. 2553 ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่ใช้เพื่อสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น

ที่ O-Level หลักสูตรการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนสายสามัญในโรงเรียนและนักเรียนสายสามัญเทคนิค จะประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้และทักษะแบบกว้าง ๆ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยหลักสูตรของนักเรียนสายสามัญที่เรียนในโรงเรียนจะเน้นเนื้อหาด้านความรู้ แต่หลักสูตรของนักเรียนสายสามัญเทคนิคจะเน้นคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่เป็นการปูพื้นฐานไปสู่การเรียนต่อด้านเทคนิคหรือสายอาชีวศึกษา

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถของตนในหลักสูตร Gifted ทั้งในโรงเรียนทั่วไปและโรงเรียนพิเศษ The National University of Singapore มีการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหลักสูตรการเรียนการสอนที่กว้างขวาง แต่เน้นไปที่วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ความต้องการว่าจะเรียนต่อในคณะใด The School of Science and Technology เปิดสอนในปี พ.ศ.2553 ประกอบด้วยหลักสูตร 4 ปี เพื่อเข้าทดสอบในหลักสูตร the Singapore-Cambridge GCE O-level การเรียนรู้แบบประยุกต์นั้นแพร่หลายไปสู่หลักสูตรการ

เรียนการสอนในโรงเรียน โดยโรงเรียนจะมีวิชาใน O-level และหลักสูตรที่เน้นทางด้านเทคโนโลยีมีเดีย และการออกแบบ

หลักสูตรวิทยาศาสตร์

โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์จากส่วนกลางของสิงคโปร์ เป็นหลักสูตรที่สอนให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามและหาคำตอบซึ่งถือเป็นหัวใจของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การตั้งคำถามจะรวมแบบฝึกหัดทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 อย่าง คือ 1) ความรู้ ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้ 2) ทักษะและกระบวนการ 3) จรรยาบรรณและทัศนคติ หลักสูตรการเรียนการสอนจะสอนให้นักเรียนมีมุมมองทางด้านวิทยาศาสตร์ในแง่ของความหมายและการใช้วิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ ความสงสัยอยากรู้เป็นพื้นฐานของความรู้ การตั้งคำถามซึ่งเป็นบทบาทสำคัญของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน สังคมและสิ่งแวดล้อม

หลักสูตรการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนี้ถูกออกแบบให้ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันที่นักเรียนต้องพบเจอและเป็นสิ่งที่เกิดตามธรรมชาติ รูปแบบของหลักสูตร 5 รูปแบบ ในระดับประถมศึกษาคือ ความหลากหลาย วัฏจักร พลังงาน ปฏิกิริยา และระบบ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ถูกสร้างมาจากรูปแบบการสอนในระดับประถมศึกษา แต่มีเนื้อหาที่เพิ่มมาอีก 2 รูปแบบ คือ แบบจำลองและระบบ และการวัด

แนวคิดด้านวิทยาศาสตร์และทักษะ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-2

ความหลากหลาย	แบ่งประเภทของสาร พืช สัตว์ ธาตุ สารประกอบและสารผสม สารละลายและสารแขวนลอย
พลังงาน	รูปแบบของพลังงานและการเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน การสังเคราะห์แสงและการหายใจ แสงและไฟฟ้า
ปฏิกิริยา	แนวคิดของแรงและแรงกด โมเมนต์ของแรง งาน ผลของความร้อน การส่งผ่านความร้อน การเปลี่ยนแปลงทางเคมี แนวคิดอย่างง่ายของประชากร ชุมชนและระบบนิเวศน์ กระบวนการส่งผ่านพลังงานในระบบนิเวศน์และห่วงโซ่
แบบจำลองและระบบ	โครงสร้าง หน้าที่ และการจัดการของเซลล์ แบบจำลองของสาร แนวคิดอย่างง่ายของอะตอมและโมเลกุล ระบบลำเลียงของสิ่งมีชีวิต การย่อยอาหารในสัตว์และการสืบพันธุ์ในมนุษย์
การวัด	การใช้เครื่องมือวัด ปริมาณทางฟิสิกส์และหน่วยต่าง ๆ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	การตั้งสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม

การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น

วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการสอน และการทดลองปฏิบัติ

จากการปรับปรุงและทบทวนหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ จึงได้พัฒนาและตีพิมพ์หนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอนใหม่ เช่น สื่อการสอนกิจกรรมด้านการเรียน หนังสือ และหนังสือแบบฝึกหัดที่ใช้ในระดับมัธยมศึกษา โดยได้รับการรับรองจากกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งสื่อการเรียนการสอนต้องผ่านมาตรฐานและเป็นไปตามหลักสูตรที่กำหนดไว้ โดยโรงเรียนสามารถเลือกหนังสือเรียนได้จากรายชื่อหนังสือเรียนที่มีการปรับปรุงไว้ตามความเหมาะสมของการเรียนการสอนในโรงเรียน

โรงเรียนจะมีเงินทุนเพื่อซื้อสื่อการเรียนการสอน และเพื่อสนับสนุนการสอนและการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยสื่อการเรียนเหล่านี้จะใช้ร่วมกันและเก็บไว้ที่ห้องคณิตศาสตร์ส่วนกลางของโรงเรียน เพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมด้านคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ต่าง ๆ หรือจัดเก็บไว้ในห้องเรียนเพื่อจัดกิจกรรมในแต่ละห้องเรียนได้

โรงเรียนจัดอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อจัดกิจกรรมตามหลักสูตร ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจะมีอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อดำเนินกิจกรรมตามบทเรียน และเพื่อให้นักเรียนค้นคว้าทดลองโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยครูสามารถนำอุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์มาสอนในห้องเรียนได้

การใช้เทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการเป็นผู้สนับสนุนและรับรองเครื่องมือและสื่อการสอนด้านเทคโนโลยีผ่านทางแผนแม่บทสำหรับเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งประกอบด้วยแนวทางการสอนและการเรียนรู้ที่จะเกิดประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ด้านวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษานั้น เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามารองรับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนให้สามารถทำงานในแบบกลุ่มและเรียนรู้โดยตรงได้โดยตนเอง เช่น เครื่องมือด้าน ICT อย่าง data loggers เป็นสิ่งที่ช่วยเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล เครื่องมือทำงานกลุ่มแบบออนไลน์ทำให้นักเรียนสามารถแบ่งปันข้อมูล และแลกเปลี่ยนไอเดียหรือหาไอเดียได้ รวมไปถึงการปรึกษากับผู้ที่มีความรู้เฉพาะในด้านนั้น ๆ ด้วย นักเรียนสามารถค้นพบและมองเห็นภาพความสัมพันธ์ของแนวคิดที่เป็นนามธรรมโดยใช้เครื่องมือจำลองเหตุการณ์แบบอนิเมชั่นเพื่อกำหนดและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

ระดับชั้นที่มีครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยตรง

โดยทั่วไปการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา ครูจะสอนหลายวิชา เช่น ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีเพียงบางโรงเรียนที่มีครูแยกสอนในรายวิชาต่าง ๆ ในระดับประถม

ศึกษาตอนปลาย ในระดับมัธยมศึกษา จะมีครูสอนวิชาเฉพาะ 2 วิชา แต่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จะมีครูสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ

นโยบายการบ้าน

การบ้านเป็นสิ่งที่สะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน แต่ทั้งนี้ โรงเรียนและครูมีนโยบายมอบหมายการบ้านให้นักเรียนโดยขึ้นอยู่กับความต้องการของนักเรียน

ครูและการศึกษาของครู

การศึกษาของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการจะคัดเลือกครูที่ติดอันดับหนึ่งในสามของแต่ละรุ่น โดยจะดูจากประสบการณ์ การสัมภาษณ์และใบสมัคร ครูจะถูกคัดเลือกมาจากแต่ละมหาวิทยาลัย หรือ คัดเลือกจาก A-level และสำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนโพลีเทคนิค การแข่งขันเพื่อรับการคัดเลือกจะดูที่จิตสำนึกในอาชีพที่เป็นมืออาชีพที่สามารถนำประสบการณ์ในโลกของความเป็นจริงมาประยุกต์ให้เข้ากับการเรียนการสอนได้ โดยครู 1 ใน 8 คนจะมีจิตสำนึกในอาชีพ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาและระดับวิทยาลัยจะต้องสำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยในวิชาที่ตนทำการสอน

ครูที่จะสำเร็จการศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตร์ต้องผ่านประสบการณ์ฝึกสอนที่จัดโดย the National Institute of Education (NIE) ซึ่งเป็นสถาบันอยู่ที่ Nanyang Technological University ผู้ที่จะจบหลักสูตรได้ส่วนใหญ่ต้องเรียนในวิชาหลักที่ตนเลือกเรียนในมหาวิทยาลัย และศึกษาต่อหลังสำเร็จการศึกษาในมหาวิทยาลัยโดยการฝึกสอนอีก 1 ปี ซึ่งเป็นการเรียนในหลักสูตรประกาศนียบัตรศึกษาศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมที่จะสอนในชั้นเรียน NIE ยังมีหลักสูตรปริญญาตรีศิลปศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ 4 ปี ด้านศึกษาศาสตร์เปิดสอนด้วย หรือหลักสูตรประกาศนียบัตร 2 ปี ซึ่งผู้ที่จะศึกษาต่อต้องจบการศึกษาระดับ A-level และศึกษาจบประกาศนียบัตรโพลีเทคนิค หรือหลักสูตรประกาศนียบัตร 4 ปี ผู้ศึกษาต่อหลักสูตรนี้ต้องจบการศึกษาระดับ O-level (สำหรับผู้ที่จบเฉพาะทางเช่น คหกรรมศาสตร์ ศิลปะ และดนตรี)

ข้อบังคับเพื่อการพัฒนาไปสู่การเป็นมืออาชีพ

กระทรวงศึกษาธิการเน้นไปที่การพัฒนาและการรับรองครู เพื่อให้ครูเป็นผู้ที่มีทักษะและความรู้ และเป็นผู้ที่สร้างอนาคต ครูทุกคนต้องเข้ารับการอบรมเพื่อการเป็นมืออาชีพ 100 ชั่วโมงต่อปี NIE จะติดตามการทำงานอย่างใกล้ชิดกับกระทรวงศึกษาธิการเพื่อจัดหลักสูตรฝึกอบรมและหลักสูตรขั้นสูงต่าง ๆ รวมไปถึงหลักสูตรปริญญาโทและปริญญาเอก กระทรวงศึกษาธิการมีหลักสูตรการฝึกอบรมการพัฒนาเพื่อเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางเพื่อให้ครูมีองค์ความรู้ที่ทันสมัย รวมไปถึงนวัตกรรมด้านการศึกษาใหม่ ๆ และการประเมินการสอนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แบบใหม่ ๆ ด้วย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2546 ครูจะได้รับประโยชน์จากประสบการณ์การเรียนรู้ด้านการวิจัยและใน

ภาคธุรกิจและการสื่อสารผ่านทาง teacher work attachment program เพื่อเป็นการพัฒนาหลักสูตรการอบรม ทั้งนี้เอกสารต่าง ๆ ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศจะทำให้ครูมีความรู้และประสบการณ์ใหม่ ๆ มาใช้ในการสอนในชั้นเรียนได้ ทำให้นักเรียนได้รับความรู้จากตรงจุดนี้ด้วย

กระทรวงศึกษาธิการได้สนับสนุนให้ครูมีความเป็นเลิศในอาชีพและนวัตกรรมการสอนแบบใหม่ ๆ ในปี พ.ศ. 2553 การจัดตั้ง Academy of Singapore Teachers ถือเป็นก้าวสำคัญที่ทำให้บรรลุจุดมุ่งหมาย การก่อตั้งสถาบันแห่งนี้นำไปสู่การร่วมมือกันเป็นเครือข่ายครูภายในโรงเรียนต่าง ๆ ทำให้ครูมีการปรับมาตรฐานการสอนในห้องเรียนตามระบบการศึกษาของสิงคโปร์

การวัดระดับความก้าวหน้าของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์

การประเมินนักเรียนในระดับโรงเรียนมีทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการโดยทำการประเมินตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยทั่วไปโรงเรียนจะจัดการประเมิน 2 ครั้งต่อปีคือ ตอนที่จบภาคการศึกษา การประเมินอย่างเป็นทางการครูจะได้รับมอบหมายให้ทำการประเมินหลายรูปแบบ เช่น การนำเสนอหน้าชั้นเรียน การสอบข้อเขียน และการทำแฟ้มสะสมผลงาน การประเมินแบบเป็นทางการจะทำได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับครูเพื่อดูพัฒนาการของนักเรียน แยกได้ว่านักเรียนมีจุดแข็งจุดอ่อนอย่างไร และสามารถบอกนักเรียนได้ทันทีว่านักเรียนมีข้อดีข้อเสียจุดใด นอกจากนี้การประเมินยังมีการรายงานแบบองค์รวมเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนและทำให้ครูสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนและสื่อการสอนให้เหมาะกับความสามารถของนักเรียน

โรงเรียนจะติดตามพัฒนาการความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคนอย่างใกล้ชิดกับพ่อแม่ผู้ปกครองเพื่อให้การสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน พ่อแม่จะได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการแสดงออกของนักเรียนผ่านสมุดรายงาน โทรศัพท์ การไปเยี่ยมบ้านโดยครูและการประชุมสมาคมครูและผู้ปกครอง

การทดสอบระดับชาติถูกจัดขึ้นในปีการศึกษาสุดท้ายของการเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และการศึกษาก่อนมหาวิทยาลัย โดยการทดสอบเป็นไปตามเนื้อหาการเรียนการสอนในหลักสูตรแห่งชาติ การทดสอบของสิงคโปร์และคณะกรรมการประเมิน ได้ร่วมมือกับกระทรวงศึกษาธิการเพื่อจัดการทดสอบแห่งชาติขึ้น โดยมีการทดสอบดังต่อไปนี้ PSLE, GCE N-Level, GCE O-Level และ GCE A-Level examinations.

3.2.4 ประเทศไทย

ประเทศไทย มีชื่อทางการว่า “ราชอาณาจักรไทย” มีเนื้อที่ประมาณ 513,000 ตารางกิโลเมตร พรมแดนทางทิศตะวันออกติดสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และราชอาณาจักรกัมพูชา ทิศใต้ติดอ่าวไทย และสหพันธ์รัฐมาเลเซีย ทิศตะวันตกติดทะเลอันดามัน และสหภาพเมียนมาร์ ทิศเหนือติดสหภาพเมียนมาร์ และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประเทศไทยจัดเป็นประเทศที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่อันดับที่ 3 ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และใหญ่เป็นอันดับที่ 51 ของโลก และมีประชากรประมาณ 68 ล้านคน

ประเทศไทยปกครองระบอบประชาธิปไตยแบบรัฐสภา โดยมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขแห่งรัฐมีนายกรัฐมนตรีเป็นหัวหน้ารัฐบาลบริหารประเทศ ภาษาไทยเป็นภาษาราชการและภาษาประจำชาติ ทั้งภาษาพูดและภาษาเขียนและมีการใช้ภาษาอังกฤษในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่ข้องเกี่ยวกับต่างประเทศหรือชาวต่างชาติ เช่น บุคคลในราชการ บุคคลในวงการการศึกษา การท่องเที่ยว การพาณิชย์ และผู้ที่จบการศึกษาจากต่างประเทศ แต่ในกลุ่มคนระดับท้องถิ่นทั่วไปมีอัตราการรู้ภาษาอังกฤษต่ำ สื่อสารภาษาอังกฤษได้น้อยถึงไม่ได้เลยประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยนับถือศาสนาพุทธนิกายเถรวาท รองลงมา คือ อิสลาม คริสต์นอกจากนี้ยังมีผู้นับถือศาสนาและลัทธิอื่นๆ เช่น ซิกข์ ฮินดู เต๋า ขงจื้อ และยิว รวมทั้งชาวไทยภูเขาที่นับถือศาสนาแตกต่างกันไป

ระบบการศึกษาของประเทศไทย

รัฐบาลของประเทศไทยประกอบด้วย 20 กระทรวง รวมไปถึงกระทรวงศึกษาธิการซึ่งรับผิดชอบดูแลด้านการศึกษา โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ประเภท คือ ระบบการศึกษาในโรงเรียน ระบบการศึกษานอกโรงเรียน และการศึกษาตามอัธยาศัย

การศึกษาในโรงเรียนมี 2 ระดับ คือ การศึกษาขั้นพื้นฐานและการศึกษาในระดับสูงขึ้นไป (ตารางที่ 3) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดให้มีการศึกษาภาคบังคับ 9 ปี คือ การศึกษาในระดับประถมศึกษา 6 ปี และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 3 ปี นักเรียนจะเข้าศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 1 เมื่ออายุประมาณ 7 ปี

ตารางที่ 3 โครงสร้างระบบการศึกษาในโรงเรียนของไทย

ระดับการศึกษา		จำนวนปี
การศึกษาขั้นพื้นฐาน	การศึกษาก่อนวัยเรียน (อนุบาล 1–3)	3
	การศึกษาระดับประถมศึกษาตอนต้น (ปีที่ 1-3)	3
	การศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลาย (ปีที่ 4-6)	3
	การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ปีที่ 1-3)	3
	การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ปีที่ 4-6) ซึ่งรวมการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปีที่ 1-3)	3
การศึกษาในระดับสูงขึ้นไป	การศึกษาหลังจบมัธยมศึกษาซึ่งรวมการศึกษาระดับประกาศนียบัตร อนุปริญญา (ปวส) และปริญญาตรี	4–6

กฎหมายการศึกษาได้เปลี่ยนระบบการศึกษาของประเทศไทยในปี พ.ศ.2542 โดยการกระจายอำนาจการบริหารออกไป ทำให้กระทรวงศึกษาธิการมีโครงสร้างการบริหารแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับชาติ ระดับเขตพื้นที่บริการการศึกษา และระดับสถาบันการศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการมีหน้าที่พัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนและบังคับใช้ กระทรวงมหาดไทยมีบทบาทด้านการศึกษาผ่านทางคณะกรรมการการศึกษา กรุงเทพมหานคร กรมการส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานส่วนท้องถิ่นที่ให้ความร่วมมือกัน

ในระดับเขตพื้นที่บริการการศึกษาประกอบด้วย 2 ระดับ คือ เขตพื้นที่บริการการศึกษาฝ่ายประถมศึกษาซึ่งมีทั้งหมด 183 แห่ง และฝ่ายมัธยมศึกษา ซึ่งมี 42 แห่ง แต่ละเขตพื้นที่จะมีคณะกรรมการการศึกษาซึ่งรับผิดชอบสถาบันการศึกษาประมาณ 200 แห่ง ซึ่งมีนักเรียนประมาณ 300,000 - 500,000 คน

ในระดับสถาบันการศึกษา แต่ละโรงเรียนจะมีการบริหารและจัดการด้านงบประมาณ บุคลากร และงานการศึกษาทั่วไปเอง รับผิดชอบโดยคณะกรรมการที่ประกอบด้วย ตัวแทนผู้ปกครอง ครู กลุ่มชุมชน ศิษย์เก่า และสถาบันการศึกษารวมกันประมาณ 7-15 คน โดยกระทรวงศึกษาธิการหรือองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นเป็นผู้จัดสรรงบประมาณด้านการศึกษาให้แก่โรงเรียน

สำนักงานการศึกษานอกโรงเรียนและการศึกษาตามอัธยาศัย ภายใต้สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ โดยสำนักงานจะเป็นผู้รับผิดชอบการศึกษานอกโรงเรียนให้แก่ประชาชนผ่านศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนที่กระจายอยู่ทั่วประเทศ ส่วนการศึกษาตามอัธยาศัย นั้นยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นในการพัฒนาและยังไม่เป็นที่รู้จักกว้างขวางนัก

การสอนภาษา

ภาษาราชการคือภาษาไทยซึ่งใช้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนและในโรงเรียนทั่วประเทศ ภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศภาษาหนึ่งที่ถูกบรรจุเอาไว้ในหลักสูตร ส่วนภาษาต่างชาติอื่น ๆ ได้แก่ ภาษา ฝรั่งเศส จีน และเยอรมัน โดยในบางโรงเรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่ได้รับอนุญาตให้ใช้สอนได้

Chulalongkorn University

ในโรงเรียนนานาชาติ ภาษาต่างชาติอื่น ๆ ก็มีการใช้สอนในชั้นเรียน โดยโรงเรียนเหล่านี้เป็นโรงเรียนที่สอนในระดับประถมศึกษาแก่นักเรียนที่พ่อแม่ที่เป็นชาวต่างชาติซึ่งเข้ามาทำงานในประเทศไทย

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น

ในปี พ.ศ.2551 ได้มีการพัฒนาหลักสูตรและการสอนจากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ โดยกระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นผู้พัฒนาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งหลักสูตรนี้ถูกสร้างมาเพื่อการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานสามารถปรับใช้ได้กับโรงเรียนและผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อปีของการศึกษาแต่ละระดับชั้น

ระดับชั้นการศึกษา	ชั่วโมงต่อปี
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 (ระดับการศึกษาเกรด 1-6)	80
มัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 1-3 (ระดับการศึกษาเกรด 7–9)	120
มัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 4–6 (ระดับการศึกษาเกรด 10–12)	240

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ครอบคลุมหัวข้อการเรียนรู้ 8 เรื่อง คือ สิ่งมีชีวิตและกระบวนการของสิ่งมีชีวิต . ชีวิตและสิ่งแวดล้อม. สารและคุณสมบัติของสาร. แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการการเกิดโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หัวข้อหลักของหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ระดับการศึกษา 7-9) มีหัวข้อดังต่อไปนี้

- **สิ่งมีชีวิตและกระบวนการของสิ่งมีชีวิต**: ลักษณะและส่วนประกอบหลักของเซลล์ หน้าที่ของระบบอวัยวะต่าง ๆ และพันธุกรรม
- **ชีวิตและสิ่งแวดล้อม**: ชีววิทยา ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การตอบสนองต่อสิ่งเร้าและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- **สารและคุณสมบัติของสาร:** สารประกอบและคุณสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์และการเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ สูตรของสารละลาย ปฏิกิริยาทางเคมี
- **แรงและการเคลื่อนที่:**แรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรงในชีวิตประจำวัน กฎของการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายทอดพลังงาน จุดสมดุลของความร้อน การสะท้อนและการหักเหของแสง ความเข้มของแสง
- **พลังงาน:**ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฟฟ้า หลักการของวงจรไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน พลังงานไฟฟ้า
- **กระบวนการการเกิดโลก:**กระบวนการเกิดของเปลือกโลก ทรัพยากรทางภูมิศาสตร์ ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ ปฏิกิริยาภายในระบบสุริยะและผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดต่อโลก
- **ดาราศาสตร์และอวกาศ:**ระบบสุริยะและปฏิกิริยาในระบบสุริยะ ปรากฏการณ์บนท้องฟ้าและเทคโนโลยีทางอวกาศ
- **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี:**ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ขอบเขตของวิทยาศาสตร์ และเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรม ศีลธรรมและคุณค่า

Chulalongkorn University

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

มีหลายโครงการที่ถูกจัดตั้งขึ้นเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียน และทำให้นักเรียนสามารถศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ในระดับมหาวิทยาลัย โครงการเหล่านี้รวมเอาโครงการด้านการพัฒนาและส่งเสริมผู้ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเอาไว้ด้วย โดยเฉพาะในโรงเรียนเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีโครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเครือข่ายของมหาวิทยาลัยและโครงการห้องเรียนพิเศษด้านวิทยาศาสตร์

โครงการการพัฒนาและส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (DPST) เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพซึ่งเป็นผู้ที่มีความสามารถเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการพัฒนานักเรียนที่มีพรสวรรค์ในด้านนี้และส่งเสริมให้นักเรียนกลุ่มนี้มีศักยภาพเต็มที่

โรงเรียนเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์คือ โรงเรียนจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย และโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ โดยโรงเรียนจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัยเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ได้รับการดูแลโดยกระทรวงศึกษาธิการ ก่อตั้งขึ้นเพื่อให้การศึกษาแก่นักเรียนที่มีความสนใจทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันมีโรงเรียนที่อยู่ในกลุ่มทั้งหมด 12 โรงเรียน กระจายไปตามเขตการศึกษาทั่วประเทศ โดยให้การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะและมีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

- เพิ่มโอกาสสำหรับนักเรียนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศ โดยเน้นไปที่ความต้องการในแต่ละภูมิภาค
- รวมความต้องการที่จำเป็นด้านการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เพียงพอทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพที่นำไปสู่การพัฒนาประเทศโดยการทำวิจัยและพัฒนาการสร้างสรรค์ความรู้และเทคโนโลยี
- เป็นต้นแบบของการพัฒนาการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีคุณภาพสูง

โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ให้การศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเพื่อให้นักเรียนได้เรียนต่อในด้านที่ตนเองสนใจและพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ โดยเป็นโรงเรียนของรัฐบาลภายใต้การกำกับของกระทรวงศึกษาธิการ

โครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเครือข่ายมหาวิทยาลัย ส่งเสริมการสร้างสรรค์การเรียนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนในโรงเรียนภายใต้การดูแลของมหาวิทยาลัยโดยมีกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผู้ริเริ่มโครงการ จุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ประเทศมีความก้าวหน้าผ่านวิสัยทัศน์การสนับสนุนการศึกษาในระดับสูงสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายผู้ที่ต้องการเป็น

นักวิจัยในสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีโรงเรียนนำร่องโครงการ 7 แห่ง ดำเนินการร่วมกับทางมหาวิทยาลัยเพื่อพัฒนาและบริหารจัดการหลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์

โครงการห้องเรียนพิเศษนี้เป็นการร่วมมือกันระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โครงการมีจุดมุ่งหมายเพื่อเร่งการพัฒนาและส่งเสริมด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ผ่านทางหลักสูตรการเรียนการสอนที่ออกแบบมาพิเศษและเสริมกิจกรรม เช่น ค่ายวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติงานกับนักวิจัยในโครงการด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และการส่งเสริมสถานศึกษาที่อยู่ต่างจังหวัด ตั้งแต่เริ่มก่อตั้งโครงการในปี พ.ศ.2550 สสวท. ได้มอบหมายงานให้แก่ครูเพื่อพัฒนาโครงการจนถึงปัจจุบันรวมทั้งสิ้น 207 โรงเรียน ที่เข้าร่วมโครงการ

วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการสอน และการทดลองปฏิบัติ

สื่อการเรียนเช่นเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทดลอง ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ ทักษะ กระบวนการและลักษณะต่าง ๆ ได้ตามหลักสูตร สื่อการเรียนนั้นมีหลากหลายรูปแบบ หลากหลายแหล่ง และหลากหลายช่องทาง เช่น ในรูปแบบหนังสือ การเรียนนอกห้องเรียน บุคคล หรือห้องทดลอง

การใช้เทคโนโลยี

ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 แนะนำให้ใช้สื่อการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้แก่ คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ อินเทอร์เนต e-book เครื่องคำนวณกราฟ และรายการทางวิทยุและโทรทัศน์ ซึ่งสื่อเหล่านี้ได้รับการแนะนำให้เป็นสื่อการเรียนการสอนร่วมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร นอกจากนี้การออกแบบและกิจกรรมที่ใช้ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนควรมีความถูกต้อง ทันสมัย เหมาะสม และสะดวกสบายในการพัฒนาให้เหมาะสมกับระดับการศึกษาและกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

ระดับชั้นที่มีครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยตรง

ปัจจุบัน ประเทศไทยไม่มีนโยบายกำหนดว่าครูผู้สอนวิชาใด ๆ จะต้องจบปริญญาในวิชานั้น ๆ มาโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตามในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนได้รับมอบหมายให้มีครูสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันคุรุสภาได้กำหนดให้ครูต้องมีใบประกอบวิชาชีพครูเพื่อให้ครูผู้สอนได้สอนตามวิชาตามใบประกอบวิชาชีพที่ได้รับมาและครูจะได้รับอนุญาตให้สอนเฉพาะวิชาที่ตนเองสำเร็จการศึกษามา โดยมีผลบังคับใช้ในปี พ.ศ.2556

นโยบายการบ้าน

ประเทศไทยไม่มีนโยบายด้านการบ้าน อย่างไรก็ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 แนะนำให้มอบหมายงานให้ทำในชั้นเรียนโดยครูผู้สอน นักเรียน เพื่อนร่วมชั้นเรียน หรือผู้ปกครอง เพื่อเป็นการติดตามความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนในวิชานั้น ๆ

ครูและการศึกษาของครู

การศึกษาของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ผู้วางแผนการศึกษาระยะยาวของการศึกษาระดับอุดมศึกษา (พ.ศ.2551-2556) พบว่า คุณภาพของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษานั้นลดลงซึ่งเป็นผลมาจากคุณภาพของครูผู้สอน ดังนั้น จึงได้ตั้งเงื่อนไขขึ้นมาใหม่เพื่อดึงดูดให้การเรียนการสอนมีความเป็นมืออาชีพมากขึ้น เช่น การฝึกอบรมครูในวิชาอื่น ๆ นอกเหนือจากวิชาหลักที่ศึกษามาหลังจากสำเร็จการศึกษาเพื่อให้ครูมีความเป็นมืออาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาได้วัดคุณภาพของการผลิตและพัฒนาครูในระดับโรงเรียนและอาชีวศึกษา ตามโครงการผลิตและพัฒนาครู โดยวัดจากหลักเกณฑ์ดังนี้

- ปรับกระบวนการการศึกษาของครู การคัดครูเข้ามาสอน ค่าตอบแทนและสวัสดิการเพื่อดึงดูดครูที่มีคุณภาพผู้สนใจในการสอนแบบมืออาชีพ (เช่น การให้ทุนและให้การรับรอง)
- สนับสนุนการวิจัยในระดับอุดมศึกษาให้มีหัวข้อวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนอย่างมืออาชีพ เช่น การจัดระบบรับรองเพื่อให้มั่นใจว่าครูและสถาบันให้การศึกษาของครูนั้นมีคุณภาพ
- วางแผนการศึกษาของครู พัฒนาและจัดการให้เป็นระบบ และให้ตรงกับความต้องการ
- ให้การสนับสนุนผู้ที่สำเร็จการศึกษาจากการศึกษาตามอัธยาศัย ที่สนใจจะเป็นครูเพื่อให้มั่นใจว่าสามารถประกอบอาชีพครูได้ และสามารถให้สมาชิกในชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการพัฒนาการเรียนการสอน
- พัฒนาระบบการศึกษาสำหรับครูที่สอนในระดับอุดมศึกษา เพื่อให้ครูสามารถเชื่อมโยงการสอน ถ่ายทอดความรู้และจัดการด้วยประสบการณ์การสอนอย่างมืออาชีพ

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีหลักสูตรสำหรับการสอนอย่างมืออาชีพ 2 หลักสูตรคือ หลักสูตรปริญญาตรี 5 ปี และหลักสูตรประกาศนียบัตร 1 ปี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- หลักสูตรปริญญาตรี 5 ปี เป็นหลักสูตรการสอนการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ระดับการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6) โดยทำการศึกษา 4 ปี และฝึกสอนในสถาบันการศึกษา 1 ปี ขอบเขตของหลักสูตรรวมการวิจัย การจัดการสอนในชั้นเรียน การพัฒนาหลักสูตรการสอนในโรงเรียนและการบริการ ซึ่งจะได้รับใบประกอบวิชาชีพครูเมื่อสำเร็จการศึกษา
- หลักสูตรประกาศนียบัตร 1 ปี เป็นหลักสูตรการพัฒนาสู่การเป็นมืออาชีพเปิดสำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทุกสาขาเพื่อให้ผู้ที่ต้องการประกอบอาชีพครูมีความเป็นมืออาชีพ

ในการสอน การศึกษาในหลักสูตรนี้จะสำเร็จการศึกษาต้องได้รับใบรับรองการฝึกสอนในโรงเรียน 1 ปี และจะได้รับใบประกอบวิชาชีพครูเมื่อสำเร็จการศึกษา

ข้อบังคับเพื่อการพัฒนาไปสู่การเป็นมืออาชีพ

การผลิตครูสายพันธุ์ใหม่และการพัฒนาหลักสูตรเป็นการส่งเสริมครูให้มีคุณลักษณะให้เป็นแบบมืออาชีพ รวมไปถึงองค์ประกอบของความรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินนักเรียน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษามีโครงการเพื่อพัฒนาครูขึ้นมาใหม่ เพื่อให้การเรียนการสอนนักเรียนนั้นดีขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อประเทศไทย

ตามแนวทางที่ได้มีการสนับสนุนและเพิ่มปริมาณครูที่พัฒนาเป็นมืออาชีพ ดังนี้

- สนับสนุนการอบรมและสัมมนาอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มทักษะการสอนในกิจกรรมการเรียนการสอน
- สนับสนุนการก่อตั้งกองทุนในการวิจัยเพื่อพัฒนาความรู้ของครูและความเชี่ยวชาญในด้านนวัตกรรม
- ให้ความสำคัญกับครูที่มีความสามารถ
- ยกระดับการสอนอย่างเป็นมืออาชีพโดยการปรับฐานเงินเดือน
- พัฒนาระบบประเมินครูให้เชื่อมโยงกับผลการเรียนของนักเรียน

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา (ก.ค.ศ.) เป็นผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับกระบวนการจัดระดับของครู เนื่องจากการสอนแบบมืออาชีพเป็นส่วนหนึ่งของการสอนและคุณภาพการพัฒนาหลักสูตรการศึกษา จึงได้มีการจัดระดับเพื่อแยกประเภท รวมไปถึงความรู้แบบมืออาชีพ ประสบการณ์ และมาตรฐานด้านจริยธรรม ปัจจุบันระบบการแบ่งระดับแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังต่อไปนี้

- ครูใหม่ เป็นผู้มีประสบการณ์การสอนน้อยกว่า 6 ปี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
- ครูมืออาชีพ เป็นผู้ที่มีประสบการณ์การสอนอย่างน้อย 6 ปีขึ้นไป สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโท และผ่านการประเมินตามมาตรฐาน
- ครูระดับชำนาญการพิเศษ เป็นผู้ที่ผ่านระดับครูมืออาชีพมาแล้วอย่างน้อย 1 ปี และผ่านการประเมินตามมาตรฐาน
- ครูระดับเชี่ยวชาญ เป็นผู้ผ่านครูระดับชำนาญการพิเศษ อย่างน้อย 3 ปี และมีประสบการณ์การสอนอย่างน้อย 3 ปี และผ่านการประเมินตามมาตรฐาน

ความก้าวหน้าของครูกำหนดจากรายงานที่ได้จากสื่อการเรียนการสอนในการทำกิจกรรมการเรียน แผนการสอน พฤติกรรมและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน รายงานการประเมินตนเอง และการประเมินโดยสถานศึกษา เพื่อพิจารณาให้เพิ่มระดับขึ้น ครูต้องยื่นเอกสารที่แสดงลักษณะการสอนและ

Chulalongkorn University

ผลงานในสถานศึกษาแก่สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาซึ่งเป็นผู้อนุมัติการปรับระดับเพื่อขึ้นเงินเดือน

การวัดระดับความก้าวหน้าของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ประเทศไทยใช้การประเมินเพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนและเป็นการยกระดับเป้าหมายในการเรียนเพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนนั้นมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามมาตรฐานที่วางไว้ มาตรฐานในการประเมินนั้นมี 4 ระดับ คือ การประเมินในชั้นเรียน การประเมินสถานศึกษา การประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการประเมินระดับชาติ

จุดประสงค์ของการประเมินในชั้นเรียนนั้นเพื่อติดตามการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในทุกวิชาที่ทำการสอน ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนและแยกแยะความต้องการปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาได้ ครูจะใช้การประเมินในชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงการสอนของตนเองได้ด้วย โดยการประเมินในชั้นเรียนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตั้งคำถาม การสังเกต การตรวจการบ้าน การประเมินจากโครงการต่าง ๆ หรือการมอบหมายงาน เช่น แฟ้มสะสมผลงาน การทดสอบ เป็นต้น ประเภทของการประเมินนั้นครูจะเป็นผู้กำหนด หรืออาจจะให้นักเรียนประเมินตนเอง การประเมินจากการสังเกต หรือให้ผู้ปกครองประเมิน

จุดประสงค์ของการประเมินสถานศึกษานั้นเพื่อติดตามการพัฒนาการเรียนของนักเรียนในทุกวิชาเป็นรายปีหรือเป็นรายภาคการศึกษา ประเมินผลประสิทธิภาพของการศึกษาในสถาบัน และแยกแยะความต้องการปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาได้ ผลจากการประเมินจะถูกนำมาเปรียบเทียบในระดับท้องถิ่นหรือระดับชาติ ซึ่งจะนำไปพัฒนาการวางนโยบายใหม่ ๆ ด้านหลักสูตร โครงการ กิจกรรมการเรียน พัฒนาแผนต่าง ๆ และการรายงานคุณลักษณะต่าง ๆ ของการศึกษาแก่ผู้นำหรือผู้ปกครอง

จุดประสงค์ของการประเมินเขตพื้นที่การศึกษานั้นเพื่อประเมินผลคุณภาพของนักเรียนในพื้นที่การให้บริการการศึกษาที่กำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตร ระบบการประเมินสำหรับนักเรียนในระดับการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 2 และ 5 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 5 ในทุกโรงเรียนของเขตพื้นที่การศึกษานั้น ในสมัยก่อนจะทำการทดสอบ 5 วิชา คือ คณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคม และวิทยาศาสตร์ แต่ปัจจุบันได้เพิ่มวิชาที่ทำการทดสอบเข้าไป คือ สุขศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี เพื่อขยายวิชาที่ทำการทดสอบให้ครอบคลุม 8 กลุ่มสาระ ผลของการประเมินมาตรฐานท้องถิ่นสามารถใช้เป็นข้อมูลผลสัมฤทธิ์การพัฒนาคุณภาพการศึกษาในเขตพื้นที่ได้

จุดประสงค์ของการประเมินระดับชาตินั้นเพื่อประเมินความสามารถของสถานศึกษาจากนักเรียนในระดับการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ทั่วประเทศเพื่อดูผลว่าเป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรหรือไม่ ผลการทดสอบจะใช้เป็นข้อมูลวัดประสิทธิภาพคุณภาพของการศึกษาในหลาย ๆ ระดับเพื่อประโยชน์ด้านการศึกษาและการพัฒนานโยบายแห่งชาติ

Chulalongkorn University

หน่วยงานรับผิดชอบในการประเมินระดับชาตินี้คือ สำนักทดสอบทางการศึกษา ภายใต้สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ และ สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ซึ่งทำการออกแบบทดสอบหลายแบบทดสอบดังต่อไปนี้

- การทดสอบแห่งชาติ การประเมินนี้รับผิดชอบโดยสำนักทดสอบทางการศึกษาภายใต้สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ มีเป้าหมายเพื่อประเมินนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 และใช้ข้อมูลนี้แทนคุณภาพการศึกษาของนักเรียนในสถานศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนา การประเมินเน้นไปที่การประเมินผลความรู้ของนักเรียนในสถานศึกษา การสังเคราะห์ และการแก้ปัญหาโดยอิงพื้นฐานตามหลักสูตรการศึกษา
- การทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) การประเมินนี้รับผิดชอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) การทดสอบนี้เป็นการทดสอบนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ครอบคลุม 8 กลุ่มสาระ คือ คณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคม วิทยาศาสตร์ สุขศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี
- การทดสอบความรู้ทั่วไป การประเมินนี้รับผิดชอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน) มีจุดมุ่งหมายประเมินความสามารถในการสอบเข้ามหาวิทยาลัยของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 และในระดับสูงกว่า การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกครอบคลุมการอ่าน การเขียน ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหา ส่วนที่สองครอบคลุมความสามารถด้านทักษะการสื่อสารโดยใช้ภาษาอังกฤษ
- การทดสอบความถนัดทางวิชาชีพและวิชาการ การประเมินนี้รับผิดชอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดพื้นฐานความรู้ของนักเรียนในการเลือกเรียนในคณะที่ตนต้องการ การทดสอบครอบคลุมความถนัด 7 วิชา คือ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรม ศึกษาศาสตร์ ศิลปกรรมศาสตร์ และภาษาต่างประเทศ

ผลกระทบและการใช้ TIMSS

คณะกรรมการกระทรวงศึกษาธิการได้ใช้พื้นฐานการทดสอบของ TIMSS พ.ศ.2550 เพื่อกำหนดเป้าหมายในหัวข้อการอ่าน การเขียน และทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนไทยทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ทำให้เกิดผลการประเมินและการพัฒนาโครงการด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของครูเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2554 กลยุทธ์หลักของโครงการเหล่านี้ทำให้แบ่งประเภทของครูได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง เพื่อความเหมาะสมและเน้นไปที่การศึกษาของครู การแบ่งระดับในกลุ่มระดับสูงนี้จะได้ครูที่มีความสามารถและครูที่อยู่ในระดับกลางจะถูกนำไปอบรมเพิ่มจุดแข็งด้านความรู้และทักษะ ขณะที่ครูที่อยู่ในกลุ่มระดับต่ำจะต้องฝึกอบรมใหม่ในทุก ๆ สาขา

ในทศวรรษที่สองของกระทรวงศึกษาธิการนั้น กระทรวงได้มีการปรับปรุงรูปแบบใหม่ (พ.ศ. 2552-2561) โดยตั้งเป้าหมายกลยุทธ์ในการเพิ่มคุณภาพการศึกษาของประเทศไทยโดยยกมาตรฐาน

ให้สูงกว่ามาตรฐานสากล นอกจากนี้ยังตั้งเป้าหมายที่จะเพิ่มคะแนนทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการประเมินทักษะในการเรียนรู้ระดับนานาชาติ PISA เพื่อให้เทียบเท่ากับคะแนนเฉลี่ยสากล โดยจะใช้ผลคะแนนในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2549 เป็นตัวเทียบ

สรุปข้อมูลพื้นฐานของประเทศในประชาคมอาเซียน ประชากรและพื้นที่ของประเทศในประเทศอินโดนีเซียมีจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือ ไทย มาเลเซีย และสิงคโปร์ (จำนวนประชากร 230, 68, 27 และ 5 ล้านคน ตามลำดับ) (ขนาดพื้นที่ 1,905, 513, 331 และ 1 พันตารางกิโลเมตร ตามลำดับ) ความหนาแน่นของประชากรต่อตารางกิโลเมตรประเทศสิงคโปร์มีความหนาแน่นสูงสุด รองลงมาคือ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย (ความหนาแน่นของประชากร 7,125, 133, 127 และ 84 คนต่อตารางกิโลเมตร ตามลำดับ) รายได้มวลรวมประชาชาติต่อคนของประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ มาเลเซีย ไทย และอินโดนีเซีย (รายได้มวลรวมประชาชาติต่อคน 37,220, 7,350, 3,760 และ 2,050 ดอลลาร์สหรัฐต่อปี ตามลำดับ) รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลพื้นฐานของประเทศในประชาคมอาเซียน

ประเทศ	จำนวนประชากร [1]	พื้นที่ [2]	ความหนาแน่นของประชากร [3]	จำนวนประชากรในเมือง [4]	รายได้มวลรวมประชาชาติต่อคน [5]
อินโดนีเซีย	230	1,905	127	53	2,050
มาเลเซีย	27	331	84	71	7,350
สิงคโปร์	5	1	7,125	100	37,220
ไทย	68	513	133	34	3,760

ที่มา รายงาน TIMSS 2011

หมายเหตุ 1 หน่วย ล้านคน 2 หน่วย 1,000 ตารางกิโลเมตร 3 หน่วยจำนวนประชากรต่อ 1 ตารางกิโลเมตร 4 หน่วยร้อยละของทั้งหมด 5 หน่วย ดอลลาร์สหรัฐ

ข้อมูลพื้นฐานการจัดการศึกษาของประเทศในประชาคมอาเซียน ในด้านค่าใช้จ่ายเพื่อการศึกษาประเทศมาเลเซียและไทยเป็นร้อยละ 4 ของ GDP สำหรับประเทศอินโดนีเซียและสิงคโปร์เป็นร้อยละ 3 ของ GDP อัตราส่วนการลงทะเบียนเรียนในระดับประถมศึกษาประเทศสิงคโปร์ มีนักเรียนร้อยละ 100 ของประชากรวัยประถมศึกษา รองลงมาคือ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย (ร้อยละ 95, 94 และ 90 ตามลำดับ) และอัตราส่วนการลงทะเบียนเรียนในระดับมัธยมศึกษาประเทศสิงคโปร์มีร้อยละ 98 ของประชากรวัยมัธยมศึกษา รองลงมาคือประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย (ร้อยละ 71, 69 และ 68 ตามลำดับ) อัตราส่วนนักเรียนต่อครูระดับประถมศึกษาประเทศ

สิงคโปร์มีอัตราส่วนสูงสุด รองลงมาคือ อินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย (อัตราส่วน 19, 17, 16 และ 15 ตามลำดับ) รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลพื้นฐานการจัดการศึกษาของประเทศในประชาคมอาเซียน

ประเทศ	ค่าใช้จ่ายเพื่อการศึกษา(ร้อยละของ GDP)	อัตราส่วนการลงทะเบียนเรียน (ร้อยละของกลุ่มที่เกี่ยวข้อง)		อัตราส่วนนักเรียนต่อครูระดับประถมศึกษา
		ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	
อินโดนีเซีย	3	95	69	17
มาเลเซีย	4	94	68	15
สิงคโปร์	3	100	98	19
ไทย	4	90	71	16

ที่มา รายงาน TIMSS 2011

ตอนที่ 4 การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา

การศึกษาเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา แบ่งเป็น 2 ส่วน คือการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ TIMSS ซึ่งเป็นโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ (Trend International Math and Science Study: TIMSS) และเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ TIMSS

4.1.1 ความเป็นมาและจุดมุ่งหมาย

โครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ (Trend International Math and Science Study: TIMSS) เป็นโครงการประเมินผลของสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) หลักการของ TIMSS แตกต่างจากของ PISA ตรงที่ PISA เน้นดูศักยภาพของความเป็นประชากรในอนาคต แต่ TIMSS เน้นให้ความสำคัญชัดเจนกับการเรียนการสอนตามหลักสูตรปัจจุบันในโรงเรียน (โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

IEA ได้ดำเนินการประเมินผลในระดับนานาชาติเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการจัดการศึกษาของ ประเทศต่าง ๆ ในหลายวิชา เช่น ภาษา เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการศึกษา

คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยปกติ IEA มีรอบการประเมินผลคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประมาณ 10 ปี ต่อครั้ง ในรอบแรก ๆ ของการประเมินกลุ่มประชากรของ TIMSS มีทั้งสามระดับ คือ ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ครั้งแรก ได้ดำเนินการศึกษาในระดับนานาชาติ (First International Science Study หรือ FISS เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2513 ครั้งนั้นเป็นเพียงการสำรวจเบื้องต้น

ครั้งที่สอง เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Second International Science Study) เรียกว่า SISS ซึ่งเริ่มต้นเก็บข้อมูลในปี พ.ศ. 2527 และวิเคราะห์ข้อมูลแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2528 (ค.ศ. 1985) ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการครั้งที่ 2 นี้ ซึ่งนับเป็นการเข้าร่วมการประเมินผลนานาชาติครั้งแรก หลังจากที่ประกาศใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท.) ผลิตขึ้นเป็นต้นมา

ครั้งที่ 3 เรียกว่า TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) หรือ TIMSS 1995 ศึกษาเสร็จสิ้นในปี พ.ศ. 2538 และทำการศึกษาซ้ำอีกครั้งในปี พ.ศ. 2542 และวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จในปลายปี พ.ศ. 2543 เรียกว่า TIMSS-Replication (TIMSS-R) หรือ TIMSS-1999

TIMSS Trends หลังจากการประเมินผลครั้งที่สาม TIMSS เปลี่ยนเป้าหมายเป็นการศึกษาแนวโน้มของ คุณภาพการศึกษา และเปลี่ยนชื่อโครงการเป็น Trends in International Mathematics and Science Study และยังคงใช้ชื่อโครงการว่า TIMSS หรือบางทีเรียก TIMSS Trends และเปลี่ยนกลุ่มประชากรเป็น ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 โครงการ TIMSS Trends ครั้งแรกเริ่ม ในปี ค.ศ. 2003 จึงเรียกโครงการนี้ว่า TIMSS 2003 และรอบถัดมา คือ TIMSS 2007 กรอบโครงสร้าง การประเมินผลของ TIMSS จำกัดการประเมินไว้สองด้าน คือ การประเมินเชิงสาระเนื้อหา (content domain) และเชิงการคิดหรือการใช้สติปัญญา (cognitive domain)

4.1.2 ผลการทดสอบ TIMSS 2011

ในปี พ.ศ. 2554 (TIMSS 2011) มีประเทศสมาชิกเข้าร่วมการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งสิ้น 42 ประเทศ โดยมีประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนเข้าร่วมจำนวน 4 ประเทศ ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย โดยผลการประเมินวิชาวิชาวิทยาศาสตร์ประเทศสิงคโปร์มีคะแนนสูงสุดเป็นอันดับ 1 (590 คะแนน) สำหรับประเทศไทยเป็นอันดับที่ 27 (451 คะแนน) ประเทศมาเลเซียเป็นอันดับที่ 32 (426 คะแนน) และประเทศอินโดนีเซียเป็นอันดับที่ 40 (406 คะแนน) โดยผลการทดสอบของประเทศที่เข้าร่วมการทดสอบสิบอันดับแรกและของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

อันดับที่	ประเทศ	คะแนนเฉลี่ย	S.E.
1	สิงคโปร์	590	4.3
2	จีน-ไทเป	564	2.3
3	เกาหลีใต้	560	2.0
4	ญี่ปุ่น	558	2.4
5	ฟินแลนด์	552	2.5
6	สโลวีเนีย	543	2.7
7	รัสเซีย	542	3.2
8	ฮ่องกง	535	3.4
9	อังกฤษ	533	4.9
10	สหรัฐอเมริกา	525	2.6
	ค่าเฉลี่ยนานาชาติ	500	
27	ไทย	451	3.9
32	มาเลเซีย	426	6.3
40	อินโดนีเซีย	406	4.5

4.1.3 ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลด้านวิทยาศาสตร์

ด้านวิทยาศาสตร์สาขาสำหรับระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 มี 4 สาขาหลัก คือ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก ครอบคลุมการประเมินในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการประเมินระดับนานาชาติของ TIMSS หัวข้อวิทยาศาสตร์ในสาขา (domain) เหล่านี้ไม่สอดคล้องกับโครงสร้างของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในทุกประเทศในหลายประเทศวิทยาศาสตร์ที่สอนเป็นวิทยาศาสตร์ทั่วไปหรือวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการในขณะที่ประเทศอื่น ๆ สอนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่แยกต่างหาก เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ และเคมี นอกจากนี้บางหัวข้อที่อยู่ใน TIMSS 2011 ตามกรอบด้านวิทยาศาสตร์ในบางประเทศจะสอนในหลักสูตรอื่น ๆ เช่น การศึกษาสุขภาพ การศึกษาสังคมหรือภูมิศาสตร์ (International Association for the Evaluation of Education Achievement (IEA), 2012) สัดส่วนสาขาแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ร้อยละของสาขาในการประเมินวิทยาศาสตร์ของ TIMSS 2011 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาขา	ร้อยละ	เนื้อหา
ชีววิทยา (biology)	35	ความหลากหลาย การจัดเรียงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต กระบวนการ และระบบในสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ชีววิทยาของมนุษย์
เคมี (chemistry)	20	ประเภทและโครงสร้างของสสาร สมบัติของสสาร ปฏิกิริยาเคมี
ฟิสิกส์ (physics)	25	สมบัติทางกายภาพ แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน
วิทยาศาสตร์โลก (earth Science)	20	โครงสร้างโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงบนเปลือกโลก โลกใน จักรวาล

แต่ละสาขามีหลายหัวข้อซึ่งนำเสนอครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศส่วนใหญ่ที่เข้าร่วม โดยจะนำเสนอหัวข้อในแต่ละสาขา และวัตถุประสงค์การประเมินของแต่ละหัวข้อ ซึ่งวัตถุประสงค์เขียนในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจและความสามารถที่คาดหวังของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยในแต่ละสาขามีรายละเอียดของหัวข้อ ดังนี้

สาขาชีววิทยา นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง (structure) ความหลากหลายของชีวิต (life processes, diversity) และการพึ่งพาซึ่งกันและกันของสิ่งมีชีวิต (interdependence of living organisms) แบ่งเป็นการประเมินใน 6 หัวข้อ คือ การจำแนกลักษณะและกระบวนการชีวิตของสิ่งมีชีวิต (characteristics, classification, and life processes of organisms) เซลล์และหน้าที่ (cells and their function) วงจรชีวิต การสืบพันธุ์ และพันธุกรรม (life cycles, reproduction, and heredity) ความหลากหลายของการปรับตัวและการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (diversity, adaptation, and natural selection) ระบบนิเวศวิทยา (ecosystems) และสุขภาพ (human health)

โดยคาดหวังว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอธิบายลักษณะของกลุ่มอนุกรมวิธานหลัก และจำแนกโครงสร้างตามลักษณะ นักเรียนสามารถอธิบายตำแหน่งอวัยวะหลักในร่างกายมนุษย์ และความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะและระบบของอวัยวะ นักเรียนเริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์และหน้าที่ของเซลล์ แยกแยะโครงสร้างของเซลล์และความสัมพันธ์ของหน้าที่ อธิบาย cellular make up และอธิบายโครงสร้างของเซลล์ และความสัมพันธ์ของหน้าที่ นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการทางชีววิทยา เช่น การสังเคราะห์แสง และการหายใจ ซึ่งมีความสำคัญต่อความยั่งยืนของชีวิต นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างการเติบโตและพัฒนาการใน

ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการผสมพันธุ์ (sexual and asexual reproduction) ในกระบวนการทางชีววิทยาระดับเซลล์ รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับพันธุกรรมผ่านทางยีน (genetic) จากพ่อแม่สู่ลูก ความเข้าใจบางอย่างของความหลากหลาย การปรับตัวและการเลือกทางธรรมชาติระหว่างสิ่งมีชีวิต

สาขาเคมี ในสาขาเคมีนักเรียนได้รับการประเมินความรู้เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจใน 3 หัวข้อ คือ จำแนกและส่วนประกอบของสสาร (classification and composition of matter) คุณสมบัติของสสาร (properties of matter) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (chemical change)

สาขาฟิสิกส์ ในฟิสิกส์ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ความสัมพันธ์ของกระบวนการทางฟิสิกส์และพลังงาน โดยประเมินใน 5 หัวข้อ คือ สถานะทางฟิสิกส์และการเปลี่ยนแปลงของสสาร (physicalstates and changesinmatter) การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ความร้อนและอุณหภูมิ (energy transformations, heat, and temperature) แสงและเสียง (light and sound) ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (electricity and magnetism) และ (forces and motion)

สาขาวิทยาศาสตร์โลก เน้นการศึกษาของโลกและที่อยู่ ในระบบสุริยะและจักรวาล หัวข้อในการสอนและการเรียนของวิทยาศาสตร์โลกในสาขา ธรณีวิทยา (geology) บรรยากาศ (astronomy) อุตุนิยมวิทยา (meteorology) อุทกวิทยา (hydrology) และสมุทรศาสตร์ (oceanography) รวมทั้งความเชื่อมโยงกับแนวคิดของชีววิทยา ฟิสิกส์ และเคมี แม้ว่าจำแนกหลักสูตรในวิทยาศาสตร์โลกครอบคลุมหัวข้อทั้งหมดไม่ได้มีสอนทุกประเทศ ซึ่งคาดหวังว่าความเข้าใจที่สัมพันธ์กับหัวข้อในสาขาวิทยาศาสตร์โลกจะถูกรวมในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ครอบคลุมฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ชีวิต (life science) หรือจำแนกหลักสูตรเป็นภูมิศาสตร์และธรณีวิทยา TIMSS 2011 กำหนดกรอบการประเมินที่สำคัญสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เข้าใจเกี่ยวกับโลกและจักรวาล ใน 4 หัวข้อ คือ โครงสร้างของโลกและลักษณะกายภาพ (earth’s structure and physical features)กระบวนการของโลก วงจร และประวัติศาสตร์ (earth’s processes, cycles and history) ทรัพยากรโลก การใช้และการอนุรักษ์ (earth’s resources, their use and conservation) และระบบสุริยะและจักรวาล (earth in the solar system and the universe)

TIMSS ทำการศึกษาในสองเรื่องได้แก่ ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในแต่ละสาขาครอบคลุมแนวคิดที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ธรรมชาติและการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดแนวคิดซึ่งพัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และการวัดและประเมินผลจากหลายประเทศ แบบวัดประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบและคำถามปลายเปิด เมื่อสร้างแบบวัดเรียบร้อยแล้วจะนำไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือในด้านความยาก อำนาจจำแนก ประสิทธิภาพตัวลวง (ในกรณีข้อสอบแบบเลือกตอบ) ความเที่ยง

การให้คะแนน และปรับปรุงก่อนนำไปใช้ ภายหลังเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งข้อสอบส่วนหนึ่งจะถูกเปิดเผยแก่สาธารณะชนและจะมีการสร้างข้อสอบใหม่เพื่อทดแทนส่วนเดิม

แบบสอบ มีข้อสอบทั้งหมด 246 ข้อ ซึ่งมีจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนได้ทำข้อสอบทุกข้อตามเวลาที่กำหนดในการทดสอบ คือ 45 นาที จึงแบ่งข้อสอบออกเป็น 14 ฉบับ โดยมีจำนวนข้อสอบ ฉบับละ 14-23 ข้อซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องทำแบบสอบคนละ 2 ฉบับ แต่ละฉบับประกอบด้วยข้อสอบใน 4 สาขา ได้แก่ สาขาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก โดยวัดด้านพฤติกรรมการเรียนรู้เป็น 3 ด้าน คือ ความรู้ การประยุกต์ และการใช้เหตุผล ซึ่งการสร้างข้อสอบนั้นสร้างจากการสังเคราะห์เนื้อหา หลักสูตรจากประเทศต่าง ๆ ที่เข้าร่วมสอบ โดยข้อสอบแต่ละฉบับมีสัดส่วนของสาขาและพฤติกรรมการเรียนรู้ตามกรอบในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (International Association for the Evaluation of Education Achievement (IEA), 2012**)** รายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงการจำแนกคะแนนของแบบสอบวิทยาศาสตร์โครงการ TIMSS 2011 ตามด้านสาขาและด้านพฤติกรรมการเรียนรู้

พฤติกรรมการเรียนรู้ / สาขา	ความรู้		การประยุกต์		การใช้เหตุผล		รวม			ร้อยละคะแนน
	MC	CR	MC	CR	MC	CR	MC	CR	รวม	
ชีววิทยา	18	12	20	19	3	16	41(41)	47(55)	88(96)	36.64
เคมี	14	2	16	13	2	7	32(32)	22(25)	54(57)	22.14
ฟิสิกส์	12	4	10	16	6	11	28828)	31(34)	59(62)	24.05
วิทยาศาสตร์โลก	14	3	6	11	1	6	21(21)	20(23)	41(44)	17.18
รวม	58 (58)	21 (24)	52 (52)	59 (70)	12 (12)	40 (43)	126 (125)	120 (137)	246 (263)	100
	79(82)		111(122)		52(55)		246(263)			
ร้อยละคะแนน	31.30		47.71		20.99		100.00			

หมายเหตุ ตัวเลขภายในวงเล็บคือจำนวนคะแนน

MC หมายถึง ข้อสอบเลือกตอบ (multiple - choice item)

CR หมายถึง ข้อสอบแบบเขียนคำตอบ (constructed – response item)

การจัดแบบสอบให้นักเรียนในการจัดสอบมีหลักเกณฑ์ในการสุ่มแบบเป็นระบบ นักเรียนที่มีลำดับการสอบติดกันไม่มีโอกาสได้แบบสอบฉบับเดียวกัน โดยนักเรียนทุกคนต้องเริ่มทำแบบสอบในแต่ละส่วนพร้อมกัน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะได้รับแบบสอบคนละ 2 ชุด จากแบบสอบทั้งหมด 14 ชุด รายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละฉบับ

ฉบับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	รวม
1	14	16													30
2		16	17												33
3			17	23											40
4				23	16										39
5					16	22									38
6						22	15								37
7							15	15							30
8								15	17						32
9									17	16					33
10										16	18				34
11											18	21			39
12												21	17		38
13													17	19	35
14	14													19	32
รวม	**14**	**16**	**17**	**23**	**16**	**22**	**15**	**15**	**17**	**16**	**18**	**21**	**17**	**19**	**246**

ขอบเขตการประเมินในด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสาขาวิชา (content domain) และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (cognitive domain) มีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านสาขาวิชา (content domain)

การประเมินผลด้านวิทยาศาสตร์ของโครงการ TIMSS 2011 ครอบคลุมสาขาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก โดยการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของสาขาที่ใช้ในการประเมิน มีรายละเอียดดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ร้อยละของเนื้อหาที่ใช้ในการประเมินโครงการ TIMSS 2011

สาขา	จำนวนข้อ			ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
	MC	CR	รวม			
ชีววิทยา	41	47	88	35.92	96	36.64
เคมี	32	22	54	22.45	57	22.14
ฟิสิกส์	28	31	59	24.49	62	24.05
วิทยาศาสตร์โลก	21	20	41	17.14	44	17.18
รวม	**126**	**120**	**246**	**100.00**	**263**	**100.00**

หมายเหตุ MC หมายถึง ข้อสอบเลือกตอบ (multiple - choice item)

CR หมายถึง ข้อสอบแบบเขียนคำตอบ (constructed – response item)

จำแนกแบบสอบแต่ละฉบับ มีจำนวนข้อสอบปรนัยที่ใช้ในแต่ละรายวิชาระหว่าง 2 - 9 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนข้อสอบปรนัยจำแนกตามรายวิชาและแบบสอบ

ฉบับที่	ชีววิทยา	เคมี	ฟิสิกส์	วิทยาศาสตร์โลก	รวม
1	6	4	3	4	17
2	6	4	2	3	15
3	3	7	5	4	19
4	3	7	5	3	18
5	5	5	4	2	16
6	6	5	4	2	17
7	5	3	3	3	14
8	5	2	3	4	14
9	9	2	4	3	18
10	9	3	4	3	19
11	6	9	5	3	23
12	5	8	5	2	20
13	7	3	4	3	17
14	7	3	5	5	20
รวม	**41**	**32**	**28**	**21**	**122**

หมายเหตุ TIMSS มีการตัดข้อสอบออกจากการวิเคราะห์จำนวน 4 ข้อ เนื่องจากขาดความเพียงพอของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

2. ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (cognitive domain)

การประเมินด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของโครงการ TIMSS 2011 พฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ ความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการบูรณาการความรู้และการใช้เหตุผล การกำหนดน้ำหนักของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมิน รายละเอียดดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ร้อยละของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินโครงการ TIMSS 2011

พฤติกรรมการเรียนรู้	จำนวนข้อ	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
ความรู้ความเข้าใจ	79	32.24	82	31.30
การประยุกต์ใช้ความรู้	115	46.54	126	47.71
การบูรณาการความรู้และการใช้เหตุผล	52	21.22	55	20.99
รวม	**246**	**100.00**	**263**	**100.00**

สำหรับแต่ละพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมิน TIMSS 2011 ครอบคลุมสาขาตามหลักสูตรของประเทศสมาชิก และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการประเมินครั้งนี้ รายละเอียดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินแต่ละด้าน มีรายละเอียดคือ

ความรู้ความเข้าใจ ครอบคลุมข้อเท็จจริง กระบวนการ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนต้องรู้ ความรู้ความเข้าใจตามนิยามของโครงการ TIMSS มีพฤติกรรมการเรียนรู้ คือ ความรู้ความจำ การนิยาม การอธิบาย ยกตัวอย่าง สาธิตความรู้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

การประยุกต์ใช้ความรู้ เน้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้และความเข้าใจในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม การประยุกต์ใช้ความรู้ตามนิยามของ TIMSS มีพฤติกรรมการเรียนรู้ คือ เปรียบเทียบ/ความแตกต่าง/ การจำแนก การใช้รูปแบบ ความสัมพันธ์ การตีความข้อมูล การแก้ปัญหา และการอธิบาย

การบูรณาการความรู้และการใช้เหตุผล เป็นการแก้ปัญหาโดยการรวมเอาปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาที่ซับซ้อน และการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน การบูรณาการความรู้และการใช้เหตุผล ตามนิยามของโครงการ TIMSS มีพฤติกรรมการเรียนรู้ คือ การวิเคราะห์ การตีความ/ การสังเคราะห์ การกำหนดสมมติฐาน การออกแบบ การสรุปรวม การอ้างอิง การประเมิน และการจำแนก

4.1.4 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับบริบทในโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2554

ภายใต้บริบทของการจัดการศึกษาของประเทศต่างๆ ซึ่งมีองค์ประกอบที่หลากหลายที่ส่งผลไปยังการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น ประเภทของโรงเรียน แหล่งทรัพยากรในโรงเรียน แนวคิดการจัดการเรียนการสอน คุณลักษณะของครู ทัศนคติของนักเรียน การสนับสนุนการเรียนรู้ที่บ้าน เป็นต้น การใช้ผลการประเมินจาก TIMSS เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านวิทยาศาสตร์มีความสำคัญที่จะต้องเข้าใจบริบทในการเรียนรู้ของนักเรียน TIMSS 2011 ได้ศึกษาบริบทการเรียนรู้จากนักเรียน ครูผู้สอน ผู้บริหารสถานศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร

ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผล TIMSS 2011 จำแนกตามระดับของข้อมูลได้เป็น 2 ระดับคือ ระดับนักเรียน และระดับสถานศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ตัวแปรและความหมายที่ใช้ในการประเมินผลของ TIMSS 2011

ตัวแปร	ความหมาย
ระดับนักเรียน	
ผลการสอบ TIMSS	คะแนนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใน 4 สาขาคือ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก ตามกรอบการประเมินการรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ในโครงการประเมิน TIMSS 2011
เพศ	จำแนกนักเรียนเป็น ชาย และหญิง
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	พิจารณาจากข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน เช่น จำนวนหนังสือที่บ้าน เป็นต้น
ระดับการศึกษาของครอบครัว	ได้จากค่าคะแนน ซึ่งเป็นระดับการศึกษาของผู้ปกครอง
ความมั่งคั่งของครอบครัว	ค่าที่บ่งบอกถึงความเป็นอยู่ ความสะดวกสบายของครอบครัว ได้จากการตอบคำถามของนักเรียนเกี่ยวกับการมีไว้ในครอบครองของครอบครัว เช่น การมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โทรศัพท์มือถือ โทรศัทพ์ คอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นเกม รถยนต์ เป็นต้น
เจตคติของนักเรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์	พิจารณาจากการมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกเป็น 4 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย มาก และมากที่สุด พิจารณาจากระดับการมีกิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลานอกห้องเรียน เช่น เวลาที่ทำการบ้าน หรือการเรียนพิเศษ เป็นต้น โดยจำแนกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง
การเห็นคุณค่าในวิชาวิทยาศาสตร์	พิจารณาจากระดับการเห็นคุณค่าวิชาวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง
ระดับสถานศึกษา	
ขนาดสถานศึกษา	จำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนในสถานศึกษา
ตำแหน่งที่ตั้งของสถานศึกษา	พิจารณาจากขนาดของชุมชนที่สถานศึกษาตั้งอยู่ จำแนกเป็นตำแหน่งชนบทห่างไกล (3,000 คน หรือน้อยกว่า) เมืองเล็ก (3,001 – 15,000 คน) เมืองขนาดกลาง (15,001 – 50,000 คน) ชานเมือง (50,001 –

ตารางที่ 13 ตัวแปรและความหมายที่ใช้ในการประเมินผลของ TIMSS 2011 (ต่อ)

ตัวแปร	ความหมาย
	100,000 คน) เมืองใหญ่ (100,001 – 500,000 คน) เมืองใหญ่มาก (มากกว่า 500,000 คน)
การใช้ภาษาประจำชาติในสถานศึกษา	พิจารณาจากร้อยละของนักเรียนที่ใช้ภาษาประจำชาติ น้อยมาก (ร้อยละ 25 หรือน้อยกว่า) น้อย (ร้อยละ 26 – 50) ปานกลาง (ร้อยละ 51 -75) มาก (ร้อยละ 76 – 90) มากที่สุด(มากกว่าร้อยละ 90)
เวลาในการเรียนของสถานศึกษา	พิจารณาจากเวลาที่สถานศึกษาจัดการเรียนการสอน จำนวนวันที่เปิดสอนต่อปี จำนวนชั่วโมงที่ใช้สอนต่อวัน จำนวนวันต่อสัปดาห์
แหล่งทรัพยากรอุปกรณ์	พิจารณาจากการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น จำนวนคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ผู้ช่วยครูเมื่อมีการทดลอง
การสนับสนุน	พิจารณาจากการสนับสนุนด้านต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการขาดแคลนหรือไม่เพียงพอในสถานศึกษา ได้แก่ ทรัพยากรทั่วไปของสถานศึกษา คือ คู่มือ วัสดุ อุปกรณ์ อาคารสถานที่ เครื่องปรับอากาศ พื้นที่ห้องเรียน เจ้าหน้าที่ด้านเทคโนโลยี ในด้านวิทยาศาสตร์ แหล่งทรัยากรคือ ครูด้านวิทยาศาสตร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรม วัสดุในห้องสมุด เครื่องเสียง เครื่องคิดเลข อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ระดับคือ ไม่มีเลย มีเล็กน้อย มีบ้าง และมีมาก
ความร่วมมือของผู้ปกครอง	พิจารณาจากการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการดูแลนักเรียนในสถานศึกษา แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ไม่เคย ปีละครั้ง ปีละ 2-3 ครั้ง และมากกว่า 3 ครั้งต่อปี
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	พิจารณาจากระดับการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมของโรงเรียน เช่น การเป็นอาสาสมัครในกิจกรรมของสถานศึกษา เป็นต้น และการทำหน้าที่ในคณะกรรมการสถานศึกษาแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ไม่เคย ปีละครั้ง ปีละ 2-3 ครั้ง และ มากกว่า 3 ครั้งต่อปี
ปัญหานักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ระดับปัญหาที่เกิดจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เช่น การโกง การขโมย การมาเรียนสาย การทะเลาะวิวาท เป็นต้น แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ไม่มีปัญหา มีปัญหาเล็กน้อย มีปัญหาปานกลาง และมีปัญหามาก

ตารางที่ 13 ตัวแปรและความหมายที่ใช้ในการประเมินผลของ TIMSS 2011 (ต่อ)

ตัวแปร	ความหมาย
เวลาปฏิบัติงานของครู	พิจารณาจากระดับความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักสูตร ความคาดหวังของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจำแนกเป็น 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด
ระดับความพึงพอใจของครูในสถานศึกษา	พิจารณาจากระดับความพึงพอใจในการทำงานของครู ความเข้าใจในเป้าหมายของสถานศึกษา โดยจำแนกเป็น 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด
เป้าหมายของสถานศึกษา	พิจารณาจากประสิทธิผลของสถานศึกษาในด้านต่าง ๆ เช่น ทางด้านวิชาการ พัฒนาการของนักเรียน หรือระเบียบวินัยในตนเองของนักเรียน เป็นต้น
บทบาทของผู้บริหาร	พิจารณาจากความเป็นผู้นำในการบริหารงานในสถานศึกษาให้มีประสิทธิผล
การเตรียมความพร้อมด้านวิชาการ	พิจารณาจากความรู้ในเรื่องหลักสูตรของครู ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์และประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์
คุณลักษณะของครู	พิจารณาจากเพศ และประสบการณ์ของครู
หลักสูตรสถานศึกษา	พิจารณาจากการจัดการเรียนในด้านวิทยาศาสตร์ มีความครอบคลุม รวมไปถึงความเข้มข้นในสาขา โดยพิจารณาจากกรอบการประเมินของ TIMSS
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	พิจารณาจากกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของครู
การประเมินและการบ้าน	เวลาที่ใช้ในการประเมินผลของครูในห้องเรียน รวมไปถึงการให้การบ้านสำหรับนักเรียนการเรียนการสอนปกติ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในบทเรียน
การใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต	พิจารณาจากการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน
การใช้เครื่องคิดเลข	การใช้เครื่องคิดเลขในการจัดการเรียนการสอน
ความสำคัญของการสืบค้น	พิจารณาจากการให้ความสำคัญการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เน้นการค้นคว้า

4.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพการศึกษา พบว่าตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้บ่งบอกคุณภาพของการจัดการศึกษาจะเป็นผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิชาการของนักเรียน ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากการทำแบบสอบ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา โดยศึกษาตัวแปรหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการจัดการศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของสถานศึกษา ชุมชนและสังคม ข้อมูลพื้นฐานทางครอบครัว และพื้นฐานของนักเรียน ซึ่งสารสนเทศที่ได้จะนำไปใช้เป็นหลักการหรือนโยบายสู่การพัฒนาการศึกษาให้ทัดเทียมในระดับนานาชาติ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับและการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม เพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของสถานศึกษา เพื่อบ่งบอกถึงคุณภาพการจัดการศึกษา เมื่อควบคุมตัวแปรในระดับต่างๆ ดังงานวิจัยต่อไปนี้

Chiu and Xihua (2008) ศึกษาอิทธิพลทางครอบครัว และแรงจูงใจต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียน 41 ประเทศ โดยการศึกษาตัวแปรสามกลุ่มคือ ตัวแปรระดับประเทศ ประกอบด้วย GDP, GDP Gini และคุณค่าทางวัฒนธรรม ตัวแปรครอบครัว ประกอบด้วย การย้ายถิ่นเข้ามาอยู่เป็นกลุ่มแรก การย้ายถิ่นเข้ามาอยู่เป็นอันดับที่สอง ภาษาที่ใช้พูดคุยในบ้าน เศรษฐานะทางสังคม มีพ่อหรือแม่เพียงคนเดียว มีผู้ปกครองผสม ไม่ได้อยู่กับพ่อแม่ อยู่อาศัยกับปู่ย่าตายายเพียงคนเดียว จำนวนลูกพี่ลูกน้อง และลำดับการเกิด คุณลักษณะอื่นของครอบครัวประกอบด้วย จำนวนหนังสือที่มีอยู่ในบ้าน ความเป็นเจ้าของวัฒนธรรม และรูปแบบการติดต่อสื่อสารทางวัฒนธรรม และกลุ่มที่สามเป็นตัวแปรระดับนักเรียน ประกอบด้วย เพศ ตัวแปรแรงจูงใจ ประกอบด้วย ความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจในการใช้เป็นเครื่องมือ ความพากเพียรพยายาม ความเชื่อในประสิทธิภาพของตนเอง ความเชื่อในความสามารถของตนเอง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ผลจากการศึกษา พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเกือบครึ่งของความแปรปรวนทั้งหมด (ร้อยละ 44) และความแปรปรวนระดับสถานศึกษาเท่ากับร้อยละ 25 และที่เหลือเป็นความแปรปรวนระดับประเทศ เท่ากับร้อยละ 31 ผลการศึกษาในตัวแปรต่างๆ พบว่าการย้ายเข้าเป็นกลุ่มแรกและการย้ายเข้ามาเป็นลำดับที่สอง โดยเฉลี่ยมีคะแนนคณิตศาสตร์ต่ำกว่านักเรียนที่เกิดในชาตินั้นอยู่ 12 และ 5 คะแนน ตามลำดับ นักเรียนที่พูดภาษาในบ้านแตกต่างจากที่สถานศึกษา โดยเฉลี่ยมีคะแนนคณิตศาสตร์ต่ำกว่านักเรียนกลุ่มอยู่ 11 คะแนน โดยเฉลี่ยนักเรียนมีคะแนนขึ้น 5 คะแนน ในครอบครัวที่มีเศรษฐานะสูงขึ้นร้อยละ 10 การลงทุนและการมีส่วนเกี่ยวข้องของครอบครัวมีผลต่อคะแนนสอบคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีจำนวนหนังสือมากมีแนวโน้มที่จะมีคะแนนสูง โดยเฉลี่ยนักเรียนจะมีคะแนนสูงขึ้น 1 คะแนน ในการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของการเป็น

เจ้าของทางวัฒนธรรม และเมื่อควบคุมจำนวนหนังสือที่บ้าน สัมประสิทธิ์ถดถอยของการย้ายมาเป็นกลุ่มแรกจะลดลงร้อยละ 34 สัมประสิทธิ์ถดถอยของการย้ายมาอยู่เป็นกลุ่มที่สองจะลดลงร้อยละ 26 เศรษฐานะของครอบครัวจะลดลงร้อยละ 32 การอยู่กับพ่อหรือแม่เพียงอย่างเดียวจะลดลงร้อยละ 29 และการอยู่กับพ่อแม่ผสมจะลดลงร้อยละ 26 ส่วนผลของตัวแปรระดับนักเรียนพบว่า นักเรียนชายมีคะแนนสูงกว่านักเรียนหญิง 18 คะแนน เมื่อควบคุมตัวแปรเพศจะลดสัมประสิทธิ์ถดถอยของการอยู่กับผู้ปกครองผสม 25 โดยเฉลี่ยนักเรียนจะมีคะแนนสูงขึ้น 2 คะแนน ในคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของการสนใจในคณิตศาสตร์ อิทธิพลของผู้ปกครองต่อคะแนนสอบคณิตศาสตร์จะลดลงร้อยละ 21 เมื่อควบคุมตัวแปรความสนใจต่อคณิตศาสตร์ โดยเฉลี่ยนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้น 1 คะแนน ในการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของความพากเพียรพยายาม โดยเฉลี่ยนักเรียนมีคะแนนสูงขึ้น 1 คะแนน และ 3 คะแนน คณิตศาสตร์ในการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของความเชื่อในตนเอง และความเชื่อในมโนทัศน์ตนเองตามลำดับ เมื่อควบคุมความเชื่อมโนทัศน์ตนเองอิทธิพลความสนใจวิชาคณิตศาสตร์จะลดลงร้อยละ 13 และอิทธิพลของผู้ปกครองผสมไม่มีนัยสำคัญ

Hofman, Hofman, and Guldemond (1999) ได้ศึกษาปัจจัยด้านบริบทที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยศึกษานักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากสถานศึกษา 103 แห่ง พบว่านโยบายการบริหารงานที่แตกต่างกันตามสังกัดของสถานศึกษาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าที่ไม่ใช่ด้านวิชาการ และพบว่า นักเรียนในสังกัดสถานศึกษารัฐบาลมีความรู้สึกที่ดีต่อสถานศึกษามากกว่านักเรียนสถานศึกษาเอกชน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า และให้ข้อคิดเห็นว่าอาจเกิดจากระบบการคัดเลือกเข้าศึกษาที่ต่างกัน เนื่องจากสถานศึกษาเอกชนมีเกณฑ์การคัดเลือกที่เข้มงวดตามคุณสมบัติเบื้องต้นที่สถานศึกษาต้องการ ซึ่งตรงข้ามกับสถานศึกษารัฐบาลที่นักเรียนเลือกเข้าเรียนตามความสมัครใจ ผลคือนักเรียนในสถานศึกษารัฐบาลจึงค่อนข้างมีความสามารถหลากหลาย เป็นสาเหตุให้ผลสัมฤทธิ์โดยเฉลี่ยต่ำกว่าสถานศึกษาเอกชน แต่มีความรู้สึกที่ดีต่อสถานศึกษามากกว่า

Gluszynski and Dhawan-Biswal (2008) ได้ตรวจสอบทักษะในการพัฒนานักเรียน โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินโครงการประเมินผล PISA 2000 และการสำรวจเด็กเข้าเมือง (YITS) เพื่อศึกษาว่า อายุของนักเรียนที่ย้ายถิ่นในประเทศแคนาดาที่มีผลต่อความสามารถทางวิชาการในสถานศึกษา ความแตกต่างของภาษาที่ใช้ในบ้านที่มีผลต่อทักษะการอ่านในภาษาอังกฤษและภาษาฝรั่งเศสของนักเรียนย้ายถิ่น ตรวจสอบหาตัวแปรครอบครัวและตัวแปรในสถานศึกษาที่เป็นอิทธิพลต่อความสามารถทางวิชาการของนักเรียนแต่ละคน และศึกษาถึงความสามารถในการอ่านของนักเรียนที่มีความผันแปรในระหว่างสถานศึกษา แบ่งกลุ่มประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มนักเรียนที่มีถิ่นเดิม (native born) นักเรียนที่ย้ายถิ่นรุ่นแรก (first generation) และนักเรียนที่ย้ายเข้ามาอยู่ (immigrants) ใช้การวิเคราะห์ HLM เพื่อหาความผันแปรของอิทธิพลสถานศึกษาในทักษะการอ่าน

ด้วยการควบคุมคุณลักษณะของนักเรียน ในโมเดล 5 โมเดลที่แตกต่างกัน พบว่า โมเดล 1 เป็น null model ซึ่งเป็นโมเดลที่ไม่รวมตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายทั้งในระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา พบว่า แหล่งความผันแปรในระดับนักเรียน เป็นร้อยละ 82 และความผันแปรระหว่างสถานศึกษามีร้อยละ 18 2) โมเดล 2 เป็นโมเดลที่ตรวจสอบความแตกต่างในคะแนนการอ่านระหว่างนักเรียนที่มีถิ่นเดิมและนักเรียนที่ย้ายเข้ามาอยู่ ที่แปรค่าในระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา พบว่า ความแตกต่างระหว่างนักเรียนที่มีถิ่นเดิมและชาวแคนาดาไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างจากศูนย์ในระดับนักเรียน แต่มีความผันแปรในระหว่างสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ 3) โมเดล 3 เป็นโมเดลที่นำคุณลักษณะของบุคคล ประกอบด้วย คุณลักษณะของครอบครัว (family characteristics) เศรษฐานะสังคม (SES) และเพศ ซึ่งเป็นความผันแปรเชิงสุ่มระดับสถานศึกษา เมื่อมีการควบคุมคุณลักษณะแล้ว ความแตกต่างของการอ่านของนักเรียนที่มีถิ่นเดิมและนักเรียนที่ย้ายเข้ามาอยู่ยังคงมีเหมือนเดิมและมีความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างสถานศึกษา 4) โมเดล 4 เป็นโมเดลความแตกต่างเฉลี่ยในนักเรียนที่มีถิ่นเดิมและนักเรียนที่ย้ายเข้ามาอยู่ในระดับสถานศึกษา โดยรวมตัวแปรศาสนาในระดับสถานศึกษา พบว่ามีความแตกต่างระหว่างคะแนนการอ่านระหว่างนักเรียนที่มีถิ่นเดิมและชาวแคนาดา และมีความผันแปรระหว่างศาสนา 5) โมเดล 5 เป็นการเพิ่มการควบคุมค่าเฉลี่ยของเศรษฐานะสังคมของสถานศึกษา เพื่ออธิบายความแตกต่างในระดับสถานศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยเศรษฐานะของสถานศึกษามีนัยสำคัญทางสถิติ ในความแตกต่างของคะแนนการอ่านระหว่างสถานศึกษา

Schulz (2005) ศึกษาอิทธิพลของเศรษฐานะทางสังคมของครอบครัวนักเรียนต่อผลการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบในระดับนานาชาติ PISA เพื่อใช้อธิบายความแตกต่างโครงสร้างของระบบทางการศึกษาที่สามารถส่งผ่านผลกระทบของพื้นฐานเศรษฐานะของครอบครัว โดยการวัดในบริบทของการศึกษาของ OECD PISA ใช้ดัชนีของเศรษฐานะทางสังคมจากอาชีพผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครองและความเป็นเจ้าของ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างของความสามารถของนักเรียนเนื่องจากพื้นฐานเศรษฐานะ โดยการวิเคราะห์พหุระดับ การวิเคราะห์อิทธิพลของเศรษฐานะต่อความสามารถในการอ่านในปี 2000 กับปี 2003 ของ PISA ด้วยโมเดลถดถอยหนึ่งระดับ พบว่ามีลักษณะรูปแบบคล้ายคลึงกันภายในประเทศ และการใช้โมเดลสองระดับเพื่ออธิบายความสามารถในการอ่านกับดัชนีเศรษฐานะ (ESCS) ภายในประเทศในปี 2000 กับ 2003 พบว่ามีอิทธิพลของ ESCS ในระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาและสามารถใช้อธิบายคุณลักษณะของระบบทางการศึกษา และเมื่อเปรียบเทียบผลในปี 2003 และปี 2000 พบว่ามีอิทธิพลคล้ายกันในหลายประเทศ

Willms (2004) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการอ่านของประเทศแคนาดาและประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อตรวจสอบการแจกแจงคะแนนในระดับนักเรียนและสถานศึกษา ประมาณค่าเศรษฐานะของครอบครัวที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการอ่านในแคนาดาและสหรัฐอเมริกา และการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอ่านและเศรษฐานะของครอบครัว ภายในและระหว่าง

สถานศึกษา และการเปรียบเทียบปัจจัยทางด้านครอบครัวและโรงเรียน และความสามารถในการอ่านของความแตกต่างในสถานศึกษาประเทศแคนาดาและสหรัฐอเมริกา โดยการใช้ข้อมูลจาก PISA ปี 2000 การศึกษาได้กำหนดคุณลักษณะความแตกต่างในพื้นฐานครอบครัวของนักเรียน อิทธิพลของบริบทและปัจจัยเกี่ยวกับแหล่งทรัพยากรของสถานศึกษาและนโยบายและแนวปฏิบัติของสถานศึกษาและชั้นเรียน ใช้การวิเคราะห์ HLM สองระดับในโมเดลที่แตกต่างกัน พบผลดังนี้ โมเดล 1 เป็น null model เป็นโมเดลที่ยังไม่นำตัวแปรนักเรียนและสถานศึกษาเข้าพิจารณา เพื่อประเมินความแตกต่างระหว่างประเทศแคนาดา และสหรัฐอเมริกา มีค่าประมาณความแตกต่างเป็น 31.7คะแนน คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 4.1 โมเดล 2 เป็นการรวมตัวแปรคุณลักษณะนักเรียนสามตัวแปร ได้แก่ เพศ เศรษฐานะของครอบครัว (SES) และแหล่งภูมิลำเนา (foreign-born) รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรด้วย โดยอิทธิพลของความแตกต่างระหว่างสองประเทศมีค่าสัมประสิทธิ์ของหญิงเป็น 29.3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของหญิงสูงกว่าของชาย ส่วนสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์พบว่าไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นขนาดของความแตกต่างของเพศมีลักษณะเหมือนกันในทั้งสองประเทศ ค่าประมาณของค่าเฉลี่ยของความชันของ SES เป็น 33.5 ความแตกต่างระหว่างสถานที่ที่นักเรียนเกิดในประเทศและเกิดต่างประเทศมีความแตกต่าง 5.9 โมเดล 3 เป็นโมเดลที่รวมชุดตัวแปรค่าเฉลี่ยของสถานศึกษา มีการประมาณค่าของอิทธิพลของบริบทของประเทศ การประมาณค่าของสหรัฐอเมริกาเป็น 63.8 แสดงว่านักเรียนที่ค่าเฉลี่ยในคุณลักษณะที่สามารถแสดงได้ 63.8 คะแนน และในแคนาดามีค่าประมาณเป็น 18 คะแนน ผลแสดงให้เห็นว่าทั้งสองประเทศ ได้รับประโยชน์เมื่อสถานศึกษามี SES สูง ถึงแม้ว่านักเรียนแต่ละคนจะมีพื้นฐานครอบครัวที่แตกต่างกัน การควบคุมค่าเฉลี่ย SES ของสถานศึกษาเป็นการลดการประมาณความแตกต่างของแคนาดาและสหรัฐอเมริกาได้มากกว่า 3 คะแนน

Bussiere and Gluszynski (2004) ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้คอมพิวเตอร์ต่อผลสัมฤทธิ์ด้านการอ่านของนักเรียนอายุ 15 ปี จุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของเทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) ต่อความสามารถในการอ่านของนักเรียนอายุ 15 ปี ของชาวแคนาดา โดยการใช้ข้อมูลจากโครงการประเมินผล PISA 2000 โดยพิจารณาความสนใจในคอมพิวเตอร์ โดยจัดลักษณะของตัวแปรเป็น 4 ตัว จะแบ่งออกตามจังหวัดและเพศ ได้แก่ การเข้าถึงคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ความถี่ของการใช้คอมพิวเตอร์ รูปแบบการใช้ และทัศนคติต่อ ICT จากผลการวิเคราะห์พหุระดับ เพื่อควบคุมตัวแปรใน 5 โมเดลที่มีทั้งตัวแปรระดับบุคคลและระดับครอบครัว พบว่าความสามารถของการใช้คอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์สูงที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ และช่วยลดช่องว่างของเพศ เมื่อพิจารณาระดับบุคคล ครอบครัว จังหวัด พบว่าในโมเดลพื้นฐานอธิบายคะแนนการอ่านได้ร้อยละ 32.4 และเมื่อเพิ่มตัวแปรการใช้ ICT จะอธิบายได้เพิ่มเป็นร้อยละ 37.3 และตัวแปรที่เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์พบว่ามีนัยสำคัญ การใช้คอมพิวเตอร์ที่สถานศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวก แต่มีค่าไม่สูงเท่าการใช้ที่บ้าน และความสัมพันธ์เป็นค่าลบกับการใช้

คอมพิวเตอร์ที่ห้องสมุดและที่อื่นๆ สัมประสิทธิ์ของดัชนีของความสนใจคอมพิวเตอร์มีค่าเป็นลบและมีนัยสำคัญ และดัชนีความสามารถการใช้คอมพิวเตอร์มีค่าเป็นบวกสูงมากกับคะแนนการอ่าน ตัวแปรเพศมีปฏิสัมพันธ์ทางลบ ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าความสามารถการใช้คอมพิวเตอร์สูงมีประโยชน์สำหรับชายมากกว่าหญิง และความถี่ของการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการเล่นเกมส์และการเข้าอินเทอร์เน็ตไม่มีนัยสำคัญกับทักษะการอ่าน

Koutsoulis and Campbell (2001) ศึกษาอิทธิพลของพฤติกรรมและเศรษฐกิจของครอบครัวที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ประกอบด้วยมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง (self-concepts) เจตคติต่อสถานศึกษา (attitude toward school) และความปรารถนา (aspiration) โดยการศึกษานี้อยู่บนพื้นฐานโมเดลของ Walberg (1984, 1986 อ้างถึงใน Koutsoulis และ Campbell, 2001) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เส้นทาง (path analysis) ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ดีที่สุด คือ ความสามารถเดิมของนักเรียน (prior ability) มโนทัศน์ของตนเองเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ดี แรงกดดัน (pressure) จากผู้ปกครองเป็นตัวทำนายแรงจูงใจ และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และพบว่าเศรษฐานะทางสังคม (socioeconomic) มีความสำคัญมาก เนื่องจากมีอิทธิพลทางตรงต่อความต้องการทางด้านการศึกษา (education aspirations) แรงกดดัน และการส่งเสริมทางจิตใจ มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความรู้เดิมความต้องการทางด้านการศึกษา เจตคติต่อสถานศึกษา มโนภาพของตนเองเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในเพศหญิง การได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครอง (parental psychological support) พบว่า มีอิทธิพลทางตรงต่อแรงจูงใจของนักเรียน และมีผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

Willms and Somer (2001) ได้ศึกษากับนักเรียนของสถานศึกษาในกลุ่มประเทศละตินอเมริกาจำนวน 13 ประเทศ ประเทศละ 100 โรง พบว่าปัจจัยตัวแปรระดับบุคคลด้วยสถานะทางวัฒนธรรมทางสังคม (sociocultural status) ที่ส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาสเปน และจำนวนปีในการศึกษาของนักเรียนในหลายประเทศ ได้แก่ การศึกษาอย่างต่อเนื่องของผู้ปกครอง และความเอาใจใส่ในแต่ละวัน (daycare) ซึ่งตัวแปรหลังนี้ยังมีผลทางบวกต่อการลดอัตราการซ้ำชั้นของนักเรียน และจำนวนปีในการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ และตัวแปรที่ส่งผลเชิงลบ คือ การช่วยเหลือด้านการบ้าน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ho และ Willms (1996 อ้างถึงใน Willms และ Somers, 2001) ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นถึงปัจจัยตัวแปรระดับห้องที่ส่งผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ ได้แก่ การไม่แบ่งกลุ่ม /ชั้นตามระดับความสามารถของนักเรียน มีการทดสอบอย่างปกติสม่ำเสมอ บรรยากาศในชั้นเรียน การมีส่วนร่วมที่ดีของผู้ปกครอง พบว่า มี

อิทธิพลค่อนข้างสูงเมื่อพิจารณาในระดับสถานศึกษา สำหรับตัวแปรอื่นในระดับสถานศึกษา ได้แก่ จำนวนวัสดุอุปกรณ์การสอนที่ส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อวิชาภาษา และจำนวนนักเรียนต่อห้อง พบว่ามีผลทางลบ

D'Agostino (2000) ได้ศึกษาอิทธิพลของการเรียนการสอน และสถานศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการอ่านในระยะยาว ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และการบริหารจัดการสถานศึกษาที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านของนักเรียนระดับ 1 ถึง 3 มีตัวแปรที่เข้าร่วมในการศึกษา คือ ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ของครอบครัว แหล่งข้อมูลสนับสนุนการศึกษา ตัวแปรระดับครู ได้แก่ การจัดการสอนคณิตศาสตร์ และการอ่าน ตัวแปรระดับสถานศึกษาได้แก่ ขนาดสถานศึกษา ความเป็นผู้นำทางวิชาการ ระดับความยากจนของสถานศึกษา การสนับสนุนของผู้ปกครอง ผลการศึกษา พบว่า การทดสอบโมเดลการจัดการศึกษาของสถานศึกษาทั้งสามรูปแบบด้วยโมเดล HLM เมื่อควบคุมเศรษฐานะของผู้ปกครอง พบว่า ตัวแปรความเป็นผู้นำทางวิชาการ การสนับสนุนของผู้ปกครอง ทำให้ครูจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

Opdenakker and Van Damme (2000) ศึกษาอิทธิพลที่เกิดจากสถานศึกษา การสอนของครู และบรรยากาศของชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวัดจากแบบสอบถามที่ร่วมกับคณะครูผู้สอนในสถานศึกษาเป็นผู้สร้างเพื่อให้มีความตรงตามเนื้อหาของหลักสูตรพื้นฐานของแต่ละสถานศึกษา และต่อความรู้สึกที่มีต่อสถานศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนสถานศึกษา 52 แห่ง ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านบรรยากาศของชั้นเรียนและสถานศึกษาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากกว่าความรู้สึกต่อสถานศึกษา ในขณะที่บรรยากาศที่เป็นวิชาการ เช่น ความร่วมมือของครูในการพัฒนาการสอน การประชุมอภิปรายทางวิชาการอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลที่ดีต่อนักเรียน ยกเว้นนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

เพ็ญภัคร พื้นผา (2554) ศึกษาประสิทธิผลของโรงเรียนจากการพัฒนาโมเดลมูลค่าเพิ่มพหุระดับ โดยมีตัวแปรระดับนักเรียนคือ ปัจจัยภูมิหลังของนักเรียน ได้แก่ เพศ อายุ ผลสัมฤทธิ์เดิม เศรษฐานะ โอกาสในการเรียนรู้นอกห้องเรียนของนักเรียน และความคาดหวังในการเรียนของนักเรียน ตัวแปรระดับสถานศึกษาได้แก่ ปัจจัยนำเข้า คือ อัตราส่วนครูต่อนักเรียน ความพร้อมของสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ เทคโนโลยีของโรงเรียน และค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์เดิมของนักเรียนแต่ละโรงเรียน ปัจจัยภายนอกของโรงเรียน คือ ขนาด และสังกัดของโรงเรียน และปัจจัยการดำเนินงานของโรงเรียน คือ คุณภาพการสอนของครู ความเป็นผู้บริหารและรูปแบบการบริหารจัดการ และบรรยากาศภายในโรงเรียน ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับโรงเรียน คือ ค่าเฉลี่ย

ผลสัมฤทธิ์เดิม และอัตราส่วนครูต่อนักเรียน ระดับนักเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์เดิม ความคาดหวัง เพศ และโอกาสในการเรียนรู้นอกห้องเรียน

ประกฤติยา ทักษิโณ (2552) ศึกษาผลของตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียนและสถานศึกษาขั้นพื้นฐานต่อการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ฐานข้อมูลของ PISA 2006 ด้วยการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มแบบพหุระดับ โดยศึกษาตัวแปรระดับสถานศึกษาและระดับนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรระดับสถานศึกษา ที่มีผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ สถานศึกษาขนาดใหญ่ สถานศึกษาขนาดกลาง สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (โรงเรียนสาธิต) สถานที่ตั้งอยู่ในหมู่บ้าน สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองเล็ก ร้อยละงบประมาณของรัฐที่จัดสรรให้สถานศึกษา ดัชนีทรัพยากรการเรียน สัดส่วนนักเรียนต่อครู และตัวแปรที่ส่งผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สถานศึกษาสังกัดสำนักงานประสานและพัฒนาการจัดการศึกษาท้องถิ่น (กศท.) และสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร (กทม.) สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมือง ดัชนีความรับผิดชอบเกี่ยวกับหลักสูตรและการประเมินผล ส่วนตัวแปรที่ไม่มีผลต่อผลคะแนนประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ ขนาดห้องเรียน ระดับการขาดแคลนครูวิทยาศาสตร์ ระดับการขาดแคลนครูที่มีคุณวุฒิ ดัชนีการขาดแคลนครู ดัชนีการจัดกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดัชนีความรับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากร และร้อยละของงบประมาณที่สถานศึกษาจัดสรรจากแหล่งอื่น

ตัวแปรระดับนักเรียน ที่มีผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ที่ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา ระดับการใช้เวลาในการศึกษาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เศรษฐานะของครอบครัว แหล่งทรัพยากรที่บ้าน ความมั่งคั่งของครอบครัว ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความเชื่อในความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเพลิดเพลินทางวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจภายนอกในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าโดยทั่วไปในวิทยาศาสตร์ ส่วนตัวแปรที่ไม่มีผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเป็นเพศชาย ระดับการใช้เวลาเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์นอกสถานศึกษา และความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์

เรืองเดช ศิริกิจ (2554) ศึกษาผลของตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียนและสถานศึกษาต่อการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ฐานข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2550 (TIMSS 2007) จากการศึกษา พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มของคะแนนผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าตัวแปรระดับสถานศึกษาที่มีผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ สถานศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ และสถานที่ตั้งสถานศึกษาอยู่ในเมือง ส่วนตัวแปรที่ส่งผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ สถานศึกษาขนาดใหญ่ และดัชนีการให้ความสำคัญกับการให้การบ้านคณิตศาสตร์ของครูในสถานศึกษา ส่วนตัวแปรคุณลักษณะระดับสถานศึกษาที่ไม่มีผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ดัชนีการสนับสนุนการจัดสรรทรัพยากร การจัดกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดัชนีการรับรู้ถึงบรรยากาศที่ดีในการทำงานภายในสถานศึกษา การพัฒนาครูในสถานศึกษา ประสบการณ์การทำงานของครูในสถานศึกษา ดัชนีความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการภายในสถานศึกษา ขนาดของห้องเรียน ระดับความถี่ของการทำงานร่วมกันของครูคณิตศาสตร์ในสถานศึกษา

ตัวแปรระดับนักเรียนที่มีผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา ระดับความเป็นเพศหญิง แหล่งทรัพยากรที่บ้าน การฝึกปฏิบัติทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ในชั่วโมงเรียน การใช้เวลาในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ความเพลิดเพลินทางคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรที่ส่งผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ดัชนีระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ และการเห็นคุณค่าโดยทั่วไปในคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรที่ไม่มีผลต่อคะแนนผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความมั่งคั่งของครอบครัว แรงจูงใจภายนอกในการเรียนคณิตศาสตร์ และความรู้สึกเกี่ยวกับความปลอดภัยในการมาเรียนภายในสถานศึกษา

สุบิน ยุระรัช (2547) ได้ศึกษาโมเดลสามระดับของข้อมูลตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาในกรุงเทพมหานคร พบว่า ตัวแปรทำนายระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความคาดหวังของนักเรียนในการศึกษาต่อความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน และพฤติกรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนของบุตร ตัวแปรระดับห้องเรียน พบว่าไม่มีตัวแปรใดที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยคุณภาพของนักเรียน และในระดับสถานศึกษาไม่พบความผันแปร

ศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์ (2547) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผลการศึกษาพบว่า พัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง อันดับรองลงมาได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม การศึกษาของครูผู้สอน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

สุชีรา มะหิเมือง (2547) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์และพัฒนาการทางวิชาการด้วยวิธีการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม กับกลุ่มตัวอย่างสถานศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวน 123 แห่ง ข้อมูลที่

ใช้ประกอบด้วยข้อมูลทุติยภูมิของคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาภาษาไทย และวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้จากผลการทดสอบแห่งชาติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2545 และผลการทดสอบของโครงการประเมินคุณภาพและวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างขณะศึกษาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และข้อมูลปฐมภูมิเกี่ยวกับภูมิหลังของกลุ่มตัวอย่าง บริบททั่วไปของสถานศึกษาและการปฏิบัติงานทางวิชาการตามตัวบ่งชี้ 6 ด้านได้จากการสำรวจด้วยแบบสอบถามโดยใช้การวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น (HLM) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงสาเหตุ (LISREL) ผลการศึกษาพบว่า โมเดลการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์และพัฒนาการทางวิชาการที่ใช้วิธีวิเคราะห์ถดถอยแบบพหุระดับด้วยโปรแกรม HLM ซึ่งกำหนดให้ตัวแปรภูมิหลังของนักเรียนด้านผลสัมฤทธิ์เดิมเป็นตัวแปรที่ส่งผลเชิงสุ่ม ในขณะที่ควบคุมอิทธิพลจากตัวแปรด้านเศรษฐานะ และพื้นฐานทางภาษา เป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ (R^2) ในวิชาภาษาไทยเป็นร้อยละ 22.10 และในวิชาคณิตศาสตร์เป็นร้อยละ 24.97 นอกจากนี้สถานศึกษาที่มีมูลค่าเพิ่มจัดอยู่ในกลุ่มสูงเป็นสถานศึกษาที่มีบริบททั่วไปของสถานศึกษาและสภาพการปฏิบัติงานทางวิชาการดีกว่ากลุ่มสถานศึกษาที่มีมูลค่าเพิ่มในระดับต่ำ โมเดลเชิงสาเหตุแสดงอิทธิพลของปัจจัย/ ตัวแปรระดับสถานศึกษาที่มีต่อมูลค่าเพิ่มเป็นโมเดลที่มีความตรงและความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตัวแปรที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ การปฏิบัติงานทางวิชาการที่ส่งผลเชิงบวกต่อมูลค่าเพิ่มของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ และเชิงลบต่อมูลค่าเพิ่มของพัฒนาการทางวิชาการ ทำเลที่ตั้งของสถานศึกษาที่ส่งผลเชิงลบต่อมูลค่าเพิ่มของพัฒนาการทางวิชาการวิชาคณิตศาสตร์ และการส่งผลเชิงบวกของมูลค่าเพิ่มของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของมูลค่าเพิ่มของพัฒนาการทางวิชาการที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

โครงการ PISA ประเทศไทย โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ได้สรุปลักษณะโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษา ดังนี้

1) โรงเรียนสามารถจัดให้นักเรียนมีโอกาสทางการเรียนเท่าเทียมกัน ไม่ว่านักเรียนจะมีภูมิหลังทางเศรษฐกิจ – สังคม อย่างไร โรงเรียนในประเทศสมาชิก OECD ที่มีคะแนนสูง เช่น ฟินแลนด์ เกาหลี และประเทศร่วมโครงการ เช่น จีน-ฮ่องกง ส่วนมากไม่มีการแบ่งแยกตามภูมิหลังทางสังคมและวัฒนธรรมของนักเรียน นั่นคือ นักเรียนที่มีสถานะทางสังคมต่างกันได้เรียนในโรงเรียนเดียวกัน

2) โรงเรียนมีอำนาจอิสระในการกำหนดการจัดการเรียนการสอนและออกแบบการประเมินผลได้เอง แต่ไม่จำเป็นต้องให้โรงเรียนแข่งขันกันรับนักเรียน

นักเรียนที่มีแนวโน้มผลการประเมินสูง มักอยู่ในประเทศที่โรงเรียนมีอำนาจอิสระในการกำหนดเนื้อหาที่จะสอน และวิธีการที่จะวัดประเมินผล มีอิสระในการตัดสินใจเรื่องการจัดหา

ทรัพยากรโรงเรียน อีกทั้งโรงเรียนที่สามารถตรวจสอบได้มีการประกาศผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอย่างเปิดเผยต่อสารธารณะ และเป็นประเทศที่มีการสอบมาตรฐานจากภายนอก

ประเทศที่สร้างบรรยากาศของการแข่งขันสูงในการรับนักเรียนไม่ได้มีผลการประเมินสูง โรงเรียนดีๆ ที่แข่งขันรับนักเรียนได้มาก แม้ผลการประเมินของโรงเรียนจะสูง แต่เป็นเพราะตัวแปรภูมิหลังทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียนที่รับเข้ามาในโรงเรียน แต่ผลรวมของทั้งประเทศมีแนวโน้มของคะแนนต่ำ

3) ประเทศสมาชิก OECD ส่วนใหญ่โรงเรียนเอกชนมีผลการประเมินสูงกว่าโรงเรียนรัฐบาล แต่หลังจากอธิบายด้วยเหตุผลของภูมิหลังของทางเศรษฐกิจ-สังคม และประชากรศาสตร์ของโรงเรียนและนักเรียนแล้ว ประเทศสมาชิก OECD นักเรียนโรงเรียนของรัฐมีผลการประเมินสูงกว่าโรงเรียนเอกชน

4) พ่อแม่ต้องการเลือกโรงเรียนที่มีคุณภาพทางวิชาการมากกว่าความช่วยเหลือทางการเงิน โดยทั่วไปแม้กระทั่งพ่อแม่ที่มีสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมที่ด้อยเปรียบ ยังมีเพียงร้อยละ 13 เท่านั้นที่ระบุว่าในการเลือกโรงเรียนให้บุตรหลานจะพิจารณาถึง “ค่าเล่าเรียนถูก” และ “มีความช่วยเหลือทางการเงิน” เป็นสำคัญ ส่วนที่เหลือ รวมทั้งพ่อแม่ที่มีเศรษฐกิจและสังคมที่ได้เปรียบ ระบุว่า “ต้องการเลือกโรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการเป็นสำคัญ”

5) โรงเรียนที่ประสบผลสำเร็จมีการกระจายทรัพยากรอย่างเป็นธรรม มีค่าใช้จ่ายทางการศึกษาที่สูง และการใช้จ่ายมักให้ลำดับความสำคัญกับเงินเดือนครูมากกว่าทำชั้นเรียนขนาดเล็ก โดยทั่วไป ระบบโรงเรียนต่างกันย่อมต่างกันในเรื่องทรัพยากรวัตถุ คน เวลา และการเงิน แต่ที่สำคัญคือแตกต่างกันตรงที่ทรัพยากรถูกใช้อย่างไร ในประเทศที่ประสบความสำเร็จ บางประเทศทรัพยากรถูกกระจายไปยังโรงเรียน และนักเรียนที่ด้อยเปรียบทางเศรษฐกิจและสังคมมากกว่า เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนด้อยเปรียบมีโอกาสทางการเรียนที่ดีขึ้น หลายประเทศมักทำชั้นเรียนให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้ครูสอนได้ทั่วถึง โดยทั่วไปหากว่าค่าใช้จ่ายสำหรับค่าตอบแทนครู และการทำชั้นเรียนให้มีขนาดเล็กเท่ากัน ระบบโรงเรียนมักจะเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งบางประเทศเลือกที่จะใช้ครูคุณภาพสูง และจ่ายเงินเดือนครูสูงแต่สอนชั้นเรียนขนาดใหญ่ขึ้น ผลของ PISA แสดงให้เห็นว่าเงินเดือนครูที่สูง (ไม่ใช่ชั้นเรียนขนาดเล็ก) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการเรียนรู้ที่ดีกว่าของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ชี้ว่าการยกระดับคุณภาพครูเป็นเส้นทางที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าการแบ่งเป็นชั้นเรียนเล็ก ๆ

6) โรงเรียนที่มีบรรยากาศทางระเบียบวินัยดี นักเรียนและครูมีพฤติกรรมทางบวกและมีความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักเรียนกับครู มีแนวโน้มที่มีคะแนนการอ่านสูง

ปิยะธิดา ทองอร่าม (2545) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของสถานศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น 2 ระดับ คือ ระดับ

สถานศึกษา และระดับจังหวัด ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยระดับสถานศึกษาที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สัดส่วนของนักเรียนต่อครู สัดส่วนนักเรียนต่อห้องเรียน ขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงาน และความเป็นผู้นำของผู้บริหารสถานศึกษา ส่วนปัจจัยระดับจังหวัดที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยปริมาณการให้คำแนะนำทางวิชาการจากหน่วยศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุนจากจังหวัด

พิชิต ธรรมรักษ์ (2549) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแผนการเรียนศิลป์ภาษา ในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้แก่ ประสบการณ์สอน ขนาดของสถานศึกษา ความรู้พื้นฐานเดิม อาชีพของผู้ปกครอง ความเป็นผู้นำทางวิชการของผู้บริหาร เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และตัวแปรทั้ง 6 ตัว สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 39.10

รัชนก บุญปู (2547) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในสถานศึกษานำร่องหลักสูตรสถานศึกษา ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เจตคติต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียน ความคาดหวังในการศึกษาต่อ โดยชุดของตัวแปรระดับนักเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลการเรียนรู้ได้ร้อยละ 17.4 ส่วนตัวแปรระดับสถานศึกษาที่ส่งผลต่อคุณภาพของการจัดการศึกษาตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่คุณภาพการสอน ระดับการศึกษาของผู้บริหาร โดยตัวแปรระดับสถานศึกษาสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลการเรียนรู้ได้ร้อยละ 15.5

นิตยา เหมือดไธสง (2543) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยระดับนักเรียน ครู และสถานศึกษาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ทางตรงและทางอ้อม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ และการวิเคราะห์ลิสเรล ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุด้วยลิสเรล พบว่าปัจจัยที่ส่งผลทางตรงเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญในระดับสูง ได้แก่ ภูมิหลังของนักเรียน รองลงมาคือ พฤติกรรมการสอนและภูมิหลังของครู และปัจจัยระดับสถานศึกษา สำหรับปัจจัยที่ส่งผลทางอ้อม ได้แก่ ภูมิหลังครูที่มีขนาดของผลที่สูงขึ้นเมื่อส่งผ่านตัวแปรพฤติกรรมการสอนของครู

จากการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรทางการศึกษาที่ส่งผลต่อคุณภาพการจัดการศึกษา สามารถสรุปตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ดังนี้

ตารางที่ 14 ผลการสังเคราะห์ตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกตามระดับตัวแปร

ตัวแปร	Chiu และ Xihua (2008)	Hofman และ Guldemond (1999)	Gluszynski, Dhawan-Biswal (2008)	Schulz (2005)	Douglas Willms (2004)	Bussiere และ Gluszynski (2004)	Koutsoulis และ Campbell (2001)	Willms และ Somers (2001)	D'Agostino (2000)	Opdenakker และ Van Damme (2000)	TIMSS (2011)
ระดับสถานศึกษา											
ขนาดสถานศึกษา				√	√				√		√
ที่ตั้งสถานศึกษา					√				√	√	√
พฤติกรรมการสอนของครู										√	√
บริบทสถานศึกษา /สังกัด		√		√	√			√	√		
ความเป็นผู้นำทางวิชาการ		√							√		
แหล่งทรัพยากร อุปกรณ์								√			√
รายได้ของหน่วยงาน	√							√			
ประสบการณ์สอนของครู											√
วุฒิการศึกษาของครู									√		
ระดับนักเรียน											
ความรู้เดิมของนักเรียน		√		√	√	√	√		√	√	√
เศรษฐานะของครอบครัว	√	√	√	√	√		√	√			√
เจตคติ และแรงจูงใจ	√			√			√		√	√	√
เพศ		√	√	√	√	√			√		√
คุณลักษณะของครอบครัว	√		√		√		√	√	√		√
ทรัพยากรในครอบครัว	√								√		√
ความเชื่อมั่นในตนเอง	√										√
เชื้อชาติ /ชาติกำเนิด			√	√	√						√
อายุ			√	√							
การย้ายถิ่น /แหล่งอาศัย			√		√						

ตารางที่ 14 ผลการสังเคราะห์ตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกตามระดับตัวแปร (ต่อ)

ตัวแปร	เพ็ญภัคร พื้นผา (2554)	เรืองเดช ศิริกิจ (2554)	ประกฤติยา ทักษิโณ (2552)	พิชิต ธรรมรักษ์ (2549)	สุบิน ยุระรัช (2547)	ศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์ (2547)	สุชีรา มะหิเมือง (2547)	รัชนก บุญปู (2547)	ปิยะธิดา ทองอร่าม (2545)	นิตยา เหมือดไธสง (2543)	รวม
ระดับสถานศึกษา											
ขนาดสถานศึกษา	√	√	√	√							8
ที่ตั้งสถานศึกษา	√	√	√				√				8
พฤติกรรมการสอนของครู	√	√						√	√	√	7
บริบทสถานศึกษา /สังกัด	√		√				√				7
ความเป็นผู้นำทางวิชาการ	√		√	√					√		6
แหล่งทรัพยากร อุปกรณ์	√	√	√								5
รายได้ของหน่วยงาน		√	√								4
ประสบการณ์สอนของครู	√	√		√		√					5
วุฒิการศึกษาของครู			√					√			3
ระดับนักเรียน											
ความรู้เดิมของนักเรียน	√	√	√	√		√	√			√	15
เศรษฐานะของครอบครัว	√	√	√	√		√	√				14
เจตคติ และแรงจูงใจ		√	√	√	√	√		√			12
เพศ	√	√	√				√				11
คุณลักษณะของครอบครัว			√		√						9
ทรัพยากรในครอบครัว		√	√								5
ความเชื่อมั่นในตนเอง			√		√						4
เชื้อชาติ /ชาติกำเนิด											4
อายุ	√										3
การย้ายถิ่น /แหล่งอาศัย											2

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยได้จากผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และจากฐานข้อมูลของ TIMSS 2011 โดยผลจากการสังเคราะห์ตัวแปรซึ่งใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา มีความสอดคล้องกับตัวแปรต่างๆ ใน TIMSS 2011 และเมื่อนำตัวแปรที่มีการศึกษามากที่สุด ในตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ ความรู้เดิม และเศรษฐานะของครอบครัว ส่วนตัวแปรระดับสถานศึกษาที่นำมาศึกษามากที่สุด ได้แก่ ขนาดสถานศึกษา ที่ตั้งของสถานศึกษา และพฤติกรรมการสอนของครู

ตารางที่ 15 อันดับของตัวแปรที่นิยมนำมาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพการจัดการศึกษา และแหล่งข้อมูลในการเก็บข้อมูลของโครงการประเมินผล TIMSS 2011

อันดับที่	ตัวแปร	แหล่งข้อมูลที่นำมาศึกษาใน TIMSS 2011
ระดับสถานศึกษา		
1	ขนาดสถานศึกษา	- ขนาดของสถานศึกษา
2	ที่ตั้งสถานศึกษา	- ที่ตั้งสถานศึกษา
3	พฤติกรรมการสอนของครู	- ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทน - ความพึงพอใจของครู - ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ - การสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์ - การทำงานร่วมกันของครู
4	บริบทสถานศึกษา /สังกัด	ไม่มีในฐานข้อมูล
5	แหล่งทรัพยากร	- การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง - เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียน - ขนาดห้องเรียน - ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์
6	ความเป็นผู้นำทางวิชาการ	- ความเข้มข้นทางวิชาการ - เวลาที่ใช้บริหารของผู้บริหาร
7	รายได้ของหน่วยงาน	ไม่มีในฐานข้อมูล
8	ประสบการณ์การสอนของครู	- ประสบการณ์การทำงาน

ตารางที่ 15 อันดับของตัวแปรที่นิยมนำมาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพการจัดการศึกษา และแหล่งข้อมูลในการเก็บข้อมูลของโครงการประเมินผล TIMSS2011 (ต่อ)

อันดับที่	ตัวแปร	แหล่งข้อมูลที่นำมาศึกษาใน TIMSS 2011
ระดับนักเรียน		
1	ความรู้เดิมของนักเรียน	- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา
2	เศรษฐานะของครอบครัว	- ความมั่งคั่งของครอบครัว
3	เจตคติและแรงจูงใจ	- ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ - แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ - เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ - การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ - ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา
4	เพศ	เพศ
5	คุณลักษณะของครอบครัว	ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง
6	ทรัพยากรในครอบครัว	แหล่งทรัพยากรที่บ้าน
7	ความเชื่อมั่นในตนเอง	ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์
8	เชื้อชาติ /ชาติกำเนิด	ไม่มีในฐานข้อมูล

4.3 การกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน 4 ประเทศ ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์พหุระดับในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มของการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ซึ่งศึกษาตัวแปรในสองระดับคือ ระดับสถานศึกษา และระดับนักเรียน โดยมีการประมาณค่าความสามารถจากการประมาณคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ และการประมาณคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ 4 สาขา คือ สาขาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก โดยใช้วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WAS) และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (HO-IRT)

ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัยเพื่อการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ 2) เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาจากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานระหว่างวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 3) เพื่อวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนด้วยการวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่ม ที่ใช้คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน 4) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ ปี 2554 (Trend International Math and Science Study: TIMSS 2011) ด้านวิทยาศาสตร์ใน 4 สาขาคือ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก โดยศึกษาข้อมูลใน 4 ประเทศ คือ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ตอนที่ 2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย และตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ ปี พ.ศ. 2554 หรือ TIMSS 2011 ซึ่งเป็นโครงการที่จัดขึ้นเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในด้านวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (grade 8) จากทั้งหมด 63 ประเทศ โดยมีประเทศที่เป็นสมาชิกประชาคมอาเซียน 4 ประเทศ คือ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย (International Association for the Evaluation of Education Achievement (IEA), 2012)

1) ตัวอย่าง

สถานศึกษาและนักเรียนที่เข้าร่วมในโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานชาติ ปี พ.ศ. 2554 หรือ TIMSS 2011 ของประเทศในประชาคมอาเซียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศมาเลเซีย ประเทศสิงคโปร์ และ

ประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างของโครงการประกอบด้วยสถานศึกษาทั้งสิ้น 670 แห่ง ประเทศมาเลเซียมีสถานศึกษาเข้าร่วมมากที่สุด รองลงมาคือ ไทย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย (จำนวน 185, 172, 165 และ 153 แห่ง ตามลำดับ) ผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วยผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และนักเรียน ซึ่งแต่ละกลุ่มมีจำนวนดังนี้

ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแทนของสถานศึกษาที่นักเรียนเข้ารับการประเมิน จำนวนทั้งสิ้น 670 คน โดยประเทศอินโดนีเซียมีจำนวน 153 คน ประเทศมาเลเซียมีจำนวน 180 คน ประเทศสิงคโปร์มีจำนวน 165 คน และประเทศไทยมีจำนวน 172 คน คิดเป็นร้อยละ 22.83, 26.87, 24.63 และ 25.67 ตามลำดับ

นักเรียนที่เข้ารับการประเมินเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวนทั้งสิ้น 23,554 คน โดยประเทศอินโดนีเซียมีจำนวน 5,787 คน ประเทศมาเลเซียมีจำนวน 5,720 คน ประเทศสิงคโปร์มีจำนวน 5,924 คน และประเทศไทยมีจำนวน 6,123 คน คิดเป็นร้อยละ 24.57, 24.28, 25.15 และ 26.00 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ประเทศ	ผู้บริหาร/ครู		นักเรียน	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
อินโดนีเซีย	153	22.83	5,787	24.57
มาเลเซีย	180	26.87	5,720	24.28
สิงคโปร์	165	24.63	5,924	25.15
ไทย	172	25.67	6,123	26.00
รวม	**670**	**100.00**	**23,554**	**100.00**

2) เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1) แบบสอบที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ของโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์นานาชาติ ปี 2554 (หรือ TIMSS 2011) จัดโดย IEA ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยคัดเลือกเฉพาะข้อสอบแบบเลือกตอบ (multiple - choice item) จำนวน 122 ข้อ ซึ่งแบ่งข้อสอบออกเป็น 14 ฉบับ โดยมีจำนวนข้อสอบ ฉบับละ 14-23 ข้อ แต่ละฉบับประกอบด้วยข้อสอบใน 4 สาขา ได้แก่ สาขาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก ซึ่งการสร้างข้อสอบนั้น สร้างจากการสังเคราะห์เนื้อหา หลักสูตรจากประเทศต่าง ๆ ที่เข้าร่วมสอบ จำแนกแบบสอบแต่ละฉบับ มีจำนวนข้อสอบปรนัยที่ใช้ในแต่ละรายวิชาระหว่าง 2 - 9 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนข้อสอบปรนัยจำแนกตามรายวิชาและแบบสอบ

ฉบับที่	ชีววิทยา	เคมี	ฟิสิกส์	วิทยาศาสตร์โลก	รวม
1	6	4	3	4	17
2	6	4	2	3	15
3	3	7	5	4	19
4	3	7	5	3	18
5	5	5	4	2	16
6	6	5	4	2	17
7	5	3	3	3	14
8	5	2	3	4	14
9	9	2	4	3	18
10	9	3	4	3	19
11	6	9	5	3	23
12	5	8	5	2	20
13	7	3	4	3	17
14	7	3	5	5	20
รวม	**41**	**32**	**28**	**21**	**122**
ร้อยละ	**33.61**	**26.23**	**22.95**	**17.21**	**100.00**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อการเรียนรู้ของสาขาที่ใช้ในการประเมินโครงการ TIMSS 2011 ครอบคลุมหัวข้อตามหลักสูตรของแต่ละประเทศที่เข้าร่วมประเมินในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหัวข้อที่ใช้ในการประเมินในแต่ละสาขามีรายละเอียดดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 หัวข้อการเรียนรู้จำแนกแต่ละสาขาที่ใช้ในการประเมินโครงการ TIMSS 2011

สาขา	หัวข้อ
สาขาชีววิทยา	โครงสร้าง (structure)ความหลากหลายของชีวิต (life processes, diversity) และการพึ่งพาซึ่งกันและกันของสิ่งมีชีวิต (interdependence of living organisms) แบ่งเป็นการประเมินใน 6 หัวข้อ คือ - การจำแนกลักษณะและกระบวนการชีวิตของสิ่งมีชีวิต (characteristics, classification, and life processes of organisms) - เซลล์และหน้าที่ (cells and their function) - วงจรชีวิต การสืบพันธุ์ และพันธุกรรม (life cycles, reproduction, and heredity) - ความหลากหลายของการปรับตัวและการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (diversity, adaptation, and natural selection) - ระบบนิเวศวิทยา (ecosystems) - สุขภาพ (human health)
สาขาเคมี	- จำแนกและส่วนประกอบของสสาร (classification and composition of matter) - คุณสมบัติของสสาร (properties of matter) - การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (chemical change)
สาขาฟิสิกส์	กระบวนการทางฟิสิกส์และพลังงาน โดยประเมินใน 5 หัวข้อ คือ - สถานะทางฟิสิกส์และการเปลี่ยนแปลงของสสาร (physical states and changes in matter) - การเปลี่ยนแปลงของพลังงาน ความร้อนและอุณหภูมิ (energy transformations, heat, and temperature) - แสงและเสียง (light and sound) - ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (electricity and magnetism) - แรงและการเคลื่อนที่ (forces and motion)
สาขาวิทยาศาสตร์โลก	- โครงสร้างของโลกและลักษณะกายภาพ (earth's structure and physical features) - กระบวนการของโลก วงจร และประวัติศาสตร์ (earth's processes, cycles, and history) - ทรัพยากรโลก การใช้และการอนุรักษ์ (earth's resources, their use and conservation) - ระบบสุริยะและจักรวาล (earth in the solar system and the universe)

2.2 แบบสอบถามนักเรียน นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกคนจะต้องตอบแบบสอบถามจำนวน 1 ฉบับ ภายหลังจากการทำแบบสอบ โดยใช้เวลา 30 นาที มีประเด็นคือ

1) ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับตัวนักเรียนประกอบด้วย เพศ แหล่งทรัพยากรที่บ้านความมั่งคั่งของครอบครัว ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ภูมิลำเนาของผู้ปกครอง ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา ความถี่ในการใช้คอมพิวเตอร์

2) สถานศึกษา ประกอบด้วย ความคิดเห็นต่อสถานศึกษา ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา

3) การเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความเชื่อตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แรงจูงใจภายนอกในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ การใช้เวลาเรียนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์

2.3 แบบสอบถามครูวิทยาศาสตร์ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ที่สอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามจำนวน 1 ฉบับ ใช้เวลา 45 นาที โดยมีประเด็นคือ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู การเตรียมการสอน การพัฒนาวิชาชีพสถานศึกษาที่สอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง การสอนวิทยาศาสตร์ การทำงานร่วมกันของครู วัสดุและกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ การบ้านของนักเรียน การประเมินผลการเรียนของนักเรียน

2.4 แบบสอบถามผู้บริหารสถานศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษาที่นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 คน ตอบ 1 ฉบับ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที มีประเด็นดังนี้ ลักษณะของสถานศึกษาการปฏิบัติงานในฐานะผู้บริหารสถานศึกษา การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในกิจกรรมของสถานศึกษา บรรยากาศการเรียนรู้ของสถานศึกษา การจัดการสอนด้านวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา พฤติกรรมนักเรียน แหล่งเรียนรู้และเทคโนโลยี

ตอนที่ 2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่มาจากฐานข้อมูลในโครงการประเมินผล TIMSS 2011 ผู้วิจัยพิจารณาถึงโครงสร้างของข้อมูลในระบบการจัดการศึกษา ซึ่งลักษณะข้อมูลมีโครงสร้างแบบลดหลั่น นั่นคือนักเรียนสอดแทรกอยู่ในสถานศึกษา ดังนั้นจึงแบ่งตัวแปรเป็นระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โดยตัวแปรที่ใช้มีชื่อสอดคล้องกับการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

ตัวแปรระดับนักเรียนได้แก่ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา เพศ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความมั่งคั่งของครอบครัว แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์

การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา

ตัวแปรระดับสถานศึกษา ได้แก่ ขนาดของสถานศึกษา ที่ตั้งสถานศึกษา เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียน ขนาดห้องเรียน เวลาที่ใช้บริหารของผู้บริหาร ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์ ความเข้มข้นทางวิชาการ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทน ประสบการณ์การทำงาน ความพึงพอใจของครู ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ การสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์ และการทำงานร่วมกันของครู

ความหมายของตัวแปร ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 สเกลการวัดและความหมายของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา

ตัวแปร	สเกลการวัด	ความหมาย
ตัวแปรระดับนักเรียน ผลการสอบวิทยาศาสตร์ TIMSS	ต่อเนื่อง	คะแนนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใน 4 สาขาคือ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก ตามกรอบการประเมินการรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ในโครงการประเมิน TIMSS 2011
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	ต่อเนื่อง	ค่าที่ได้จากการคำนวณหาผลต่างระหว่างระดับชั้นของนักเรียนกับระดับชั้นที่นักเรียนคาดหวัง (Chiu & Xihua, 2008) มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมามีมากกว่าค่าเฉลี่ย ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึงผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมามีต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ช่วงค่าข้อมูลดิบ 1-12)
เพศ	จัดประเภท	จำแนกเป็นนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย
ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง	จัดประเภท	จำแนกเป็นสำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษา ระดับอนุปริญญา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับประถมศึกษาหรือไม่ได้ศึกษา
ความมั่งคั่งของครอบครัว	จัดประเภท	แสดงระดับความมั่งคั่งของครอบครัวของนักเรียนจากการเป็นเจ้าของห้องส่วนตัว การมีอุปกรณ์ต่างๆ แบ่งเป็นระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ

ตารางที่ 19 สเกลการวัดและความหมายของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา (ต่อ)

ตัวแปร	สเกลการวัด	ความหมาย
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	ต่อเนื่อง	เป็นค่าที่บ่งบอกถึงแหล่งทรัพยากรที่บ้านซึ่งวัดจากจำนวนหนังสือในบ้าน การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึง แหล่งทรัพยากรที่บ้านมีมากกว่าค่าเฉลี่ย ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึง แหล่งทรัพยากรที่บ้านมีต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ข่วงค่าข้อมูลดิบ 4-15)
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	ต่อเนื่อง	เป็นค่าที่บ่งบอกถึงแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึง นักเรียนมีแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ มากกว่าค่าเฉลี่ย ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึง นักเรียนมีแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ข่วงค่าข้อมูลดิบ 4-13)
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	ต่อเนื่อง	เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึง นักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์มากกว่าค่าเฉลี่ย ถ้าเป็นลบ หมายถึงนักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ข่วงค่าข้อมูลดิบ 4-14)
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	ต่อเนื่อง	เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึง นักเรียนมีความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์มากกว่าค่าเฉลี่ย ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึงนักเรียนมีความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ข่วงค่าข้อมูลดิบ 3-15)
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ต่อเนื่อง	เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึง นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากกว่าค่าเฉลี่ย ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึงนักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ข่วงค่าข้อมูลดิบ 3-14)

ตารางที่ 19 สเกลการวัดและความหมายของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา (ต่อ)

ตัวแปร	สเกลการวัด	ความหมาย
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์	จัดประเภท	แสดงระดับเวลาที่นักเรียนใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา	จัดประเภท	แสดงระดับความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาของนักเรียน ซึ่งวัดจาก ความถี่ในการถูกรังแก การขโมยของ การร่วมกิจกรรม การถูกนินทา แบ่งเป็นระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ
ตัวแปรระดับสถานศึกษา		
ขนาดของสถานศึกษา	จัดประเภท	ขนาดของสถานศึกษาแบ่งตามจำนวนนักเรียน แบ่งเป็นใหญ่พิเศษ (นักเรียนตั้งแต่ 2,500 คนขึ้นไป) ใหญ่ (นักเรียน 1,500-2,499 คน) กลาง (นักเรียน 500-1,499 คน) และเล็ก (นักเรียน น้อยกว่า 500 คน)
ที่ตั้งสถานศึกษา	จัดประเภท	ที่ตั้งสถานศึกษาตามขนาดเมือง แบ่งเป็นเมืองใหญ่ มีประชากรมากกว่า 100,000 คน เมืองขนาดกลาง มีประชากรระหว่าง 15,001 ถึง 100,000 คน และเมืองเล็ก มีประชากรน้อยกว่า 15,001
ความเข้มข้นทางวิชาการ	จัดประเภท	ในด้านความเข้าใจและความสำเร็จการใช้หลักสูตรของครู ความคาดหวังและการมีส่วนร่วมสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน แบ่งระดับเป็น มีความเข้มข้น สูงมาก สูง และปานกลาง
เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียน	จัดประเภท	องค์ประกอบของสถานศึกษาจากร้อยละของนักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีเศรษฐานะร่ำรวย ปานกลาง และด้อยโอกาส โดยแบ่งเป็น ร่ำรวย หมายถึงสถานศึกษาที่มีนักเรียนจากครอบครัวที่ร่ำรวยมากกว่าร้อยละ 25 และนักเรียนจากครอบครัวด้อยโอกาสน้อยกว่าร้อยละ 25 ปานกลาง หมายถึงสถานศึกษาที่มีนักเรียนจากครอบครัวร่ำรวย และด้อยโอกาสพอๆ กัน ด้อยโอกาส หมายถึงสถานศึกษาที่มีนักเรียนจากครอบครัวด้อยโอกาสมากกว่าร้อยละ 25 และนักเรียนจากครอบครัวที่ร่ำรวยน้อยกว่าร้อยละ 25

ตารางที่ 19 สเกลการวัดและความหมายของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา (ต่อ)

ตัวแปร	สเกลการวัด	ความหมาย
ขนาดห้องเรียน	จัดประเภท	จำนวนนักเรียนในห้องเรียน แบ่งเป็น ใหญ่พิเศษ (นักเรียนมากกว่า 45 คน) ใหญ่ (นักเรียน 36-45 คน) ปานกลาง (นักเรียน 26-35 คน) เล็ก (นักเรียน 16-25 คน) เล็กมาก (นักเรียนน้อยกว่า 16 คน)
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหาร	จัดประเภท	เป็นเวลาที่ผู้บริหารใช้ในการบริหาร ได้แก่การส่งเสริมวิสัยทัศน์ การพัฒนาหลักสูตร การติดตามการดำเนินงานของครู การให้คำปรึกษาแก่ครูที่มีข้อสงสัยหรือปัญหา ติดตามความก้าวหน้าการเรียนรู้ของนักเรียน รักษาบรรยากาศในระเบียบของสถานศึกษา และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการพัฒนาอาชีพโดยเฉพาะสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา แบ่งเป็นมาก ปานกลาง น้อย
ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์	จัดประเภท	ศักยภาพของสถานศึกษาในการจัดหาทรัพยากรในการสอนวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นสูง ปานกลาง ต่ำ
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	ต่อเนื่อง	เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการสนับสนุนของผู้ปกครองและการมีส่วนร่วมกับสถานศึกษามีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึงการสนับสนุนของผู้ปกครองและการมีส่วนร่วมกับสถานศึกษามีมากกว่าค่าเฉลี่ย และค่าเป็นลบ หมายถึงมีการสนับสนุนของผู้ปกครองและการมีส่วนร่วมกับสถานศึกษาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ข่วงค่าข้อมูลดิบ 1-5)
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถาน ศึกษา	จัดประเภท	ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษา แบ่งเป็น หาทดแทนได้ง่ายมาก หาทดแทนได้ง่าย หาทดแทนได้ยาก หาทดแทนได้ยากมาก
ประสบการณ์การทำงานของครู	ต่อเนื่อง	จำนวนปีที่ครูสอนในสถานศึกษา (ข่วงค่าข้อมูลดิบ 1-37)
ความพึงพอใจของครู	จัดประเภท	ความพึงพอใจของครูวัดจากความพึงพอใจในการทำงาน ความคาดหวังและความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 19 สเกลการวัดและความหมายของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา (ต่อ)

ตัวแปร	สเกลการวัด	ความหมาย
		แบ่งเป็น ครูมีความพึงพอใจในระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์	ต่อเนื่อง	ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์วัดจากระดับการตอบคำถาม การอธิบายหลักการการทดลอง การเห็นคุณค่าในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการปรับการสอนให้นักเรียนมีความสนใจ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึง ครูมีความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์มากกว่าค่าเฉลี่ย และค่าเป็นลบ หมายถึงครูมีความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ช่วงค่าข้อมูลดิบ 5-13)
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	ต่อเนื่อง	การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์ของครู มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยค่าเป็นบวก หมายถึง ครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าของบทเรียนที่ครูมีการจัดการเรียนการสอนเน้นการสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเป็นลบ หมายถึงน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของบทเรียนที่ครูมีการจัดการเรียนการสอนเน้นการสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์ (ช่วงค่าข้อมูลดิบ 4-16)
การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์	จัดประเภท	การทำงานร่วมกันเพื่อปรับปรุงการสอน แบ่งเป็น 3 ระดับ คือระดับสูง ปานกลาง ต่ำ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ใน 4 สาขาวิชา ของ 4 ประเทศ โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม และการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าความสามารถจากคะแนนรวมและคะแนนย่อย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการตอบคำถามวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดการแฟ้มข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ

ขั้นตอนที่ 3 การประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่า

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มในโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของแต่ละประเทศโดยใช้คะแนนรวม

ขั้นตอนที่ 5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มเชิงเส้นระดับลดหลั่น (hierarchical linear value-added model) โดยใช้ฐานข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ ปี พ.ศ.2554 (Trend International Math and Science Study: TIMSS 2011) โดยจัดเตรียมแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows V 17.0 และ Microsoft Excel 2010 แบ่งตามระดับการวิเคราะห์ จำนวน 2 ระดับ ดังนี้

1. ไฟล์ระดับนักเรียน ประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ ไฟล์ผลการสอบ และไฟล์ตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน ซึ่งแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดดังนี้

<u>ไฟล์กลุ่มที่ 1</u> ผลการตอบข้อสอบ จากฐานข้อมูลผลการสอบของ TIMSS 2011 นำไฟล์ที่ได้จากการทดสอบของแต่ละประเทศ นำมาจัดเรียงตัวแปรตามที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดเตรียมด้วยโปรแกรม SPSS V 17.0 ประกอบด้วย 127 ตัวแปร ได้แก่ รหัสประเทศ รหัสสถานศึกษา รหัสนักเรียน รหัสชุดแบบสอบ และผลการตอบข้อสอบรายข้อ กำหนดรหัสดังนี้

รหัสประเทศ (IDCNTRY) ของแต่ละประเทศ ได้แก่ประเทศอินโดนีเซีย (360) มาเลเซีย (458) สิงคโปร์ (702) และไทย (764) เรียงตามแนวแถวแยกไฟล์ของแต่ละประเทศ

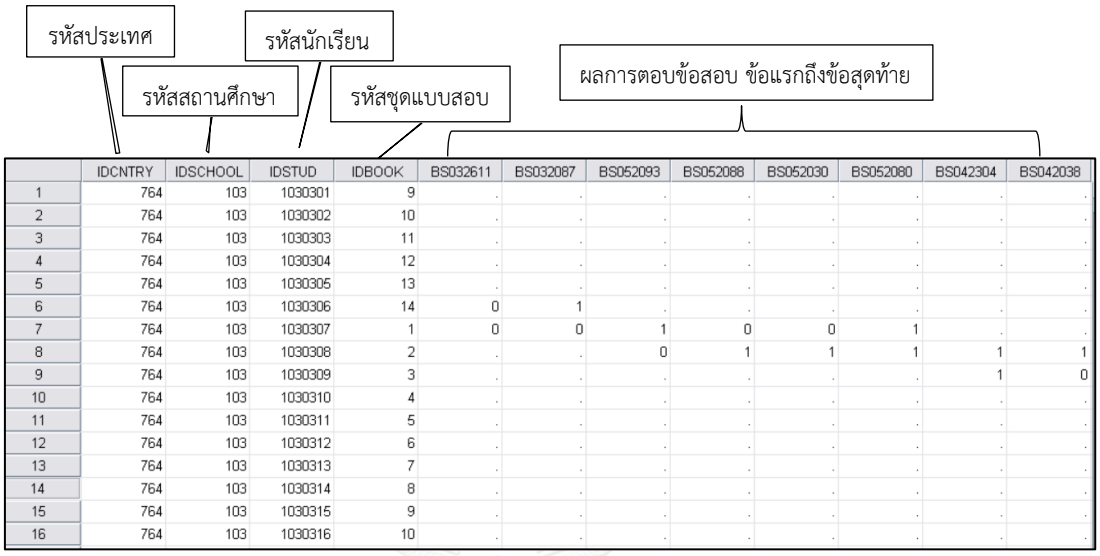
รหัสสถานศึกษา (IDSCHOOL) เรียงตามลำดับสถานศึกษาจากสถานศึกษาแรกไปจนถึงสถานศึกษาสุดท้าย

รหัสนักเรียน (IDSTUD) เรียงตามแนวแถวตั้งแต่นักเรียนคนแรกไปถึงคนสุดท้ายที่อยู่ในสถานศึกษาเดียวกัน แล้วเรียงลำดับใหม่ในสถานศึกษาถัดไป

รหัสชุดแบบสอบ (IDBOOK) แบ่งเป็น 14 ชุด รหัส 1 ถึง 14 เรียงตามแนวแถวของนักเรียนแต่ละคนว่าได้แบบสอบชุดใด

ผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อ เรียงตามแนวสดมภ์ตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย ตามชุดแบบสอบที่นักเรียนได้ทดสอบ

แสดงการจำลองไฟล์ข้อมูลดังภาพที่ 4

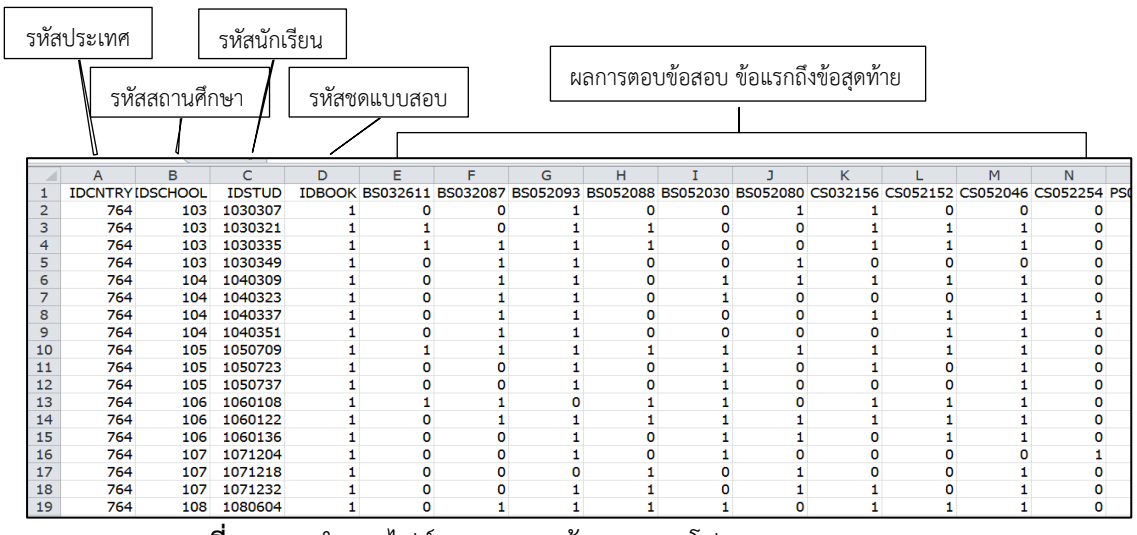


	IDCNTRY	IDSCHOOL	IDSTUD	IDBOOK	BS032611	BS032087	BS052093	BS052088	BS052030	BS052080	BS042304	BS042038
1	764	103	1030301	9	.	.	.	.	.	.	.	.
2	764	103	1030302	10	.	.	.	.	.	.	.	.
3	764	103	1030303	11	.	.	.	.	.	.	.	.
4	764	103	1030304	12	.	.	.	.	.	.	.	.
5	764	103	1030305	13	.	.	.	.	.	.	.	.
6	764	103	1030306	14	0	1	.	.	.	.	.	.
7	764	103	1030307	1	0	0	1	0	0	1	.	.
8	764	103	1030308	2	.	.	0	1	1	1	1	1
9	764	103	1030309	3	.	.	.	.	.	.	1	0
10	764	103	1030310	4	.	.	.	.	.	.	.	.
11	764	103	1030311	5	.	.	.	.	.	.	.	.
12	764	103	1030312	6	.	.	.	.	.	.	.	.
13	764	103	1030313	7	.	.	.	.	.	.	.	.
14	764	103	1030314	8	.	.	.	.	.	.	.	.
15	764	103	1030315	9	.	.	.	.	.	.	.	.
16	764	103	1030316	10	.	.	.	.	.	.	.	.

ภาพที่ 4 การจำลองไฟล์ผลการตอบข้อสอบจากโปรแกรม SPSS

การจัดเตรียมไฟล์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows v. 17.0 ผู้วิจัยใช้สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากคะแนนรวมโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted average of subscore และจัดเตรียมไฟล์แยกเป็นชุดแบบสอบจำนวน 14 ไฟล์ของแต่ละประเทศ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2010 เพื่อแปลงเป็นไฟล์นามสกุล .dat สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

แสดงการจำลองไฟล์ข้อมูลดังภาพที่ 5



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	IDCNTRY	IDSCHOOL	IDSTUD	IDBOOK	BS032611	BS032087	BS052093	BS052088	BS052030	BS052080	CS032156	CS052152	CS052046	CS052254
2	764	103	1030307	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
3	764	103	1030321	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
4	764	103	1030335	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
5	764	103	1030349	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
6	764	104	1040309	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
7	764	104	1040323	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
8	764	104	1040337	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
9	764	104	1040351	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
10	764	105	1050709	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
11	764	105	1050723	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
12	764	105	1050737	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
13	764	106	1060108	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
14	764	106	1060122	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
15	764	106	1060136	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
16	764	107	1071204	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
17	764	107	1071218	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
18	764	107	1071232	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
19	764	108	1080604	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0

ภาพที่ 5 การจำลองไฟล์ผลการตอบข้อสอบจากโปรแกรม Microsoft Excel

<u>ไฟล์กลุ่มที่ 2</u> ไฟล์ตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน จากฐานข้อมูลผลการสอบของ TIMSS 2011 นำไฟล์ที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของนักเรียน ของแต่ละประเทศ นำมาจัดเรียงตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วย รหัสประเทศ รหัสสถานศึกษา รหัสนักเรียน และตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน กำหนดรหัสดังนี้

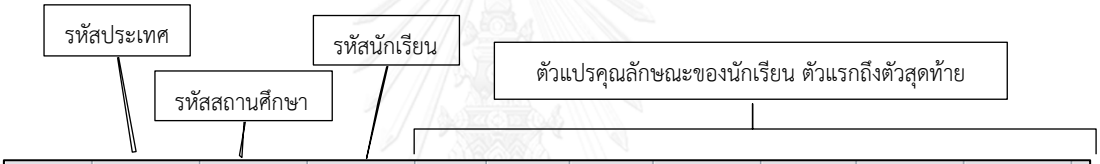
รหัสประเทศ (IDCNTRY) ของแต่ละประเทศ ได้แก่ประเทศอินโดนีเซีย (360) มาเลเซีย (458) สิงคโปร์ (702) และไทย (764) เรียงตามแนวแถวแยกไฟล์ของแต่ละประเทศ

รหัสสถานศึกษา (IDSCHOOL) เรียงตามลำดับสถานศึกษาจากสถานศึกษาแรกไปจนถึงสถานศึกษาสุดท้าย

รหัสนักเรียน (IDSTUD) เรียงตามแนวแถวตั้งแต่นักเรียนคนแรกไปถึงคนสุดท้ายที่อยู่ในสถานศึกษาเดียวกัน แล้วเรียงลำดับใหม่ในสถานศึกษาถัดไป

ตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน เรียงตามสดมภ์ ตั้งแต่ตัวแปรแรกจนถึงตัวแปรสุดท้าย

แสดงการจำลองไฟล์ข้อมูลดังภาพที่ 6



	IDCNTRY	IDSCHOOL	IDSTUD	BSEX	BEDUP	BSES	BHMWS	BSAFE	BPACH	BSEXG
1	764	103	1030301	2	1	1	1	2	-1.31	0.00
2	764	103	1030302	2	2	1	2	3	-1.31	0.00
3	764	103	1030303	2	1	2	3	1	-0.04	0.00
4	764	103	1030304	2	3	1	2	3	-1.31	0.00
5	764	103	1030305	2	1	1	3	3	1.24	0.00
6	764	103	1030306	2	5	1	3	1	1.24	0.00
7	764	103	1030307	2	4	1	2	3	0.00	0.00
8	764	103	1030308	2	3	1	2	1	-0.04	0.00
9	764	103	1030309	2	4	1	3	1	-0.04	0.00
10	764	103	1030310	2	5	1	3	2	-1.31	0.00
11	764	103	1030311	2	5	0	2	2	0.00	0.00
12	764	103	1030312	2	3	1	3	2	-0.04	0.00
13	764	103	1030313	2	1	2	3	2	1.24	0.00
14	764	103	1030314	2	4	1	2	2	-1.31	0.00
15	764	103	1030315	2	1	1	2	2	1.24	0.00

ภาพที่ 6 การจำลองไฟล์ตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน

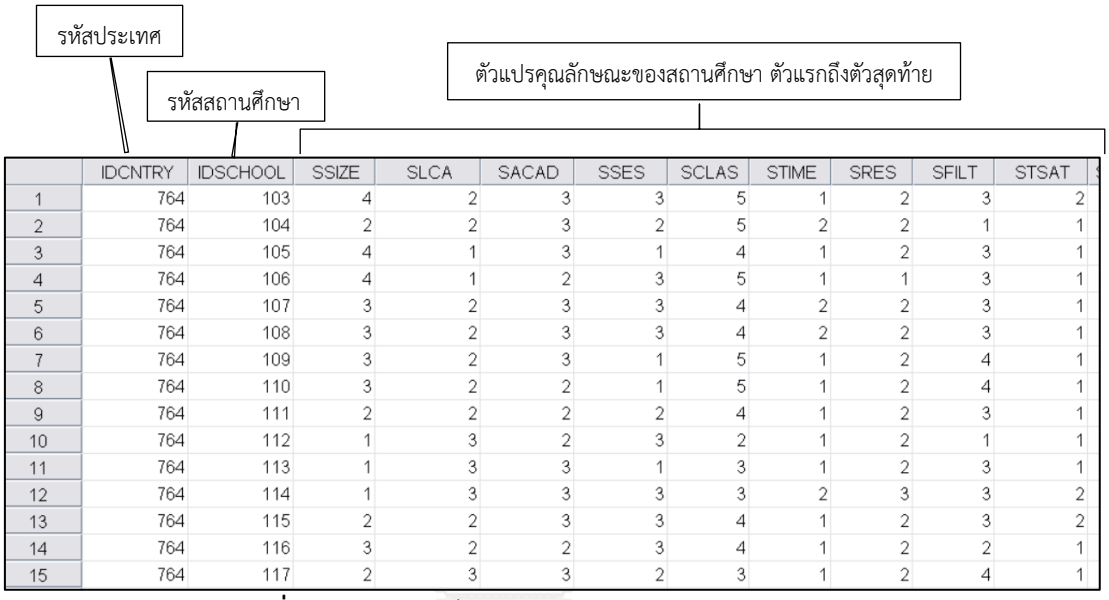
2. ไฟล์ระดับสถานศึกษา จากฐานข้อมูลผลการสอบของ TIMSS 2011 นำไฟล์ที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของผู้บริหารสถานศึกษา ของแต่ละประเทศ นำมาจัดเรียงตัวแปรคุณลักษณะของสถานศึกษา ประกอบด้วย รหัสประเทศ รหัสสถานศึกษา และตัวแปรคุณลักษณะของสถานศึกษา กำหนดรหัสดังนี้

รหัสประเทศ (IDCNTRY) ของแต่ละประเทศ ได้แก่ประเทศอินโดนีเซีย (360) มาเลเซีย (458) สิงคโปร์ (702) และไทย (764) เรียงตามแนวแถวแยกไฟล์ของแต่ละประเทศ

รหัสสถานศึกษา (IDSCHOOL) เรียงตามลำดับสถานศึกษาจากสถานศึกษาแรกไปจนถึงสถานศึกษาสุดท้าย

ตัวแปรคุณลักษณะของสถานศึกษา เรียงตามสดมภ์ ตั้งแต่ตัวแปรแรกจนถึงตัวแปรสุดท้าย

แสดงการจำลองไฟล์ข้อมูลดังภาพที่ 7



	IDCNTRY	IDSCHOOL	SSIZE	SLCA	SACAD	SSES	SCLAS	STIME	SRES	SFILT	STSAT
1	764	103	4	2	3	3	5	1	2	3	2
2	764	104	2	2	3	2	5	2	2	1	1
3	764	105	4	1	3	1	4	1	2	3	1
4	764	106	4	1	2	3	5	1	1	3	1
5	764	107	3	2	3	3	4	2	2	3	1
6	764	108	3	2	3	3	4	2	2	3	1
7	764	109	3	2	3	1	5	1	2	4	1
8	764	110	3	2	2	1	5	1	2	4	1
9	764	111	2	2	2	2	4	1	2	3	1
10	764	112	1	3	2	3	2	1	2	1	1
11	764	113	1	3	3	1	3	1	2	3	1
12	764	114	1	3	3	3	3	2	3	3	2
13	764	115	2	2	3	3	4	1	2	3	2
14	764	116	3	2	2	3	4	1	2	2	1
15	764	117	2	3	3	2	3	1	2	4	1

ภาพที่ 7 การจำลองไฟล์ตัวแปรคุณลักษณะของสถานศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาของแต่ละประเทศ เพื่อแสดงลักษณะการแจกแจงของข้อมูล ประกอบด้วยค่าสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ

ประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยรวมของนักเรียนในแต่ละประเทศด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (item response theory: IRT) โดยใช้โปรแกรม IRTPRO for Windows version 2.1 ซึ่งเป็นการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a) และค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดา (c) นำผลการประมาณค่าความสามารถวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างของแต่ละประเทศ เพื่อแสดงลักษณะการแจกแจงของข้อมูล ประกอบด้วยค่าสถิติเชิง

บรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง รวมทั้งการวิเคราะห์ตามกลุ่มความสามารถ และจำแนกตามคุณลักษณะของนักเรียนและสถานศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 การประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่า

ประมาณค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน โดยทำการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 2 วิธีคือ วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับขั้นที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ในการวิเคราะห์บนฐานของทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม มีการดำเนินการวิเคราะห์ ดังนี้

1) การรวมคะแนนรวมสังเกตได้และคะแนนย่อยสังเกตได้จากแบบสอบจำนวน 14 ฉบับ โดยวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล มีคะแนนสังเกตได้รวม (X) คือ

$$X = \sum_{j=1}^{q} X_{ij}$$

และคะแนนย่อยสังเกตได้รวม (S)

$$S = \sum_{j \in J(k)} X_{ij} \ , \ 1 \leq k \leq r$$

เมื่อ J/j(k) เป็นชุดของข้อสอบที่วัดทักษะ k ถ้า J(k) มีสมาชิก q(k) ดังนั้น X มีช่วงระหว่าง 0 ถึง q(k) คะแนนย่อยสังเกตได้ (S) ได้จากการวิเคราะห์คะแนนรวมของแต่ละด้าน /หัวข้อ

2) ประมาณคะแนนรวมจริง (X_t) และคะแนนย่อยจริง (S_t) จากสมการถดถอยจากคะแนนย่อยสังเกตได้ ตามสูตรของ Haberman (2005) การวิเคราะห์แยกตามชุดของแบบสอบ

$$S_t = E(S) + \rho^2 (S_t, S) [S - E(S)]$$

เมื่อ $\rho^2 (S_t, S)$ คือค่าความเที่ยงของคะแนนย่อย ประมาณจากค่า KR-20 (Kuder&Richardson,1937) แยกตามแบบสอบแต่ละชุดของแต่ละประเทศ

E(S) คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนย่อยสังเกตได้ของผู้สอบทั้งหมด

ค่าความเที่ยงเฉลี่ยของแบบสอบ 14 ฉบับ ในแต่ละสาขา คือ สาขาชีววิทยามีข้อสอบจำนวน 3-7 ข้อ มีค่าความเที่ยงเฉลี่ย 0.422 สาขาเคมีมีข้อสอบจำนวน 2-9 ข้อ มีค่าความเที่ยงเฉลี่ย 0.499 สาขาฟิสิกส์มีข้อสอบจำนวน 2-5 ข้อ มีค่าความเที่ยงเฉลี่ย 0..367 สาขาวิทยาศาสตร์โลกมีข้อสอบจำนวน 2-5 ข้อ มีค่าความเที่ยงเฉลี่ย 0.346 รวมทั้งฉบับมีข้อสอบจำนวน 14-23 ข้อ ค่าความเที่ยงเฉลี่ย 0.727 รายละเอียดดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 การประมาณค่าความเที่ยงเฉลี่ยของแบบสอบในแต่ละสาขา

ชุดที่	ชีววิทยา		เคมี		ฟิสิกส์		วิทยาศาสตร์โลก		รวม	
	Item	Rel.	Item	Rel.	Item	Rel.	Item	Rel.	Item	Rel.
1	6	.424	4	.505	3	.280	4	.386	17	.772
2	6	.363	4	.488	2	.260	3	.304	15	.671
3	3	.241	7	.619	5	.409	4	.361	19	.730
4	3	.334	7	.574	5	.421	3	.358	18	.733
5	5	.522	5	.454	4	.435	2	.346	15	.726
6	6	.492	5	.315	4	.450	2	.346	16	.711
7	5	.343	3	.413	3	.407	3	.260	14	.674
8	5	.284	2	.407	3	.231	4	.350	14	.639
9	9	.477	2	.499	4	.226	3	.264	17	.638
10	9	.514	3	.261	4	.502	3	.379	19	.745
11	6	.436	9	.859	5	.527	3	.379	23	.852
12	5	.354	8	.869	5	.397	2	.252	20	.820
13	7	.549	3	.346	4	.240	3	.438	17	0.720
14	7	.576	3	.381	5	.349	5	.423	20	0.748
เฉลี่ย	**3-7**	**.422**	**2-9**	**.499**	**2-5**	**.367**	**2-5**	**.346**	**14-23**	**.727**

ปรับค่าคะแนนย่อยจริงให้อยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน (z-score) สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบ และระหว่างประเทศ

3) ประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement: SEM) ซึ่งเป็นค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนของการทดสอบ คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน จากสูตร

$$\sigma^2_{true} = \sigma^2_{obs} - \sigma^2_{error} = \sigma^2_{obs} - \text{average SEM}^2$$

$$SEM = SD_{obs}\sqrt{1-\rho_{xx}}$$

ในการวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคะแนนย่อยแยกตามสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ใช้โปรแกรม SPSS for Windows v. 17.0

2.2 . การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับขั้นที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model) โดยใช้กรอบแนวคิดของเบย์แบบลดหลั่น (hierarchical Bayesian framework) มีโมเดลดังนี้

$$\theta_i \sim N(0,1)$$
$$\lambda_d \sim U(-1,1)$$
$$\theta_{i(d)} | \theta_i, \lambda_d \sim N(\lambda_d \theta_i, 1-\lambda_d^2)$$

เมื่อ θ_i คือความสามารถทั้งหมดของผู้สอบคนที่ i

λ_d คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยของ $\theta_{i(d)}$ บน θ_i

ถ้า $\theta = \theta_i$ และ $\lambda = \lambda_d$ เป็นเวกเตอร์ N x 1 ของความสามารถระดับที่สูง (higher order abilities) และเวกเตอร์ D x 1 ของค่าพารามิเตอร์ถดถอยที่คาดหวัง การกระจายภายหลังร่วมของพารามิเตอร์ θ, λ และ Θ ภายใต้แนวคิด HO-IRT คือ

$$P(\theta, \lambda, \Theta \mid X) = L(X \mid \Theta) P(\Theta \mid \theta, \lambda) P(\theta) P(\lambda)$$

ถูกใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\tilde{\theta}, \tilde{\lambda}$ และ $\tilde{\Theta}^{(HO)}$

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประมาณค่าความสามารถ จากข้อสอบ 122 ข้อ ค่าความยากเฉลี่ย 0.421 มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.936 และโอกาสในการเดาเฉลี่ย 0.256 ข้อสอบสาขาชีววิทยามีจำนวน 41 ข้อ ค่าความยากเฉลี่ย 0.445 มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.822 และโอกาสในการเดาเฉลี่ย 0.262 ข้อสอบสาขาเคมี มีจำนวน 32 ข้อ ค่าความยากเฉลี่ย 0.050 มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 1.066 และโอกาสในการเดาเฉลี่ย 0.265 ข้อสอบสาขาฟิสิกส์ มีจำนวน 28 ข้อ ค่าความยากเฉลี่ย 0.799 มี

ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.956 และโอกาสในการเดาเฉลี่ย 0.233 ข้อสอบสาขาวิทยาศาสตร์โลก มีจำนวน 21 ข้อ ค่าความยากเฉลี่ย 0.434 มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.931 และโอกาสในการเดาเฉลี่ย 0.260 รายละเอียดดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจำแนกตามสาขา

ค่าพารามิเตอร์	สาขา	จำนวนข้อ	mean	SD	min	max
ค่าความยาก	Bio	41	.445	.790	-1.977	1.717
(b)	Chem	32	.050	.876	-1.815	1.503
	Phy	28	.799	.432	-.315	1.457
	Earth	21	.434	.600	-.807	1.690
	รวม	122	.421	.758	-1.977	1.717
อำนาจจำแนก	Bio	41	.822	.233	.266	1.294
(a)	Chem	32	1.066	.401	.403	1.873
	Phy	28	.956	.310	.396	1.711
	Earth	21	.931	.320	.417	1.812
	รวม	122	.936	.327	.266	1.873
โอกาสเดา	Bio	41	.262	.083	.135	.506
(c)	Chem	32	.265	.089	.158	.575
	Phy	28	.233	.078	.077	.516
	Earth	21	.260	.080	.108	.422
	รวม	122	.256	.083	.077	.575

หมายเหตุ Bio คือ สาขาชีววิทยา, Chem คือ สาขาเคมี, Phy คือ สาขาฟิสิกส์, Earth คือ สาขาวิทยาศาสตร์โลก

การวิเคราะห์ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบด้วยโปรแกรม Ox Edit 7.00 (Doornik, 2007) ซึ่งพัฒนาคำสั่งโดย Jimmy de la Torre การประยุกต์ใช้คำสั่งในการวิเคราะห์ข้อมูลดังภาคผนวก ก ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ประกอบด้วยค่าความสามารถรวม ความสามารถแต่ละสาขา และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานรวมและของแต่ละสาขา (standard error)

2.3 เปรียบเทียบการประมาณค่าความสามารถระหว่าง วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ โดยเปรียบเทียบจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

1) วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักซึ่งใช้แนวคิดการทดสอบดั้งเดิม (classical test theory: CTT) ในการประมาณค่าความสามารถค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement: SEM) เป็นค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนของการทดสอบซึ่งผู้สอบทุกคนจะมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากันทุกคนในด้านวิทยาศาสตร์และแต่ละสาขาวิชา โดยวิเคราะห์ข้อมูลจาก

$$SEM = \sigma_S \sqrt{1- \rho_{ss}}$$

เมื่อ วิเคราะห์จากคะแนนย่อยแต่ละสาขา

σ_S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบแต่ละฉบับของแต่ละสาขา

ρ_{ss} คือ ค่าความเที่ยงของแบบสอบแต่ละฉบับของแต่ละสาขา

2) วิธีลำดับขั้นที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งใช้แนวคิดจากการตอบสนองข้อสอบ (item response theory: IRT) ในการประมาณค่าความสามารถค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ได้จากส่วนกลับของรากที่สองของสารสนเทศที่ได้จากแบบสอบสำหรับผู้สอบที่มีความสามารถแต่ละ θ ซึ่งค่าที่ได้จะขึ้นกับความเหมาะสมของข้อสอบ และมีค่าผันแปรไปตามความสามารถของผู้สอบ (Embretson & Hershberger, 1999; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550a)

$$SEM = SE = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}}$$

เมื่อ $I(\theta)$ คือ สารสนเทศที่ได้จากแบบสอบสำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ θ

3) เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของทั้งสองวิธี ด้วยการวิเคราะห์ t-test จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนรวม และคะแนนย่อยในแต่ละสาขา

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มในโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของแต่ละประเทศโดยใช้คะแนนรวม

การวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เป็นการประยุกต์ใช้โมเดลเชิงเส้นตรงแบบลดหลั่น (hierarchical linear model: HLM) จากการวิเคราะห์ด้วยคะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และคะแนนรวมจากวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำ (จากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3) โดยแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1) การตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์พหุระดับ เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนก่อนการใช้โมเดลพหุระดับ ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows

4.2) การวิเคราะห์ด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงแบบลดหลั่น (hierarchical linear model: HLM) ด้วยการวิเคราะห์ 2 ระดับ สำหรับการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มในโมเดลการวิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาของ 4 ประเทศ โดยใช้โปรแกรม HLM for Windows Version 6.07 มีการวิเคราะห์แต่ละระดับดังนี้

ระดับที่ 1 ระดับนักเรียน

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรระหว่างนักเรียนภายในหน่วยของสถานศึกษา (ระหว่างนักเรียนคนที่ i ในสถานศึกษาที่ k) โดยการวิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาของแต่ละประเทศโดยมีตัวแปรระดับนักเรียนในการวิเคราะห์ มีสมการดังนี้

$$Y_{ik} = \beta_{0j} + \sum_{p=1}^{m} \beta_{pj} X_{pik} + r_{ij}$$

โดยที่ Y_{ik} = คะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคนที่ i ภายในสถานศึกษาที่ k

β_{0j} = ค่าจุดตัดแกน (intercept) หรือค่าเฉลี่ยของ Y_{ik}เมื่อควบคุมผลของ X_{pij} แล้ว ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสถานศึกษา k

β_{pj} = ค่าความชัน (slope) หรือค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่แสดงผลของ X_{pik}ต่อ Y_{ik} ซึ่งแสดงถึงค่าอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อควบคุมตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน X_{ik}

X_{pik} = ตัวแปรควบคุมระดับบุคคล เมื่อ p = 1, 2, 3 ถึง m

r_{ij} = ค่าส่วนที่เหลือ หรืออิทธิพลสุ่มระดับบุคคล

โดยค่า β_{0j} และ β_{pj} ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับที่ 1 จะใช้เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ระดับที่ 2

ระดับที่ 2 ระดับสถานศึกษา

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรระหว่างสถานศึกษา โดยการวิเคราะห์ในโมเดลการวิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาจะนำตัวแปรระดับสถานศึกษาของแต่ละประเทศเข้ามาวิเคราะห์ มีสมการดังนี้

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{q=1}^{n} \gamma_{0q} Z_j + u_{0j}$$

$$\beta_{pj} = \gamma_{p0} + \sum_{q=1}^{n} \gamma_{0q} Z_j + u_{pj}$$

โดยที่ γ_{00} = ค่าจุดตัดแกน (intercept) หรือค่าเฉลี่ยของ $B0_j$ เมื่อควบคุมผลของ Z_k แล้ว ซึ่งเป็นค่าแสดงถึงคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสถานศึกษาทุกแห่ง

γ_{0q} = ค่าความชัน (slope) หรือค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่แสดงผลของ Z_j ต่อ β_{0j} ซึ่งแสดงถึงค่าอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อควบคุมตัวแปรคุณลักษณะของสถานศึกษา Y_j

Z_j = ตัวแปรควบคุมระดับสถานศึกษา

u_{0j} = ค่าส่วนที่เหลือ (residual terms) หรือมูลค่าเพิ่ม (value added) ของสถานศึกษา k

ประกอบด้วย 4 โมเดล ได้แก่ โมเดล 1 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและไม่มีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 2 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและมีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 3 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำ มาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและไม่มีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 4 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำ มาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและมีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา

ขั้นตอนที่ 5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาในการวิจัยครั้งนี้มี 4 โมเดล เป็นโมเดลการวิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน 4 ประเทศ จากการวิเคราะห์ด้วยคะแนนรวมจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และการวิเคราะห์ด้วยคะแนนรวมจากวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำ ผู้วิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล โดยใช้ค่าจากการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) ที่ได้จากการประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (IRT) และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (HO-IRT) ที่ใช้เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่ม จึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) ด้วยการวิเคราะห์ t-test แยกรายประเทศ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของทั้งสองวิธี

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดของทั้งสองวิธี ได้จากการประมาณค่าเป็นรายบุคคลโดยวิเคราะห์จากค่าส่วนกลับของรากที่สองของค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554)

$$SEM(\theta) = 1/\sqrt{I(\theta)}$$

2. ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนาย หรือค่าสัมประสิทธิ์การทำนายในแต่ละโมเดล (R^2) มีสมการดังนี้

$$R^2 = \frac{\text{ความแปรปรวนของค่า residual ที่ลดลงเมื่อมีตัวแปรทำนาย}}{\text{ความแปรปรวนของค่า residual เมื่อไม่มีตัวแปรทำนาย}}$$

ความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรทำนายในแต่ละระดับนักเรียนและสถานศึกษา คำนวณได้จากผลคูณระหว่างความแปรปรวนที่อธิบายได้ตามโมเดลสมมติฐานกับความแปรปรวนทั้งหมดในระดับนั้นที่ได้จากโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขอย่างสมบูรณ์ ดังนี้

$$\text{ความแปรปรวนที่อธิบายได้จากระดับที่ } i = \sigma_i^2(\text{explained}) \times \sigma_i^2$$

3. คะแนนมูลค่าเพิ่มจากโมเดลการวิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา 4 โมเดล ซึ่งเป็นค่าเศษเหลือที่ได้จากผลการวิเคราะห์ระดับที่ 2 ($U0_k$) หรือผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่วัดได้จริงกับค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถ

ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่คาดหวังซึ่งประมาณค่าจากชุดของตัวแปรที่นำมาควบคุมทั้งในระดับนักเรียนและสถานศึกษา

4. การจัดกลุ่มคุณภาพ (Rating) การจัดการศึกษาของสถานศึกษา โดยการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มโดยใช้ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ และจัดกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม (ประกฤติยา ทักษิโณ, 2552) คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มต่ำ มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยกว่า 25

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มปานกลาง มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ 25.00 – 74.99

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มสูง มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 75.00

5. การจัดระดับคุณภาพ (Ranking) การจัดการศึกษาของสถานศึกษา โดยการเรียงระดับคะแนนมูลค่าเพิ่มจากคะแนนสูงไปคะแนนต่ำ จากผลการวิเคราะห์ในโมเดลการวิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา 4 โมเดล

จากข้อ 4 และ 5 นำมาวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละโมเดล เพื่อใช้ค่าที่บ่งบอกถึงผลการตรวจสอบของคุณภาพการจัดการศึกษาที่มีความสอดคล้องกันในแต่ละโมเดล โดยวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman’s Rank Correlation) และสถิติทดสอบวิลคอกซอน (Wilcoxon Signed Ranks Test)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่องการวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประชาคมอาเซียน: การประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มและวิธีการประมาณค่าความสามารถ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ 2) เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาจากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานระหว่างวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 3) เพื่อวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนด้วยการวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่ม ที่ใช้คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน 4) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน โดยมีขั้นตอนที่สำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ การประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ การเปรียบเทียบการประมาณค่าคะแนนย่อยจากสองวิธีการ และการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มภายใต้โปรแกรม HLM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยได้กำหนดการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตอบคำถามวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของแต่ละประเทศ

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลและผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

แต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยนำตัวแปรคุณลักษณะพื้นฐานของนักเรียนและสถานศึกษาของแต่ละประเทศที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของโครงการประเมินผลนักเรียน TIMSS 2011 มาวิเคราะห์เพื่อให้เห็นถึงลักษณะโครงสร้างของกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแปรจัดประเภท จำแนกเป็นระดับนักเรียนของแต่ละประเทศ พบว่า ตัวแปรเพศ ในประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ยกเว้นประเทศสิงคโปร์ (ร้อยละ 55.79, 51.27, 50.94 และ 49.51 ตามลำดับ) ตัวแปรระดับการศึกษาของผู้ปกครองในประเทศสิงคโปร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับอุดมศึกษา (ร้อยละ 27.36) ประเทศมาเลเซีย และอินโดนีเซีย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. (ร้อยละ 30.12 และ 33.32 ตามลำดับ) และประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในระดับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ร้อยละ 27.14) ตัวแปรความมั่งคั่งของครอบครัว ในประเทศอินโดนีเซีย ไทยและมาเลเซีย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 66.80, 49.03 และ 47.45 ตามลำดับ) แต่ในประเทศสิงคโปร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 55.33) ตัวแปรระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ ในประเทศมาเลเซีย ไทย และสิงคโปร์ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 53.01, 53.01 และ 48.90 ตามลำดับ) แต่ประเทศอินโดนีเซียส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 55.02) และตัวแปรดัชนีความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาในประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 51.35, 49.77 และ 45.55 ตามลำดับ) แต่ประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.44) รายละเอียดดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แสดงความถี่ และร้อยละ ของตัวแปรจัดประเภทตามคุณลักษณะของนักเรียนของแต่ละประเทศ

คุณลักษณะของตัวแปร	อินโดนีเซีย		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับนักเรียน	**5,787**	**100.00**	**5,720**	**100.00**	**5,924**	**100.00**	**6,123**	**100.00**
1. เพศ								
หญิง	2,967	51.27	2,914	50.94	2,933	49.51	3,416	55.79
ชาย	2,820	48.73	2,806	49.06	2,991	50.49	2,707	44.21
2. ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง								
ระดับอุดมศึกษา	905	15.64	933	16.31	1,621	27.36	1,441	23.53
ระดับอนุปริญญา	458	7.91	1,173	20.51	1,495	25.24	463	7.56
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	1,743	30.12	1,906	33.32	1,574	26.57	1,279	20.89
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	1,140	19.70	1,144	20.00	600	10.13	1,662	27.14
ระดับประถมศึกษาหรือไม่ได้ศึกษา	1,541	26.63	564	9.86	634	10.70	1,278	20.87
3. ความมั่งคั่งของครอบครัว								
ระดับสูง	1,051	18.16	1,872	32.73	3,278	55.33	1,771	28.92
ระดับปานกลาง	3,866	66.80	2,714	47.45	2,491	42.05	3,002	49.03
ระดับต่ำ	870	15.03	1,134	19.83	155	2.62	1,350	22.05
4. ระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์								
ระดับสูง	233	4.03	612	10.70	339	5.72	552	9.02
ระดับปานกลาง	2,370	40.95	3,032	53.01	2,897	48.90	3,246	53.01
ระดับต่ำ	3,184	55.02	2,076	36.29	2,688	45.37	2,325	37.97
5. ดัชนีความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา								
ระดับสูง	2,636	45.55	2,847	49.77	3,042	51.35	1,821	29.74
ระดับปานกลาง	1,973	34.09	2,214	38.71	2,147	36.24	2,660	43.44
ระดับต่ำ	1,178	20.36	659	11.52	735	12.41	1,642	26.82

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแปรจัดประเภท ระดับสถานศึกษาของแต่ละประเทศ พบว่า ขนาดของสถานศึกษาในประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย และไทย ส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาขนาดกลาง (นักเรียน 500-1,499 คน) (ร้อยละ 85.45, 57.78 และ 36.63 ตามลำดับ) สำหรับประเทศอินโดนีเซียส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาขนาดเล็ก (นักเรียน น้อยกว่า 500 คน) (ร้อยละ 49.67) ที่ตั้งสถานศึกษา ในประเทศสิงคโปร์ และอินโดนีเซียตั้งในเขตเมืองขนาดใหญ่ (มีประชากรมากกว่า 100,000 คน) (ร้อยละ 100.00 และ 68.63) ประเทศมาเลเซียสถานศึกษาส่วนใหญ่ตั้งในเมืองขนาดกลาง (มีประชากรระหว่าง 15,001 ถึง 100,000 คน) (ร้อยละ 48.89) สำหรับประเทศไทยสถานศึกษาส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดเล็ก (มีประชากรน้อยกว่า 15,001 คน) (ร้อยละ 52.91) ความเข้มข้นทางวิชาการ ในประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย สถานศึกษาส่วนใหญ่มีความเข้มข้นทางวิชาการในระดับสูง (ร้อยละ 65.00, 60.00 และ 58.82 ตามลำดับ) สำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่มีความเข้มข้นทางวิชาการในระดับปานกลาง (ร้อยละ 50.00) ในด้านเศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนสถานศึกษาในประเทศสิงคโปร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 61.21) ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และมาเลเซีย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับด้อยโอกาส (ร้อยละ 56.86, 55.23 และ 53.33 ตามลำดับ) สำหรับขนาดห้องเรียน ในประเทศสิงคโปร์ อินโดนีเซีย และไทย ส่วนใหญ่ห้องเรียนมีขนาดเล็ก (ร้อยละ 72.12, 45.10 และ 41.28 ตามลำดับ) สำหรับประเทศมาเลเซียส่วนใหญ่ห้องเรียนมีขนาดปานกลาง (ร้อยละ 47.22) ในด้านเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหาร สถานศึกษาส่วนใหญ่ในอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย ผู้บริหารใช้เวลาในการบริหารระดับมาก (ร้อยละ 67.97, 47.78 และ 50.00 ตามลำดับ) แต่ประเทศสิงคโปร์ผู้บริหารส่วนใหญ่ใช้เวลาในการบริหารระดับปานกลาง (ร้อยละ 71.52) ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์ สถานศึกษาส่วนใหญ่ในประเทศสิงคโปร์มีความพร้อมในระดับสูง (ร้อยละ 64.24) ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และมาเลเซีย ส่วนใหญ่มีความพร้อมในระดับปานกลาง (ร้อยละ 90.20, 76.16 และ 68.33 ตามลำดับ) ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษา สถานศึกษาส่วนใหญ่ในประเทศสิงคโปร์และอินโดนีเซียหาทดแทนได้ง่ายมาก (ร้อยละ 56.97 และ 46.41 ตามลำดับ) สถานศึกษาส่วนใหญ่ในประเทศมาเลเซียหาทดแทนได้ง่าย (ร้อยละ 52.22) สำหรับประเทศไทยสถานศึกษาส่วนใหญ่หาทดแทนได้ยาก (ร้อยละ 38.37) ระดับความพึงพอใจของครู ครูส่วนใหญ่ในประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซียมีความพึงพอใจในระดับสูง (ร้อยละ 71.51, 67.78 และ 60.13 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์ครูส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง (ร้อยละ 73.94) และสถานศึกษาของทุกประเทศส่วนใหญ่มีระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง (สิงคโปร์ ร้อยละ 75.15 มาเลเซีย ร้อยละ 64.44 อินโดนีเซีย ร้อยละ 54.25 และไทย ร้อยละ 52.91) รายละเอียดดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 แสดงความถี่ ร้อยละ ของตัวแปรจัดประเภทตามคุณลักษณะของสถานศึกษาของแต่ละประเทศ

คุณลักษณะของตัวแปร	อินโดนีเซีย		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับสถานศึกษา	**153**	**100.00**	**180**	**100.00**	**165**	**100.00**	**172**	**100.00**
1. ขนาดของสถานศึกษา								
ใหญ่พิเศษ	-	-	10	5.56	6	3.64	28	16.28
ใหญ่	2	1.31	62	34.44	15	9.09	41	23.84
กลาง	75	49.02	104	57.78	141	85.45	63	36.63
เล็ก	76	49.67	4	2.22	3	1.82	40	23.26
2.ที่ตั้งสถานศึกษา								
เมืองใหญ่	105	68.63	33	18.33	165	100.00	20	11.63
เมืองขนาดกลาง	27	17.65	88	48.89	-	-	61	35.47
เมืองเล็ก	21	13.73	59	32.78	-	-	91	52.91
3. ความเข้มข้นทางวิชาการ								
สูงมาก	14	9.15	12	6.67	19	11.52	5	2.91
สูง	90	58.82	117	65.00	99	60.00	81	47.09
ปานกลาง	49	32.03	51	28.33	47	28.48	86	50.00
4. เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียน								
ร่ำรวย	26	17.00	45	25.00	44	26.67	37	21.51
ปานกลาง	40	26.14	39	21.67	101	61.21	40	23.26
ด้อยโอกาส	87	56.86	96	53.33	20	12.12	95	55.23
5. ขนาดห้องเรียน								
ใหญ่พิเศษ	7	4.58	3	1.67	-	-	6	3.49
ใหญ่	16	10.46	21	11.67	7	4.24	20	11.63
ปานกลาง	48	31.37	85	47.22	38	23.03	40	23.26
เล็ก	69	45.10	64	35.56	119	72.12	71	41.28
เล็กมาก	13	8.50	7	3.89	1	.61	35	20.35
6. เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหาร								
มาก	104	67.97	86	47.78	33	20.00	86	50.00
ปานกลาง	46	30.07	84	46.67	118	71.52	75	43.60
น้อย	3	1.96	10	5.56	14	8.48	11	6.40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 แสดงความถี่ ร้อยละ ของตัวแปรจัดประเภทตามคุณลักษณะของสถานศึกษาของแต่ละประเทศ (ต่อ)

คุณลักษณะของตัวแปร	อินโดนีเซีย		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
7. ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทย์								
สูง	4	2.61	32	17.78	106	64.24	9	5.23
ปานกลาง	138	90.20	123	68.33	45	27.27	131	76.16
ต่ำ	11	7.19	25	13.89	14	8.48	32	18.60
8. ระดับการหาครูวิทย์ทดแทนในสถานศึกษา								
- หาทดแทนได้ง่ายมาก	71	46.41	68	37.78	94	56.97	62	36.05
หาทดแทนได้ง่าย	32	20.92	94	52.22	64	38.79	19	11.05
หาทดแทนได้ยาก	40	26.14	15	8.33	7	4.24	66	38.37
- หาทดแทนได้ยากมาก	10	6.54	3	1.67	-	-	25	14.53
9. ระดับความพึงพอใจของครู								
ระดับสูง	92	60.13	122	67.78	35	21.21	123	71.51
ระดับปานกลาง	59	38.56	58	32.22	122	73.94	46	26.74
ระดับต่ำ	2	1.31	-	-	8	4.85	3	1.74
10. ระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทย์								
ระดับสูง	63	41.18	57	31.67	29	17.58	65	37.79
ระดับปานกลาง	83	54.25	116	64.44	124	75.15	91	52.91
ระดับต่ำ	7	4.58	7	3.89	12	7.27	16	9.30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องจำแนกเป็นระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาของแต่ละประเทศ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย พบว่า ตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา นักเรียนในประเทศอินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศสิงคโปร์ ไทย และมาเลเซีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ . 9.224, . 8.916, . 8.113 และ 8.039 ตามลำดับ) แหล่งทรัพยากรที่บ้านนักเรียนในประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย ไทย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.266, 9.096, 8.837 และ 8.543 ตามลำดับ) แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนในประเทศมาเลเซียมีค่าเฉลี่ย

สูงสุด รองลงมาคือประเทศสิงคโปร์ ไทย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.371, 10.192, 10.120 และ 9.732 ตามลำดับ) การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนในประเทศไทย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และสิงคโปร์ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.525, 10.305, 10.180 และ 10.162 ตามลำดับ) ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนในประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย อินโดนีเซีย และ มาเลเซีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.608, 9.318, 9.279 และ 9.078 ตามลำดับ) และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนในประเทศไทย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.970, 9.928, 9.643 และ 9.423 ตามลำดับ) รายละเอียดดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่อเนื่องตามคุณลักษณะของนักเรียนจำแนกตามประเทศ

คุณลักษณะของตัวแปร	อินโดนีเซีย		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ระดับนักเรียน	N=5,787		N=5,720		N=5,924		N=6,123	
1. ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนที่ผ่านมา	9.224	3.040	8.039	2.938	8.916	2.449	8.113	3.136
2. แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	8.543	1.529	9.096	1.696	10.27	1.675	8.837	1.975
3. แรงจูงใจภายในใน การเรียนวิทย์	9.732	.758	10.37	1.801	10.19	1.878	10.12	1.561
4. การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทย์	10.18	.942	10.31	1.791	10.16	1.723	10.53	1.481
5. ความเชื่อมั่นตน เองในการเรียนวิทย์	9.279	.746	9.078	1.344	9.608	1.894	9.318	1.226
6. ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	9.423	.820	9.928	1.768	9.643	1.771	9.970	1.409

ตัวแปรคุณลักษณะของสถานศึกษา ในด้านการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองของสถานศึกษาในประเทศไทย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศอินโดนีเซีย สิงคโปร์ และมาเลเซีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.376, 3.324, 3.108 และ 2.933 ตามลำดับ) ประสบการณ์การทำงานของครู สถานศึกษาในประเทศไทย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และสิงคโปร์(ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.808, 12.362, 10.989 และ 8.702 ตามลำดับ) ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ สถานศึกษาในประเทศอินโดนีเซีย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.735, 10.005, 9.461 และ 8.408 ตามลำดับ) และการจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้าน

วิทยาศาสตร์ สถานศึกษาในประเทศไทย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และสิงคโปร์ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.770, 10.272, 10.240 และ 9.077 ตามลำดับ) รายละเอียดดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่อเนื่องตามคุณลักษณะของสถานศึกษาจำแนกตามประเทศ

คุณลักษณะของตัวแปร	ข่วงค่าข้อมูล	อินโดนีเซีย		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ระดับสถานศึกษา		N=153		N=180		N=165		N=172	
1. การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	1-5	3.324	.850	2.933	.767	3.108	.691	3.376	.684
2. ประสบการณ์การทำงานของครู	1-37	12.36	7.374	10.99	9.027	8.702	6.963	12.81	10.42
3.ความมั่นใจในการสอนวิทย์	5-13	10.74	1.317	10.01	2.126	9.461	1.518	8.408	2.182
4. การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทย์	4-16	10.24	1.438	10.27	1.806	9.077	1.257	10.77	1.978

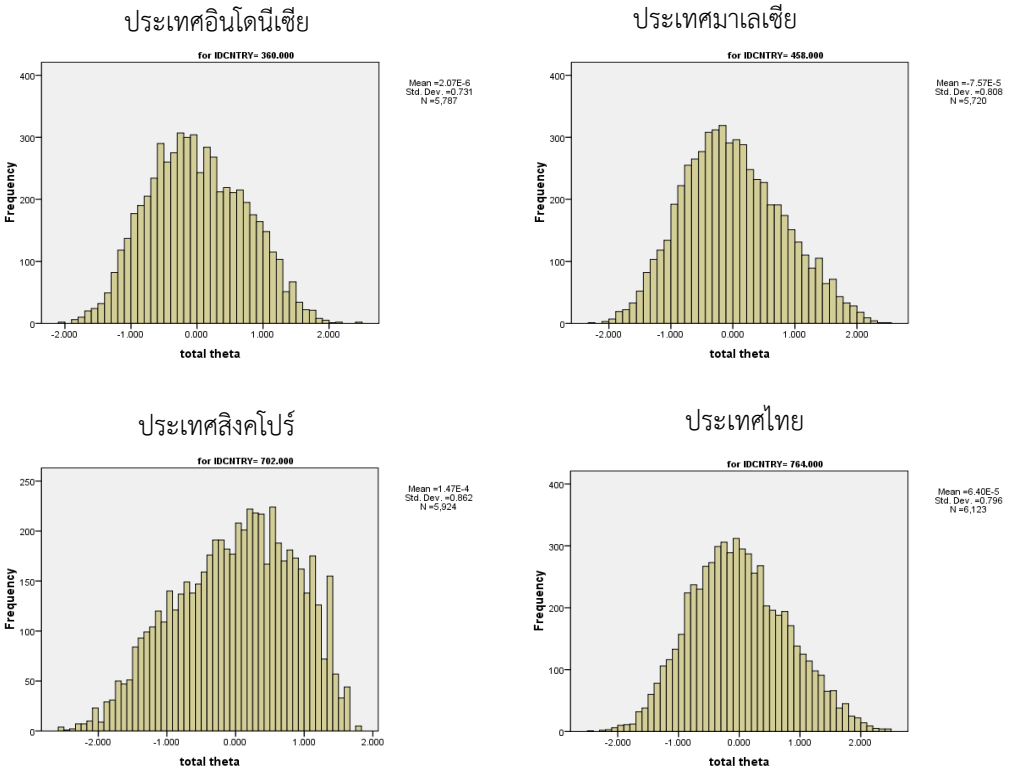
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ในแต่ละประเทศ ด้วยการประมาณค่าความสามารถตามแนวโมเดลการตอบสนองข้อสอบ พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีนักเรียน 5,787 คน คะแนนความสามารถมีค่าต่ำสุด -2.078 และค่าสูงสุด 2.444 มีค่าเฉลี่ย 0.000 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.133) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและมีการแจกแจงต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -0.550) ประเทศมาเลเซียมีนักเรียน 5,720 คน คะแนนความสามารถมีค่าต่ำสุด -2.264 และค่าสูงสุด 2.553 มีค่าเฉลี่ย 0.000 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.245) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและมีการแจกแจงต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -0.379) ประเทศสิงคโปร์มีนักเรียน 5,924 คน คะแนนความสามารถมีค่าต่ำสุด -2.569 และค่าสูงสุด 2.666 มีค่าเฉลี่ย 0.000 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (skewness = -0.175) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการแจกแจงต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -0.507) และประเทศไทยมีนักเรียน 6,123 คน คะแนนความสามารถมีค่าต่ำสุด -2.443 และค่าสูงสุด 2.484 มีค่าเฉลี่ย 0.000 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา

(skewness = 0.217) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและมีการแจกแจงต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -0.291) เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 ประเทศพบว่า ทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.000 มีคะแนนความสามารถอยู่ระหว่าง -2.569 ถึง 2.553 ประเทศอินโดนีเซียมีค่าการกระจายของข้อมูลน้อยที่สุด ลักษณะการแจกแจงข้อมูลของประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทยมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย รายละเอียดดังตารางที่ 26 และภาพที่ 8

ตารางที่ 26 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

ประเทศ	N	Min	Max	Mean	SD	Range	SK	Ku
อินโดนีเซีย	5,787	-2.078	2.444	0.000	0.731	4.522	0.133	-0.550
มาเลเซีย	5,720	-2.264	2.553	0.000	0.808	4.817	0.245	-0.379
สิงคโปร์	5,924	-2.569	2.666	0.000	0.876	5.235	-0.175	-0.507
ไทย	6,123	-2.443	2.484	0.000	0.796	4.927	0.217	-0.291



ภาพที่ 8 ฮีสโตแกรมของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

การแบ่งกลุ่มความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 44.00, 42.76 และ 42.40 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 39.35) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และสิงคโปร์ (ค่าเฉลี่ย -0.450, -0.451, -0.460 และ -0.464 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่าประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย (0.477, 0.458, 0.441 และ 0.436 ตามลำดับ) เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	2 (0.03)	-2.04	.054	4 (0.07)	-2.10	.112	54 (0.91)	-2.17	.150	12 (0.20)	-2.13	.130
-1.99 ถึง -1.00	478 (8.26)	-1.24	.199	570 (9.97)	-1.30	.225	826 (13.94)	-1.36	.244	598 (9.77)	-1.29	.222
-0.99 ถึง 0.00	2,546 (44.00)	-.450	.279	2,446 (42.76)	-.460	.278	1,908 (32.21)	-.464	.286	2,596 (42.40)	-.451	.279
0.01 ถึง 0.99	2,182 (37.71)	.458	.283	1,993 (34.84)	.441	.284	2,331 (39.35)	.477	.284	2,192 (35.80)	.436	.283
1.00 ถึง 1.99	574 (9.92)	1.273	.215	674 (11.78)	1.372	.259	766 (12.93)	1.253	.183	689 (11.25)	1.355	.257
ตั้งแต่ 2.00	5 (0.09)	2.246	.182	33 (0.58)	2.139	.116	39 (0.66)	2.336	.142	36 (0.59)	2.180	.139
ทั้งหมด	5,787 (100.0)	.000	.731	5,720 (100.0)	.000	.808	5,924 (100.0)	.000	.862	6,123 (100.0)	.000	.796
χ^2		6448.593			5540.748			2859.965			6006.196	
p-value			.000			.000			.000			.000

หมายเหตุ N คือจำนวนนักเรียน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละประเทศ เมื่อพิจารณาตามคุณลักษณะของนักเรียนของแต่ละประเทศ พบว่า นักเรียนในประเทศอินโดนีเซียกลุ่มที่มีความสามารถสูงคือนักเรียนเพศหญิง มีระดับการศึกษาของผู้ปกครองอยู่ในระดับอุดมศึกษา เศรษฐานะของครอบครัวอยู่ในระดับสูง ระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์มีระดับสูง และมีดัชนีความรู้สึกปลอดภัยใน

สถานศึกษาในระดับปานกลาง สำหรับนักเรียนในประเทศมาเลเซียกลุ่มที่มีความสามารถสูงคือ นักเรียนเพศหญิง มีระดับการศึกษาของผู้ปกครองอยู่ในระดับอุดมศึกษา เศรษฐานะของครอบครัวอยู่ในระดับสูง ระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์มีระดับปานกลาง และมีดัชนีความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาในระดับสูง สำหรับนักเรียนในประเทศสิงคโปร์กลุ่มที่มีความสามารถสูงคือ นักเรียนเพศชาย มีระดับการศึกษาของผู้ปกครองอยู่ในระดับอุดมศึกษา เศรษฐานะของครอบครัวอยู่ในระดับสูง ระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์มีระดับสูง และมีดัชนีความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาในระดับสูง และสำหรับนักเรียนในประเทศไทยกลุ่มที่มีความสามารถสูงคือ นักเรียนเพศหญิง มีระดับการศึกษาของผู้ปกครองอยู่ในระดับอุดมศึกษา เศรษฐานะของครอบครัวอยู่ในระดับสูง ระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์มีระดับสูง และมีดัชนีความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาในระดับปานกลาง

สรุปได้ว่านักเรียนที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงตามคุณลักษณะของนักเรียนในแต่ละประเทศ พบว่า ทุกประเทศเป็นกลุ่มนักเรียนที่ผู้ปกครองมีระดับการศึกษาอยู่ในระดับอุดมศึกษา รวมทั้งเศรษฐานะของครอบครัวอยู่ในระดับสูง ในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซียและไทย เป็นกลุ่มนักเรียนหญิง สำหรับระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ในประเทศอินโดนีเซีย และสิงคโปร์เป็นกลุ่มนักเรียนที่ใช้เวลาทำการบ้านอยู่ในระดับสูง ประเทศมาเลเซียเป็นกลุ่มนักเรียนที่ใช้เวลาทำการบ้านอยู่ในระดับปานกลาง แต่ประเทศไทยเป็นกลุ่มนักเรียนที่ใช้เวลาทำการบ้านอยู่ในระดับต่ำ และดัชนีความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาของนักเรียนในประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้สึกปลอดภัยอยู่ในระดับสูง แต่ประเทศอินโดนีเซียและไทยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้สึกปลอดภัยอยู่ในระดับปานกลาง รายละเอียดดังตารางที่ 28

Chulalongkorn University

ตารางที่ 28 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จำแนกตามคุณลักษณะของนักเรียน ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

คุณลักษณะของนักเรียน	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD
1. เพศ												
หญิง	2,967	.005	.710	2914	.012	.772	2933	-.02	.832	3416	.028	.767
ชาย	2,820	-.01	.752	2806	-.01	.843	2991	.020	.890	2707	-.04	.830
2. การศึกษาของผู้ปกครอง												
อุดมศึกษา	905	.190	.780	933	.290	.866	1621	.293	.818	1441	.338	.875
อนุปริญญา	458	-.06	.757	1173	.156	.789	1495	.030	.834	463	.021	.798
ม. ปลาย/ ปวช.	1,743	.083	.727	1906	-.07	.787	1574	-.10	.827	1279	-.00	.748
ม. ต้น	1,140	-.07	.706	1144	-.18	.738	600	-.27	.854	1662	-.21	.724

ตารางที่ 28 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จำแนกตามคุณลักษณะของนักเรียน ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (ต่อ)

คุณลักษณะ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
ของนักเรียน	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD
ประถมศึกษาหรือไม่ได้ศึกษา	1,541	-.14	.679	564	-.213	.755	634	-.33	.887	1278	-.113	.710
3. ความมั่งคั่งของครอบครัว												
ระดับสูง	1,051	.113	.755	1872	.226	.843	3278	.050	.849	1771	.241	.831
ระดับปานกลาง	3,866	-.02	.721	2714	-.086	.774	2491	-.02	.863	3002	-.055	.772
ระดับต่ำ	870	-.04	.729	1134	-.168	.745	155	-.78	.727	1350	-.193	.724
4. ระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทย์												
ระดับสูง	233	-.07	.713	612	-.095	.697	339	.099	.895	552	-.080	.767
ระดับปานกลาง	2,370	-.02	.706	3032	.035	.793	2897	.084	.815	3246	-.006	.782
ระดับต่ำ	3,184	.016	.749	2076	-.023	.855	2688	-.10	.895	2325	.027	.821
5. ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา												
ระดับสูง	2,636	-.04	.717	2847	.017	.805	3042	.037	.839	1821	-.009	.798
ระดับปานกลาง	1,973	.054	.743	2214	.007	.808	2147	.011	.866	2660	.019	.804
ระดับต่ำ	1,178	.000	.736	659	-.099	.811	735	-.18	.921	1642	-.020	.782
รวม	5,787	.000	.731	5720	.000	.808	5924	.000	.862	6123	.000	.796

หมายเหตุ N คือจำนวนนักเรียน $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถานศึกษาของแต่ละประเทศที่มีนักเรียนมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงในคุณลักษณะของสถานศึกษา พบว่า สถานศึกษาในประเทศอินโดนีเซียที่มีนักเรียนค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงในคุณลักษณะของสถานศึกษา คือ สถานศึกษาขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ มีความเข้มข้นทางวิชาการสูงมาก เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนมีระดับร่ำรวย มีขนาดห้องเรียนเล็ก เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารอยู่ในระดับน้อย ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษาหาทดแทนได้ง่ายมาก และระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ สำหรับสถานศึกษาในประเทศมาเลเซียที่มีนักเรียนค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงในคุณลักษณะของสถานศึกษา คือ สถานศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ มีความเข้มข้นทางวิชาการสูงมาก เศรษฐานะของ

ครอบครัวนักเรียนมีระดับร่ำรวย มีขนาดห้องเรียนเล็กมาก เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารอยู่ในระดับมาก ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง สำหรับสถานศึกษาในประเทศสิงคโปร์ที่มีนักเรียนค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงในคุณลักษณะของสถานศึกษา คือ สถานศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ มีความเข้มข้นทางวิชาการสูงมาก เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนมีระดับร่ำรวย มีขนาดห้องเรียนใหญ่ เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารอยู่ในระดับน้อย ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษาหาทดแทนได้ง่าย ระดับความพึงพอใจของครูมีระดับต่ำ และระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง และสำหรับสถานศึกษาในประเทศไทยที่มีนักเรียนค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงในคุณลักษณะของสถานศึกษา คือ สถานศึกษาขนาดใหญ่พิเศษตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ มีความเข้มข้นทางวิชาการสูงมาก เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนมีระดับร่ำรวย มีขนาดห้องเรียนเล็กมาก เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารอยู่ในระดับน้อย ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษาหาทดแทนได้ยาก ระดับความพึงพอใจของครูมีระดับต่ำ และระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง

สรุปได้ว่าสถานศึกษาที่มีนักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงในคุณลักษณะของสถานศึกษา พบว่า ทุกประเทศเป็นสถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ มีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูงมาก เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนมีระดับร่ำรวย ในด้านขนาดของสถานศึกษาเกือบทุกประเทศเป็นสถานศึกษาขนาดใหญ่พิเศษที่มีนักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูง ยกเว้นประเทศอินโดนีเซียที่เป็นสถานศึกษาขนาดใหญ่ ขนาดห้องเรียนของสถานศึกษาในมาเลเซียและไทยมีขนาดเล็กมาก แต่ในสิงคโปร์มีห้องเรียนขนาดใหญ่ อินโดนีเซียมีห้องเรียนขนาดเล็ก เกือบทุกประเทศที่ผู้บริหารใช้เวลาในการบริหารอยู่ในระดับน้อย ยกเว้นประเทศมาเลเซียที่ผู้บริหารใช้เวลาในการบริหารระดับมาก เกือบทุกประเทศที่สถานศึกษาที่มีนักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงมีความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ยกเว้นประเทศอินโดนีเซียที่มีความพร้อมอยู่ในระดับต่ำ สำหรับระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษาของประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์เป็นสถานศึกษาที่หาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย ในประเทศอินโดนีเซียเป็นสถานศึกษาที่หาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก แต่ประเทศไทยเป็นสถานศึกษาที่หาครูวิทยาศาสตร์ได้ยาก ระดับความพึงพอใจของครูในประเทศมาเลเซียเป็นสถานศึกษาที่ครูมีความพึงพอใจระดับสูง ประเทศอินโดนีเซียครูมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง แต่ประเทศไทยและสิงคโปร์ครูมีความพึงพอใจระดับต่ำ ในระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษาในประเทศสิงคโปร์และไทยครูมีการทำงานร่วมกันระดับสูง

ประเทศมาเลเซียครูมีการทำงานร่วมกันระดับปานกลาง ส่วนประเทศอินโดนีเซียครูมีการทำงานร่วมกันระดับต่ำ รายละเอียดดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จำแนกตามคุณลักษณะของสถานศึกษา ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

คุณลักษณะของตัวแปร	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD
1. ขนาดของสถานศึกษา												
ใหญ่พิเศษ	-	-	-	10	.063	.712	6	.843	.082	28	.202	.466
ใหญ่	2	.173	.334	62	-.101	.581	15	.566	.396	41	.050	.506
กลาง	75	.087	.347	104	.003	.537	141	-.09	.462	63	-.11	.464
เล็ก	76	-.21	.279	4	-.371	.395	3	-.43	.484	40	-.29	.370
2.ที่ตั้งสถานศึกษา												
เมืองใหญ่	105	.005	.362	33	.062	.522	165	-.01	.514	20	.275	.498
เมืองขนาดกลาง	27	-.16	.269	88	-.009	.617	-	-	-	61	-.05	.497
เมืองเล็ก	21	-.23	.259	59	-.136	.481	-	-	-	91	-.14	.436
3. ความเข้มข้นทางวิชาการ												
สูงมาก	14	.129	.489	12	.309	.640	19	.255	.602	5	.184	.475
สูง	90	-.021	.361	117	.044	.585	99	.056	.527	81	.043	.533
ปานกลาง	49	-.176	.216	51	-.307	.351	47	-.240	.343	86	-.177	.399
4. เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียน												
ร่ำรวย	26	.116	.348	45	.124	.640	44	.331	.533	37	.227	.618
ปานกลาง	40	.049	.360	39	.017	.539	101	-.082	.456	40	.026	.445
ด้อยโอกาส	87	-.157	.306	96	-.136	.513	20	-.356	.353	95	-.214	.365
5. ขนาดห้องเรียน												
ใหญ่พิเศษ	7	-.193	.273	3	-.519	.697	-	-	-	6	.183	.575
ใหญ่	16	-.284	.204	21	-.176	.667	7	.134	.781	20	-.299	.366
ปานกลาง	48	-.037	.365	85	-.043	.578	38	-.032	.640	40	-.342	.263
เล็ก	69	-.007	.346	64	.018	.494	119	.004	.445	71	-.033	.429
เล็กมาก	13	-.043	.362	7	.134	.490	1	-.993	.	35	.285	.565

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถของนักเรียนในวิทยาศาสตร์จำแนกตามคุณลักษณะของสถานศึกษา ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (ต่อ)

คุณลักษณะของตัวแปร	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD
6. เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหาร												
มาก	104	-.042	.363	86	.086	.592	33	-.108	.521	86	-.038	.458
ปานกลาง	46	-.096	.313	84	-.110	.498	118	.012	.523	75	-.109	.484
น้อย	3	.036	.211	10	-.491	.473	14	.093	.407	11	.056	.628
7. ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทย์												
สูง	4	.110	.660	32	.135	.581	106	.029	.519	9	.177	.503
ปานกลาง	138	-.075	.336	123	-.084	.551	45	-.084	.465	131	-.048	.491
ต่ำ	11	.114	.315	25	-.029	.561	14	-.013	.628	32	-.193	.404
8. ระดับการหาครูวิทย์ทดแทนในสถานศึกษา												
หาทดแทนได้ง่ายมาก	71	.045	.379	68	-.042	.521	94	-.074	.491	62	-.144	.451
หาทดแทนได้ง่าย	32	-.108	.272	94	-.006	.577	64	.094	.524	19	-.018	.485
หาทดแทนได้ยาก	40	-.195	.297	15	-.126	.666	7	.012	.653	66	.007	.526
หาทดแทนได้ยากมาก	10	-.067	.310	3	-.484	.146	-	-	-	25	-.085	.418
9. ระดับความพึงพอใจของครู												
ระดับสูง	92	-.075	.363	122	-.016	.575	35	.031	.539	123	-.030	.517
ระดับปานกลาง	59	-.027	.325	58	-.083	.531	122	-.022	.508	46	-.179	.303
ระดับต่ำ	2	-.069	.156	-	-	-	8	.091	.551	3	.346	.865
10. ระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์												
ระดับสูง	63	-.081	.362	57	-.057	.541	29	.055	.664	65	.051	.562
ระดับปานกลาง	83	-.044	.341	116	-.014	.577	124	.010	.474	91	-.114	.414
ระดับต่ำ	7	.011	.273	7	-.277	.416	12	-.309	.444	16	-.240	.397
รวม	**153**	**-.057**	**.346**	**180**	**-.038**	**.560**	**165**	**-.005**	**.514**	**172**	**-.063**	**.481**

หมายเหตุ N คือจำนวนสถานศึกษา $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 สาขา ได้แก่ สาขาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก โดยใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถ 2 วิธี ได้แก่ วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งเป็นแนวคิดตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (Classical test theory: CTT) และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Higher-order item response theory: HO-IRT) ในตอนนี้แบ่งการนำเสนอเป็น 3 หัวข้อคือ 3.1) ผลการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.2) ผลการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และ 3.3) ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา แต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ในแต่ละประเทศ พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีนักเรียน 5,787 คน ในทุกสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ย 0.000 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถอยู่ระหว่าง -3.324 ถึง 4.300 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.074 ถึง 0.347) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ประเทศมาเลเซียมีนักเรียน 5,720 คน ในทุกสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ย 0.000 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถอยู่ระหว่าง -4.430 ถึง 3.173 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.090 ถึง 0.442) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ยกเว้นสาขาเคมีมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (skewness = -0.020) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในสาขาเคมีสูงกว่าค่าเฉลี่ย ประเทศสิงคโปร์มีนักเรียน 5,924 คน ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.003 ถึง 0.000 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถอยู่ระหว่าง -4.340 ถึง 1.898 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (skewness = -0.838 ถึง -0.506) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในแต่ละสาขาสูงกว่าค่าเฉลี่ย และประเทศไทยมีนักเรียน 6,123 คน ในทุกสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ย 0.000 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถอยู่ระหว่าง -5.331 ถึง 3.409 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวาใน 2 สาขา คือ สาขาชีววิทยา และสาขาฟิสิกส์ (skewness = 0.031 และ 0.338 ตามลำดับ) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในสาขาชีววิทยา และสาขาฟิสิกส์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และมี

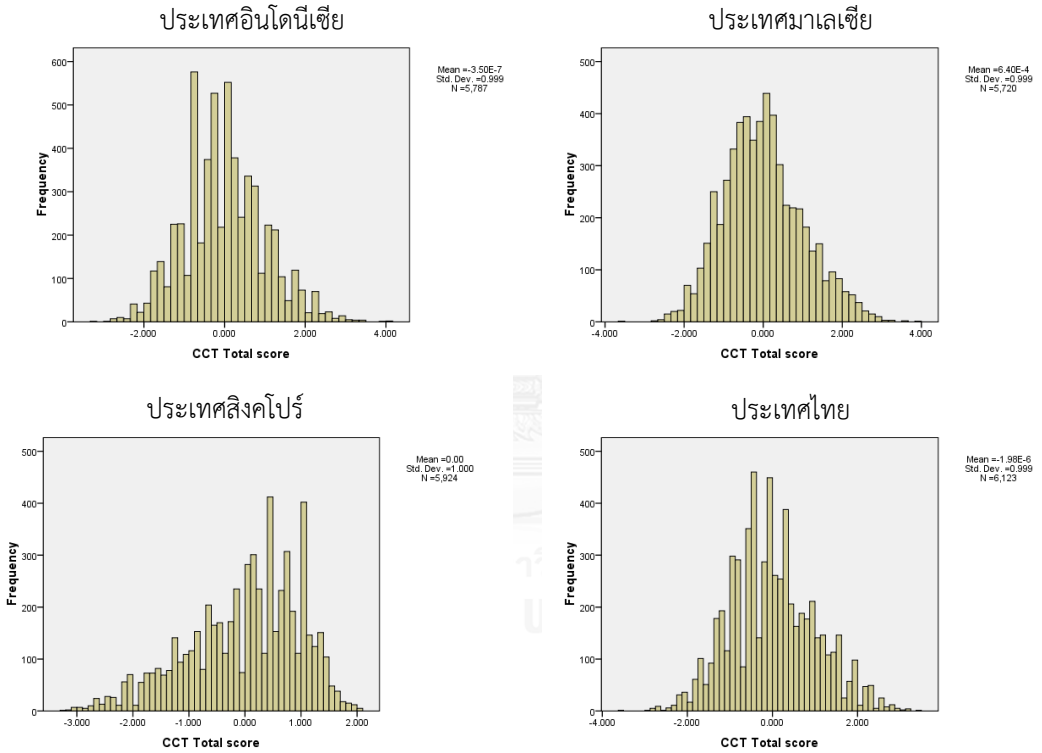
ลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายใน 2 สาขา คือ สาขาเคมี และสาขาวิทยาศาสตร์โลก (skewness = -0.202 และ -0.123 ตามลำดับ) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในสาขาเคมี และสาขาวิทยาศาสตร์โลกสูงกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 ประเทศพบว่า ในแต่ละสาขาประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซียและไทย มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.000 ยกเว้นประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยติดลบ และเป็นเพียงประเทศเดียวที่มีลักษณะการแจกแจงในทุกสาขาแบบเบ้ซ้าย (นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสูงกว่าค่าเฉลี่ย) รายละเอียดดังตารางที่ 30 และภาพที่ 9

ตารางที่ 30 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

ประเทศ	สาขา	Mean	SD	Min	Max	Range	SK	Ku
อินโดนีเซีย	Bio	.000	.999	-3.324	3.311	6.635	.074	.041
N = 5,787	Chem	.000	.999	-3.474	4.300	7.774	.344	.206
	Phy	.000	.999	-2.245	3.519	5.765	.347	.024
	Earth	.000	.999	-2.657	2.943	5.599	.159	-.525
	รวม	.000	.999	-3.174	4.082	7.256	.255	.147
มาเลเซีย	Bio	.000	.999	-2.951	3.173	6.125	.090	-.254
N = 5,720	Chem	.000	.999	-4.430	2.931	7.361	-.020	-.099
	Phy	.000	.999	-2.103	2.779	4.882	.167	-.518
	Earth	.000	.999	-2.012	2.523	4.535	.442	-.305
	รวม	.001	.999	-3.514	3.933	7.447	.346	.003
สิงคโปร์	Bio	-.003	1.002	-3.497	1.794	5.291	-.556	-.194
N = 5,924	Chem	.000	.999	-4.340	1.386	5.727	-.838	.293
	Phy	-.001	.999	-3.376	1.898	5.274	-.531	-.244
	Earth	-.001	1.000	-2.681	1.623	4.304	-.506	-.586
	รวม	-.002	1.000	-3.205	2.026	5.231	-.579	-.265
ไทย	Bio	.000	.999	-2.852	2.607	5.459	.031	-.520
N = 5,924	Chem	.000	.999	-5.331	2.731	8.062	-.202	.523
	Phy	.000	.999	-2.189	3.409	5.597	.338	-.184
	Earth	.000	.999	-2.640	2.378	5.018	-.123	-.728
	รวม	.000	.999	-3.503	3.421	6.925	.247	-.090

ตารางที่ 30 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

ประเทศ	สาขา	Mean	SD	Min	Max	Range	SK	Ku
รวมทั้งหมด	Bio	-.001	1.000	-3.497	3.311	6.808	-.093	-.235
N =	Chem	.000	.999	-5.331	4.300	9.631	-.184	.236
23,554	Phy	.000	.999	-3.376	3.519	6.895	.080	-.230
	Earth	.000	.999	-2.681	2.943	5.623	-.013	-.540
	รวม	.000	.999	-3.514	4.082	7.596	.065	-.053



ภาพที่ 9 ฮีสโตแกรมของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

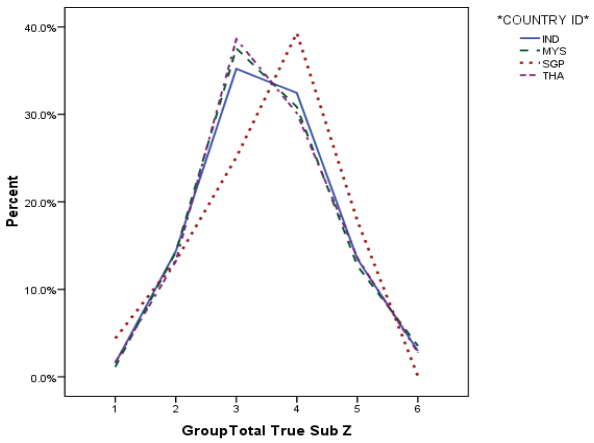
การแบ่งกลุ่มความสามารถในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 38.61, 37.55 และ 35.22 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 39.31) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ

ประเทศไทย มาเลเซีย และสิงคโปร์ (ค่าเฉลี่ย -0.452, -0.462, -0.465 และ -0.484 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (0.466, 0.453, 0.427 และ 0.415 ตามลำดับ) มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 57.17) ที่มีค่าประมาณความสามารถมากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 31 และภาพที่ 10

ตารางที่ 31 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	89 (1.54)	-2.31	.228	64 (1.12)	-2.28	.244	260 (4.39)	-2.34	.304	101 (1.65)	-2.27	.280
-1.99 ถึง -1.00	831 (14.36)	-1.38	.263	815 (14.25)	-1.37	.267	785 (13.25)	-1.41	.264	809 (13.21)	-1.37	.249
-0.99 ถึง 0.00	2038 (35.22)	-.452	.272	2148 (37.55)	-.465	.287	1487 (25.10)	-.484	.279	2364 (38.61)	-.462	.295
0.01 ถึง 0.99	1878 (32.45)	.415	.273	1765 (30.86)	.427	.288	2329 (39.31)	.466	.273	1846 (30.15)	.453	.288
1.00 ถึง 1.99	780 (13.48)	1.377	.283	726 (12.69)	1.412	.291	1058 (17.86)	1.250	.219	834 (13.62)	1.426	.278
ตั้งแต่ 2.00	171 (2.95)	2.479	.390	202 (3.53)	2.388	.319	5 (0.08)	2.026	.000	169 (2.76)	2.419	.275
ทั้งหมด	**5787 (100)**	**.000**	**.999**	**5720 (100)**	**.001**	**.999**	**5924 (100)**	**-.002**	**1.000**	**6123 (100)**	**.000**	**.999**
χ^2		3561.316			3684.192			3635.714			4053.395	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวนนักเรียน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



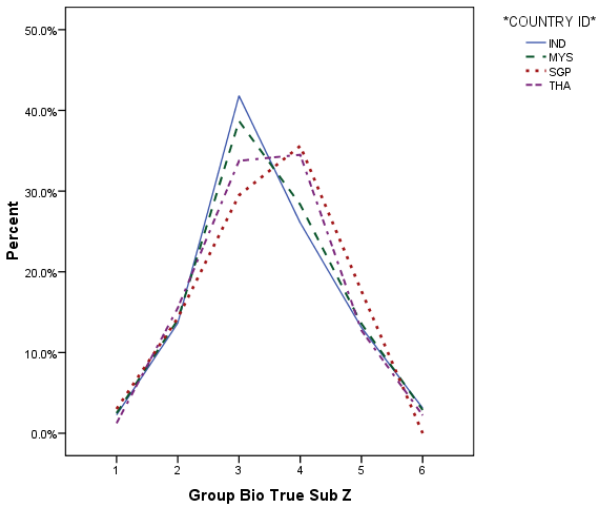
ภาพที่ 10 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

การแบ่งกลุ่มความสามารถจากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในสาขาชีววิทยา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย และมาเลเซีย มีความสามารถสาขาชีววิทยาอยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 41.80 และ 38.69 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์ และไทย นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสาขาชีววิทยาอยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 35.60 และ 34.51 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาชีววิทยาในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ มาเลเซีย สิงคโปร์ และประเทศไทย (ค่าเฉลี่ย -0.326, -0.374, -0.414 และ -0.476 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ ประเทศมาเลเซีย ไทย และอินโดนีเซีย (0.499, 0.498, 0.498 และ 0.495 ตามลำดับ) มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 53.22) ที่มีค่าประมาณความสามารถสาขาชีววิทยามากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถสาขาชีววิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 32 และภาพที่ 11

ตารางที่ 32 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาชีววิทยาของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	131 (2.26)	-2.31	.293	142 (2.48)	-2.17	.202	178 (3.00)	-2.53	.294	76 (1.24)	-2.34	.214
-1.99 ถึง -1.00	790 (13.65)	-1.42	.219	804 (14.06)	-1.40	.210	846 (14.28)	-1.46	.298	951 (15.53)	-1.41	.276
-0.99 ถึง 0.00	2419 (41.80)	-.326	.315	2213 (38.69)	-.374	.291	1747 (29.49)	-.414	.294	2067 (33.76)	-.476	.287
0.01 ถึง 0.99	1509 (26.08)	.495	.264	1620 (28.32)	.498	.272	2109 (35.60)	.499	.294	2113 (34.51)	.498	.298
1.00 ถึง 1.99	758 (13.10(	1.377	.247	776 (13.57)	1.384	.270	1044 (17.62)	1.279	.223	780 (12.74)	1.483	.217
ตั้งแต่ 2.00	180 (3.11)	2.323	.302	165 (2.88)	2.282	.194				136 (2.22)	2.150	.168
ทั้งหมด	**5787 (100)**	**.000**	**.999**	**5720 (100)**	**.000**	**.999**	**5924 (100)**	**-.003**	**1.002**	**6123 (100)**	**.000**	**.999**
χ^2		3934.998			3529.388			1956.846			3944.938	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวนนักเรียน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



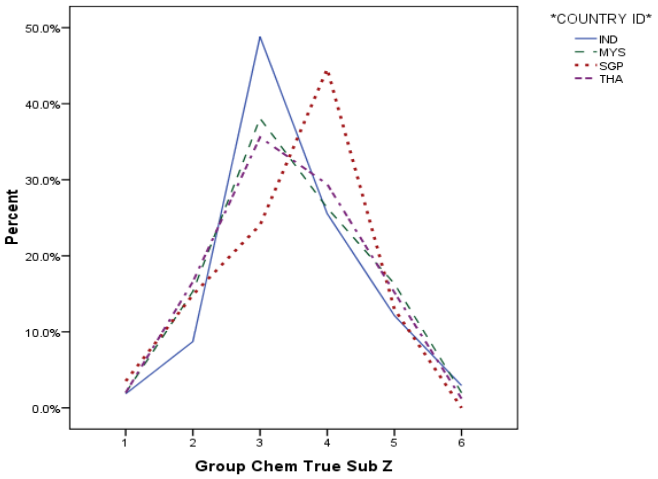
ภาพที่ 11 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาชีววิทยา ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

การแบ่งกลุ่มความสามารถจากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในสาขาเคมี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย มีความสามารถสาขาเคมีอยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 48.82, 38.08 และ 35.59 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสาขาเคมีอยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 44.56) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาเคมีในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย -0.317, -0.352, -0.416 และ -0.463 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือประเทศสิงคโปร์ ไทย และมาเลเซีย (0.555, 0.552, 0.448 และ 0.438 ตามลำดับ) มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 57.54) ที่มีค่าประมาณความสามารถสาขาเคมีมากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถสาขาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 33 และภาพที่ 12

ตารางที่ 33 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาเคมีของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
1) น้อยกว่า -2.00	107 (1.90)	-2.377	.331	114 (1.99)	-2.445	.441	209 (3.53)	-2.586	.529	122 (1.99)	-2.738	.693
2) -1.99 ถึง -1.00	505 (8.98)	-1.254	.287	876 (15.31)	-1.332	.265	881 (14.87)	-1.426	.297	1017 (16.61)	-1.305	.204
3) -0.99 ถึง 0.00	2825 (48.82)	-.463	.386	2178 (38.08)	-.352	.338	1425 (24.05)	-.416	.282	2179 (35.59	-.317	.273
4) 0.01 ถึง 0.99	1478 (26.29)	.555	.250	1504 (26.29)	.438	.300	2640 (44.56)	.552	.333	1801 (29.41)	.448	.287
5) 1.00 ถึง 1.99	702 (12.49)	1.495	.176	934 (16.33)	1.386	.248	769 (12.98)	1.209	.090	930 (15.19)	1.476	.185
6) ตั้งแต่ 2.00	170 (3.02)	2.439	.487	114 (1.99)	2.271	.249				74 (1.21)	2.337	.331
ทั้งหมด	**5787 (100)**	**.030**	**.998**	**5720 (100)**	**.000**	**.999**	**5924 (100)**	**.000**	**.999**	**6123 (100)**	**.000**	**.999**
χ^2		5569.441			3375.899			2863.498			3589.093	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวนนักเรียน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



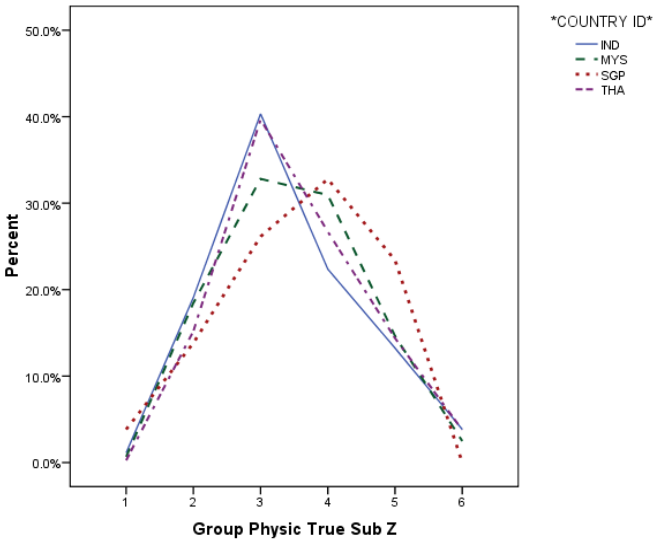
ภาพที่ 12 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาเคมี ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

การแบ่งกลุ่มความสามารถจากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในสาขาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และมาเลเซีย มีความสามารถสาขาฟิสิกส์อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 40.33, 39.69 และ 32.81 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสาขาฟิสิกส์อยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 32.78) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาฟิสิกส์ในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศอินโดนีเซีย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย มาเลเซีย และสิงคโปร์ (ค่าเฉลี่ย -0.281, -0.395, -0.402 และ -0.434 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา คือ ประเทศมาเลเซีย ไทย และสิงคโปร์ (0.527, 0.427, 0.376 และ 0.333 ตามลำดับ) มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 56.19) ที่มีค่าประมาณความสามารถสาขาฟิสิกส์มากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถสาขาฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 34 และภาพที่ 13

ตารางที่ 34 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาฟิสิกส์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	65 (1.12)	-2.15	.097	38 (0.66)	-2.091	.015	227 (3.83)	-2.42	.263	16 (0.26)	-2.19	.000
-1.99 ถึง -1.00	1105 (19.09)	-1.29	.265	1056 (18.46)	-1.373	.275	819 (13.83)	-1.40	.278	931 (15.20)	-1.45	.224
-0.99 ถึง 0.00	2334 (40.33)	-.281	.309	1877 (32.81)	-.402	.304	1549 (26.15)	-.434	.270	2430 (39.69)	-.395	.369
0.01 ถึง 0.99	1295 (22.38)	.527	.243	1770 (30.94)	.427	.295	1942 (32.78)	.333	.241	1635 (26.70)	.376	.302
1.00 ถึง 1.99	766 (13.24)	1.318	.326	837 (14.63)	1.438	.228	1387 (23.41)	1.240	.154	880 (14.37)	1.345	.283
ตั้งแต่ 2.00	222 (3.84)	2.393	.338	142 (2.48)	2.279	.174				231 (3.77)	2.342	.292
ทั้งหมด	**5787 (100)**	**.000**	**.999**	**5720 (100)**	**.000**	**.999**	**5924 (100)**	**-.001**	**.999**	**6123 (100)**	**.000**	**.999**
χ^2		3529.611			3189.100			1517.614			3943.539	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวนนักเรียน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



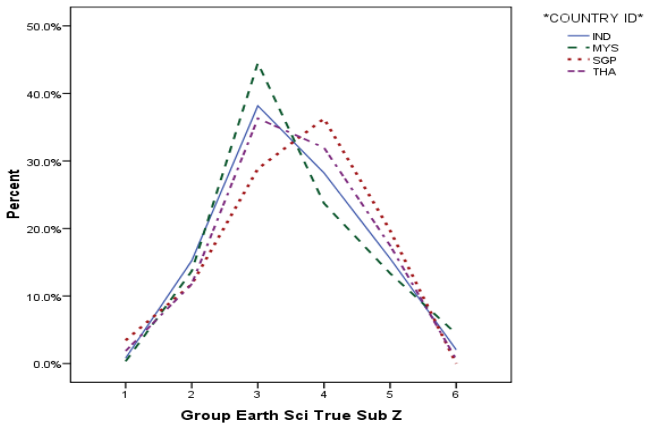
ภาพที่ 13 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาฟิสิกส์ ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

การแบ่งกลุ่มความสามารถจากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในสาขาวิทยาศาสตร์โลก พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย ไทย และ มีความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกอยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 44.49, 38.17 และ 36.31 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกอยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 36.26) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศมาเลเซีย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือประเทศอินโดนีเซีย ไทย และสิงคโปร์ (ค่าเฉลี่ย -0.448, -0.456, -0.522 และ -0.580 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ ประเทศอินโดนีเซีย ไทย และ มาเลเซีย (0.507, 0.483, 0.476 และ 0.468 ตามลำดับ) มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 54.96) ที่มีค่าประมาณความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกมากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 35 และภาพที่ 14

ตารางที่ 35 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	46 (0.79)	-2.30	.252	19 (0.33)	-2.01	.000	204 (3.44)	-2.36	.238	114 (1.86)	-2.22	.202
-1.99 ถึง -1.00	881 (15.22)	-1.41	.275	783 (13.69)	-1.41	.256	696 (11.75)	-1.48	.204	721 (11.78)	-1.53	.172
-0.99 ถึง 0.00	2209 (38.17)	-.456	.303	2545 (44.49)	-.448	.315	1709 (28.85)	-.580	.303	2223 (36.31)	-.522	.365
0.01 ถึง 0.99	1633 (28.22)	.483	.263	1357 (23.72)	.468	.270	2148 (36.26)	.507	.301	1957 (31.96)	.476	.257
1.00 ถึง 1.99	900 (15.55)	1.450	.273	764 (13.36)	1.395	.223	1167 (19.70)	1.206	.173	1070 (17.48)	1.405	.183
ตั้งแต่ 2.00	118 (2.04)	2.232	.200	252 (4.41)	2.302	.168				38 (0.62)	2.289	.073
ทั้งหมด	**5787 (100)**	**.000**	**.999**	**5720 (100)**	**.000**	**.999**	**5924 (100)**	**-.001**	**1.00**	**6123 (100)**	**.000**	**.999**
χ^2		3698.299			4328.032			2028.824			4117.822	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 14 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลก ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)

3.2 ผลการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

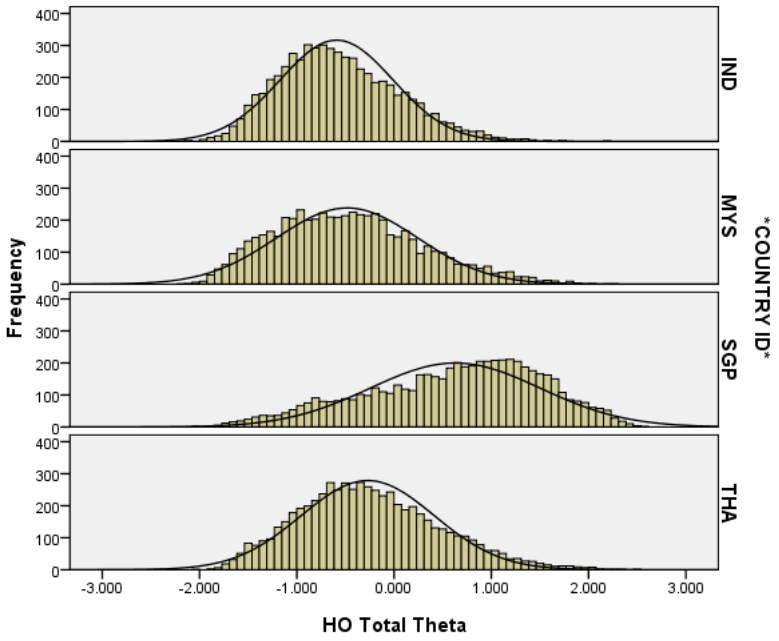
จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ในแต่ละประเทศ พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีนักเรียน 5,787 คน มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย -0.565 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.561 ถึง -0.495 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.269 ถึง 0.502) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ประเทศมาเลเซียมีนักเรียน 5,720 คน มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย -0.465 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.488 ถึง -0.328 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.319 ถึง 0.487) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ประเทศสิงคโปร์มีนักเรียน 5,924 คน มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย 0.607 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.518 ถึง 0.609 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (skewness = -0.484 ถึง -0.323) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาสูงกว่าค่าเฉลี่ย และประเทศไทยมีนักเรียน 6,123 คน มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย -0.251 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.282 ถึง -0.135 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.015 ถึง 0.587) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 ประเทศพบว่า ในแต่ละสาขาประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซียและไทย มีค่าเฉลี่ยติดลบยกเว้นประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยเป็นบวก และเป็นเพียงประเทศเดียวที่มีลักษณะ

การแจกแจงในทุกสาขาแบบเบ้ซ้าย (นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสูงกว่าค่าเฉลี่ย) รายละเอียดดังตารางที่ 36 และภาพที่ 15

ตารางที่ 36 แสดงค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และแต่ละสาขาของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

ประเทศ	สาขา	Mean	SD	Min	Max	Range	SK	Ku
อินโดนีเซีย	Bio	-.532	.596	-2.207	2.174	4.382	.372	-.046
N = 5,787	Chem	-.561	.666	-2.204	2.180	4.384	.269	-.186
	Phy	-.495	.594	-2.184	2.210	4.394	.430	.259
	Earth	-.517	.592	-2.152	2.110	4.262	.502	.168
	รวม	-.565	.614	-2.220	2.225	4.445	.490	.126
มาเลเซีย	Bio	-.431	.736	-2.135	2.251	4.387	.445	-.210
N = 5,720	Chem	-.488	.776	-2.171	2.193	4.363	.319	-.317
	Phy	-.328	.710	-2.149	2.222	4.371	.458	-.238
	Earth	-.455	.705	-2.184	2.062	4.246	.487	-.033
	รวม	-.465	.758	-2.201	2.252	4.453	.436	-.196
สิงคโปร์	Bio	.580	.881	-2.030	2.554	4.583	-.323	-.562
N = 5,924	Chem	.568	.901	-1.967	2.534	4.501	-.484	-.424
	Phy	.609	.886	-1.922	2.557	4.479	-.403	-.530
	Earth	.518	.848	-1.889	2.419	4.307	-.326	-.600
	รวม	.607	.901	-2.018	2.570	4.588	-.408	-.511
ไทย	Bio	-.135	.701	-2.054	2.442	4.496	.380	-.225
N = 6,123	Chem	-.282	.762	-2.080	2.387	4.467	.015	-.135
	Phy	-.267	.671	-2.004	2.407	4.411	.587	.275
	Earth	-.146	.654	-1.946	2.408	4.355	.472	-.093
	รวม	-.251	.720	-2.031	2.467	4.498	.431	-.041
รวมทั้งหมด	Bio	-.125	.854	-2.207	2.554	4.761	.459	-.365
N =	Chem	-.187	.901	-2.204	2.534	4.738	.302	-.465
23,554	Phy	-.118	.841	-2.184	2.557	4.741	.538	-.307
	Earth	-.145	.817	-2.184	2.419	4.603	.471	-.355
	รวม	-.164	.885	-2.220	2.570	4.790	.481	-.391

หมายเหตุ Bio คือ สาขาชีววิทยา, Chem คือ สาขาเคมี, Phy คือ สาขาฟิสิกส์, Earth คือ สาขาวิทยาศาสตร์โลก



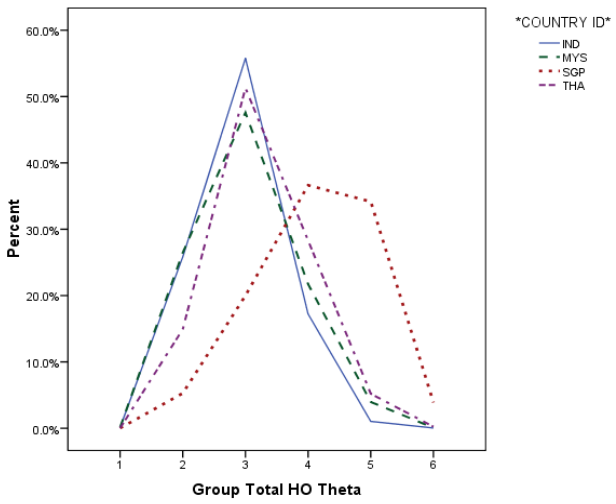
ภาพที่ 15 ฮีสโตแกรมของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

การแบ่งกลุ่มความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และ มาเลเซีย มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 55.78, 51.30 และ 47.39 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 36.63) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย -0.458, -0.484, -0.511 และ -0.546 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย 0.548, 0.404, 0.395 และ 0.336 ตามลำดับ มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 70.80) ที่มีค่าประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์มากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 37 และภาพที่ 16

ตารางที่ 37 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	6 (0.10)	-2.13	.071	9 (0.16)	-2.08	.062	1 (0.02)	-2.02	.	1 (0.02)	-2.03	.
-1.99 ถึง -1.00	1495 (25.83)	-1.28	.206	1515 (26.49)	-1.35	.237	313 (5.28)	-1.31	.215	915 (14.94)	-1.27	.200
-0.99 ถึง 0.00	3228 (55.78)	-.546	.276	2722 (47.59)	-.511	.283	1185 (20.00)	-.458	.287	3141 (51.30)	-.484	.278
0.01 ถึง 0.99	996 (17.21)	.336	.255	1243 (21.73)	.395	.277	2170 (36.63)	.548	.283	1733 (28.30)	.404	.274
1.00 ถึง 1.99	60 (1.04)	1.264	.209	227 (3.97)	1.304	.230	2024 (34.17)	1.411	.267	319 (5.21)	1.323	.260
ตั้งแต่ 2.00	2 (0.03)	2.206	.026	4 (0.07)	2.137	.120	231 (3.90)	2.168	.118	14 (0.23)	2.132	.145
ทั้งหมด	5787 (100)	-.565	.614	5720 (100)	-.465	.758	5924 (100)	.607	.901	6123 (100)	-.251	.720
χ^2		8366.100			6134.389			4569.955			7407.968	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



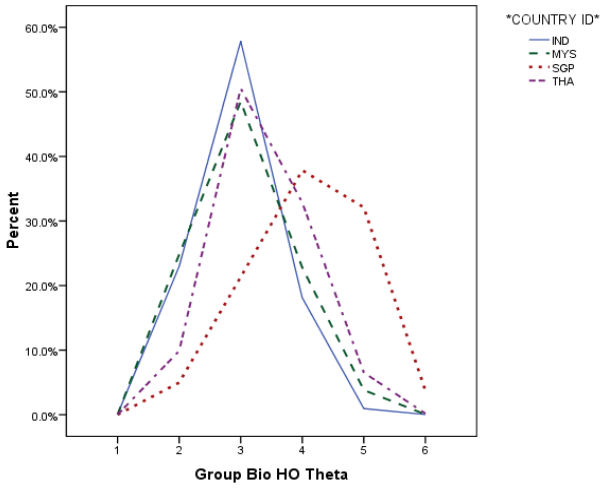
ภาพที่ 16 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

การแบ่งกลุ่มความสามารถจากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในสาขาชีววิทยา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และ มาเลเซีย มีความสามารถสาขาชีววิทยาอยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 57.85, 50.53 และ 48.50 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสาขาชีววิทยาอยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 37.85) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาชีววิทยาในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย -0.435, -0.476, -0.506 และ -0.532 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย 0.538, 0.420, 0.396 และ 0.321 ตามลำดับ มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 69.96) ที่มีค่าประมาณความสามารถสาขาชีววิทยามากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถสาขาชีววิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 38 และภาพที่ 17

ตารางที่ 38 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาชีววิทยาของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	5 (0.09)	-2.112	.067	3 (0.05)	-2.109	.044	1 (0.02)	-2.030	.	1 (0.02)	-2.054	.
-1.99 ถึง -1.00	1329 (22.97)	-1.273	.205	1419 (24.81)	-1.313	.219	295 (4.98)	-1.268	.198	605 (9.88)	-1.224	.185
-0.99 ถึง 0.00	3348 (57.85)	-.532	.276	2774 (48.50)	-.506	.285	1263 (21.32)	-.435	.285	3094 (50.53)	-.476	.274
0.01 ถึง 0.99	1048 (18.11)	.321	.246	1303 (22.78)	.396	.274	2242 (37.85)	.538	.281	2012 (32.86)	.420	.281
1.00 ถึง 1.99	55 (0.95)	1.166	.173	218 (3.81)	1.305	.227	1902 (32.11)	1.407	.264	400 (6.53)	1.294	.239
ตั้งแต่ 2.00	2 (0.03)	2.097	.109	3 (0.05)	2.162	.115	221 (3.73)	2.159	.115	11 (0.18)	2.136	.144
ทั้งหมด	5787 (100)	-.532	.596	5720 (100)	-.431	.736	5924 (100)	.580	.881	6123 (100)	-.135	.701
χ^2		8807.819			6294.673			4584.309			7739.937	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



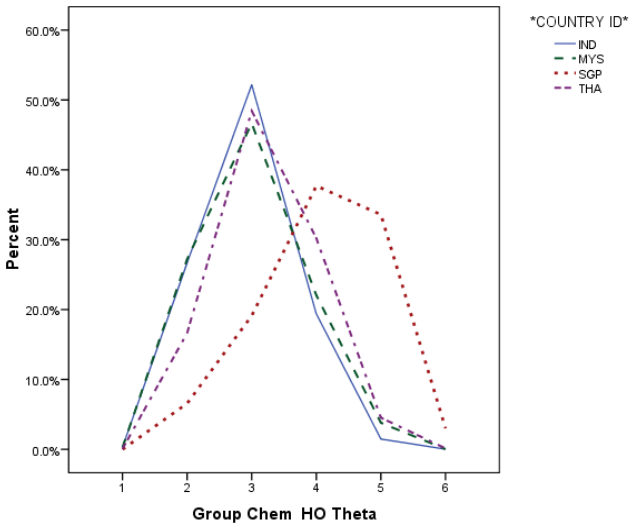
ภาพที่ 17 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาชีววิทยา ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

การแบ่งกลุ่มความสามารถจากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในสาขาเคมี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และ มาเลเซีย มีความสามารถสาขาเคมีอยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 57.85, 50.53 และ 48.50 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสาขาเคมีอยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 37.85) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาเคมีในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย -0.435, -0.476, -0.506 และ -0.532 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย 0.538, 0.420, 0.396 และ 0.321 ตามลำดับ มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 69.96) ที่มีค่าประมาณความสามารถสาขาเคมีมากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถสาขาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 39 และภาพที่ 18

ตารางที่ 39 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาเคมีของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	16 (0.28)	-2.074	.061	15 (0.26)	-2.051	.049	-	-	-	4 (0.07)	-2.036	.030
-1.99 ถึง -1.00	1544 (26.68)	-1.352	.252	1557 (27.22)	-1.404	.268	389 (6.57)	-1.326	.232	1019 (16.64)	-1.458	.290
-0.99 ถึง 0.00	3019 (52.17)	-.530	.277	2668 (46.64)	-.507	.281	1133 (19.13)	-.455	.280	2965 (48.42)	-.453	.272
0.01 ถึง 0.99	1122 (19.39)	.325	.233	1261 (22.05)	.391	.271	2234 (37.71)	.557	.279	1850 (30.21)	.395	.264
1.00 ถึง 1.99	85 (1.47)	1.245	.194	217 (3.79)	1.289	.234	1990 (33.59)	1.393	.264	277 (4.52)	1.309	.245
ตั้งแต่ 2.00	1 (0.02)	2.180	.	2 (0.03)	2.190	.004	178 (3.00)	2.142	.115	8 (0.13)	2.120	.148
ทั้งหมด	5787 (100)	-.561	.666	5720 (100)	-.488	.776	5924 (100)	.568	.901	6123 (100)	-.282	.762
χ^2		7447.487			6007.180			2868.665			6938.142	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวน $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



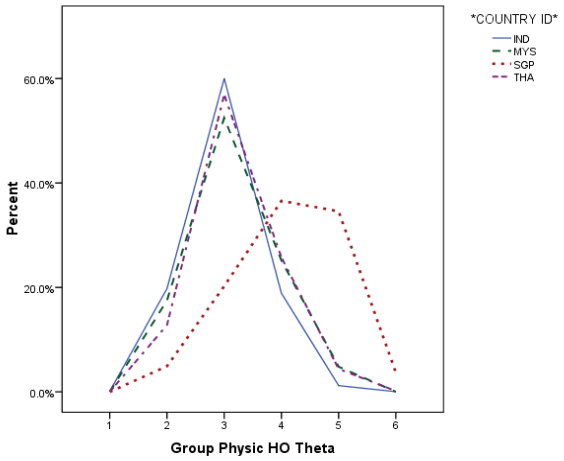
ภาพที่ 18 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาเคมี ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

การแบ่งกลุ่มความสามารถจากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในสาขาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และ มาเลเซีย มีความสามารถสาขาฟิสิกส์อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 60.03, 56.90 และ 53.48 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสาขาฟิสิกส์อยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 36.57) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาฟิสิกส์ในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย -0.457, -0.483, -0.515 และ -0.531 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศมาเลเซีย ไทย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย 0.549, 0.407, 0.397 และ 0.324 ตามลำดับ มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 71.15) ที่มีค่าประมาณความสามารถสาขาฟิสิกส์มากกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถสาขาฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 40 และภาพที่ 19

ตารางที่ 40 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาฟิสิกส์ของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	5 (0.09)	-2.125	.052	1 (0.02)	-2.149	.				1 (0.02)	-2.004	.
-1.99 ถึง -1.00	1144 (19.77)	-1.269	.206	1002 (17.52)	-1.267	.200	291 (4.91)	-1.284	.203	783 (12.79)	-1.227	.169
-0.99 ถึง 0.00	3474 (60.03)	-.531	.271	3002 (52.48)	-.515	.281	1199 (20.24)	-.457	.287	3484 (56.90)	-.483	.274
0.01 ถึง 0.99	1093 (18.89)	.324	.253	1439 (25.16)	.407	.275	2166 (36.57)	.549	.280	1576 (25.74)	.397	.274
1.00 ถึง 1.99	69 (1.19)	1.263	.222	275 (4.81)	1.276	.213	2048 (34.58)	1.400	.266	269 (4.39)	1.335	.268
ตั้งแต่ 2.00	2 (0.03)	2.132	.111	1 (0.02)	2.222	.	219 (3.70)	2.158	.113	10 (0.16)	2.138	.153
ทั้งหมด	5787 (100)	-.495	.594	5720 (100)	-.328	.710	5923 (100)	.609	.886	6123 (100)	-.267	.671
χ^2			9326.376			7037.716			2903.695			8877.081
p-value			.000			.000			.000			.000

หมายเหตุ N คือจำนวน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



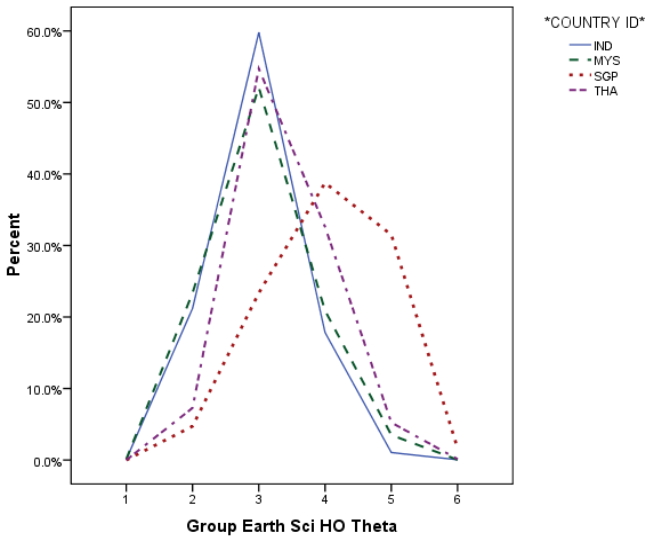
ภาพที่ 19 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาฟิสิกส์ ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

การแบ่งกลุ่มความสามารถจากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบในแต่ละสาขาวิชาของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง นั้น ในสาขาวิทยาศาสตร์โลก พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และ มาเลเซีย มีความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกอยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 59.79, 54.73 และ 52.10 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกอยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 38.76) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย -0.430, -0.480, -0.518 และ -0.542 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่า ประเทศสิงคโปร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (ค่าเฉลี่ย 0.534, 0.408, 0.376 และ 0.343 ตามลำดับ มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 (ร้อยละ 70.26) ที่มีค่าประมาณความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกมากกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละช่วงความสามารถพบว่าทุกประเทศนักเรียนที่อยู่ในช่วงความสามารถที่แตกต่างกันมีความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 41 และภาพที่ 20

ตารางที่ 41 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลกของนักเรียนจำแนกตามประเทศ (จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

ช่วงความสามารถ	อินโดนีเซีย			มาเลเซีย			สิงคโปร์			ไทย		
	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD	N (%)	Mean	SD
น้อยกว่า -2.00	5 (0.09)	-2.09	.044	7 (0.12)	-2.06	.061						
-1.99 ถึง -1.00	1227 (21.20)	-1.25	.191	1337 (23.37)	-1.31	.213	280 (4.73)	-1.28	.200	446 (7.28)	-1.20	.168
-0.99 ถึง 0.00	3460 (59.79)	-.542	.276	2980 (52.10)	-.518	.280	1385 (23.38)	-.430	.275	3351 (54.73)	-.480	.273
0.01 ถึง 0.99	1032 (17.83)	.343	.257	1194 (20.87)	.376	.274	2296 (38.76)	.534	.290	1997 (32.61)	.408	.284
1.00 ถึง 1.99	61 (1.05)	1.243	.192	200 (3.50)	1.272	.233	1866 (31.50)	1.388	.263	321 (5.24)	1.287	.236
ตั้งแต่ 2.00	2 (0.03)	2.087	.034	2 (0.03)	2.045	.023	97 (1.64)	2.144	.108	8 (0.13)	2.140	.157
ทั้งหมด	5787 (100)	-.517	.592	5720 (100)	-.455	.705	5924 (100)	.518	.848	6123 (100)	-.146	.654
χ^2		9294.289			7007.613			3157.369			6549.898	
p-value		.000			.000			.000			.000	

หมายเหตุ N คือจำนวน SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 20 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถสาขาวิทยาศาสตร์โลก ของแต่ละประเทศ (จากการประมาณด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ)

3.3 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา

การตรวจสอบความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบพบว่า ผลการประมาณค่าความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขามีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทุกคู่ โดยความสัมพันธ์ของค่าประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับขั้นที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r_{WAS\ Total,\ HO\ Total}$ = 0.736) สำหรับค่าความสัมพันธ์ของค่าประมาณความสามารถด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WAS) และวิธีลำดับขั้นที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (HO-IRT) ในแต่ละสาขามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ สาขาชีววิทยา ($r_{WAS\ Bio,\ HO\ Bio}$ = 0.622) สาขาฟิสิกส์ ($r_{WAS\ Phy,\ HO\ Phy}$ = 0.559) สาขาวิทยาศาสตร์โลก ($r_{WAS\ Earth,\ HO\ Earth}$ = 0.550) และสาขาเคมี ($r_{WAS\ Chem,\ HO\ Chem}$ = 0.528) รายละเอียดดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

	WAS Bio	WAS Chem	WAS Phy	WAS Earth	WAS Total	HO Bio	HO Chem	HO Phy	HO Earth
WAS Bio	1.000								
WAS Chem	.236**	1.000							
WAS Phy	.275**	.217**	1.000						
WAS Earth	.265**	.193**	.239**	1.000					
WAS Total	.731**	.612**	.636**	.559**	1.000				
HO Bio	.622**	.423**	.445**	.420**	.738**	1.000			
HO Chem	.459**	.528**	.416**	.386**	.686**	.905**	1.000		
HO Phy	.511**	.432**	.559**	.434**	.737**	.929**	.908**	1.000	
HO Earth	.510**	.430**	.457**	.550**	.738**	.938**	.902**	.932**	1.000
HO Total	.532**	.459**	.478**	.452**	.736**	.964**	.951**	.968**	.966**

**p < .01

การเปรียบเทียบการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ เปรียบเทียบจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (standard error of measurement: SEM)

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งเป็นแนวคิดทฤษฎีทดสอบดั้งเดิม ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดของผู้สอบที่ใช้แบบสอบชุดเดียวกันจะมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดเท่ากันทุกคน โดยการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็นการวิเคราะห์จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความเที่ยง จึงใช้การวิเคราะห์แยกเป็นตามชุดแบบสอบ และนำเสนอโดยใช้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ของ 4 ประเทศ ในการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด 1.699 เมื่อพิจารณาแต่ละสาขาพบว่า สาขาวิทยาศาสตร์โลกมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดน้อยที่สุด รองลงมาคือสาขาเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา (0.754, 0.815, 0.841 และ 1.021 ตามลำดับ) จากแบบสอบ 14 ฉบับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดในสาขาชีววิทยา มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.769 – 1.308 สาขาเคมี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.586 – 1.085 สาขาฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.614 – 0.970 และสาขาวิทยาศาสตร์โลก มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.607 – 0.958 รายละเอียดดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

แบบสอบชุดที่	N	ชีววิทยา		เคมี		ฟิสิกส์		วิทยาศาสตร์โลก		รวม	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	1,689	1.052	.054	.823	.070	.770	.036	.853	.032	1.567	.049
2	1,678	1.071	.064	.816	.060	.614	.032	.752	.024	1.656	.065
3	1,673	.773	.024	1.079	.040	.945	.049	.821	.027	1.803	.068
4	1,685	.769	.044	1.085	.018	.962	.031	.715	.005	1.780	.033
5	1,698	.977	.081	.851	.064	.848	.038	.662	.022	1.603	.073
6	1,675	1.057	.069	.894	.087	.824	.021	.662	.022	1.673	.088
7	1,683	1.005	.031	.752	.071	.705	.040	.736	.030	1.613	.078
8	1,692	1.000	.034	.586	.067	.716	.032	.805	.069	1.592	.050
9	1,676	1.308	.042	.761	.023	.851	.021	.763	.061	1.782	.050
10	1,699	1.273	.076	.697	.044	.824	.039	.746	.050	1.805	.058

ตารางที่ 43 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (ต่อ)

แบบสอบชุดที่	N	ชีววิทยา		เคมี		ฟิสิกส์		วิทยาศาสตร์โลก		รวม	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
11	1,673	1.038	.067	.813	.122	.941	.037	.743	.035	1.766	.075
12	1,675	.952	.042	.814	.106	.960	.058	.607	.035	1.640	.109
13	1,679	1.014	.064	.703	.089	.847	.043	.737	.038	1.691	.039
14	1,679	1.009	.081	.737	.065	.970	.036	.958	.046	1.816	.043
เฉลี่ย	**23,554**	**1.021**	**.154**	**.815**	**.150**	**.841**	**.113**	**.754**	**.093**	**1.699**	**.109**

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ในการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดจะได้จากการประมาณค่าเป็นรายบุคคล โดยเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด 0.352 เมื่อพิจารณาแต่ละสาขา พบว่า สาขาเคมี มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดน้อยที่สุด รองลงมาคือ สาขาชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก (0.378, 0.394, 0.402 และ 0.423 ตามลำดับ) จากแบบสอบ 14 ฉบับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดในสาขาชีววิทยา มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.288 – 0.495 สาขาเคมี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.261 – 0.560 สาขาฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.293 – 0.526 และสาขาวิทยาศาสตร์โลก มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.328 – 0.568 รายละเอียดดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

แบบสอบชุดที่	N	ชีววิทยา		เคมี		ฟิสิกส์		วิทยาศาสตร์โลก		รวม	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	1,689	.349	.112	.336	.112	.494	.194	.421	.143	.332	.114
2	1,678	.342	.094	.334	.106	.393	.127	.438	.145	.327	.103
3	1,673	.448	.118	.366	.089	.410	.116	.398	.091	.367	.095
4	1,685	.454	.142	.341	.086	.401	.124	.436	.113	.364	.110
5	1,698	.400	.152	.370	.111	.404	.139	.568	.146	.368	.126
6	1,675	.370	.134	.361	.119	.401	.163	.429	.115	.347	.124
7	1,683	.495	.171	.409	.154	.407	.166	.386	.157	.381	.156
8	1,692	.454	.178	.416	.147	.426	.151	.406	.148	.389	.143
9	1,676	.327	.113	.560	.204	.349	.110	.377	.112	.332	.112

ตารางที่ 44 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (ต่อ)

แบบสอบชุดที่	N	ชีววิทยา		เคมี		ฟิสิกส์		วิทยาศาสตร์โลก		รวม	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
10	1,699	.288	.101	.348	.117	.293	.104	.328	.110	.280	.102
11	1,673	.404	.145	.280	.106	.373	.147	.460	.189	.370	.143
12	1,675	.506	.168	.261	.063	.526	.165	.547	.215	.406	.126
13	1,679	.368	.121	.494	.249	.399	.160	.383	.117	.351	.131
14	1,679	.318	.105	.410	.178	.350	.126	.347	.106	.311	.111
เฉลี่ย	**23,554**	**.394**	**.150**	**.378**	**.159**	**.402**	**.155**	**.423**	**.154**	**.352**	**.127**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานโดยรวม และแต่ละสาขาทั้งสองวิธีได้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบให้ผลการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด น้อยกว่าวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในด้านรวมและรายสาขาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 45 แสดงว่าการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบได้ผลการประมาณค่าความสามารถมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดน้อยกว่าวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก จึงนำผลการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และแต่ละสาขาจากวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบไปใช้ในการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนต่อไป

ตารางที่ 45 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

สาขา	วิธี	Mean	SD	t	p-value
ชีววิทยา	WAS	1.021	.154	408.587	.000
	HO-IRT	.394	.150		
เคมี	WAS	.815	.150	284.254	.000
	HO-IRT	.378	.159		
ฟิสิกส์	WAS	.841	.113	371.090	.000
	HO-IRT	.402	.155		
วิทยาศาสตร์โลก	WAS	.754	.093	264.372	.000
	HO-IRT	.423	.154		
รวม	**WAS**	**1.699**	**.109**	**1245.345**	**.000**
	HO-IRT	**.352**	**.127**		

หมายเหตุ WAS คือ วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก, HO-IRT คือ วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของแต่ละประเทศ

การวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของแต่ละประเทศ เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดการวิเคราะห์พหุระดับ ซึ่งแบ่งระดับการวิเคราะห์เป็น 2 ระดับ คือระดับนักเรียน และระดับสถานศึกษา ในตอนนี้แบ่งการนำเสนอเป็น 2 หัวข้อคือ 4.1) การตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์พหุระดับ และ 4.2) ผลการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน โดยกำหนดสัญลักษณ์และความหมายแทนตัวแปรในระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละประเทศเป็นสัญลักษณ์และความหมายเดียวกัน ดังนี้

ตัวแปรระดับนักเรียน

BTHETA	ความสามารถรวมวิทยาศาสตร์จากการประมาณค่าด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ
THE_T	ความสามารถรวมวิทยาศาสตร์จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ
BPACH	ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา
BSEXG	ตัวแปรดัมมี่เพศหญิง
BEDUPH	ตัวแปรดัมมี่การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา
BEDUPD	ตัวแปรดัมมี่การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา
BEDUPU	ตัวแปรดัมมี่การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.
BEDUPS	ตัวแปรดัมมี่การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
BSESH	ตัวแปรดัมมี่ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง
BSESM	ตัวแปรดัมมี่ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง
BRES	แหล่งทรัพยากรที่บ้าน
BLIKS	แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (like)
BVALS	การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ (value)
BCONS	ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (confident)
BENGS	ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (engage)
BHMWSM	ตัวแปรดัมมี่เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง
BHMWSL	ตัวแปรดัมมี่เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ
BSAFEH	ตัวแปรดัมมี่ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง
BSAFEM	ตัวแปรดัมมี่ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง

ตัวแปรระดับสถานศึกษา

SSIZEL	ตัวแปรดัมมี่สถานศึกษาขนาดใหญ่
SSIZEM	ตัวแปรดัมมี่สถานศึกษาขนาดกลาง
SSIZES	ตัวแปรดัมมี่สถานศึกษาขนาดเล็ก
SLCAL	ตัวแปรดัมมี่สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่
SLCAM	ตัวแปรดัมมี่สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง
SACADH	ตัวแปรดัมมี่ความเข้มข้นทางวิชาการมีระดับสูง
SACADM	ตัวแปรดัมมี่ความเข้มข้นทางวิชาการมีระดับปานกลาง
SSESM	ตัวแปรดัมมี่เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนปานกลาง

SSESL ตัวแปรดัมมี่เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนด้อยโอกาส
SCLASEL ตัวแปรดัมมี่จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก (นักเรียนมากกว่า 45 คน)
SCLASL ตัวแปรดัมมี่จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่ (นักเรียน 36-45 คน)
SCLASM ตัวแปรดัมมี่จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง (นักเรียน 26-35 คน)
SCLASS ตัวแปรดัมมี่จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก (นักเรียน 16-25 คน)
STIMEH ตัวแปรดัมมี่เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก
STIMEM ตัวแปรดัมมี่เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง
SRESH ตัวแปรดัมมี่ความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง
SRESM ตัวแปรดัมมี่ความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง
SPASU การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง
SFILTE ตัวแปรดัมมี่ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก
SFILTM ตัวแปรดัมมี่ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย
SFILTL ตัวแปรดัมมี่ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก
STEXP ประสบการณ์การทำงานของครู
STSATH ตัวแปรดัมมี่ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง
STSATM ตัวแปรดัมมี่ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง
STCON ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์
STINV การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์
STCOLH ตัวแปรดัมมี่การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง
STCOLM ตัวแปรดัมมี่การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง

แต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์พหุระดับ

การตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์พหุระดับ เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนก่อนการใช้โมเดลพหุระดับ ซึ่งการตรวจสอบเงื่อนไขเบื้องต้นของการวิเคราะห์เชิงทำนาย ต้องมีการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (measurement of collinearity) และการตรวจสอบความสอดคล้องกับสมการวิเคราะห์ถดถอยและโมเดลพหุระดับ

การตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มุ่งตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงหรือเรียกว่า ภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearity) ถ้าหากพบตัวแปรต้นคู่ที่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง จะพิจารณาเลือกตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งเข้าสู่สมการ

วิเคราะห์แทนได้ทั้งในระดับนักเรียนและสถานศึกษา และการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) ในระดับนักเรียนผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression) มีตัวแปรตามคือตัวแปรค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 และตัวแปรทำนายเป็นตัวแปรต่อเนื่องระดับนักเรียนได้แก่ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (BPACH) แหล่งทรัพยากรที่บ้าน (BRES) แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (BLIKS) การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ (BVALS) ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (BCONS) และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (BENGS) และในระดับสถานศึกษามีตัวแปรตามคือตัวแปรค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 และตัวแปรทำนายเป็นตัวแปรต่อเนื่องระดับสถานศึกษา ได้แก่ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง (SPASU) ประสบการณ์การทำงานของครู (STEXP) ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ (STCON) และการจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์ (STINV) โดยพิจารณาจากค่า Tolerance หากมีค่าสูงกว่า 0.10 และค่า Variance Inflation Factor (VIF) หากมีค่าน้อยกว่า 10 ของตัวแปรต้นแต่ละตัว แสดงว่าตัวแปรต้นไม่มีภาวะร่วมเส้นตรงตามการเสนอของ Hair และคณะ (1998) ซึ่งการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแยกตามประเทศ ดังนี้

4.1.1 ประเทศอินโดนีเซีย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องในระดับนักเรียนของประเทศอินโดนีเซีย พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่าง แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ($r_{rLIKS,\ BENGS}$ = 0.737) รองลงมาคือ แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($r_{BLIKS,\ BCONS}$ = 0.701) และการเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ($r_{BVALS,\ BENGS}$ = 0.679) สำหรับตัวแปรคู่ที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน คือแหล่งทรัพยากรที่บ้านกับความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ($r_{BRES,\ BENGS}$ = 0.021) และจากการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) พบว่าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมีค่า Tolerance สูง (ค่า Tolerance = 0.348 ถึง 0.955) และค่า VIF ต่ำ (ค่า VIF = 1.047 ถึง 2.874) แสดงว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปรตามหรือค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้นทุกตัวในระดับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($r_{BTHETA,\ BLIKS}$ = -.003) แสดงดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนของประเทศอินโดนีเซีย

	BTHETA	BPACH	BRES	BLIKS	BVALS	BCONS	BENGS	Tolerance	VIF
BTHETA	1.000								
BPACH	.113**	1.000						.951	1.051
BRES	.157**	.202**	1.000					.955	1.047
BLIKS	-.003	.084**	.048**	1.000				.348	2.874
BVALS	-.064**	.078**	.067**	.635**	1.000			.493	2.028
BCONS	-.063**	.046**	.034**	.701**	.542**	1.000		.474	2.111
BENGS	-.057**	.040**	.021	.737**	.679**	.635**	1.000	.366	2.729

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องในระดับสถานศึกษาของประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่าง การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์กับความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ ($r_{STINV,\ STCON}$ = 0.261) และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ได้แก่ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่าง การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์การทำงานของครู ($r_{STINV,\ STEXP}$ = 0.177) และการจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์กับการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ($r_{STINV,\ SPASU}$ = 0.172) ส่วนตัวแปรต้นคู่ที่ไม่มีความสัมพันธ์ ได้แก่ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองกับประสบการณ์การทำงานของครู การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองกับความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ (และประสบการณ์การทำงานของครูกับความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ และจากการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) พบว่าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมีค่า Tolerance สูง (ค่า Tolerance = 0.883 ถึง 0.958) และค่า VIF ต่ำ (ค่า VIF = 1.044 ถึง 1.132) แสดงว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปรตามหรือค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้นระดับสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ตัวแปรการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง (SPASU) และประสบการณ์การทำงานของครู (STEXP) แสดงดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับสถานศึกษาของประเทศอินโดนีเซีย

	BTHETA	SPASU	STEXP	STCON	STINV	Tolerance	VIF
BTHETA	1.000						
SPASU	.271**	1.000				.958	1.044
STEXP	.275**	.097	1.000			.955	1.047
STCON	.009	-.034	.133	1.000		.916	1.091
STINV	.013	.172*	.177*	.261**	1.000	.883	1.132

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

4.1.2 ประเทศมาเลเซีย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องในระดับนักเรียนของประเทศมาเลเซีย พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่าง แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ($r_{rLIKS,\ BENGS}$ = 0.655) รองลงมาคือ แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับการเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($r_{BLIKS,\ BVALS}$ = 0.627) และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($r_{BLIKS,\ BCONS}$ = 0.593) และจากการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) พบว่าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมีค่า Tolerance สูง (ค่า Tolerance = 0.421 ถึง 0.895) และค่า VIF ต่ำ (ค่า VIF = 1.118 ถึง 2.373) แสดงว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปรตามหรือค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้นทุกตัวในระดับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนของประเทศมาเลเซีย

	BTHETA	BPACH	BRES	BLIKS	BVALS	BCONS	BENGS	Tolerance	VIF
BTHETA	1.000								
BPACH	.286**	1.00						.847	1.180
BRES	.326**	.289**	1.00					.895	1.118
BLIKS	.227**	.247**	.151**	1.00				.421	2.373
BVALS	.230**	.303**	.184**	.627**	1.00			.541	1.847
BCONS	.180**	.202**	.155**	.593**	.462**	1.00		.600	1.666
BENGS	.089**	.189**	.063**	.655**	.556**	.537**	1.00	.506	1.976

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องในระดับสถานศึกษาของประเทศมาเลเซีย พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ได้แก่ ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างการจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์การทำงานของครู ($r_{STINV, STEXP}$ = -0.168) และการจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์กับความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ ($r_{STINV, STCON}$ = 0.162) ส่วนตัวแปรต้นคู่อื่นไม่มีความสัมพันธ์กัน และจากการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) พบว่าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมีค่า Tolerance สูง (ค่า Tolerance = 0.940 ถึง 0.988) และค่า VIF ต่ำ (ค่า VIF = 1.012 ถึง 1.064) แสดงว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปรตามหรือค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้นระดับสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ตัวแปรการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง (SPASU) แสดงดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับสถานศึกษาของประเทศมาเลเซีย

	BTHETA	SPASU	STEXP	STCON	STINV	Tolerance	VIF
BTHETA	1.000						
SPASU	.255**	1.000				.988	1.012
STEXP	-0.027	0.104	1.000			.948	1.055
STCON	-0.007	0.000	0.084	1.000		.961	1.041
STINV	0.073	0.011	-.168*	.162*	1.000	.940	1.064

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

4.1.3 ประเทศสิงคโปร์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องในระดับนักเรียนของประเทศสิงคโปร์ พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($r_{BLIKS, BCONS}$ = 0.714) รองลงมาคือ แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ($r_{rLIKS, BENGS}$ = 0.641) และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับการเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($r_{BLIKS, BVALS}$ = 0.590) และจากการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) พบว่าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมีค่า Tolerance สูง (ค่า Tolerance = 0.369 ถึง 0.876) และค่า VIF ต่ำ (ค่า VIF = 1.141 ถึง 2.712) แสดงว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปรตามหรือค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้นทุกตัวในระดับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงดังตารางที่ 50

ตารางที่ 50 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนของระเทศสิงคโปร์

	BTHETA	BPACH	BRES	BLIKS	BVALS	BCONS	BENGS	Tolerance	VIF
BTHETA	1.000								
BPACH	.311**	1.000						.848	1.180
BRES	.363**	.336**	1.000					.876	1.141
BLIKS	.248**	.189**	.130**	1.000				.369	2.712
BVALS	.223**	.245**	.162**	.590**	1.000			.611	1.638
BCONS	.231**	.167**	.144**	.714**	.488**	1.000		.460	2.176
BENGS	.083**	.124**	.078**	.641**	.480**	.579**	1.000	.547	1.829

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องในระดับสถานศึกษาของประเทศสิงคโปร์ พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่าง ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์การทำงานของครู ($r_{STCON, STEXP}$ = 0.403) และความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์กับการจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์ ($r_{STCON, STINV}$ = 0.207) ส่วนตัวแปรต้นคู่อื่นไม่มีความสัมพันธ์กัน และจากการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) พบว่าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมี

ค่า Tolerance สูง (ค่า Tolerance = 0.783 ถึง 0.939) และค่า VIF ต่ำ (ค่า VIF = 1.064 ถึง 1.276) แสดงว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปรตามหรือค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้นระดับสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ตัวแปรการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง (SPASU) แสดงดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับสถานศึกษาของประเทศสิงคโปร์

	BTHETA	SPASU	STEXP	STCON	STINV	Tolerance	VIF
BTHETA	1.000						
SPASU	.404**	1.000				.939	1.064
STEXP	-.163*	-0.021	1.000			.829	1.206
STCON	.054	.160*	.403**	1.000		.783	1.276
STINV	.034	.195*	0.045	.207**	1.000	.930	1.076

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

4.1.4 ประเทศไทย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องในระดับนักเรียนของประเทศไทย พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ($r_{rLIKS,\ BENGS}$ = 0.622) รองลงมาคือ แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์กับการเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($r_{BLIKS,\ BVALS}$ = 0.570) และการเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ($r_{BVALS,\ BENGS}$ = 0.543) และจากการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) พบว่าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมีค่า Tolerance สูง (ค่า Tolerance = 0.494 ถึง 0.844) และค่า VIF ต่ำ (ค่า VIF = 1.184 ถึง 2.025) แสดงว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปรตามหรือค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้นทุกตัวในระดับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นตัวแปรความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ($r_{BTHETA,\ BENGS}$ = 0.025) แสดงดังตารางที่ 52

ตารางที่ 52 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนของประเทศไทย

	BTHETA	BPACH	BRES	BLIKS	BVALS	BCONS	BENGS	Tolerance	VIF
BTHETA	1.000								
BPACH	.306**	1.000						.825	1.212
BRES	.326**	.379**	1.000					.844	1.184
BLIKS	.160**	.144**	0.022	1.000				.494	2.025
BVALS	.142**	.204**	.104**	.570**	1.000			.592	1.688
BCONS	.089**	.081**	.036**	.542**	.427**	1.000		.642	1.558
BENGS	.025	.078**	-.036**	.622**	.543**	.525**	1.000	.519	1.926

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องในระดับสถานศึกษาของประเทศไทย พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ได้แก่ ความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่าง การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์กับความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ ($r_{STINV,\ STCON}$ = 0.439) ส่วนตัวแปรต้นคู่อื่นไม่มีความสัมพันธ์กัน และจากการตรวจภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) พบว่าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมีค่า Tolerance สูง (ค่า Tolerance = 0.796 ถึง 0.990) และค่า VIF ต่ำ (ค่า VIF = 1.010 ถึง 1.256) แสดงว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearinty) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปรตามหรือค่าความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ จากการประเมินในการทดสอบ TIMSS 2011 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้นระดับสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ (STCON) แสดงดังตารางที่ 53

ตารางที่ 53 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า Tolerance และค่า VIF ระหว่างตัวแปรในระดับสถานศึกษาของประเทศไทย

	BTHETA	SPASU	STEXP	STCON	STINV	Tolerance	VIF
BTHETA	1.000						
SPASU	.137	1.0001				.990	1.010
STEXP	-.025	-.053	1.0001			.982	1.019
STCON	.065	-.003	.124	1.0001		.796	1.256
STINV	.165*	-.076	.059	.439**	1.0001	.802	1.247

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

4.2 ผลการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

จากผลการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน จากการประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และจากการประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ นำค่าประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ประกอบด้วย 4 โมเดล ได้แก่ โมเดล 1 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและไม่มีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 2 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและมีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 3 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและไม่มีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 4 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและมีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา

การนำเสนอในหัวข้อนี้จะแสดงให้เห็นสมการวิเคราะห์ในแต่ละโมเดล และอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่มีต่อผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

โดยที่ $BTHETA_{ij}$ = คะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการประมาณค่าด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบของนักเรียนคนที่ I ภายในสถานศึกษา j

THE_T_{ij} = คะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบของนักเรียนคนที่ I ภายในสถานศึกษา j

β_{0j} = ค่าจุดตัดแกน (intercept) ที่เป็นค่าแสดงถึงคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในโครงการ TIMSS 2011 ในสถานศึกษา j

r_{ij} = ค่าเศษเหลือ หรือค่าความคลาดเคลื่อน (residual error)

γ_{00} = ค่าจุดตัดแกน (intercept) ที่เป็นค่าแสดงถึงคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในโครงการ TIMSS 2011 ในสถานศึกษาของประเทศ

γ_{01} = ค่าความชัน (slope) ที่แสดงถึงค่าอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในโครงการ TIMSS 2011 เมื่อมีการควบคุมตัวแปรระดับสถานศึกษา

u_{0j} = ค่าเศษเหลือ (residual) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงคะแนนมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษา

โดยแต่ละโมเดลมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1) การวิเคราะห์ตามโมเดล 1

โมเดล 1 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาเข้ามาเป็นตัวแปรในการวิเคราะห์พหุระดับเพื่อหาค่าเศษเหลือ (residual) ของสถานศึกษา และสามารถตรวจสอบความผันแปรของคะแนนจากการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาและระหว่างสถานศึกษา โดยผลการวิเคราะห์โมเดลที่ 1 ของทั้ง 4 ประเทศ มีโมเดลการวิเคราะห์เดียวกัน ซึ่งมีโมเดลการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับที่ 1 (level-1 model) ภายในสถานศึกษาหรือ โมเดลระดับนักเรียน

$$BTHETA_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 (level-2 model) ระหว่างสถานศึกษา หรือโมเดลระดับสถานศึกษา

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

ผลการวิเคราะห์โมเดล 1 ซึ่งเป็นโมเดลแบบไม่มีเงื่อนไข ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวม (grand mean) ของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสถานศึกษาของประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย (จากค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) มีค่าเท่ากับ -0.005, -0.036, -0.051 และ -0.060 ตามลำดับ) ในการประมาณค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่มในระดับที่ 1 ของประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย (0.893, 0.960, 0.948 และ 0.946 ตามลำดับ) ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงสูงมาก ซึ่งแสดงถึงความเป็นค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาอย่างแท้จริง และจากการพิจารณาค่าอิทธิพลสุ่ม (random effect)

พบว่า ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij}) ซึ่งหมายถึงมีความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคนที่ i สถานศึกษาที่ j รอบๆ ค่าเฉลี่ยสถานศึกษาที่ j (β_{0j}) ในประเทศมาเลเซียมีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศสิงคโปร์ ไทย และอินโดนีเซีย (r_{ij} = 0.299, 0.251, 0.219 และ 0.108 ตามลำดับ) และความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j}) ซึ่งหมายถึงมีความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาที่ j (β_{0j}) รอบๆ ค่าเฉลี่ยรวม (grand mean, γ_{00}) ในประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศอินโดนีเซีย ไทย และมาเลเซีย (u_{0j} = 0.493, 0.422, 0.403 และ 0.369 ตามลำดับ) ทุกประเทศมีความแปรปรวนในระดับสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intra-class correlation: ICC) ซึ่งอธิบายความแปรปรวนของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างสถานศึกษา พบว่า ประเทศมาเลเซียมีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย (ร้อยละ 44.76, 35.21, 33.74 และ 20.38 ตามลำดับ) และอธิบายความแปรปรวนของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียน ได้ร้อยละ 55.24, 64.79, 66.26 และ 79.62 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์โมเดล 1 นำเสนอดังตารางที่ 54 และรายละเอียดผลการวิเคราะห์ของแต่ละประเทศนำเสนอในภาคผนวก ข

ตารางที่ 54 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 1 ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

	อินโดนีเซีย	**มาเลเซีย**	**สิงคโปร์**	**ไทย**
จำนวนสถานศึกษา	153	180	165	172
Fixed effect (INTRCPT1, β_0**)**				
Grand mean (Coefficient)	-0.051	-0.036	-0.005	-0.060
Standard error (SE)	0.028	0.042	0.040	0.037
Random Effect				
ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij})	0.422	0.369	0.493	0.403
ความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j})	0.108	0.299	0.251	0.219
intra-class correlation: ICC)	0.2038	0.4476	0.3374	0.3521
ค่าไค-สแควร์ (χ^2)	1727.883**	4585.418**	3163.158**	3731.518**
ค่าความเที่ยง (Random level-1 coefficient: INTRCPT1,β_0)	0.893	0.960	0.948	0.946

หมายเหตุ ** p-value < 0.01

2) การวิเคราะห์ตามโมเดล 2

โมเดล 2 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา เพื่อหาคะแนนเศษเหลือ (residual) ของสถานศึกษาหรือมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษา โดยแต่ละประเทศจะมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับสถานศึกษาแตกต่างกัน มีสมการวิเคราะห์รวม ดังนี้

โมเดลระดับที่ 1 (level-1 model) ภายในสถานศึกษาหรือ หรือโมเดลระดับนักเรียน

$$BTHETA_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(BPACH_{ij}) + \beta_{2j}*(BSEXG_{ij}) + \beta_{3j}*(BEDUPH_{ij}) + \beta_{4j}*(BEDUPD_{ij}) + \beta_{5j}*(BEDUPU_{ij}) + \beta_{6j}*(BEDUPS_{ij}) + \beta_{7j}*(BSESH_{ij}) + \beta_{8j}*(BSESM_{ij}) + \beta_{9j}*(BRES_{ij}) + \beta_{10j}*(BLIKS_{ij}) + \beta_{11j}*(BVALS_{ij}) + \beta_{12j}*(BCONS_{ij}) + \beta_{13j}*(BENGS_{ij}) + \beta_{14j}*(BHMWSM_{ij}) + \beta_{15j}*(BHMWSL_{ij}) + \beta_{16j}*(BSAFEH_{ij}) + \beta_{17j}*(BSAFEM_{ij}) + r_{ij}$$

โมเดลระดับที่ 2 (level-2 model) ระหว่างสถานศึกษา หรือโมเดลระดับสถานศึกษา

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(SSIZEL_j) + \gamma_{02}*(SSIZEM_j) + \gamma_{03}*(SSIZES_j) + \gamma_{04}*(SLCAL_j) + \gamma_{05}*(SLCAM_j) + \gamma_{06}*(SACADH_j) + \gamma_{07}*(SACADM_j) + \gamma_{08}*(SSESM_j) + \gamma_{09}*(SSESL_j) + \gamma_{010}*(SCLASEL_j) + \gamma_{011}*(SCLASL_j) + \gamma_{012}*(SCLASM_j) + \gamma_{013}*(SCLASS_j) + \gamma_{014}*(STIMEH_j) + \gamma_{015}*(STIMEM_j) + \gamma_{016}*(SRESH_j) + \gamma_{017}*(SRESM_j) + \gamma_{018}*(SPASU_j) + \gamma_{019}*(SFILTE_j) + \gamma_{020}*(SFILTM_j) + \gamma_{021}*(SFILTL_j) + \gamma_{022}*(STEXP_j) + \gamma_{023}*(STSATH_j) + \gamma_{024}*(STSATM_j) + \gamma_{025}*(STCON_j) + \gamma_{026}*(STINV_j) + \gamma_{027}*(STCOLH_j) + \gamma_{028}*(STCOLM_j) + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60}$$

$$\beta_{7j} = \gamma_{70}$$

$\beta_{8j} = \gamma_{80}$

$\beta_{9j} = \gamma_{90}$

$\beta_{10j} = \gamma_{100}$

$\beta_{11j} = \gamma_{110}$

$\beta_{12j} = \gamma_{120}$

$\beta_{13j} = \gamma_{130}$

$\beta_{14j} = \gamma_{140}$

$\beta_{15j} = \gamma_{150}$

$\beta_{16j} = \gamma_{160}$

$\beta_{17j} = \gamma_{170}$

ผลการวิเคราะห์โมเดล 2 ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนด้วยการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการประมาณค่าด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ด้วยตัวแปรคุณลักษณะที่แตกต่างกันของระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า ในระดับนักเรียนมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแต่ละประเทศ พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในประเทศไทยมีจำนวนมากที่สุด (จำนวน 12 ตัว) รองลงมาคือ ประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ตามลำดับ (จำนวน 10, 7 และ 4 ตัว ตามลำดับ) โดยประเทศไทยมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (β_{10} = 0.079) แหล่งทรัพยากรที่บ้าน (β_{90} = 0.068) แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{100} = 0.102) และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{120} = 0.030) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง (β_{20} = -0.082) การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา (β_{30} = -0.137) การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา (β_{40} = -0.114) การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. (β_{50} = -0.085) การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (β_{60} = -0.132) ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง (β_{70} = -0.081) ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (β_{130} = -0.047) และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง (β_{160} = -0.058) ประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คือผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (β_{10} = 0.075) ความ

มั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง (β_{80} = 0.170) แหล่งทรัพยากรที่บ้าน (β_{90} = 0.126) แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{100} = 0.103) การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{110} = 0.044) ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{120} = 0.124) ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง (β_{160} = 0.125) และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง (β_{170} = 0.118**)** และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง (β_{20} = -0.094) และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (β_{130} = -0.122) ประเทศมาเลเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทีระดับ 0.01 คือ แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{100} = 0.086) และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{120} = 0.047) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (β_{10} = 0.033) แหล่งทรัพยากรที่บ้าน (β_{90} = 0.027) และเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง (β_{140} = 0.049) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (β_{130} = - 0.048) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ เพศหญิง (β_{20} = -0.078) และประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (β_{10} = 0.043) และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{10} = 0.089) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{110} = -0.055) และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ เพศหญิง (β_{20} = -0.045)

ในระดับสถานศึกษามีตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในประเทศสิงคโปร์มีจำนวนมากที่สุด (จำนวน 10 ตัว) รองลงมาคือ ประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย (จำนวน 5, 2 และ 1 ตัว ตามลำดับ) โดยประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่ (γ_{011} = 1.045) จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก (γ_{013} = 1.278) และระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย (γ_{020} = 0.166) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง (γ_{012} = 0.839) และการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง (γ_{018} = 0.083) ตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษาขนาดกลาง (γ_{02} =-0.570) สถานศึกษาขนาดเล็ก (γ_{03} = -0.890) และสถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส (γ_{09} = -0.363) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง (γ_{08} = -0.164) และเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก(γ_{014} = -0.280) ประเทศไทยมีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส (γ_{09} = -0.277*) และ*จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง (γ_{012} = -0.489) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ สถานศึกษามีความเข้มข้น

ทางวิชาการระดับปานกลาง (γ_{07} = -0.453) สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง (γ_{08} = -0.185) และจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก (γ_{012} = -0.413) ประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษาขนาดกลาง (γ_{02} = 0.189) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง (γ_{023} = -0.161) และประเทศมาเลเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง (γ_{07} = -0.489) ในห้องเรียนมีขนาดเล็ก (γ_{013} = -0.413)

สัดส่วนความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล 2 ในระดับสถานศึกษา หรือสัมประสิทธิ์การทำนายหรืออธิบาย (R^2) พบว่ากลุ่มตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและกลุ่มตัวแปรคุณลักษณะระดับสถานศึกษา ของประเทศสิงคโปร์สามารถอธิบายสัดส่วนความแปรปรวนได้สูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ตามลำดับ (ร้อยละ 62.55, 41.10, 32.41 และ 26.09 ตามลำดับ)

ผลการวิเคราะห์โมเดล 2 นำเสนอดังตารางที่ 55 และรายละเอียดผลการวิเคราะห์ของแต่ละประเทศนำเสนอในภาคผนวก ข

ตารางที่ 55 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 2 จำแนกตามประเทศ

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย			
	อินโดนีเซีย	**มาเลเซีย**	**สิงคโปร์**	**ไทย**
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา	0.128	-0.731	-0.419	**1.229****
ระดับนักเรียน				
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.043**	0.033*	0.075**	0.079**
เพศหญิง	-0.045*	-0.078*	-0.094**	-0.082**
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	0.066	-0.010	0.028	-0.137**
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	-0.063	-0.007	0.035	-0.114**
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	0.043	-0.034	0.048	-0.085**
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	0.016	-0.019	-0.009	-0.132**
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	-0.019	0.014	0.067	-0.081**
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	-0.023	-0.024	0.170**	-0.025
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.003	0.027*	0.126**	0.068**
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.089**	0.086**	0.103**	0.102**
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	-0.055**	0.006	0.044**	0.003
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	-0.014	0.047**	0.124**	0.030**

ตารางที่ 55 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 2 จำแนกตามประเทศ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย			
	อินโดนีเซีย	มาเลเซีย	สิงคโปร์	ไทย
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.024	-0.048**	-0.122**	-0.047**
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.043	0.049*	0.063	0.024
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	0.068	0.043	-0.028	0.034
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	-0.039	-0.019	0.125**	-0.058*
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	0.015	-0.013	0.118**	-0.010
ระดับสถานศึกษา				
สถานศึกษาขนาดใหญ่	0.276	-0.265	-0.191	-0.033
สถานศึกษาขนาดกลาง	0.189**	-0.116	-0.570**	-0.044
สถานศึกษาขนาดเล็ก	-	-0.270	-0.890**	-0.135
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่	0.121	0.057	-	0.090
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง	0.092	0.128	-	-0.083
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	-0.084	-0.246	0.095	-0.279
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.147	-0.489*	-0.011	-0.453*
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.012	-0.058	-0.164*	-0.185*
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.129	-0.164	-0.363**	-0.277**
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก	-0.055	0.697	-	-0.115
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	0.016	0.634	1.045**	-0.278
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	0.054	0.606	0.839*	-0.489**
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	-0.039	0.267	1.278**	-0.413*
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	-0.055	0.230	-0.280*	-0.175
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	-0.083	0.159	-0.158	-0.165
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	0.081	0.167	0.046	-0.028
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	-0.001	-0.010	-0.011	0.099
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	0.017	0.024	0.083*	-0.033
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก	0.046	0.281	-	0.003
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	-0.098	0.289	0.166**	0.039
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	-0.112	0.298	0.017	0.015
ประสบการณ์การทำงานของครู	0.041	-0.010	-0.051	-0.013
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	-0.161*	0.133	-0.177	-0.199
ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง	-0.070	-	-0.135	-0.241

ตารางที่ 55 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 2 จำแนกตามประเทศ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย			
	อินโดนีเซีย	มาเลเซีย	สิงคโปร์	ไทย
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	0.005	-0.046	0.008	-0.024
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	-0.024	0.028	-0.014	0.039
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	-0.031	0.090	0.064	0.170
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	-0.024	0.071	0.017	0.064
Variance Component				
ระดับที่ 1 ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij})	0.416	0.357	0.427	0.386
ระดับที่ 2 ความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j})	0.073	0.221	0.094	0.129
ระดับความผันแปรของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ (ICC)				
ระดับภายในสถานศึกษา	85.07	61.76	81.96	74.95
ระดับระหว่างสถานศึกษา	14.93	38.24	18.04	25.05
สัดส่วนความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายได้ (R^2)				
ระดับที่ 1	0.0142	0.0325	0.1339	0.0422
	(1.42%)	(3.25%)	(13.39%)	(4.22%)
ระดับที่ 2	0.3241	0.2609	0.6255	0.4110
	(32.41%)	(26.09%)	(62.55%)	(41.10%)
รวมทั้งสองระดับ	0.3383	0.2934	0.7594	0.4531
	(33.83%)	(29.34%)	(75.94%)	(45.31%)
ค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่ม ((Reliability estimate: $R_{xx'}$)	0.851	0.949	0.887	0.915
ความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ ($R_{xx'}$* R^2)				
ระดับที่ 1	0.0121	0.0309	0.1187	0.0386
	(1.21%)	(3.09%)	(11.87%)	(3.86%)
ระดับที่ 2	0.2758	0.2476	0.5548	0.3760
	(27.58%)	(24.76%)	(55.48%)	(37.60%)
รวมทั้งสองระดับ	0.2879	0.2784	0.6736	0.4146
	(28.79%)	(27.84%)	(67.36%)	(41.46%)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

3) การวิเคราะห์ตามโมเดล 3

โมเดล 3 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาเข้ามาเป็นตัวแปรในการวิเคราะห์พหุระดับเพื่อหาค่าเศษเหลือ (residual) ของสถานศึกษา และสามารถตรวจสอบความผันแปรของคะแนนจากการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาและระหว่างสถานศึกษา โดยผลการวิเคราะห์โมเดลที่ 1 ของทั้ง 4 ประเทศ มีโมเดลการวิเคราะห์เดียวกัน ซึ่งมีโมเดลการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับที่ 1 (level-1 model) ภายในสถานศึกษาหรือ โมเดลระดับนักเรียน

$THE_T_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$

ระดับที่ 2 (level-2 model) ระหว่างสถานศึกษา หรือโมเดลระดับสถานศึกษา

$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$

ผลการวิเคราะห์โมเดล 3 ซึ่งเป็นโมเดลแบบไม่มีเงื่อนไข ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวม (grand mean) ของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสถานศึกษาของประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (จากค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) มีค่าเท่ากับ 0.602, -0.302, -0.493 และ -0.604 ตามลำดับ) ในการประมาณค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่มในระดับที่ 1 ของประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย ($R_{xx'}$ = 0.876, 0.947, 0.942 และ 0.938 ตามลำดับ) ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงสูงมาก ซึ่งแสดงถึงความเป็นค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาอย่างแท้จริง และจากการพิจารณาค่าอิทธิพลสุ่ม (random effect) พบว่า ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij}) ซึ่งหมายถึงมีความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคนที่ i สถานศึกษาที่ j รอบๆ ค่าเฉลี่ยสถานศึกษาที่ j (β_{0j}) ในประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย ไทย และอินโดนีเซีย (r_{ij} = 0.560, 0.364, 0.345 และ 0.308 ตามลำดับ) และความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j}) ซึ่งหมายถึงมีความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาที่ j (β_{0j}) รอบๆ ค่าเฉลี่ยรวม (grand mean, γ_{00}) ในประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย ไทย และอินโดนีเซีย (u_{0j} = 0.254, 0.218, 0.163 และ 0.067 ตามลำดับ) ทุกประเทศมีความแปรปรวนในระดับสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intra-class correlation: ICC) ซึ่งอธิบายความแปรปรวนของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างสถานศึกษา

พบว่า ประเทศมาเลเซียมีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย (ร้อยละ 37.46, 32.09, 31.20 และ 17.87 ตามลำดับ) และอธิบายความแปรปรวนของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียน ได้ร้อยละ 62.54, 67.91, 68.80 และ 82.13 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์โมเดล 3 นำเสนอดังตารางที่ 56 และรายละเอียดผลการวิเคราะห์ของแต่ละประเทศนำเสนอในภาคผนวก ข

ตารางที่ 56 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 3 ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

	อินโดนีเซีย	**มาเลเซีย**	**สิงคโปร์**	**ไทย**
จำนวนสถานศึกษา	153	180	165	172
Fixed effect (INTRCPT1, β_0**)**				
Grand mean (Coefficient)	-0.604**	-0.493**	0.602**	-0.302
Standard error (SE)	0.022	0.036	0.040	0.032
Random Effect				
ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij})	0.308	0.364	0.560	0.345
ความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j})	0.067	0.218	0.254	0.163
ค่าไค-สแควร์ (χ^2)	1468.839**	3484.973**	2838.242**	3288.700**
ระดับความผันแปรของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ (ICC)				
ระดับภายในสถานศึกษา	82.13	62.54	68.80	67.91
ระดับระหว่างสถานศึกษา	17.87	37.46	31.20	32.09
ค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่ม ((Reliability estimate: $R_{xx'}$)	0.876	0.947	0.942	0.938

หมายเหตุ ** p-value < 0.01

4) การวิเคราะห์ตามโมเดล 4

โมเดล 4 เป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา เพื่อหาคะแนนเศษเหลือ (residual) ของสถานศึกษาหรือมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษาแต่ละแห่ง (valued-added score) ที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา โดยแต่ละประเทศจะมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับสถานศึกษาแตกต่างกัน มีสมการวิเคราะห์รวม ดังนี้

โมเดลระดับที่ 1 (level-1 model) ภายในสถานศึกษาหรือ หรือโมเดลระดับนักเรียน

$$THE_T_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(BPACH_{ij}) + \beta_{2j}*(BSEXG_{ij}) + \beta_{3j}*(BEDUPH_{ij}) + \beta_{4j}*(BEDUPD_{ij}) + \beta_{5j}*(BEDUPU_{ij}) + \beta_{6j}*(BEDUPS_{ij}) + \beta_{7j}*(BSESH_{ij}) + \beta_{8j}*(BSESM_{ij}) + \beta_{9j}*(BRES_{ij}) + \beta_{10j}*(BLIKS_{ij}) + \beta_{11j}*(BVALS_{ij}) + \beta_{12j}*(BCONS_{ij}) + \beta_{13j}*(BENGS_{ij}) + \beta_{14j}*(BHMWSM_{ij}) + \beta_{15j}*(BHMWSL_{ij}) + \beta_{16j}*(BSAFEH_{ij}) + \beta_{17j}*(BSAFEM_{ij}) + r_{ij}$$

โมเดลระดับที่ 2 (level-2 model) ระหว่างสถานศึกษา หรือโมเดลระดับสถานศึกษา

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(SSIZEL_j) + \gamma_{02}*(SSIZEM_j) + \gamma_{03}*(SSIZES_j) + \gamma_{04}*(SLCAL_j) + \gamma_{05}*(SLCAM_j) + \gamma_{06}*(SACADH_j) + \gamma_{07}*(SACADM_j) + \gamma_{08}*(SSESM_j) + \gamma_{09}*(SSESL_j) + \gamma_{010}*(SCLASEL_j) + \gamma_{011}*(SCLASL_j) + \gamma_{012}*(SCLASM_j) + \gamma_{013}*(SCLASS_j) + \gamma_{014}*(STIMEH_j) + \gamma_{015}*(STIMEM_j) + \gamma_{016}*(SRESH_j) + \gamma_{017}*(SRESM_j) + \gamma_{018}*(SPASU_j) + \gamma_{019}*(SFILTE_j) + \gamma_{020}*(SFILTM_j) + \gamma_{021}*(SFILTL_j) + \gamma_{022}*(STEXP_j) + \gamma_{023}*(STSATH_j) + \gamma_{024}*(STSATM_j) + \gamma_{025}*(STCON_j) + \gamma_{026}*(STINV_j) + \gamma_{027}*(STCOLH_j) + \gamma_{028}*(STCOLM_j) + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$
$$\beta_{6j} = \gamma_{60}$$
$$\beta_{7j} = \gamma_{70}$$
$$\beta_{8j} = \gamma_{80}$$
$$\beta_{9j} = \gamma_{90}$$
$$\beta_{10j} = \gamma_{100}$$
$$\beta_{11j} = \gamma_{110}$$
$$\beta_{12j} = \gamma_{120}$$
$$\beta_{13j} = \gamma_{130}$$
$$\beta_{14j} = \gamma_{140}$$
$$\beta_{15j} = \gamma_{150}$$
$$\beta_{16j} = \gamma_{160}$$
$$\beta_{17j} = \gamma_{170}$$

ผลการวิเคราะห์โมเดล 4 ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนด้วยการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการประมาณค่าด้วยวิธีลำดับขั้นที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ด้วยตัวแปรคุณลักษณะที่แตกต่างกันของระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า ในระดับนักเรียนมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรที่ส่งผลทางลบ คือ เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแต่ละประเทศ พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในประเทศไทยมีจำนวนมากที่สุด (จำนวน 11 ตัว) รองลงมาคือ ประเทศสิงคโปร์ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ตามลำดับ (จำนวน 10, 8 และ 7 ตัว ตามลำดับ) โดยประเทศไทยมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (β_{10} = 0.060) แหล่งทรัพยากรที่บ้าน (β_{90} = 0.060) แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{100} = 0.077) และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{120} = 0.035) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง (β_{20} = -0.077) การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา (β_{30} = -0.111) การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (β_{60} = -0.094) ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง (β_{70} = -0.092) และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (β_{130}

= -0.047) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา (β_{40} = -0.084) และการศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. (β_{50} = -0.050) ประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (β_{10} = 0.075) ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง (β_{80} = 0.218) แหล่งทรัพยากรที่บ้าน (β_{90} = 0.124) แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{100} = 0.102) การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{110} = 0.102) ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{120} = 0.130) ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง (β_{160} = 0.112) และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง (β_{170} = 0.102) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง (β_{20} = -0.076) และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (β_{130} = -0.123) ประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ คือผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (β_{10} = 0.028) และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{100} = 0.069) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา (β_{30} = 0.065) การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. (β_{50} = 0.062) และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง (β_{170} = 0.043) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง (β_{20} = -0.058) และการเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{110} = -0.036) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (β_{130} = -0.024) และประเทศมาเลเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา (β_{10} = 0.029) แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{100} = 0.076) และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (β_{120} = 0.044) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง (β_{140} = 0.058) และเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ (β_{150} = 0.059) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง (β_{20} = -0.085) และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (β_{130} = -0.054)

ในระดับสถานศึกษามีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส เมื่อพิจารณาแต่ละประเทศ พบว่า ตัวแปรระดับสถานศึกษาที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในประเทศสิงคโปร์มีจำนวนมากที่สุด (จำนวน 10 ตัว) รองลงมาคือ ประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย (จำนวน 5, 3 และ 2 ตัว ตามลำดับ) โดยประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่ (γ_{011} = 1.045) จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก (γ_{013} = 1.280)

และระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย (γ_{020} = 0.158) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง (γ_{012} = 0.838) และการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง (γ_{018} = 0.083) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษาขนาดกลาง (γ_{02} =--0.601) สถานศึกษาขนาดเล็ก (γ_{03} = -0.925) และสถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส (γ_{09} = -0.361) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง (γ_{08} = -0.152) และเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก (γ_{014} = -0.265) ประเทศไทยมีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส (γ_{09} = -0.238) และจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง (γ_{012} = -0.430) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง (γ_{07} = -0.380) สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง (γ_{08} = -0.165) และจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก (γ_{013} = -0.351) ประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษาขนาดกลาง (γ_{02} = 0.140) นัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่ (γ_{04} = 0.124) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส (γ_{09} = -0.135) และประเทศมาเลเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง (γ_{028} = 0.135) และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส (γ_{09} = -0.162)

สัดส่วนความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล 4 ในระดับสถานศึกษา หรือสัมประสิทธิ์การทำนายหรืออธิบาย (R^2) พบว่ากลุ่มตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและกลุ่มตัวแปรคุณลักษณะระดับสถานศึกษา ของประเทศสิงคโปร์สามารถอธิบายสัดส่วนความแปรปรวนได้สูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ตามลำดับ (ร้อยละ 61.81, 40.49, 38.81 และ 27.52 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์โมเดล 4 นำเสนอดังตารางที่ 57 และรายละเอียดผลการวิเคราะห์ของแต่ละประเทศนำเสนอในภาคผนวก ข

ตารางที่ 57 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 4 จำแนกตามประเทศ

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย			
	อินโดนีเซีย	มาเลเซีย	สิงคโปร์	ไทย
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา	-0.450	-0.981*	0.185	0.822*
ระดับนักเรียน				
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.028**	0.029**	0.075**	0.060**
เพศหญิง	-0.058**	-0.085**	-0.076**	-0.077**
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	0.065*	-0.002	0.039	-0.111**
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	-0.038	-0.002	0.048	-0.084*
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช	0.062*	-0.022	0.057	-0.050*
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	0.034	0.006	0.012	-0.094**
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	-0.017	0.013	0.111	-0.092**
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	-0.023	-0.014	0.218**	-0.044
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.008	0.019	0.124**	0.060**
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.069**	0.076**	0.102**	0.077**
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	-0.036**	0.020	0.052**	0.006
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	-0.002	0.044**	0.130**	0.035**
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.024*	-0.054**	-0.123**	-0.047**
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.002	0.058*	0.060	0.042
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	0.032	0.059*	-0.038	0.045
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	0.008	0.007	0.112**	-0.038
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	0.043*	0.002	0.102**	-0.009
ระดับสถานศึกษา				
สถานศึกษาขนาดใหญ่	0.184	-0.265	-0.226	-0.048
สถานศึกษาขนาดกลาง	0.140**	-0.173	-0.601**	-0.047
สถานศึกษาขนาดเล็ก	-	-0.317	-0.925**	-0.132
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่	0.124*	0.050		0.084
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง	0.110	0.115		-0.047
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	-0.139	-0.206	0.093	-0.222
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.220	-0.412	-0.008	-0.380*
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.005	-0.058	-0.152*	-0.165*
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.135**	-0.162*	-0.361**	-0.238**

ตารางที่ 57 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 4 จำแนกตามประเทศ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย			
	อินโดนีเซีย	มาเลเซีย	สิงคโปร์	ไทย
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	-0.019	0.141	0.039	-0.048
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก	-0.061	0.507	-	-0.092
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	-0.004	0.465	1.045**	-0.264
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	0.016	0.453	0.838*	-0.430**
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	-0.008	0.198	1.280**	-0.351*
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	0.010	0.229	-0.265*	-0.178
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	-0.045	0.153	-0.146	-0.154
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	0.007	-0.003	-0.018	0.075
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	-0.019	0.024	0.083*	-0.024
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก	0.027	0.246	-	0.003
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	-0.119	0.245	0.158**	0.031
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	-0.119	0.276	-0.001	0.015
ประสบการณ์การทำงานของครู	0.031	-0.012	-0.049	-0.010
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	-0.089	0.135*	-0.190	-0.185
ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง	-0.063	-	-0.149	-0.207
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	-0.005	-0.040	0.006	-0.023
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	-0.033	0.028	-0.014	0.031
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	-0.009	0.006	0.038	0.150
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	0.013	0.006	0.014	0.069
Variance Component				
ระดับที่ 1 ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij})	0.304	0.354	0.490	0.334
ระดับที่ 2 ความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j})	0.041	0.158	0.097	0.097
ระดับความผันแปรของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ (ICC)				
ระดับภายในสถานศึกษา	88.12	69.14	83.48	77.49
ระดับระหว่างสถานศึกษา	11.88	30.86	16.52	22.51
สัดส่วนความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายได้ (R^2)				
ระดับที่ 1	0.0130	0.0275	0.1250	0.0319
	(1.30%)	(2.75%)	(12.50%)	(3.19%)
ระดับที่ 2	0.3881	0.2752	0.6181	0.4049
	(38.81%)	(27.52%)	(61.81%)	(40.49%)

ตารางที่ 57 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 4 จำแนกตามประเทศ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย			
	อินโดนีเซีย	**มาเลเซีย**	**สิงคโปร์**	**ไทย**
รวมทั้งสองระดับ	0.4010	0.3027	0.7431	0.4368
	(40.10%)	(30.27%)	(74.31%)	(43.68%)
ค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่ม ((Reliability estimate: $R_{xx'}$)	0.818	0.930	0.876	0.903
ความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ ($R_{xx'}$* R^2)				
ระดับที่ 1	0.0106	0.0255	0.1095	0.0288
	(1.06%)	(2.55%)	(10.95%)	(2.88%)
ระดับที่ 2	0.3174	0.2560	0.5415	0.3656
	(31.74%)	(25.60%)	(54.15%)	(36.56%)
รวมทั้งสองระดับ	0.3281	0.2815	0.6510	0.3944
	(32.81%)	(28.15%)	(65.10%)	(39.44%)

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

จากการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดล 2 และโมเดล 4 ซึ่งเป็นโมเดลที่มีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา พบว่า ในระดับนักเรียนมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และตัวแปรที่ส่งผลทางลบ คือ เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแต่ละตัวแปร พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญคือ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ แหล่งทรัพยากรที่บ้าน ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง ตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญคือ ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และการศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา และตัวแปรที่ส่งผลทั้งทางบวกและทางลบของแต่ละประเทศ คือ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง

ในระดับสถานศึกษามีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะประเทศสิงคโปร์ คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง และระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย ในประเทศอินโดนีเซีย (โมเดล 4) คือ สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่ ตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง สถานศึกษาขนาดเล็ก และเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก และตัวแปรที่ส่งผลทั้งทางบวกและทางลบของแต่ละประเทศ คือ สถานศึกษาขนาดกลาง จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก และความพึงพอใจของครูมีระดับสูง รายละเอียดดังตารางที่ 58

ตารางที่ 58 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 2 และโมเดล 4 จำแนกตามประเทศ

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โมเดล 2				ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โมเดล 4			
	IND	MYS	SGP	THA	IND	MYS	SGP	THA
ระดับนักเรียน	4	7	10	12	8	7	10	11
แรงจูงใจภายในในการ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เรียนวิทยาศาสตร์	0.089	0.086	0.103	0.102	0.069	0.076	0.102	0.077
ผลสัมฤทธิ์การเรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ที่ผ่านมา	0.043	0.033	0.075	0.079	0.028	0.029	0.075	0.06
ความเชื่อมั่นตนเองใน		✓	✓	✓		✓	✓	✓
การเรียนวิทยาศาสตร์		0.047	0.124	0.030		0.044	0.130	0.035
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน		✓	✓	✓			✓	✓
		0.027	0.126	0.068			0.124	0.06
ความมั่งคั่งของครอบครัว			✓				✓	
ระดับปานกลาง			0.170				0.218	
เวลาที่ใช้ในการทำการ		✓				✓		
บ้านวิทย์ระดับปานกลาง		0.049				0.058		
เวลาที่ใช้ในการทำ						✓		
การบ้านวิทย์ระดับต่ำ						0.059		
ความรู้สึกปลอดภัยในสถาน			✓		✓		✓	
ศึกษาระดับปานกลาง			0.118		0.043		0.102	

ตารางที่ 58 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 2 และโมเดล 4 จำแนกตามประเทศ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โมเดล 2				ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โมเดล 4			
	IND	MYS	SGP	THA	IND	MYS	SGP	THA
เพศหญิง	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	-0.045	-0.078	-0.094	-0.082	-0.058	-0.085	-0.076	-0.077
ความสนใจในการเรียนรู้		✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
วิทยาศาสตร์		-0.048	-0.122	-0.047	-0.024	-0.054	-0.123	-0.047
ความมั่งคั่งของครอบครัว				✗				✗
ระดับสูง				-0.081				-0.092
การศึกษาของผู้ปกครอง				✗				✗
ระดับ ม.ต้น				-0.132				-0.094
การศึกษาของผู้ปกครอง				✗				✗
ระดับอนุปริญญา				-0.114				-0.084
การเห็นคุณค่าในการ	✗		✓		✗		✓	
เรียนวิทยาศาสตร์	-0.055		0.044		-0.036		0.052	
การศึกษาของผู้ปกครอง				✗	✓			✗
ระดับอุดมศึกษา				-0.137	0.065			-0.111
การศึกษาของผู้ปกครอง				✗	✓			✗
ระดับ ม.ปลาย/ ปวช.				-0.085	0.062			-0.05
ความรู้สึกปลอดภัยใน			✓	✗			✓	
สถานศึกษาระดับสูง			0.125	-0.058			0.112	
ระดับสถานศึกษา	**2**	**1**	**10**	**5**	**3**	**2**	**10**	**5**
สถานศึกษามีครอบครัว			✗	✗	✗	✗	✗	✗
นร. เศรษฐานะด้อยโอกาส			-0.363	-0.277	-0.135	-0.162	-0.361	-0.238
สถานศึกษามีครอบครัว			✗	✗			✗	✗
นร. เศรษฐานะปานกลาง			-0.164	-0.185			-0.152	-0.165
สถานศึกษามีความเข้ม		✗		✗				✗
ข้นทางวิชาการปานกลาง		-0.489		-0.453				-0.380
สถานศึกษาขนาดเล็ก			✗				✗	
			-0.890				-0.925	
เวลาที่ใช้ในการบริหาร			✗				✗	
ของผู้บริหารระดับมาก			-0.280				-0.265	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 58 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 2 และโมเดล 4 จำแนกตามประเทศ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โมเดล 2				ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โมเดล 4			
	IND	MYS	SGP	THA	IND	MYS	SGP	THA
จำนวนนักเรียนในห้องเรียน			✓				✓	
มีขนาดใหญ่			1.045				1.045	
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง			✓				✓	
			0.083				0.083	
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์			✓				✓	
ทดแทนได้ง่าย			0.166				0.158	
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมือง					✓			
ขนาดใหญ่					0.124			
สถานศึกษาขนาดกลาง	✓		✗		✓		✗	
	0.189		-0.570		0.140		-0.601	
จำนวนนักเรียนในห้องเรียน			✓	✗			✓	✗
มีขนาดปานกลาง			0.839	-0.489			0.838	-0.43
จำนวนนักเรียนในห้องเรียน			✓	✗			✓	✗
มีขนาดเล็ก			1.278	-0.413			1.280	-0.351
ความพึงพอใจของครูมี	✗					✓		
ระดับสูง	-0.161					0.135		

หมายเหตุ ✓ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีค่าเป็นบวก ✗ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีค่าเป็นลบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลและผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศประชาคมอาเซียน

การนำเสนอตอนนี้เป็นผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาที่แตกต่างกัน 4 โมเดล และผลจากการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละประเทศประชาคมอาเซียน โดยแบ่งการนำเสนอเป็น 5.1) ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน 5.2) ผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน รายละเอียดดังนี้

5.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาพิจารณาจาก 1) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดในการประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ 2) ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนายหรือค่าสัมประสิทธิ์การทำนายในแต่ละโมเดล (R^2) 3) การเปรียบเทียบคะแนนมูลค่าเพิ่มของแต่ละโมเดล และ 4) ความสัมพันธ์และความสอดคล้องของผลการจัดระดับคุณภาพ (Ranking) และการจัดกลุ่มคุณภาพ (Rating) รายละเอียดดังนี้

1) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดในการประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งค่าคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ใช้เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่มโมเดล 2 และโมเดล 4 พบว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของทุกประเทศด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบให้ผลการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด น้อยกว่าวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 59 แสดงว่าการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบได้ผลการประมาณค่าความสามารถที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ดังนั้นการนำค่าประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบไปใช้ในการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา จะได้โมเดลที่มีประสิทธิภาพดีกว่าในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา แต่ทั้งนี้ความแตกต่างของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากทั้งสองวิธีมีค่าแตกต่างกันไม่สูง จึงวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์จากทั้งสองวิธีเพื่อเปรียบเทียบผลการประเมินที่ได้

ตารางที่ 59 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

ประเทศ	วิธี	Mean	SD	T	p-value
อินโดนีเซีย	IRT	.678	.083	149.461	.000
	HO-IRT	.375	.126		
มาเลเซีย	IRT	.586	.070	119.997	.000
	HO-IRT	.362	.123		
สิงคโปร์	IRT	.496	.104	95.900	.000
	HO-IRT	.286	.118		
ไทย	IRT	.601	.068	128.593	.000
	HO-IRT	.384	.114		

หมายเหตุ IRT คือวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบ , HO-IRT คือ วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

2) ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนาย

ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนาย ของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศอินโดนีเซีย พบว่า โมเดลที่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาระหว่างโมเดล 2 ซึ่งเป็นโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ กับโมเดล 4 ซึ่งเป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ พบว่า โมเดล 2 มีค่าความแปรปรวนระหว่างสถานศึกษาเท่ากับ 0.073 หรือคิดเป็นความแปรปรวนภายในชั้นเท่ากับ 0.1493 (ร้อยละ 14.93) และโมเดล 4 พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ลดลง โดยมีค่าความแปรปรวนระหว่างสถานศึกษาเท่ากับ 0.041 หรือคิดเป็นความแปรปรวนภายในชั้นเท่ากับ 0.1188 (ร้อยละ 11.88) และเมื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การทำนายระหว่างโมเดล 2 กับโมเดล 4 พบว่า โมเดล 2 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.3241 (ร้อยละ 32.41) ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายในโมเดล 2 ทั้งสองระดับเท่ากับร้อยละ 28.79 ในขณะที่โมเดล 4 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.3881 (ร้อยละ 38.81) ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายในโมเดล 4 ทั้งสองระดับเท่ากับร้อยละ 32.81 รายละเอียดดังตารางที่ 60

ตารางที่ 60 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศอินโดนีเซีย

องค์ประกอบความแปรปรวน	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Variance Component				
ระดับที่ 1 ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij})	0.422	0.416	0.308	0.304
ระดับที่ 2 ความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j})	0.108	0.073	0.067	0.041
ระดับความผันแปรของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ (ICC) (ร้อยละ)				
ระดับภายในสถานศึกษา	79.62	85.07	82.13	88.12
ระดับระหว่างสถานศึกษา	20.38	14.93	17.87	11.88
ค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่ม (Reliability estimate: $R_{xx'}$)	0.893	0.851	0.876	0.818
สัดส่วนความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายได้ (R^2)				
ระดับที่ 1		0.0142		0.0130
		(1.42%)		(1.30%)
ระดับที่ 2		0.3241		0.3881
		(32.41%)		(38.81%)
รวมทั้งสองระดับ		0.3383		0.4010
		(33.83%)		(40.10%)
ความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ ($R_{xx'}$* R^2)				
ระดับที่ 1		0.0121		0.0106
		(1.21%)		(1.06%)
ระดับที่ 2		0.2758		0.3174
		(27.58%)		(31.74%)
รวมทั้งสองระดับ		0.2879		0.3281
		(28.79%)		(32.81%)

ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนายของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศมาเลเซีย พบว่า โมเดลที่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาระหว่างโมเดล 2 ซึ่งเป็นโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ กับโมเดล 4 ซึ่งเป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ พบว่า โมเดล 2 มีค่าความแปรปรวนระหว่างสถานศึกษาเท่ากับ 0.221 หรือคิด

เป็นความแปรปรวนภายในชั้นเท่ากับ 0.3824 (ร้อยละ 38.24) และโมเดล 4 พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ลดลง โดยมีค่าความแปรปรวนระหว่างสถานศึกษาเท่ากับ 0.158 หรือคิดเป็นความแปรปรวนภายในชั้นเท่ากับ 0.3086 (ร้อยละ 30.86) และเมื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การทำนายระหว่างโมเดล 2 กับโมเดล 4 พบว่า โมเดล 2 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.2609 (ร้อยละ 26.09) ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายในโมเดล 2 ทั้งสองระดับเท่ากับร้อยละ 27.84 ในขณะที่โมเดล 4 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.2752 (ร้อยละ 27.52) ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายในโมเดล 4 ทั้งสองระดับเท่ากับร้อยละ 28.15 รายละเอียดดังตารางที่ 61

ตารางที่ 61 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศมาเลเซีย

องค์ประกอบความแปรปรวน	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Variance Component				
ระดับที่ 1 ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij})	0.369	0.357	0.364	0.354
ระดับที่ 2 ความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j})	0.299	0.221	0.218	0.158
ระดับความผันแปรของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ (ICC) (ร้อยละ)				
ระดับภายในสถานศึกษา	55.24	61.76	62.54	69.14
ระดับระหว่างสถานศึกษา	44.76	38.24	37.46	30.86
ค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่ม (Reliability estimate: $R_{xx'}$)	0.960	0.949	0.947	0.930
สัดส่วนความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายได้ (R^2)				
ระดับที่ 1		0.0325		0.0275
		(3.25%)		(2.75%)
ระดับที่ 2		0.2609		0.2752
		(26.09%)		(27.52%)
รวมทั้งสองระดับ		0.2934		0.3027
		(29.34%)		(30.27%)
ความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ ($R_{xx'}$* R^2)				
ระดับที่ 1		0.0309		0.0255
		(3.09%)		(2.55%)
ระดับที่ 2		0.2476		0.2560
		(24.76%)		(25.60%)
รวมทั้งสองระดับ		0.2784		0.2815
		(27.84%)		(28.15%)

ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนายของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์ พบว่า โมเดลที่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาระหว่างโมเดล 2 ซึ่งเป็นโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ กับโมเดล 4 ซึ่งเป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ พบว่า โมเดล 2 มีค่าความแปรปรวนระหว่างสถานศึกษาเท่ากับ 0.094 หรือคิดเป็นความแปรปรวนภายในชั้นเท่ากับ 0.1804 (ร้อยละ 18.04) และโมเดล 4 พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์มากกว่า โดยมีค่าความแปรปรวนระหว่างสถานศึกษาเท่ากับ 0.097 หรือคิดเป็นความแปรปรวนภายในชั้นเท่ากับ 0.1652 (ร้อยละ 16.52) และเมื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การทำนายระหว่างโมเดล 2 กับโมเดล 4 พบว่า โมเดล 2 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.6255 (ร้อยละ 62.55) ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายในโมเดล 2 ทั้งสองระดับเท่ากับร้อยละ 67.36ในขณะที่โมเดล 4 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.6181 (ร้อยละ 61.81) ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายในโมเดล 4 ทั้งสองระดับเท่ากับร้อยละ (65.10 รายละเอียดดังตารางที่ 62

ตารางที่ 62 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศสิงคโปร์

องค์ประกอบความแปรปรวน	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Variance Component				
ระดับที่ 1 ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij})	0.493	0.427	0.560	0.490
ระดับที่ 2 ความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j})	0.251	0.094	0.254	0.097
ระดับความผันแปรของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ (ICC) (ร้อยละ)				
ระดับภายในสถานศึกษา	66.26	81.96	68.80	83.48
ระดับระหว่างสถานศึกษา	33.74	18.04	31.20	16.52
ค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่ม (Reliability estimate: $R_{xx'}$)	0.948	0.887	0.942	0.876
สัดส่วนความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายได้ (R^2)				
ระดับที่ 1		0.1339		0.1250
		(13.39%)		(12.50%)
ระดับที่ 2		0.6255		0.6181
		(62.55%)		(61.81%)

ตารางที่ 62 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศสิงคโปร์ (ต่อ)

องค์ประกอบความแปรปรวน	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
รวมทั้งสองระดับ		0.7594		0.7431
		(75.94%)		(74.31%)
ความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ ($R_{xx'}$* R^2)				
ระดับที่ 1		0.1187		0.1095
		(11.87%)		(10.95%)
ระดับที่ 2		0.5548		0.5415
		(55.48%)		(54.15%)
รวมทั้งสองระดับ		0.6736		0.6510
		(67.36%)		(65.10%)

ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนายของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย พบว่า โมเดลที่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาระหว่างโมเดล 2 ซึ่งเป็นโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ กับโมเดล 4 ซึ่งเป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ พบว่า โมเดล 2 มีค่าความแปรปรวนระหว่างสถานศึกษาเท่ากับ 0.129 หรือคิดเป็นความแปรปรวนภายในชั้นเท่ากับ 0.2505 (ร้อยละ 25.05) และโมเดล 4 พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์น้อยกว่า โดยมีค่าความแปรปรวนระหว่างสถานศึกษาเท่ากับ 0.097 หรือคิดเป็นความแปรปรวนภายในชั้นเท่ากับ 0.2251 (ร้อยละ 22.51) และเมื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การทำนายระหว่างโมเดล 2 กับโมเดล 4 พบว่า โมเดล 2 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.4110 (ร้อยละ 41.10) ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายในโมเดล 2 ทั้งสองระดับเท่ากับร้อยละ 41.46ในขณะที่โมเดล 4 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.4049 (ร้อยละ 40.49) ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายในโมเดล 4 ทั้งสองระดับเท่ากับร้อยละ 39.44 รายละเอียดดังตารางที่ 63

ตารางที่ 63 สรุปค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ของโมเดล 1 ถึงโมเดล 4 ของประเทศไทย

องค์ประกอบความแปรปรวน	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Variance Component				
ระดับที่ 1 ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij})	0.403	0.386	0.345	0.334
ระดับที่ 2 ความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j})	0.219	0.129	0.163	0.097
ระดับความผันแปรของคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ (ICC) (ร้อยละ)				
ระดับภายในสถานศึกษา	64.79	74.95	67.91	77.49
ระดับระหว่างสถานศึกษา	35.21	25.05	32.09	22.51
ค่าความเที่ยงของสัมประสิทธิ์ตัวแปรสุ่ม (Reliability estimate: $R_{xx'}$)	0.946	0.915	0.938	0.903
สัดส่วนความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายได้ (R^2)				
ระดับที่ 1		0.0422		0.0319
		(4.22%)		(3.19%)
ระดับที่ 2		0.4110		0.4049
		(41.10%)		(40.49%)
รวมทั้งสองระดับ		0.4531		0.4368
		(45.31%)		(43.68%)
ความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ ($R_{xx'}$* R^2)				
ระดับที่ 1		0.0386		0.0288
		(3.86%)		(2.88%)
ระดับที่ 2		0.3760		0.3656
		(37.60%)		(36.56%)
รวมทั้งสองระดับ		0.4146		0.3944
		(41.46%)		(39.44%)

จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยพิจารณาความสามารถในการอธิบายความผันแปรของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แล้ว ในโมเดลของแต่ละประเทศนั้น โมเดล 2 และโมเดล 4 เป็นโมเดลที่สามารถอธิบายความผันแปรได้ใกล้เคียงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

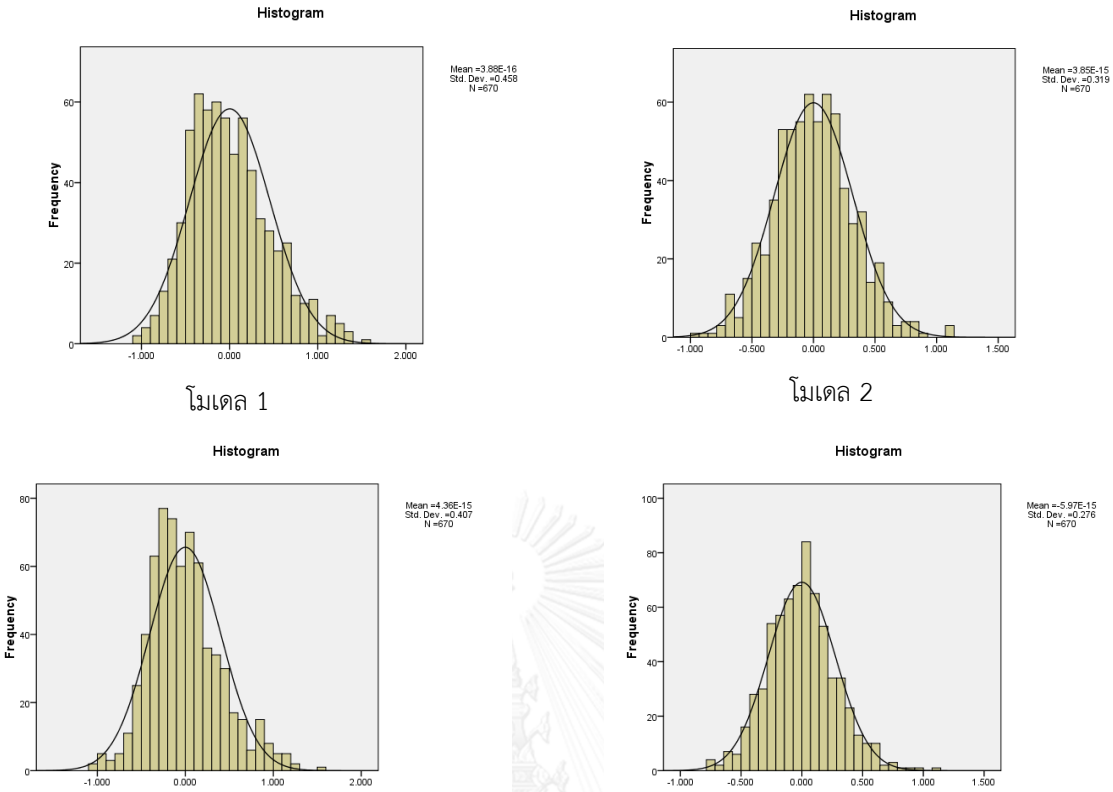
3) การเปรียบเทียบคะแนนมูลค่าเพิ่มของแต่ละโมเดล

คุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้คือ คะแนนมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 1 ถึง โมเดล 4 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์พหุระดับ คะแนนมูลค่าเพิ่มของแต่ละสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ 4 โมเดล เป็นการรวมของทุกประเทศ ได้ผลดังนี้

โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา ได้ผลการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนมูลค่าเพิ่มเป็นศูนย์ เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน และเมื่อพิจารณาค่าสถิติของทั้ง 4 โมเดล พบว่า โมเดล 1 และโมเดล 3 มีค่าใกล้เคียงกัน โมเดล 2 และ โมเดล 4 มีค่าใกล้เคียงกัน ค่ามัธยฐาน (Median) ของโมเดล 1 และโมเดล 3 มีค่าเป็น - 0.062 และ -0.046 ตามลำดับ โมเดล 2 และโมเดล 4 มีค่าเป็น -0.005 และ -0.001 ตามลำดับ การกระจายของคะแนนมูลค่าเพิ่ม (Std. Deviation: SD) ของโมเดล 1 และโมเดล 3 มีค่าเป็น 0.458 และ 0.407 ตามลำดับ โมเดล 2 และโมเดล 4 มีค่าเป็น 0.319 และ 0.276 ตามลำดับ ลักษณะการกระจายของคะแนนมูลค่าเพิ่ม (Skewness) ของโมเดล 1 และโมเดล 3 มีค่าเบ้ขวามากกว่าโมเดล 2 และโมเดล 4 ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 (P_{25}) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 (P_{75}) ของคะแนนมูลค่าเพิ่มของโมเดล 1 และโมเดล 3 มีค่าใกล้เคียงกัน (โมเดล 1 P_{25} = -0.338, P_{75} = 0.262 และโมเดล 3 P_{25} = -0.283 P_{75} = 0.218) และโมเดล 2 และโมเดล 4 มีค่าใกล้เคียงกันเช่นกัน (โมเดล 2 P_{25} = -0.219, P_{75} = 0.197 และโมเดล 4 P_{25} = -0.189 P_{75} = 0.166) รายละเอียดดังตารางที่ 64 และการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยสถิติทดสอบของ Kolmogorov-Siminov พบว่าคะแนนมูลค่าเพิ่มของโมเดล 1 และโมเดล 3 ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่โมเดล 2 และโมเดล 4 มีการแจกแจงแบบปกติดังภาพที่ 21

ตารางที่ 64 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนมูลค่าเพิ่มด้านวิทยาศาสตร์จากผลการวิเคราะห์ 4 โมเดล

ค่าสถิติ	โมเดล 1	โมเดล 2	โมเดล 3	โมเดล 4
N	670	670	670	670
Mean	0.000	0.000	0.000	-0.000
Std. Deviation	0.458	0.319	0.407	0.276
Variance	0.210	0.102	0.166	0.076
Median	- 0.062	-0.005	-0.046	-0.001
Mode	-1.063	-0.971	-1.070	-0.773
Skewness	0.540	0.166	0.594	0.259
Kurtosis	0.089	0.317	0.542	0.545
Minimum	-1.063	-0.971	-1.070	-0.773
Maximum	1.564	1.095	1.572	1.122
Percentiles 25	-0.338	-0.219	-0.283	-0.189
Percentiles 75	0.262	0.197	0.218	0.166



ภาพที่ 21 ฮีสโตแกรมของคะแนนมูลค่าเพิ่มจากโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานจากผลการวิเคราะห์ 4 โมเดล

4) ความสัมพันธ์และความสอดคล้องของผลการจัดระดับคุณภาพ (Ranking) และการจัดกลุ่มคุณภาพ (Rating)

ผลการเปรียบเทียบระหว่างโมเดล 2 กับโมเดล 4 ซึ่งเป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่มีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา มาใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา พบว่า โมเดล 2 กับโมเดล 4 จัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาได้สอดคล้องกันหรือจัดสถานศึกษาอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้จำนวน 594 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 88.66 โดยจัดเป็นกลุ่มต่ำ 150 แห่ง (ร้อยละ 22.4) กลุ่มกลาง 298 แห่ง (ร้อยละ 44.5) และกลุ่มสูง 146 แห่ง (ร้อยละ 21.8) และพบว่าจัดกลุ่มไม่สอดคล้องกัน 76 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 11.34 โดยการจัดกลุ่มจากผลการวิเคราะห์โมเดล 2 เป็นกลุ่มต่ำ โมเดล 4 เป็นกลุ่มกลาง 17 แห่ง (ร้อยละ 2.5) ผลการวิเคราะห์โมเดล 2 เป็นกลุ่มกลาง โมเดล 4 เป็นกลุ่มต่ำ 17 แห่ง (ร้อยละ 2.5) ผลการวิเคราะห์โมเดล 2 เป็นกลุ่มกลาง โมเดล 4 เป็นกลุ่มสูง

21 แห่ง (ร้อยละ 3.1) ผลการวิเคราะห์โมเดล 2 เป็นกลุ่มสูง โมเดล 4 เป็นกลุ่มกลาง 21 แห่ง (ร้อยละ 3.1) ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาพบว่า สถานศึกษาที่มีระดับคุณภาพการจัดการศึกษาจากผลการวิเคราะห์โมเดล 2 ตรงกันกับการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาจากผลการวิเคราะห์โมเดล 4 มีจำนวน 14 แห่ง (ร้อยละ 2.1) สถานศึกษาที่มีระดับคุณภาพการจัดการศึกษาจากผลการวิเคราะห์โมเดล 2 ต่ำกว่าการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาจากผลการวิเคราะห์โมเดล 4 มีจำนวน 311 แห่ง (ร้อยละ 46.4) สถานศึกษาที่มีระดับคุณภาพการจัดการศึกษาจากผลการวิเคราะห์โมเดล 2 สูงกว่าการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาจากผลการวิเคราะห์โมเดล 4 มีจำนวน 345 แห่ง (ร้อยละ 51.5)

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์และความสอดคล้องของการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาและระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาจากการวิเคราะห์ด้วยโมเดล 2 และโมเดล 4 ด้วยสหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman's rank correlation) และสถิติทดสอบวิลคอกซอน (Wilcoxon Signed Ranks Test) พบว่า ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษามีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (R_{24} = 0.886) และจากการทดสอบความสอดคล้องการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาไม่แตกต่างกัน (Z= 0.000, p = 1.000) แสดงว่าผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้วยโมเดล 2 และโมเดล 4 มีผลการจัดกลุ่มคุณภาพที่สอดคล้องกัน และผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษามีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (R_{24} = 0.970) และจากการทดสอบความสอดคล้องการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาไม่แตกต่างกัน (Z= -1.089, p = 0.276) แสดงว่าผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาด้วยโมเดล 2 และโมเดล 4 มีผลการจัดระดับคุณภาพที่สอดคล้องกัน รายละเอียดดังตารางที่ 65 และผลการเปรียบเทียบผลการจัดกลุ่มคุณภาพและการจัดระดับคุณภาพการศึกษาของแต่ละโมเดลของแต่ละประเทศ รายละเอียดดังภาคผนวก ค

ตารางที่ 65 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา และการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา จากผลการวิเคราะห์โมเดล 2 และโมเดล 4

	ผลการจัดกลุ่มคุณภาพ (Rating) การจัดการศึกษา				
โมเดล 2	**กลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา**	**โมเดล 4**			
		กลุ่มต่ำ	**กลุ่มกลาง**	**กลุ่มสูง**	**รวม**
	กลุ่มต่ำ	150 (22.4%)	17 (2.5%)	0 (0%)	167 (24.9)
	กลุ่มกลาง	17 (2.5%)	298 (44.5%)	21 (3.1%)	336 (50.1%)
	กลุ่มสูง	0 (0%)	21 (3.1%)	146 (21.8%)	167 (24.9%)
	รวม	167 (24.9)	336 (50.2)	167 (24.9)	670 (100%)

ตารางที่ 65 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา และการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา จากผลการวิเคราะห์โมเดล 2 และโมเดล 4 (ต่อ)

	ผลการจัดกลุ่มคุณภาพ (Rating) การจัดการศึกษา		
	โมเดล 4		
โมเดล 2	**Spearman rank correlation;** R_{24} = 0.886** (p < 0.01) **Wilcoxon Signed Ranks Test;** Z= 0.000 (p = 1.000) (ผลรวมของการจัดลำดับค่าลบและค่าบวกมีค่าเท่ากัน)		
โมเดล 2	**ผลการจัดระดับคุณภาพ (Ranking) การจัดการศึกษา**		
	ระดับต่ำกว่าโมเดล 4	**ระดับตรงกันกับโมเดล 4**	**ระดับสูงกว่าโมเดล 4**
	311 (46.4%)	14 (2.1%)	345 (51.5%)
	Spearman rank correlation; R_{24} = 0.970** (p < 0.01) **Wilcoxon Signed Ranks Test;** Z= -1.089 (p = .276)		

ผลจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดแสดงให้เห็นว่าการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (โมเดล 4) ได้ผลการประมาณค่าความสามารถที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (โมเดล 2) ทั้งนี้ในด้านการอธิบายความผันแปรของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในโมเดลของแต่ละประเทศ และการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาซึ่งพิจารณาจากคะแนนมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษานั้น ทั้งโมเดล 2 และโมเดล 4 เป็นโมเดลที่สามารถอธิบายความผันแปรและได้คะแนนมูลค่าเพิ่มใกล้เคียงกันและมีความสัมพันธ์กันสูงในการจัดกลุ่มคุณภาพและจัดระดับคุณภาพของสถานศึกษา ดังนั้นการวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดลที่ใช้การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (โมเดล 4) ให้ประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลที่ใช้การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (โมเดล 2) ทั้งนี้การนำเสนอผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงใช้โมเดล 4 ซึ่งเป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้การประมาณค่าความสามารถ

ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนจากอิทธิพลของคุณลักษณะของนักเรียนและสถานศึกษาเพื่อทำให้อยู่บนพื้นฐานเดียวกัน

5.2 ผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

คุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้คือ คะแนนมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล 4 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์พหุระดับ คะแนนมูลค่าเพิ่มของแต่ละสถานศึกษาที่ได้จากการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษารวมของทุกประเทศ ได้ผลดังนี้

โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา ได้ผลการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนมูลค่าเพิ่มเป็นศูนย์ เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน ค่ามัธยฐาน (Median) มีค่าเป็น -0.001 การกระจายของคะแนนมูลค่าเพิ่ม (Std. Deviation: SD) มีค่าเป็น 0.276 ลักษณะการกระจายของคะแนนมูลค่าเพิ่ม (Skewness) มีค่าเบ้ขวา ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 (P_{25}) มีค่าเป็น -0.189 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 (P_{75}) มีค่าเป็น 0.166 รายละเอียดดังตารางที่ 66

ตารางที่ 66 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนมูลค่าเพิ่มด้านวิทยาศาสตร์

ค่าสถิติ	คะแนนมูลค่าเพิ่ม
N	670
Mean	0.000
Std. Deviation	0.276
Variance	0.076
Median	-0.001
Mode	-0.773
Skewness	0.259
Kurtosis	0.545
Minimum	-0.773
Maximum	1.122
Percentiles 25	-0.189
Percentiles 75	0.166

การแบ่งกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามระดับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ของคะแนนมูลค่าเพิ่ม ได้แก่ กลุ่มต่ำ (เปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยกว่า 25)) มีสถานศึกษาจำนวน 167 แห่ง (ร้อยละ 24.93) กลุ่มปานกลาง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25.00 – 74.99) มีสถานศึกษาจำนวน 336 แห่ง (ร้อยละ 50.14) และกลุ่มสูง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 75.00) มี

สถานศึกษาจำนวน 167 แห่ง (ร้อยละ 24.93) รวมทั้งสิ้น 670 แห่ง สถานศึกษาที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีจำนวน 335 แห่ง (ร้อยละ 50.00) ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศประชาคมอาเซียนในแต่ละคุณลักษณะของสถานศึกษา พบว่า ในด้านขนาดของสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาขนาดกลาง (จำนวน 383 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (ร้อยละ 51.44) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 50.65 ด้านที่ตั้งของสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ (จำนวน 323 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (160 แห่ง ร้อยละ 49.54) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 52.32 (169 แห่ง) ด้านความเข้มข้นทางวิชาการของสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่มีความเข้มข้นทางวิชาการสูง (จำนวน 387 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (161 แห่ง ร้อยละ 46.89) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 49.10 (190 แห่ง) ด้านเศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนในสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่มีเศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนด้อยโอกาส (จำนวน 298 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (162 แห่ง ร้อยละ 54.36) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 47.99 (143 แห่ง) ด้านขนาดห้องเรียนในสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่มีขนาดห้องเรียนขนาดเล็ก (จำนวน 323 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (172 แห่ง ร้อยละ 53.25) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 49.54 (160 แห่ง) ด้านเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่ผู้บริหารใช้เวลาในการบริหาร ปานกลาง (จำนวน 323 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (169 แห่ง ร้อยละ 52.32) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 50.15 (162 แห่ง) ด้านความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่มีความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์ปานกลาง (จำนวน 437 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (224 แห่ง ร้อยละ 51.26) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 49.89 (218 แห่ง) ด้านระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่มีระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษาอยู่ในระดับหาทดแทนได้ง่ายมาก (จำนวน 295 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (141 แห่ง ร้อยละ 47.80) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 47.46 (140 แห่ง) ด้านระดับความพึงพอใจของครูในสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่มีระดับความพึงพอใจของครูอยู่ในระดับสูง (จำนวน 372 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (184 แห่ง ร้อยละ 49.46) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 50.81 (189 แห่ง) และด้านระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาที่มีระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง (จำนวน 414 แห่ง) ส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับปานกลาง (215 แห่ง ร้อยละ 51.93) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีร้อยละ 50.00 (207 แห่ง) รายละเอียดดังตารางที่ 67 และผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาแต่ละประเทศ รายละเอียดดังภาคผนวก ง

ตารางที่ 67 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา จำแนกตามคุณลักษณะของสถานศึกษา

คุณลักษณะของสถานศึกษา	รวม	คุณภาพ			มีมูลค่าเพิ่ม
		ต่ำ	กลาง	สูง	
รวม	670	167	336	167	335
	(100)	(24.93)	(50.14)	(24.93)	(50.00)
1. ขนาดของสถานศึกษา					
ใหญ่พิเศษ	44	12	19	13	21
	(100)	(27.27)	(43.18)	(29.55)	(47.73)
ใหญ่	120	34	54	32	61
	(100)	(28.33)	(45.00)	(26.67)	(50.83)
กลาง	383	93	197	93	194
	(100)	(24.28)	(51.44)	(24.28)	(50.65)
เล็ก	123	28	66	29	59
	(100)	(22.76)	(53.66)	(23.58)	(47.97)
2. ที่ตั้งสถานศึกษา					
เมืองใหญ่	323	81	160	82	169
	(100)	(25.08)	(49.54)	(25.38)	(52.32)
เมืองขนาดกลาง	176	50	83	43	89
	(100)	(28.41)	(47.16)	(24.43)	(50.57)
เมืองเล็ก	171	36	93	42	77
	(100)	(21.05)	(54.39)	(24.56)	(45.03)
3. ความเข้มข้นทางวิชาการ					
สูงมาก	50	15	20	15	27
	(100)	(30.00)	(40.00)	(30.00)	(54.00)
สูง	387	102	181	104	190
	(100)	(26.36)	(46.77)	(26.87)	(49.10)
ปานกลาง	233	50	135	48	118
	(100)	(21.46)	(57.94)	(20.60)	(50.64)
4. เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียน					
ร่ำรวย	152	43	69	40	77
	(100)	(28.29)	(45.39)	(26.32)	(50.66)
ปานกลาง	220	57	105	58	115
	(100)	(25.91)	(47.73)	(26.36)	(52.27)
ด้อยโอกาส	298	67	162	69	143
	(100)	(22.48)	(54.36)	(23.16)	(47.99)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 67 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา จำแนกตามคุณลักษณะของสถานศึกษา (ต่อ)

คุณลักษณะของสถานศึกษา	รวม	คุณภาพ			มีมูลค่าเพิ่ม
		ต่ำ	กลาง	สูง	
5. ขนาดห้องเรียน					
ใหญ่มาก	16	5	8	3	8
	(100)	(31.25)	(50.00)	(18.75)	(50.00)
ใหญ่	64	16	34	14	32
	(100)	(25.00)	(53.13)	(21.87)	(50.00)
กลาง	211	52	100	59	105
	(100)	(24.64)	(47.39)	(27.96)	(49.76)
เล็ก	323	76	172	75	160
	(100)	23.53)	53.25)	23.22)	(49.54)
เล็กมาก	56	18	22	16	30
	(100)	(32.14)	(39.29)	(28.57)	(53.57)
6. เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหาร					
มาก	309	81	148	80	155
	(100)	(26.21)	(47.90)	(25.89)	(50.16)
ปานกลาง	323	77	169	77	162
	(100)	(23.84)	(52.32)	(23.84)	(50.15)
น้อย	38	9	19	10	18
	(100)	(23.68)	(50.00)	(26.32)	(47.37)
7. ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์					
สูง	151	40	72	39	77
	(100)	(26.49)	(47.68)	(25.83)	(50.99)
ปานกลาง	437	107	224	106	218
	(100)	(24.49)	(51.26)	(24.26)	(49.89)
ต่ำ	82	20	40	22	40
	(100)	(24.39)	(48.78)	(26.83)	(48.78)
8. ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษา					
หาทดแทนได้	295	82	141	72	140
ง่ายมาก	(100)	(27.80)	(47.80)	(24.41)	(47.46)
หาทดแทนได้	209	48	106	55	112
ง่าย	(100)	(22.97)	(50.72)	(26.31)	(53.59)

ตารางที่ 67 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา จำแนกตามคุณลักษณะของสถานศึกษา (ต่อ)

คุณลักษณะของสถานศึกษา	รวม	คุณภาพ			มีมูลค่าเพิ่ม
		ต่ำ	กลาง	สูง	
หาทดแทนได้ยาก	128	27	71	30	64
	(100)	(21.09)	(55.47)	(23.44)	(50.00)
หาทดแทนได้ยากมาก	38	10	18	10	19
	(100)	(26.32)	(47.36)	(26.32)	(50.00)
9. ระดับความพึงพอใจของครู					
ระดับสูง	372	95	184	93	189
	(100)	(25.54)	(49.46)	(25.00)	(50.81)
ระดับปานกลาง	285	69	145	71	140
	(100)	(24.21)	(50.88)	(24.91)	(49.12)
ระดับต่ำ	13	3	7	3	6
	(100)	(23.08)	53.85)	(23.08)	(46.15)
10. ระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์					
ระดับสูง	214	59	97	58	105
	(100)	(27.57)	(45.33)	(27.10)	(49.07)
ระดับปานกลาง	414	99	215	100	207
	(100)	(23.91)	((51.93)	(24.15)	(50.00)
ระดับต่ำ	42	9	24	9	23
	(100)	(21.43)	(57.14)	(21.43)	(54.76)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประชาคมอาเซียน: การประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มและวิธีการประมาณค่าความสามารถ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ 2) เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาจากการทดสอบของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานระหว่างวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 3) เพื่อวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียนด้วยการวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่ม ที่ใช้คะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน 4) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ข้อมูลที่ใช้เป็นฐานข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ ปี 2554 (Trend International Math and Science Study: TIMSS 2011) ด้านวิทยาศาสตร์ใน 4 สาขาคือ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก โดยศึกษาข้อมูลใน 4 ประเทศ คือ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสอบวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 14 ฉบับ แบบสอบถามสำหรับนักเรียน และแบบสอบถามสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา

การดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์คะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ ขั้นตอนที่ 2 การประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบและเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่า ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของแต่ละประเทศโดยใช้คะแนนรวม โดยประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่ม (value added-model) ด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงแบบลดหลั่น (HLM) ด้วยการวิเคราะห์ 2 ระดับ และขั้นตอนที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 โมเดล ได้แก่ โมเดล 1 เป็นโมเดลที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบและไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 2 เป็นโมเดลที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบและมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 3 เป็นโมเดลที่ใช้คะแนน

รวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบและไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา โมเดล 4 เป็นโมเดลที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบและมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแปรจัดประเภท จำแนกเป็นระดับนักเรียนของแต่ละประเทศ พบว่า ตัวแปรเพศ ในประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ยกเว้นประเทศสิงคโปร์ (ร้อยละ 55.79, 51.27, 50.94 และ 49.51 ตามลำดับ) ตัวแปรระดับการศึกษาของผู้ปกครองในประเทศสิงคโปร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับอุดมศึกษา (ร้อยละ 27.36) ประเทศมาเลเซีย และอินโดนีเซีย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. (ร้อยละ 30.12 และ 33.32 ตามลำดับ) และประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในระดับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ร้อยละ 27.14) ตัวแปรความมั่งคั่งของครอบครัว ในประเทศอินโดนีเซีย ไทยและมาเลเซีย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 66.80, 49.03 และ 47.45 ตามลำดับ) แต่ในประเทศสิงคโปร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 55.33) ตัวแปรระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ ในประเทศมาเลเซีย ไทยและสิงคโปร์ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 53.01, 53.01 และ 48.90 ตามลำดับ) แต่ประเทศอินโดนีเซียส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 55.02) และตัวแปรดัชนีความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา ในประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 51.35, 49.77 และ 45.55 ตามลำดับ) แต่ประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.44)

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแปรจัดประเภท ระดับสถานศึกษาของแต่ละประเทศ พบว่า ขนาดของสถานศึกษาในประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย และไทย ส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาขนาดกลาง (นักเรียน 500-1,499 คน) (ร้อยละ 85.45, 57.78 และ 36.63 ตามลำดับ) สำหรับประเทศอินโดนีเซียส่วนใหญ่เป็นสถานศึกษาขนาดเล็ก (นักเรียน น้อยกว่า 500 คน) ที่ตั้งสถานศึกษา ในประเทศสิงคโปร์ และอินโดนีเซียตั้งในเขตเมืองขนาดใหญ่ (มีประชากรมากกว่า 100,000 คน) (ร้อยละ 100.00 และ 68.63) ประเทศมาเลเซียสถานศึกษาส่วนใหญ่ตั้งในเมืองขนาดกลาง (มีประชากรระหว่าง 15,001 ถึง 100,000 คน) (ร้อยละ 48.89) สำหรับประเทศไทยสถานศึกษาส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดเล็ก (มีประชากรน้อยกว่า 15,001 คน) (ร้อยละ 52.91) ความเข้มข้นทางวิชาการ ในประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย สถานศึกษาส่วนใหญ่มีความเข้มข้นทางวิชาการในระดับสูง (ร้อยละ 65.00, 60.00 และ 58.82,) สำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่มีความเข้มข้นทางวิชาการในระดับปานกลาง (ร้อยละ 50.00) ในด้านเศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนสถานศึกษาในประเทศสิงคโปร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 61.21) ในประเทศอินโดนีเซีย

ไทย และมาเลเซีย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับด้อยโอกาส (ร้อยละ 56.86, 55.23 และ 53.33 ตามลำดับ) สำหรับขนาดห้องเรียน ในประเทศสิงคโปร์ อินโดนีเซีย และไทย ส่วนใหญ่ห้องเรียนมีขนาดเล็ก (ร้อยละ 72.12, 45.10 และ 41.28 ตามลำดับ) สำหรับประเทศมาเลเซียส่วนใหญ่ห้องเรียนมีขนาดปานกลาง (ร้อยละ 47.22) ในด้านเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหาร สถานศึกษาส่วนใหญ่ในอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย ผู้บริหารใช้เวลาในการบริหารระดับมาก (ร้อยละ 67.97, 47.78 และ 50.00 ตามลำดับ) แต่ประเทศสิงคโปร์ผู้บริหารส่วนใหญ่ใช้เวลาในการบริหารระดับปานกลาง (ร้อยละ 71.52) ความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์ สถานศึกษาส่วนใหญ่ในประเทศสิงคโปร์มีความพร้อมในระดับสูง (ร้อยละ 64.24) ในประเทศอินโดนีเซีย ไทย และมาเลเซีย ส่วนใหญ่มีความพร้อมในระดับปานกลาง (ร้อยละ 90.20, 76.16 และ 68.33 ตามลำดับ) ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษา สถานศึกษาส่วนใหญ่ในประเทศสิงคโปร์และอินโดนีเซียหาทดแทนได้ง่ายมาก (ร้อยละ 56.97 และ 46.41 ตามลำดับ) สถานศึกษาส่วนใหญ่ในประเทศมาเลเซียหาทดแทนได้ง่าย (ร้อยละ 52.22) สำหรับประเทศไทยสถานศึกษาส่วนใหญ่หาทดแทนได้ยาก (ร้อยละ 38.37) ระดับความพึงพอใจของครู ครูส่วนใหญ่ในประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซียมีความพึงพอใจในระดับสูง (ร้อยละ 71.51, 67.78 และ 60.13 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์ครูส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง (ร้อยละ 73.94) และ ทุกประเทศสถานศึกษาส่วนใหญ่มีระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง (สิงคโปร์ ร้อยละ 75.15 มาเลเซีย ร้อยละ 64.44 อินโดนีเซีย ร้อยละ 54.25 และไทย ร้อยละ 52.91)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยการประมาณค่าความสามารถตามแนวโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ในแต่ละประเทศ ด้วยการประมาณค่าความสามารถตามแนวโมเดลการตอบสนองข้อสอบ พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีนักเรียน 5,787 คน คะแนนความสามารถมีค่าต่ำสุด -2.078 และค่าสูงสุด 2.444 มีค่าเฉลี่ย 0.000 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.133) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและมีการแจกแจงต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -0.550) ประเทศมาเลเซียมีนักเรียน 5,720 คน คะแนนความสามารถมีค่าต่ำสุด -2.264 และค่าสูงสุด 2.553 มีค่าเฉลี่ย 0.000 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.245) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและมีการแจกแจงต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -0.379) ประเทศสิงคโปร์มีนักเรียน 5,924 คน คะแนนความสามารถมีค่าต่ำสุด -2.569 และค่าสูงสุด 2.666 มีค่าเฉลี่ย 0.000 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (skewness = -0.175) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการ

แจกแจงต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -0.507) และประเทศไทยมีนักเรียน 6,123 คน คะแนนความสามารถมีค่าต่ำสุด -2.443 และค่าสูงสุด 2.484 มีค่าเฉลี่ย 0.000 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.217) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและมีการแจกแจงต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -0.291) เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 ประเทศพบว่าทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.000 มีคะแนนความสามารถอยู่ระหว่าง -2.569 ถึง 2.553 ประเทศอินโดนีเซียมีค่าการกระจายของข้อมูลน้อยที่สุด ลักษณะการแจกแจงข้อมูลของประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทยมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา มีประเทศสิงคโปร์เพียงประเทศเดียวที่มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย

การแบ่งกลุ่มความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามช่วงความสามารถเป็น 6 ช่วง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.00 (ร้อยละ 44.00, 42.76 และ 42.40 ตามลำดับ) สำหรับประเทศสิงคโปร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.99 (ร้อยละ 39.35) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในช่วงที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ช่วง -0.99 ถึง 0.00 พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ประเทศไทย มาเลเซีย และสิงคโปร์ (ค่าเฉลี่ย -0.450, -0.451, -0.460 และ -0.464 ตามลำดับ) และในช่วง 1.00 ถึง 1.99 พบว่าประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย (0.477, 0.458, 0.441 และ 0.436 ตามลำดับ)

นักเรียนที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงตามคุณลักษณะของนักเรียนในแต่ละประเทศ พบว่า ทุกประเทศเป็นกลุ่มนักเรียนที่ผู้ปกครองมีระดับการศึกษาอยู่ในระดับอุดมศึกษา รวมทั้งเศรษฐานะของครอบครัวอยู่ในระดับสูง ในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซียและไทย เป็นกลุ่มนักเรียนหญิง สำหรับระดับเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ในประเทศอินโดนีเซีย และสิงคโปร์เป็นกลุ่มนักเรียนที่ใช้เวลาทำการบ้านอยู่ในระดับสูง ประเทศมาเลเซียเป็นกลุ่มนักเรียนที่ใช้เวลาทำการบ้านอยู่ในระดับปานกลาง แต่ประเทศไทยเป็นกลุ่มนักเรียนที่ใช้เวลาทำการบ้านอยู่ในระดับต่ำ และดัชนีความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาของนักเรียนในประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้สึกปลอดภัยอยู่ในระดับสูง แต่ประเทศอินโดนีเซียและไทยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้สึกปลอดภัยอยู่ในระดับปานกลาง

สถานศึกษาที่มีนักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงในคุณลักษณะของสถานศึกษา พบว่า ทุกประเทศเป็นสถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ มีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูงมาก เศรษฐานะของครอบครัวนักเรียนมีระดับร่ำรวย ในด้านขนาดของสถานศึกษาเกือบทุกประเทศเป็นสถานศึกษาขนาดใหญ่พิเศษที่มีนักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูง ยกเว้นประเทศอินโดนีเซียที่เป็นสถานศึกษาขนาดใหญ่ ขนาดห้องเรียนของสถานศึกษาในมาเลเซีย

และไทยมีขนาดเล็กมาก แต่ในสิงคโปร์มีห้องเรียนขนาดใหญ่ อินโดนีเซียมีห้องเรียนขนาดเล็ก เกือบทุกประเทศที่ผู้บริหารใช้เวลาในการบริหารอยู่ในระดับน้อย ยกเว้นประเทศมาเลเซียที่ผู้บริหารใช้เวลาในการบริหารระดับมาก เกือบทุกประเทศที่สถานศึกษาที่มีนักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงมีความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ยกเว้นประเทศอินโดนีเซียที่มีความพร้อมอยู่ในระดับต่ำ สำหรับระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนในสถานศึกษาของประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์เป็นสถานศึกษาที่หาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย ในประเทศอินโดนีเซียเป็นสถานศึกษาที่หาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก แต่ประเทศไทยเป็นสถานศึกษาที่หาครูวิทยาศาสตร์ได้ยาก ระดับความพึงพอใจของครูในประเทศมาเลเซียเป็นสถานศึกษาที่ครูมีความพึงพอใจระดับสูง ประเทศอินโดนีเซียครูมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง แต่ประเทศไทยและสิงคโปร์ครูมีความพึงพอใจระดับต่ำ ในระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษาในประเทศสิงคโปร์และไทยครูมีการทำงานร่วมกันระดับสูง ประเทศมาเลเซียครูมีการทำงานร่วมกันระดับปานกลาง ส่วนประเทศอินโดนีเซียครูมีการทำงานร่วมกันระดับต่ำ

2. การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขา ระหว่างวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

2.1 ผลการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ในแต่ละประเทศ พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีนักเรียน 5,787 คน ในทุกสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ย 0.000 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถอยู่ระหว่าง -3.324 ถึง 4.300 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.074 ถึง 0.347) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ประเทศมาเลเซียมีนักเรียน 5,720 คน ในทุกสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ย 0.000 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถอยู่ระหว่าง -4.430 ถึง 3.173 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.090 ถึง 0.442) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ยกเว้นสาขาเคมีมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (skewness = -0.020) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในสาขาเคมีสูงกว่าค่าเฉลี่ย ประเทศสิงคโปร์มีนักเรียน 5,924 คน ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.003 ถึง 0.000 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถอยู่ระหว่าง -4.340 ถึง 1.898 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (skewness = -0.838 ถึง -0.506) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในแต่ละสาขาสูงกว่าค่าเฉลี่ย และประเทศไทยมีนักเรียน 6,123 คน ในทุกสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ย

0.000 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถอยู่ระหว่าง -5.331 ถึง 3.409 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวาใน 2 สาขา คือ สาขาชีววิทยา และสาขาฟิสิกส์ (skewness = 0.031 และ 0.338 ตามลำดับ) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในสาขาชีววิทยา และสาขาฟิสิกส์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายใน 2 สาขา คือ สาขาเคมี และสาขาวิทยาศาสตร์โลก (skewness = -0.202 และ -0.123 ตามลำดับ) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในสาขาเคมี และสาขาวิทยาศาสตร์โลกสูงกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 ประเทศพบว่า ในแต่ละสาขาประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซียและไทย มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.000 ยกเว้นประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยติดลบ และเป็นเพียงประเทศเดียวที่มีลักษณะการแจกแจงในทุกสาขาแบบเบ้ซ้าย (นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสูงกว่าค่าเฉลี่ย

2.2 ผลการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบของนักเรียนของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ในแต่ละประเทศพบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีนักเรียน 5,787 คน มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย -0.565 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.561 ถึง -0.495 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.269 ถึง 0.502) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ประเทศมาเลเซียมีนักเรียน 5,720 คน มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย -0.465 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.488 ถึง -0.328 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.319 ถึง 0.487) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ประเทศสิงคโปร์มีนักเรียน 5,924 คน มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย 0.607 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.518 ถึง 0.609 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (skewness = -0.484 ถึง -0.323) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาสูงกว่าค่าเฉลี่ย และประเทศไทยมีนักเรียน 6,123 คน มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย -0.251 ในแต่ละสาขามีค่าความสามารถเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.282 ถึง -0.135 มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา (skewness = 0.015 ถึง 0.587) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และในแต่ละสาขาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 ประเทศพบว่า ในแต่ละสาขาประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซียและไทย มีค่าเฉลี่ยติดลบยกเว้นประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยเป็นบวก และเป็นเพียงประเทศเดียวที่มีลักษณะการแจกแจงในทุกสาขาแบบเบ้ซ้าย (นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถสูงกว่าค่าเฉลี่ย

2.3 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา

การตรวจสอบความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบพบว่า ผลการประมาณค่าความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขามีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทุกคู่ โดยความสัมพันธ์ของค่าประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WAS) และวิธีลำดับขั้นที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (HO-IRT) มีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r_{WAS\ Total,\ HO\ Total}$ = 0.736) สำหรับค่าความสัมพันธ์ในแต่ละสาขามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ สาขาชีววิทยา ($r_{WAS\ Bio,\ HO\ Bio}$ = 0.622) สาขาฟิสิกส์ ($r_{WAS\ Phy,\ HO\ Phy}$ = 0.559) สาขาวิทยาศาสตร์โลก ($r_{WAS\ Earth,\ HO\ Earth}$ = 0.550) และสาขาเคมี ($r_{WAS\ Chem,\ HO\ Chem}$ = 0.528)

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งเป็นแนวคิดทฤษฎีทดสอบดั้งเดิม ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดของผู้สอบที่ใช้แบบสอบชุดเดียวกันจะมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดเท่ากันทุกคน โดยการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็นการวิเคราะห์จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความเที่ยง จึงใช้การวิเคราะห์แยกเป็นตามชุดแบบสอบ และนำเสนอโดยใช้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ของ 4 ประเทศ ในการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด 1.699 เมื่อพิจารณาแต่ละสาขาพบว่า สาขาวิทยาศาสตร์โลกมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดน้อยที่สุด รองลงมาคือสาขาเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา (0.754, 0.815, 0.841 และ 1.021 ตามลำดับ)

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ในการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดจะได้จากการประมาณค่าเป็นรายบุคคล โดยเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด 0.352 เมื่อพิจารณาแต่ละสาขาพบว่า สาขาเคมี มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดน้อยที่สุด รองลงมาคือ สาขาชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก (0.378, 0.394, 0.402 และ 0.423 ตามลำดับ)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานโดยรวม และรายสาขาทั้งสองวิธีได้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบให้ผลการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดน้อยกว่าวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ในทุกสาขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. การวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

การวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 โมเดล ได้แก่

โมเดล 1 เป็นโมเดลที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบและไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวม (grand mean) ของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสถานศึกษาของประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย (จากค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) มีค่าเท่ากับ -0.005, -0.036, -0.051 และ -0.060 ตามลำดับ) และจากการพิจารณาค่าอิทธิพลสุ่ม (random effect) พบว่า ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij}) ในประเทศมาเลเซียมีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศสิงคโปร์ ไทย และอินโดนีเซีย (r_{ij} = 0.299, 0.251, 0.219 และ 0.108 ตามลำดับ) และความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j}) ในประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศอินโดนีเซีย ไทย และมาเลเซีย (u_{0j} = 0.493, 0.422, 0.403 และ 0.369 ตามลำดับ) ทุกประเทศมีความแปรปรวนในระดับสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intra-class correlation: ICC) พบว่า ประเทศมาเลเซียมีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย (ร้อยละ 44.76, 35.21, 33.74 และ 20.38 ตามลำดับ)

โมเดล 2 เป็นโมเดลที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบและมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา ในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน พบว่า ในระดับนักเรียนมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแต่ละประเทศ พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในประเทศไทยมีจำนวนมากที่สุด (จำนวน 12 ตัว) รองลงมาคือ ประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ตามลำดับ (จำนวน 10, 7 และ 4 ตัว ตามลำดับ) โดยประเทศไทยมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง ประเทศ

สิงคโปร์ มีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คือผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง และตัวแปรที่ส่งผลทางลบ คือ เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประเทศมาเลเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทีระดับ 0.01 คือ แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา แหล่งทรัพยากรที่บ้าน และเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง และตัวแปรที่ส่งผลทางลบ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ เพศหญิง และประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ เพศหญิง

ในระดับสถานศึกษามีตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในประเทศสิงคโปร์มีจำนวนมากที่สุด (จำนวน 10 ตัว) รองลงมาคือ ประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย (จำนวน 5, 2 และ 1 ตัว ตามลำดับ) โดยประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก และระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง และการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษาขนาดกลาง สถานศึกษาขนาดเล็ก และสถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง และเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก ประเทศไทยมีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส*) และ*จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง และจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก ประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษาขนาดกลาง และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง และประเทศมาเลเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้าน

วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลางในห้องเรียนมีขนาดเล็ก

สัดส่วนความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล 2 ในระดับสถานศึกษา หรือสัมประสิทธิ์การทำนายหรืออธิบาย (R^2) พบว่ากลุ่มตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและกลุ่มตัวแปรคุณลักษณะระดับสถานศึกษา ของประเทศสิงคโปร์สามารถอธิบายสัดส่วนความแปรปรวนได้สูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ตามลำดับ (ร้อยละ 62.55, 41.10, 32.41 และ 26.09 ตามลำดับ)

โมเดล 3 เป็นโมเดลที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบและไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวม (grand mean) ของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสถานศึกษาของประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (จากค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) มีค่าเท่ากับ 0.602, -0.302, -0.493 และ -0.604 ตามลำดับ) และจากการพิจารณาค่าอิทธิพลสุ่ม (random effect) พบว่า ความแปรปรวนในระดับนักเรียน (r_{ij}) ในประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย ไทย และอินโดนีเซีย (r_{ij} = 0.560, 0.364, 0.345 และ 0.308 ตามลำดับ) และความแปรปรวนในระดับสถานศึกษา (u_{0j}) ในประเทศสิงคโปร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศมาเลเซีย ไทย และอินโดนีเซีย (u_{0j} = 0.254, 0.218, 0.163 และ 0.067 ตามลำดับ) ทุกประเทศมีความแปรปรวนในระดับสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intra-class correlation: ICC) พบว่า ประเทศมาเลเซียมีค่าสูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย (ร้อยละ 37.46, 32.09, 31.20 และ 17.87 ตามลำดับ)

โมเดล 4 เป็นโมเดลที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบและมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาในแต่ละประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน พบว่า ในระดับนักเรียนมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรที่ส่งผลทางลบ คือ เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแต่ละประเทศ พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในประเทศไทยมีจำนวนมากที่สุด (จำนวน 11 ตัว) รองลงมาคือ ประเทศสิงคโปร์ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ตามลำดับ (จำนวน 10, 8 และ 7 ตัว ตามลำดับ) โดยประเทศไทยมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา การศึกษาของ

ผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา และการศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. ประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสู และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง และการเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และประเทศมาเลเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง และเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในระดับสถานศึกษามีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศคือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส เมื่อพิจารณาแต่ละประเทศ พบว่า ตัวแปรระดับสถานศึกษาที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในประเทศสิงคโปร์มีจำนวนมากที่สุด (จำนวน 10 ตัว) รองลงมาคือ ประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย (จำนวน 5, 3 และ 2 ตัว ตามลำดับ) โดยประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก และระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง และการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษาขนาดกลาง สถานศึกษาขนาดเล็ก และสถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง และเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก ประเทศไทยมีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมี

นัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส และจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง และจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก ประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษาขนาดกลาง นัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่ และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส และประเทศมาเลเซียมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง และตัวแปรที่ส่งผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส

สัดส่วนความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล 4 ในระดับสถานศึกษา หรือสัมประสิทธิ์การทำนายหรืออธิบาย (R^2) พบว่ากลุ่มตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนและกลุ่มตัวแปรคุณลักษณะระดับสถานศึกษา ของประเทศสิงคโปร์สามารถอธิบายสัดส่วนความแปรปรวนได้สูงสุด รองลงมาคือประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ตามลำดับ (ร้อยละ 61.81, 40.49, 38.81 และ 27.52 ตามลำดับ

4. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของทั้ง 4 ประเทศ พบว่า โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา (โมเดล 2 และ โมเดล 4) ให้ผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาได้ดีกว่าไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปร (โมเดล 1 และโมเดล 3) และจากการเปรียบเทียบระหว่างโมเดล 2 ซึ่งเป็นโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ กับโมเดล 4 ซึ่งเป็นโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้คะแนนรวมจากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ พบว่า

1) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของทุกประเทศด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบให้ผลการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด น้อยกว่าวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบได้ผลการประมาณค่าความสามารถที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

2) ค่าความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วยตัวแปรทำนาย คือค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ในโมเดล 2 ของประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ และไทย มีค่าเป็น 0.3241 (ร้อยละ 32.41) 0.2609 (ร้อยละ 26.09) 0.6255 (ร้อยละ 62.55) และ 0.4110 (ร้อยละ 41.10) และในโมเดล 4 มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ของแต่ละประเทศเป็น 0.3881 (ร้อยละ 38.81) 0.2752 (ร้อยละ 27.52) 0.6181 (ร้อยละ 61.81) และ 0.4049 (ร้อยละ 40.49) ทั้งโมเดล 2 และโมเดล 4 ให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ใกล้เคียง

3) โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาจากคะแนนมูลค่าเพิ่ม ได้ผลการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนมูลค่าเพิ่มเป็นศูนย์ เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน และเมื่อพิจารณาค่าสถิติของโมเดล 2 และ โมเดล 4 มีค่าใกล้เคียงกัน ค่ามัธยฐาน (Median) มีค่าเป็น -0.005 และ -0.001 ตามลำดับ การกระจายของคะแนนมูลค่าเพิ่ม (Std. Deviation: SD) มีค่าเป็น 0.319 และ 0.276 ตามลำดับ ลักษณะการกระจายของคะแนนมูลค่าเพิ่ม (Skewness) มีค่าเบ้ขวา และการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยสถิติทดสอบของ Kolmogorov-Siminov พบว่าคะแนนมูลค่าเพิ่มของโมเดล 2 และโมเดล 4 มีการแจกแจงแบบปกติ

4) การทดสอบความสัมพันธ์และความสอดคล้องของการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาและระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ระหว่างโมเดล 2 และโมเดล 4 พบว่า ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษามีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (R_{24} = 0.886) และจากการทดสอบความสอดคล้องการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาไม่แตกต่างกัน (Z= 0.000, p = 1.000) แสดงว่าผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้วยโมเดล 2 และโมเดล 4 มีผลการจัดกลุ่มคุณภาพที่สอดคล้องกัน และผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษามีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (R_{24} = 0.970) และจากการทดสอบความสอดคล้องการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาไม่แตกต่างกัน (Z= -1.089, p = 0.276) แสดงว่าผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาด้วยโมเดล 2 และโมเดล 4 มีผลการจัดระดับคุณภาพที่สอดคล้องกัน

สรุปได้ว่า การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในด้านการอธิบายความผันแปรของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในโมเดลของแต่ละประเทศแล้ว และการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาซึ่งพิจารณาจากคะแนนมูลค่าเพิ่มของสถานศึกษานั้น ทั้งโมเดล 2 และโมเดล 4 เป็นโมเดลที่สามารถอธิบายความผันแปรและได้คะแนนมูลค่าเพิ่มใกล้เคียงกันและมีความสัมพันธ์กันสูงในการจัดกลุ่มคุณภาพและจัดระดับคุณภาพของสถานศึกษา แต่จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดแสดงให้เห็นว่าการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบได้ผลการประมาณค่าความสามารถที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าความสามารถด้าน

วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ดังนั้นการวิเคราะห์โมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดลที่ใช้การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (โมเดล 4) ให้ประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลที่ใช้การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (โมเดล 2)

ผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน จากโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาโมเดล 4 ภาพรวมสถานศึกษาทั้ง 670 แห่ง จากการแบ่งกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามระดับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ของคะแนนมูลค่าเพิ่ม ได้แก่ กลุ่มต่ำ (เปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยกว่า 25) มีสถานศึกษาจำนวน 167 แห่ง (ร้อยละ 24.93) กลุ่มปานกลาง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25.00 – 74.99) มีสถานศึกษาจำนวน 336 แห่ง (ร้อยละ 50.15) และกลุ่มสูง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 75.00) มีสถานศึกษาจำนวน 167 แห่ง (ร้อยละ 24.93) สถานศึกษาที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีจำนวน 335 แห่ง (ร้อยละ 50.00) ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศประชาคมอาเซียนในแต่ละคุณลักษณะของสถานศึกษาในทุกคุณลักษณะผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง และสถานศึกษาในแต่ละคุณลักษณะที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนมีอยู่ร้อยละ 45.03 ถึง 54.76

อภิปรายผลการวิจัย

1. วิธีการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์

การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการประมาณค่าความสามารถทั้ง 3 วิธี คือการประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม IRTPRO for Windows version 2.1 ซึ่งเป็นการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a) และค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดา (c) โดยโปรแกรมจะประมวลผลและให้สารสนเทศต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในขณะที่วิธีคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเป็นวิธีประมาณค่าคะแนนรวมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคะแนนย่อยรายสาขาโดยใช้แนวคิดการทดสอบดั้งเดิม โดยวิธีการวิเคราะห์ใช้โปรแกรม SPSS for Windows v. 17.0 ในการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา รวมทั้งการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน แบ่งการวิเคราะห์เป็นรายฉบับ (14 ฉบับ) และรายสาขา (4 สาขา) ของแต่ละประเทศ และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลตอบสนองข้อสอบเป็นวิธีการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Ox Edit

7.00 ซึ่งพัฒนาคำสั่งโดย Jimmy de la Torre ซึ่งต้องมีการจัดเตรียมแฟ้มข้อมูลคะแนนสอบของนักเรียน ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแยกตามชุดของแบบสอบ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ประกอบด้วยค่าความสามารถรวม ความสามารถแต่ละสาขา และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานรวมและของแต่ละสาขา (standard error)

จากวิธีการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาของทั้งสามวิธีนั้น การวิเคราะห์ด้วยโมเดลตอบสนองข้อสอบจะเป็นวิธีที่ให้ความสะดวกที่สุดในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากมีโปรแกรมสำเร็จรูปแต่จะได้ข้อมูลเฉพาะส่วนที่เป็นค่าประมาณความสามารถรวม อีกสองวิธีจะให้ผลการประมาณค่าความสามารถทั้งด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา โดยวิธีคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักถึงแม้จะเป็นวิธีที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบแต่ในการนำไปปรับใช้สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กจะสะดวกกว่าด้วยสูตรการวิเคราะห์ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบจะเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ โปรแกรม Ox Edit ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ให้ผู้ใช้สามารถดาวโหลดได้ฟรี และผู้ใช้สามารถประยุกต์คำสั่งที่ Jimmy de la Torre พัฒนาโดยปรับคำสั่งให้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีได้

2. การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถ

2.1 การตรวจสอบความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขา จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ในด้านวิทยาศาสตร์ทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กันสูงแสดงว่าทั้งสองวิธีสามารถประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ได้ผลที่มีความสัมพันธ์กันดี หากพิจารณาในแต่ละวิธีพบว่าวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบประมาณค่าความสามารถในรายสาขาได้สัมพันธ์กันสูง เนื่องจากวิธีการประมาณค่าเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมๆ กันในทุกสาขา โดยข้อมูลที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์เป็นค่าความยาก อำนาจจำแนก และโอกาสในการเดา ของข้อสอบแต่ละข้อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนทุกคน แต่วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักประมาณค่าความสามารถในรายสาขาได้ความสัมพันธ์กันต่ำเนื่องจากการวิเคราะห์ผลเป็นการวิเคราะห์แบบสอบทีละชุดของแต่ละประเทศ และค่าที่ใช้ในการถ่วงน้ำหนักเป็นค่าความเที่ยงและค่าเฉลี่ยที่ขึ้นกับกลุ่มของผู้สอบที่สอบในแบบสอบแต่ละชุด เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ในภาพรวมจึงมีค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาทั้งสองวิธีได้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบให้ผลการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดน้อยกว่าวิธี

คะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ในทุกสาขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (SEM) จากการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และรายสาขา จากการประมาณค่าด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งเป็นแนวคิดทฤษฎีทดสอบดั้งเดิม ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดของผู้สอบที่ใช้แบบสอบชุดเดียวกันจะมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดเท่ากันทุกคน โดยการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็นการวิเคราะห์จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความเที่ยง จึงใช้การวิเคราะห์แยกเป็นตามชุดแบบสอบ และนำเสนอโดยใช้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ของ 4 ประเทศ ซึ่งจากสูตรการคำนวณค่า SEM ($SEM = SD\sqrt{1-\rho_{xx}}$) ของแบบสอบ ซึ่งจำนวนของข้อสอบในแบบสอบแต่ละสาขามีจำนวนข้อน้อยลง ซึ่งในแบบสอบในรายสาขาหากมีข้อสอบจำนวนน้อยจะมีค่าความเที่ยงน้อย (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550b) ทำให้ค่า SEM มีค่าสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีของ HO-IRT ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดจะได้จากการประมาณค่าเป็นรายบุคคลโดยวิเคราะห์จากค่าส่วนกลับของรากที่สองของค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ ($SE(\theta) = 1/\sqrt{I(\theta)}$) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554)

อีกทั้งจากการศึกษาของ Longabach (Longabach, 2015) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบวิธีการรายงานคะแนนย่อยจากการประเมินของรัฐด้านสมรรถนะภาษาอังกฤษ ผลการศึกษาพบว่าจากการประเมินวิธีการประมาณค่า 4 วิธี คือ วิธีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) วิธีทฤษฎีตอบสนองข้อสอบเอกมิติ (UIRT) วิธีอ๊อกเมนเต็ดทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ (Augmented IRT) และวิธีทฤษฎีตอบสนองข้อสอบพหุมิติ (MIRT) ใน 4 วิธี วิธีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE) สูงสุด วิธีทฤษฎีตอบสนองข้อสอบพหุมิติ (MIRT) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE) ต่ำสุด และจากการศึกษาของ de la Torre, Song และ Hong (2011) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปรับค่าคะแนนย่อย 4 วิธี คือ 1) คะแนนพหุมิติ (multidimensional scoring: MS) (de la Torre และ Patz, 2005) 2) คะแนนอ็อกเมนต์เต็ด (augmented scoring: AS) (Wainer และคณะ, 2001) 3) วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring: HO-IRT) (de la Torre และ Song, 2009) 4) คะแนนดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index scoring: OPI) สำหรับประมาณค่าความสามารถและสัดส่วนที่คาดหวัง (expected proportion correct) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับค่าคะแนนย่อยในปัจจัยที่มีต่อการประมาณค่าความสามารถ คือความยาวของแบบสอบ จำนวนแบบสอบย่อยหรือมิติ และความสัมพันธ์ของมิติ (domain) ด้วยวิธีการจำลองข้อมูลผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ของแต่ละวิธีให้ผลการเปรียบเทียบที่สูงระหว่างเงื่อนไขที่แตกต่างกัน โดยการประมาณค่าความสามารถด้วย HO-IRT และ MS จะให้การประมาณค่าที่ดีกว่า AS

3. การเปรียบเทียบโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา

จากการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้วยโมเดล 1 และโมเดล 3 เป็นโมเดลที่ไม่มีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา ซึ่งการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับที่ไม่มีตัวแปรทำนายในทุกระดับ จัดเป็นโมเดลการวิเคราะห์พหุระดับแบบไม่มีเงื่อนไขสมบูรณ์ (full unconditional models) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554) หรือการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null models) ซึ่งการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จะไม่นำตัวแปรทำนายเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ จึงไม่มีการควบคุมตัวแปรในระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษาทำให้โมเดลยังขาดการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่มีผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษายังขาดความน่าเชื่อถือในการประเมินคุณภาพ

สำหรับโมเดล 2 และ โมเดล 4 มีการเพิ่มตัวแปรคุณลักษณะทั้งระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา เป็นโมเดลสมมติฐาน (hypothetical model) ซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและมีการปรับแก้คะแนนหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับสถานศึกษา จากการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ด้วยโมเดล 2 และโมเดล 4 ให้ผลการประเมินทั้งในกลุ่มคุณภาพและระดับคุณภาพที่มีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งประสิทธิภาพของโมเดลมีค่าใกล้เคียงกัน เป็นผลจากการเลือกใช้ตัวแปรในการทำนายค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์เป็นชุดตัวแปรเดียวกัน และการประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบในโมเดล 2 และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบในโมเดล 4 ต่างใช้แนวคิดจากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในการประมาณค่าความสามารถแตกต่างกันที่การประมาณค่าความสามารถจากวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบเป็นการประมาณค่าจากการตอบข้อสอบที่พิจารณาค่าความสามารถจากแบบสอบทั้งฉบับ (รวมลักษณะแฝงอย่างต่อเนื่อง) ในขณะที่วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถจากรายสาขา (domain) โดยแบ่งตามระดับเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เป็นการตอบสนองของผู้สอบคนที่ i ในข้อที่ j ของสาขา (domain) ในระดับที่ 2 เป็นระดับการตอบสนองของผู้สอบในระดับสาขา (ความสามารถเฉพาะด้าน) และลักษณะข้อสอบเฉพาะในโมเดล IRT 3 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าโอกาสในการเดาลำดับสุดท้ายเป็นความสามารถทั้งหมดของผู้สอบ (de la Torre และ Song, 2009) แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบได้ผลมีค่าต่ำกว่าค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดด้วยวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งเมื่อนำค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์จากการประมาณค่าทั้งสองวิธีไปใช้เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา ค่าประมาณความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูง

ของโมเดลการตอบสนองข้อสอบจึงทำให้โมเดลมีประสิทธิภาพดีกว่า โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้ตัวแปรตามจากการประมาณค่าด้วยวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

ในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาจึงควรเลือกใช้โมเดลที่ 4 ซึ่งได้จากการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (HO-IRT) แต่ทั้งนี้ด้วยวิธีการประมาณค่าความสามารถยังไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูป จึงทำให้วิธี HO-IRT ยังไม่สะดวกในการใช้งาน ซึ่งหากไม่มีการพิจารณาความสามารถของนักเรียนเป็นรายสาขา ก็สามารถใช้การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้วยวิธีโมเดลการตอบสนองข้อสอบได้เช่นกัน

4. ตัวแปรที่ส่งผลต่อคะแนนมูลค่าเพิ่มด้านวิทยาศาสตร์

4.1 ตัวแปรระดับนักเรียน

จากผลการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ที่นำตัวแปรเข้ามาศึกษาในโมเดล 2 และโมเดล 4 ตัวแปรระดับนักเรียนที่นำเข้าศึกษาจำนวน 17 ตัวแปร พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศมี 2 ตัว คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา และแรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแต่ละประเทศมีตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์คือ ประเทศไทย มีตัวแปรผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปรผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง ประเทศอินโดนีเซีย มีตัวแปรผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง และประเทศมาเลเซีย มีตัวแปรผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง และเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ จากตัวแปรเหล่านี้มีนักการศึกษาได้ศึกษาตัวแปรระดับที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น Chiu และ Xihua (2008) พบว่าปัจจัยในด้านครอบครัวส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ได้แก่ จำนวนสมาชิกของครอบครัวที่ส่งผลต่อทรัพยากรของนักเรียนหรือความเพียงพอของแหล่งทรัพยากร การมีแรงจูงใจทางการเรียน Palardy (2008) ที่สรุปผลการวิจัยของ Coleman และคณะ (1966), Lee และ Bryk (1989) Lee และ Smith (1993, 1995), Lee และคณะ (1997), Park และ Palardy (2004) ว่าความหลากหลายของคุณลักษณะของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ คุณลักษณะทางกายภาพ เช่น เชื้อชาติ ศาสนา เพศ คุณลักษณะพื้นฐานของครอบครัว เช่น เศรษฐานะ (SES) และโครงสร้างของครอบครัว และพื้นฐานการศึกษา เช่น ผลสัมฤทธิ์เดิม หรือพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน Koutsoulis และ Campbell (2001) พบว่า ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ดีที่สุดคือ ความสามารถเดิม (prior ability) ของนักเรียน และเศรษฐานะทางสังคม Willm และ Somers (2001) Tomasz และ Dhawan-Biswal (2008) พบว่า เศรษฐานะทางสังคมส่งผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนักวิจัยภายในประเทศไทย ได้แก่ นิตยา เหมือดไธสง (2543) พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลทางตรงเชิงบวกในระดับสูง คือ ภูมิหลังของนักเรียน สุบิน ยุวะรัช (2547) พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนส่งผลต่อคุณภาพของนักเรียน พิชิต ธรรมรักษ์ (2549) พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ ความรู้พื้นฐานเดิม อาชีพของผู้ปกครอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และประกฤติยา ทักษิโณ (2552) พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางบวกต่อคะแนนผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา ความเพลิดเพลินทางวิทยาศาสตร์ ระดับการใช้เวลาในการศึกษาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง การเห็นคุณค่าโดยทั่วไปในวิทยาศาสตร์ เศรษฐานะของครอบครัว แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแหล่งทรัพยากรที่บ้าน

ถ้าจำแนกประเภทของตัวแปรที่มีอิทธิพลในการวิจัยครั้งนี้ เป็นตัวแปรภายในซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถทำให้เกิดขึ้นได้มากขึ้นหรือพัฒนาได้มากขึ้น ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ และเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ ตัวแปรเหล่านี้ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายด้วยทฤษฎีสติปัญญาทางสังคมและแรงจูงใจทางการเรียนของนักเรียนของ Bandura (1989) (Bandura, 1989) ที่เชื่อว่าการเห็นคุณค่า (value) ความคาดหวัง (expectancy) และความชื่นชอบ (affect) ของนักเรียนที่จะทำให้เกิดลักษณะของความพยายามมากกว่า และมีโอกาสที่จะได้รับความสำเร็จสูงขึ้น และตัวแปรอีกประเภทหนึ่งคือตัวแปรภายนอกที่อยู่นอกเหนือการควบคุมได้ของนักเรียนได้แก่ แหล่งทรัพยากรที่บ้าน ความมั่งคั่งของครอบครัว ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง เศรษฐานะของครอบครัว และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา จัดเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์หรือสนับสนุนให้เกิดตัวแปรภายในตัวนักเรียนได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น ระดับการศึกษาของผู้ปกครองอยู่ในระดับสูง ย่อมส่งผลให้มีอาชีพที่มั่นคงครอบครัวมีความมั่งคั่ง มีเวลาดูแลและช่วยเหลือนักเรียนได้มากขึ้น มีความพร้อมทางด้านการเงินที่จะสนับสนุนการเรียน ตลอดจนการหาแหล่งทรัพยากรภายในบ้านที่สนับสนุนการเรียนรู้ได้มาก ส่งผลให้นักเรียนมีเวลาในการศึกษาด้วยตนเองและใช้เวลาในการทำการบ้านได้มากขึ้น

ตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศมี 2 ตัว คือ เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแต่ละ

ประเทศมีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์คือ ประเทศไทย มีตัวแปร เพศหญิง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประเทศสิงคโปร์มีตัวแปร เพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประเทศอินโดนีเซีย มีตัวแปร เพศหญิง การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และประเทศมาเลเซีย มีตัวแปรเพศหญิง และความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการศึกษาของ ประกฤติยา ทักษิโณ (2552) ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางลบต่อคะแนนผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ คือความเชื่อในความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความมั่งคั่งของครอบครัว และเรืองเดช ศิริกิจ (2554) พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางลบต่อคะแนนการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ คือ การใช้เวลาในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และจากแนวคิดของ Bandura (1989) ได้เสนอทฤษฎีด้านความรู้ความเข้าใจทางสังคม แบ่งเป็นกระบวนการสะท้อนตนเอง self-reflective) และการกำกับตนเอง (self-regulatory)) ซึ่งจัดเป็นความสามารถทางการศึกษาที่มีผลกับประสบการณ์ของนักเรียน นั่นคือถ้านักเรียนได้รับประสบการณ์ที่ดี ย่อมส่งให้นักเรียนเกิดความสนใจและการเห็นคุณค่าในการเรียนมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามโดยส่วนใหญ่ พบว่า นักเรียนจะแสดงความคิดเห็นต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในทางบวกที่ค่อนข้างสูง และประเมินตนเองในภาพรวมว่าตนเองมีความสามารถที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ จึงทำให้ขาดการระมัดระวัง และการเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาต่างๆ ส่วนตัวแปรความมั่งคั่งของครอบครัวและระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ที่มีอิทธิพลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ อาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะการเป็นอยู่ที่สะดวกสบายและมีผู้ปกครองการศึกษาดีไม่จำเป็นว่าจะได้เปรียบกว่านักเรียนที่มีฐานะการเป็นอยู่ที่ยากแค้นกว่า แต่ในทางตรงข้ามการมีชีวิตความเป็นอยู่ที่สะดวกสบายกลับทำให้นักเรียนใช้เวลาอยู่กับปัจจัยภายนอกที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้เวลาอ่านหนังสือ ทบทวนเนื้อหาน้อยลง

4.2 ตัวแปรระดับสถานศึกษา

ในระดับสถานศึกษามีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 28 ตัว พบว่าตัวแปรที่ส่งผลอิทธิพลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญของแต่ละประเทศ คือ ประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปร จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่ ขนาดปานกลาง และขนาดเล็ก ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย และการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ประเทศอินโดนีเซียมีตัวแปร สถานศึกษาขนาดกลาง และ สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่ ประเทศมาเลเซียมีตัวแปร ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง ซึ่งนักวิจัยและนักการศึกษาให้ข้อมูลที่สอดคล้องกันคือ Palardy (20080 ที่พบว่าปัจจัยนำเข้าของสถานศึกษา ได้แก่ แหล่งทรัพยากรของสถานศึกษา ลักษณะโครงสร้าง นโยบายและการปฏิบัติของโรงเรียนมีผลต่อคุณภาพการจัดการของสถานศึกษา และจากการศึกษาทบทวนงานวิจัยของ Heck (2008) ซึ่งศึกษาอิทธิพลของสถานศึกษา ประกอบด้วย

โครงสร้าง นโยบาย บุคคลและกระบวนการ เช่น ขนาดห้องเรียน คุณภาพและเงินเดือนของครู ข้อมูลพื้นฐาน ภูมิประเทศ ตัวแปรบริบทจึงเป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้เกิดผลสำเร็จได้ดีขึ้น Ho และ Willms (1996, อ้างถึงใน Willms และ Somers, 2001) พบว่า การมีส่วนร่วมที่ดีของผู้ปกครองมีอิทธิพลค่อนข้างสูงในระดับสถานศึกษา สำหรับตัวแปรอื่นในระดับสถานศึกษาได้แก่ จำนวนวัสดุอุปกรณ์การสอนส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อวิชาภาษา D'Agostino (2000) พบว่า ขนาดสถานศึกษา ความเป็นผู้นำทางวิชาการ การสนับสนุนของผู้ปกครอง ทำให้ครูจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สำหรับนักการศึกษาภายในประเทศ ปิยะธิดา ทองอร่าม (2545) พบว่าปัจจัยระดับสถานศึกษาที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ คือ สัดส่วนของนักเรียนต่อครู สัดส่วนของนักเรียนต่อห้องเรียน ขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงาน และความเป็นผู้นำของผู้บริหารสถานศึกษา พิชิต ธรรมารักษ์ (2549) พบว่าปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับสถานศึกษา ได้แก่ ขนาดของสถานศึกษา ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร เป็นต้น อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาไม่พบตัวแปรระดับสถานศึกษาของประเทศไทยที่มีอิทธิพลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อพิจารณาถึงประเทศสิงคโปร์นั้นตัวแปรจำนวนนักเรียนทั้งห้องเรียนขนาดใหญ่ ขนาดปานกลาง และขนาดเล็ก สถานศึกษาสามารถจัดการศึกษาให้นักเรียนมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นได้ ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย

ตัวแปรระดับสถานศึกษาที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของทุกประเทศ คือ สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส เมื่อพิจารณาแต่ละประเทศมีตัวแปรที่ส่งผลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์คือ ประเทศสิงคโปร์ มีตัวแปร สถานศึกษาขนาดกลางและขนาดเล็ก และสถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลางและด้อยโอกาส และเวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก ประเทศไทยมีตัวแปร สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลางและด้อยโอกาส และจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลางและขนาดเล็ก สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง ประเทศอินโดนีเซียและประเทศมาเลเซียมีตัวแปร สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส ซึ่งสอดคล้องกับ Willms (1996, อ้างถึงใน Willms และ Somers, 2001) พบว่า จำนวนนักเรียนต่อห้องมีผลทางลบต่อการจัดการศึกษา D'Agostino (2000) พบว่า ระดับความยากจนของสถานศึกษา ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง นั่นคือในการจัดการศึกษาต้องเปิดโอกาสให้ทุกคนได้รับการศึกษาอย่างเท่าเทียม ดังนั้นสถานศึกษาจึงไม่อาจเลือกรับเฉพาะนักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีเศรษฐานะร่ำรวยได้เท่านั้น จึงทำให้สถานศึกษาที่มีนักเรียนเศรษฐานะระดับปานกลางและด้อยโอกาสจำนวนมากจึงไม่สามารถผลักดันให้นักเรียนมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้ อีกทั้งสถานศึกษาที่มีจำนวนนักเรียนในห้องเรียนขนาดปานกลางและขนาดเล็กจะเป็นสถานศึกษาที่มีขนาด

เล็กถึงปานกลาง ตั้งอยู่ในเมืองเล็กซึ่งทำให้ความพร้อมในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีน้อยลง ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์น้อยลงด้วย

หากพิจารณาถึงประเทศสิงคโปร์ซึ่งเป็นประเทศที่มีผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์สูงเป็นอันดับ 1 ของประเทศที่เข้าร่วมการทดสอบ TIMSS 2011 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ตัวแปรคุณลักษณะระดับนักเรียนที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แตกต่างจากของประเทศไทยซึ่งเป็นปัจจัยสนับสนุนความสามารถของนักเรียน คือ ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง ซึ่งมีผลให้ครอบครัวมีความพร้อมในการจัดหาทรัพยากรและส่งเสริมการเรียนรู้และความสามารถในการศึกษาของนักเรียนได้ดี และความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษา โดยสถานศึกษาทั้งหมดของประเทศสิงคโปร์ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ มีการคมนาคมสะดวก สถานศึกษามีการจัดระบบรักษาความปลอดภัยเป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับสวัสดิภาพของตนเองสามารถทุ่มเทและตั้งใจในการศึกษาได้ ตัวแปรคุณลักษณะระดับสถานศึกษาที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่ ขนาดปานกลาง และขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นห้องเรียนขนาดใด ครูสามารถดูแลนักเรียนได้ทั่วถึง และสถานศึกษามีความพร้อมในการจัดอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อจัดกิจกรรมตามหลักสูตร ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจะมีอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อดำเนินกิจกรรมตามบทเรียน และเพื่อให้นักเรียนค้นคว้าทดลองโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยครูสามารถนำอุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์มาสอนในห้องเรียนได้ สำหรับระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการจะคัดเลือกครูโดยจะดูจากประสบการณ์ การสัมภาษณ์และใบสมัคร ครูจะได้รับคัดเลือกมาจากแต่ละมหาวิทยาลัย หรือ คัดเลือกจากการสอบ A-level และสำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนโพลีเทคนิค การแข่งขันเพื่อรับการคัดเลือกจะดูที่จิตสำนึกในอาชีพที่เป็นมืออาชีพสามารถนำประสบการณ์ในโลกของความเป็นจริงมาประยุกต์ให้เข้ากับการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาจะต้องสำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยในวิชาที่ตนทำการสอนและศึกษาต่อหลังสำเร็จการศึกษาในมหาวิทยาลัยโดยการฝึกสอนอีก 1 ปี ซึ่งเป็นการเรียนในหลักสูตรประกาศนียบัตรศึกษาศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมที่จะสอนในชั้นเรียน รวมทั้งกระทรวงศึกษาธิการยังเน้นไปที่การพัฒนาและการรับรองครู เพื่อให้ครูเป็นผู้ที่มีทักษะและความรู้ และเป็นผู้ที่สร้างอนาคต ครูทุกคนต้องเข้ารับการอบรมเพื่อการเป็นมืออาชีพ 100 ชั่วโมงต่อปี กระทรวงศึกษาธิการยังมีหลักสูตรการฝึกอบรมการพัฒนาครูเพื่อเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางเพื่อให้ครูมีองค์ความรู้ที่ทันสมัย รวมไปถึงนวัตกรรมด้านการศึกษาใหม่ ๆ และการประเมินการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์แบบใหม่ ๆ ด้วย จากการเตรียมความพร้อมและการพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องจึงทำให้สถานศึกษาสามารถหาครูผู้สอนทดแทนได้ง่าย (International Association for the Evaluation of Education Achievement (IEA), 2012; ชามาภัทร สิทธิอำนวย, 2556)

5. คุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน

ผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ภาพรวมสถานศึกษาทั้ง 670 แห่ง จากการแบ่งกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามระดับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ของคะแนนมูลค่าเพิ่ม ได้แก่ กลุ่มต่ำ มีสถานศึกษาจำนวน 167 แห่ง (ร้อยละ 24.93) กลุ่มปานกลาง มีสถานศึกษาจำนวน 336 แห่ง (ร้อยละ 50.15) และกลุ่มสูง มีสถานศึกษาจำนวน 167 แห่ง (ร้อยละ 24.93) สถานศึกษาที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนได้มีจำนวน 335 แห่ง (ร้อยละ 50.00) ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศประชาคมอาเซียนในแต่ละคุณลักษณะของสถานศึกษาในทุกคุณลักษณะผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง และสถานศึกษาในแต่ละคุณลักษณะที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนมีอยู่ร้อยละ 45.03 ถึง 54.76

การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาจากโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา ซึ่งประยุกต์ใช้การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม โดยพิจารณาจากคะแนนมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นค่าส่วนเหลือจากการวิเคราะห์พหุระดับในระดับสถานศึกษา ค่าเฉลี่ยของคะแนนมูลค่าเพิ่มมีค่าเป็นศูนย์ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการวิเคราะห์พหุระดับในระดับสถานศึกษา เมื่อพิจารณาในภาพรวมของสถานศึกษาทั้งหมดซึ่งจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาตามตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ สถานศึกษาส่วนใหญ่จึงอยู่ในกลุ่มคุณภาพระดับปานกลาง และมีสถานศึกษาที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียนเพียงร้อยละ 50.00 จากสถานศึกษาทั้งหมด ทั้งนี้ในการจัดกลุ่มคุณภาพและการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาจึงเหมาะที่จะใช้ในกรณีที่ทราบรายชื่อของสถานศึกษา เพื่อจัดทำเป็นข้อมูลเสนอแนะในการพัฒนาการจัดการศึกษาของสถานศึกษาแต่ละแห่ง ว่าสถานศึกษามีระดับคุณภาพอยู่ในตำแหน่งที่เท่าไร และจัดเป็นสถานศึกษาที่อยู่ในกลุ่มคุณภาพระดับใด ทั้งนี้คะแนนมูลค่าเพิ่มไม่ใช่ไม้วิเศษ (magic ward) (Thomas, 2001) ที่จะใช้ตรวจสอบความสามารถของสถานศึกษาได้ครอบคลุมทุกด้าน เพื่อป้องกันความลำเอียงจากการวัดเพียงหนึ่งตัวบ่งชี้ (mono – indicator bias) การใช้หลายๆ ตัวบ่งชี้ยังมีความสำคัญและจำเป็น (Maeyer, 2010) คะแนนมูลค่าเพิ่มนั้นเหมาะที่จะตรวจสอบความสามารถของสถานศึกษา โดยปราศจากตัวแปรแทรกซ้อน (confounding variables) หรือตัวแปรที่ไม่ใช่การดำเนินงานของสถานศึกษามาเกี่ยวข้อง เพราะโมเดลมูลค่าเพิ่มได้แยกปัจจัยเหล่านั้นออกจากตัวแปรการดำเนินงานของสถานศึกษาหรือการปฏิบัติงานของสถานศึกษาด้วย (เพ็ญภัคร พื้นผา, 2554)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลการศึกษา เช่น สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ฝ่ายวัดและประเมินผลการศึกษาระดับเขตพื้นที่การศึกษา สามารถนำวิธีการการประมาณค่าความสามารถในภาพรวมและรายสาขามาปรับใช้ในการรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากข้อค้นพบของผลการวิจัยเป็นผลการประมาณค่าความสามารถในภาพรวมและรายสาขา โดยใช้คะแนนรวมและคะแนนย่อยในการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบซึ่งเป็นวิธีที่ให้ผลการประมาณค่าความสามารถที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าความสามารถทั้งภาพรวมและรายสาขาจากแบบสอบที่มีการวัดหลายสาขาได้

1.2 หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา เช่น สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ควรใช้รูปแบบการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาที่ประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มและการประมาณค่าความสามารถนักเรียนในภาพรวมและรายสาขา โดยควรนำโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาที่ใช้การประมาณค่าความสามารถนักเรียนในภาพรวมและรายสาขาและประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มไปใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีหลักการปรับความไม่เท่าเทียมกันของปัจจัยต่างๆ ในแต่ละสถานศึกษา ให้อยู่บนพื้นฐานที่เปรียบเทียบกันได้ ทั้งนี้เพื่อนำผลที่บ่งบอกถึงมูลค่าเพิ่มที่สถานศึกษาสามารถทำให้เกิดขึ้นจากปัจจัยที่มีอยู่

ทั้งนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินการร่วมกับ IEA ในการจัดการทดสอบ TIMSS ควรนำโมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาที่มีการประมาณค่าความสามารถนักเรียนในภาพรวมและรายสาขา และประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังของประเทศไทย และการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับนานาชาติ เพื่อศึกษาปัจจัยหรือสาเหตุของคุณภาพการจัดการศึกษา ให้ได้ข้อมูลสารสนเทศนำมาพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาได้มากยิ่งขึ้น

1.3 หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสามารถนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการดำเนินการของสถานศึกษา ตลอดจนการปรับปรุงการดำเนินงานของสถานศึกษาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยใช้สารสนเทศของประเทศในประชาคมอาเซียนเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการศึกษาของประเทศ ซึ่งการประมาณค่าความสามารถของนักเรียนในประเทศสิงคโปร์ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย จึงควรใช้เป็น

แนวทางในการกำหนดแนวทางการจัดการศึกษาโดยแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีแนวทางการดำเนินการ ดังนี้

1.3.1 หน่วยงานในระดับนโยบาย ได้แก่ กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ควรนำสารสนเทศที่ได้ใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศ ซึ่งในประเทศสิงคโปร์มีคุณลักษณะของสถานศึกษาที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียน ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย รวมทั้งการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ในขณะที่สถานศึกษาของไทยส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทน และมีห้องเรียนขนาดเล็กมาก ซึ่งควรมีการกำหนดแนวนโยบายในการพัฒนาด้านดังกล่าว

1.3.2 หน่วยงานในระดับปฏิบัติ ได้แก่ สถานศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรนำสารสนเทศที่ได้ใช้เป็นข้อมูลในการวางแนวทางการพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา ซึ่งในประเทศสิงคโปร์มีคุณลักษณะของสถานศึกษาที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียน และระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย และการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง อีกทั้งทั้งประเทศสิงคโปร์และไทยสถานศึกษาที่มีนักเรียนมีความสามารถสูงเป็นสถานศึกษาที่มีความเข้มข้นทางวิชาการสูงมาก มีความพร้อมของทรัพยากรสอนวิทยาศาสตร์สูง และระดับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ซึ่งในประเทศไทยยังสถานศึกษาที่อยู่ในกลุ่มนี้ สถานศึกษาส่วนใหญ่ควรมีการวางแผนพัฒนาคุณลักษณะดังกล่าวให้มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้น

1.3.3 ครอบครัว เป็นหน่วยที่มีความสำคัญในการพัฒนานักเรียนเช่นกัน ซึ่งในประเทศสิงคโปร์มีคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับครอบครัวของนักเรียนที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ คือ แหล่งทรัพยากรที่บ้าน แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งคุณลักษณะของนักเรียนไทยที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญมีเช่นเดียวกับนักเรียนในประเทศสิงคโปร์ ยกเว้น การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งครอบครัวมีส่วนร่วมในการพัฒนานักเรียนได้

อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานระดับนโยบาย ระดับปฏิบัติ หรือครอบครัว ต่างต้องอาศัยความร่วมมือกัน ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยหรือคุณลักษณะที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการจัดการศึกษา ไม่ได้แสดงอิทธิพลได้เพียงคุณลักษณะเดียว แต่เป็นคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงควรวางแผนและทำให้เกิดความร่วมมือกันอย่างเป็นระบบ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การประมาณค่าคะแนนรวมและคะแนนย่อยความสามารถ จากการศึกษาในครั้งนี้ที่ประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และรายสาขาด้วยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักและวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ทั้งสองวิธียังต้องใช้วิธีเขียนรหัสคำสั่ง (code) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักใช้การเขียนรหัสคำสั่งจากโปรแกรม SPSS และวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบใช้การเขียนรหัสคำสั่งจากโปรแกรม OxEdit ซึ่งยังไม่สะดวกในการนำไปใช้งาน จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมสำหรับการประมาณค่าคะแนนย่อยความสามารถให้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง ในการวิเคราะห์ผลเพิ่มมากขึ้น

2.2 การประมาณค่าคะแนนย่อยมีหลายวิธี ได้แก่ ดัชนีผลสัมฤทธิ์เป้าหมาย (objective performance index : OPI) คะแนนย่อยอ็อกเมนต์เต็ด (augmented subscore) วิธีคะแนนย่อยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted average of subscore: WAS) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (IRT) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (multidimensional item response theory: MIRT) วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (higher order item response model scoring; HO-IRT) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะแบบสอบแบบเลือกตอบ (ให้คะแนน 2 ค่า) จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการประมาณค่าความสามารถรายสาขาจากแบบสอบที่ให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (polytomous)

2.3 ประเทศไทยเป็นสมาชิกในการเข้าร่วมการทดสอบระดับนานาชาติของ TIMSS ในการประเมินนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2558 (ค.ศ.1995 ถึง 2015) ซึ่งเว้นระยะทุก 4 ปี และในการประเมินนอกจากจะทดสอบในด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แล้ว ยังเก็บรวบรวมข้อมูลระดับนักเรียน ระดับครู และระดับสถานศึกษา จากการรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่อง สามารถนำไปศึกษา วิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อให้สารสนเทศเพิ่มเติมต่อการพัฒนาการจัดการศึกษา โดยทำการวิจัยเปรียบเทียบผลในระยะยาว หรือเปรียบเทียบผลในระยะเวลาเดียวกัน หรือเปรียบเทียบผลกับประเทศต่างๆ ทั้งนี้อาจจะศึกษาในรูปแบบของรายวิชาเดียวกัน แต่ต่างปีกัน หรือปีเดียวกันแต่ใช้ข้อมูลต่างวิชากัน

2.4 การประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มจากการวิเคราะห์เชิงเส้นระดับลดหลั่น (HLM) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาที่มีการควบคุมคุณลักษณะของตัวแปรในระดับนักเรียนและสถานศึกษา ทำให้เป็นการประเมินปัจจัยนำเข้าที่เกิดเนื่องจากการปฏิบัติงานของสถานศึกษาด้วย ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพียงสองระดับ คือระดับนักเรียน และระดับสถานศึกษาเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในระดับครูซึ่งเป็นผู้มีส่วนสำคัญในการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้ของนักเรียน หรือระดับนโยบายของประเทศที่ส่งผลต่อการบริหารจัดการของสถานศึกษาให้มีคุณภาพด้วย

2.5 ประเทศสิงคโปร์เป็นสมาชิกประชาคมอาเซียนที่ประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาระดับโลก จึงควรที่จะมีการศึกษาถึงแนวทางการพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศสิงคโปร์เป็นแนวทางพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของไทย ซึ่งจากการวิเคราะห์โมเดลประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาโดยการประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่ม หากพิจารณาถึงตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ในประเทศไทยยังไม่ส่งผลนั้น ในระดับนักเรียนคือ การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ และในระดับสถานศึกษา คือ จำนวนนักเรียนในห้องเรียน การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง และระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย จึงควรที่จะมีการศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่นที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ในการวิเคราะห์โมเดลมูลค่าเพิ่มที่มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยการใช้ตัวแปรที่สำคัญและมีจำนวนน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Bandura, A. (1989). Human agency in social cognitive theory. *American Psychologist, 44*(9), 1175-1184.

Bussiere, P., & Gluszynski, T. (2004). The Impact of Computer Use on Reading Achievement of 15-year-olds. Quebec: Human Resources and Skills Development Canada Publications Centre. Retrieved 5 January, 2014, from https://vpn.chula.ac.th/+CSCO+0h756767633A2F2F63686F7976706E677662616 62E74702E706E++/Collection/HS28-2-2004E.pdf

Chiu, M. M., & Xihua, Z. (2008). Family and motivation effect on mathematics achievement: Analyses of student in 41 countries. *Learning and Instruction, 18*, 321-336.

D'Agostino, J. V. (2000). Instructional and School Effects on Students' Longitudinal Reading and Mathematics Achievements. *School Effectiveness and School Improvement, 11*(2), 197-235. doi: 10.1076/0924-3453(200006)11:2;1-q;ft197

de la Torre, J., & Patz, R. J. (2005). Making the most of what we have: A practical application of MCMC in test scoring. *Journal of Educational and Behavioral Statistics, 30*, 295-311.

de la Torre, J., & Song, H. (2009). Simultaneous estimation of overall and domain abilities: A higher-order IRT model approach. *Applied Psychological Measurement, 33*(8), 620-639.

de la Torre, J., Song, H., & Hong, Y. (2011). A comparison of four methods of IRT subxcoring. *Applied Psychological Measurement, 35*, 296-316.

Doornik, J. A. (2007). *Object-Oriented Matrix Programming Using Ox*. London: Timberlake Consultants Press and Oxford: www.doornik.com.

Downes, D., & Vindurampulle, O. (2007). *Value-added Measures for School Improvement*. Victoria: Department of Education and Early Childhood Development.

Drury, D., & Doran, H. (2003). The value of value-added analysis. *Policy Research Brief,, 3*(1), 1-4.

Embretson, S. E., & Hershberger, S. L. (1999). *The New Rules of Measurement What Every Psychologist and Educator Should Know*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates , Inc.

Fitz-Gibbon, C. T. (1996). *Monitoring education: indicators, quality and effectiveness*. Great Britain: Redwood Books , Trowbridge, Wiltshire.

Fu, J., & Qu, Y. (2010). *A comparison of subscore reporting approaches on simulated data.* Paper presented at the National Council on Measurement in Education, Denver.

Gluszynski, T., & Dhawan-Biswal, U. (2008). *Reading skills of young imigrants in Canada: The effects of duration of residency, home language exposure and schools*. Quebec: Learning Policy Directorate, Human Resources and Social Development Canada Publications Centre.

Goodman, D. P., & Hambleton, R. K. (2004). Student test score reports and interpretive guides: Review of current practices and suggestion for future research. *Applied Measurement in Education, 17*, 145-220.

Haberman, S. J. (2008). When can subscores have value? *Journal of Educational and Behavioral Statistics, 33*(2), 204-229.

Haberman, S. J., & Sinharay, S. (2010). Reporting of subscores using multidimensional item response theory. *Psychometrika, 75*(2), 209-227.

Heck, R. H. (2000). Examining the impact of school quality on school outcomes and improvement: A value-added approach. *Educational Administration Quarterly, 36*(4), 513-552.

Hofman, R. H., Hofman, W. H. A., & Guldemond, H. (1999). Social and Cognitive Outcomes: A Comparison of Contexts of Learning. *School Effectiveness and School Improvement, 10*(3), 352-366. doi: 10.1076/sesi.10.3.352.3499

Hoxby, C. (2003). The economics of school choice, National Bureau of Economics. Research Conference Report. University of Chicago Press.

International Association for the Evaluation of Education Achievement (IEA). (2012). *TIMSS 2011 International results in science*. Chestnut Hill: TIMSS & PIRLS International Studey Center, Lynch School of Education, Boston College.

International Association for the Evaluation of Education Achievement (IEA). (2012). *TIMSS 2011 assessment framworks*. Chestnut Hill: TIMSS & PIRLS International Studey Center, Lynch School of Education, Boston College.

Koutsoulis, M. K., & Campbell, J. R. (2001). Family Processes Affect Students' Motivation, and Science and Math Achievement in Cypriot High Schools. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 8*(1), 108-127. doi: 10.1207/s15328007sem0801_6

Ladd, H. F., & Walsh, R. P. (2002). Implementing value-added measurement of school effectiveness: Getting the incentives right. *Economics of Education Review, 21*, 1-17.

Lissitz, R. W. (2006). *Longitudinal and value added models of student performance*. Minesota: JAM press.

Longabach, T. (2015). *A Comparison of Subscore Reporting Methods for A State Assessment of English Language Proficiency.* (Doctor of Philosophy), University of Kansas.

McKewen, N. (1995). Accountability in education in Canada. *Canadian Journal of Education, 20*(1).

Monaghan, W. (2006). *The facts about subscores. (ETS. R&D Connection)*. Princeton, NJ: ETS.

OECD. (2006). *Demand sensitive schooling: Evidence and issue*. Paris: OECD.

OECD. (2008). *Measuring improvements in learning outcomes: Best practices to assess the value-added of schools*. Paris: OECD.

Opdenakker, M.-C., & Van Damme, J. (2000). Effects of Schools, Teaching Staff and Classes on Achievement and Well-Being in Secondary Education: Similarities and Differences Between School Outcomes. *School Effectiveness and School Improvement, 11*(2), 165-196. doi: 10.1076/0924-3453(200006)11:2;1-q;ft165

Sanders, W. L., Saxton, A., & Horn, S. (1997). *The Tennessee value-added assessment system: A quantitative outcomes-based approach to educational assessment. In J. Millman (ED.), Grading teachers, grading schools: Is student achievement a valid evaluation measure?* Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Schulz, W. (2005). *Measuring the socio-economic background of students and its effect on achievement in PISA 2000 and PISA 2003*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association in San Francisco.

Sinharay, S. (2010). How Often Do Subscores Have Added Value? Results from Operational and Simulated Data. *Journal of Educational Measurement, 47*(2), 150–174.

Sinharay, S., Puhan, G., & Haberman, S. J. (2011). An NCME instructional module on subscores. *Educational Measurement: Issues and Practice, 30*(3), 29–40.

Skorupski, W. P., & Carvaja, J. (2010). A comparison of approaches for improving the reliability of objective level scores. *Educational and Psychological Measurement, 70*((3), 357–375.

Stone, C. A.,, Zhu, X. F., & Lane, S. (2010). Providing Subscale Scores for Diagnostic Information: A Case Study When the Test is Essentially Unidimensional. *Applied Measurement in Education, 23*, 63–86.

Tekwe, C. D., Carter, R. L., Ma, C., Algina, J., Lucas, M. E., Roth, J., . . . Resrick, M. B. (2004). An empirical comparison of statistical models for value-added assessment of school performance. *Journal of Educational and Behavioral Statistics, 29*(1), 11-35.

Thomas, S. (2001). Dimensions of secondary school effectiveness comparative analyses across region *School Effectiveness and School Improvement, 12*(3).

Wainer, H., & others. (2001). *Augmented scores—''Borrowing strength'' to compute score based on small numbers of items* D. Thissen & H. Wainer (Eds.), *Test scoring* (pp. 343-388).

Wainer, H., Sheehan, K., & Wang, X. (2000). Some paths toward making praxis scores more useful. *Journal of Educational Measurement*(37), 113-140.

Willms, J. D. (2004). *Reading Achievement in Canada and the United States: Findings from the OECD Programme for International Student Assessment*. Quebec: Human Resources Skills and Development Canada Publications Centre.

Willms, J. D., & Somer, M.-A. (2001). Family, Classroom, and School Effects on Childrens Educational Outcomes in Latin America. *School Effectiveness and School Improvement, 12*(4), 409-445. doi: 10.1076/sesi.12.4.409.3445

World economic forum. (2013). *The global competitiveness report 2013 – 2014: full data edition*. Switzerland: SRO-Kundig.

Yen, W. M. (1987). *A Bayesian/ IRT index of objective performance*. Paper presented at the annual meeting of the Psychometric Society.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ปัจจัยที่ทำให้ระบบโรงเรียนประสบความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท).

โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาศาสตร์นานาชาติ: *PISA* และ *TIMSS*. . กรุงเทพฯ: สถาบนัส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

ชามาภัทร สิทธิอำนวย. (2556). การจัดการการศึกษาในประชาคมอาเซียน และคู่เจรจา : สิงคโปร์ บรูไน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย เวียดนาม พม่า และลาว : จีน อินเดีย ญี่ปุ่น และนิวซีแลนด์ ห้องประชุม 6-1 อาคารเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กรุงเทพมหานคร

นิตยา เหมือดไธสง (2543). การส่งอิทธิพลผ่านตัวกลางเชิงสาเหตุของปัจจัยด้านนักเรียน ด้านครู และด้านโรงเรียนไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ : การวิเคราะห์อภิมานงานวิจัย. (ครุศาสตรรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

ประกฤติยา ทักษิโณ. (2552). การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน : การประยุกต์ใช้การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบและโมเดลมูลค่าเพิ่ม. (ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

ปิยะธิดา ทองอร่าม. (2545). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของสถานศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา : การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

พิชิต ธรรมรักษ์. (2549). ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนศิลป์ภาษาในกรุงเทพมหานคร. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

เพ็ญภัคร พื้นผา. (2554). การพัฒนาโมเดลมูลค่าเพิ่มพหุระดับเพื่อการวัดประสิทธิผลของโรงเรียน. (ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

ไพศาล วิศาลาภรณ์ และคณะ. (2552). การศึกษา: การสร้างประชาคมอาเซียน *2558*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

รัชนก บุญปู (2547). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในโรงเรียนนำร่องหลักสูตรสถานศึกษา (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

เรืองเดช ศิริกิจ. (2554). การวิเคราะห์เปรียบเทียบโมเดลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์: การประยุกต์ใช้โมเดลมูลค่าเพิ่มที่มีการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบและการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของตัวลวง. (ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550a). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (*Modern test theory)* กรุงเทพฯ:: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550b). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (*Classical Test Theory)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2554). การวิคราะห์พหุระดับ (*Multi-level analysis)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์. (2547). ปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3.* (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2555). คุณภาพศิษย์ เป้าหมายการประเมิน. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา.

สำนักงานสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2555). การศึกษาแนวทางการพัฒนาประชากรของประเทศไทย เพื่อเป็นศูนย์กลางการพัฒนาประชากรทางด้านสังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสารสนเทศของประชาคมอาเซียน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุชีรา มะหิเมือง. (2547). ปัจจัยที่ส่งผลผลสัมฤทธิ์และพัฒนาการทางวิชาการ: การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม. (ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

สุบิน ยุระรัช. (2547). การสร้างโมเดลสามระดับของข้อมูลตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาในกรุงเทพมหานครโดยใช้โปรแกรมเอ็มแอลวิน (ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
ขั้นตอนการวิเคราะห์การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

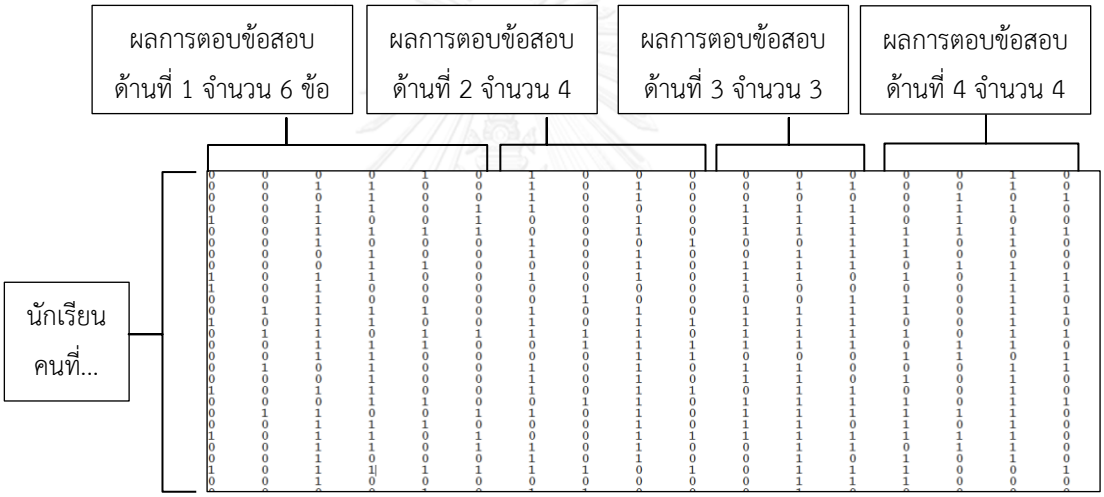
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการวิเคราะห์การประมาณค่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ด้วย
วิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Higher Order Item Response Theory: HO-IRT)

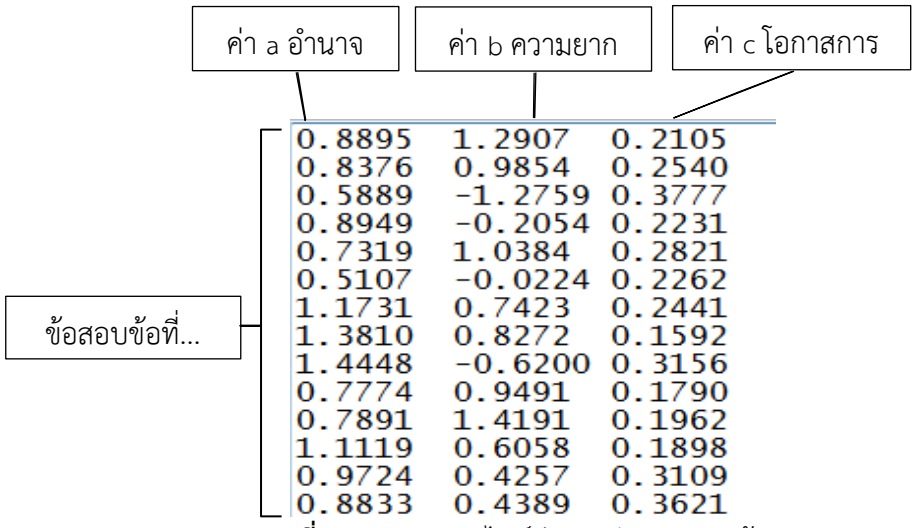
คำสั่งการวิเคราะห์ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาด้วยวิธีลำดับที่สูงของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Higher Order Item Response Theory: HO-IRT) ด้วยโปรแกรม Ox Edit 7.00 ซึ่งพัฒนาคำสั่งโดย Professor Dr. Jimmy de la Torre การประยุกต์ใช้คำสั่งดำเนินการดังนี้

1. ดาวน์โหลดโปรแกรม OxEdit 7.00 จากเว็บไซต์ https://www.doornik.com/ox/

2. จัดเตรียมไฟล์ข้อมูล 2 ไฟล์ ได้แก่ ไฟล์ผลการตอบข้อสอบรายข้อของนักเรียนแต่ละคน และไฟล์คุณลักษณะของข้อสอบ (ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และโอกาสในการเดา) ในชุดของแบบสอบที่ต้องการวิเคราะห์



ภาพที่ 22 การจำลองไฟล์ผลการตอบข้อสอบ



ภาพที่ 23 การจำลองไฟล์ค่าคุณลักษณะของข้อสอบ

3. ปรับแก้คำสั่งให้ตรงกับข้อมูลตามไฟล์ผลการตอบข้อสอบและคุณลักษณะของข้อสอบ

```
#include <oxstd.h>
#include <oxprob.h>
#include <oxfloat.h>

//N is the number of examinees, j is the number of
//items in each subtest, and dim is the number of subtest
decl N=441;
decl Nn;
decl dim=4;
decl j1=6,j2=4,j3=3,j4=4;
decl J=17;
decl X,itempar;
static decl it=10000,burn=2000;
decl counter, printer,tr;

//Omega and theta are the overall and subtest abilities
decl omega,theta;

//Lambda is the regression coefficient between the overall and subtest abilities
decl lambda;

//Item parameters
decl alpha=<>,beta=<>,gamma=<>;

//Current values of parameters
decl omega0,lambda0,theta0;
decl somega,slambda,stheta;
decl ssomega,sslambda,sstheta;
decl design;
decl candl_sd,candt_sd;


//Function for computing the 3PL probabilities;
```

จำนวนนักเรียน

จำนวนสาขา/ ด้าน

จำนวนข้อสอบแต่ละสาขา/ ด้าน

จำนวนข้อสอบทั้งหมด

Chulalongkorn University

```
//t is an NxJ matrix, and a, b, and c are Jx1 vectors
icc3pl(const t,a,b,c)
{decl one=ones(N,1), gam, like;
 gam=one*c';
like=gam+(1-gam)./(1+exp(-1.7*(one*a'.*t-one*(a.*b)')));
return like;
}

initiate(){
counter=0;
printer=0;
omega0=quann(meanr(X)*.9+.05);
lambda0=ones(dim,1).*(.5+ranu(dim,1)*.1);
theta0=<>;
omega0=rann(N,dim);
candt_sd=.2;
candl_sd=.05;
somega=slambda=stheta=0;
ssomega=sslambda=sstheta=0;

design=zeros(dim,J);
decl jj=0|j1|j2|j3|j4;

for(decl i=0;i<dim;i++)
{
decl J1=sumc(jj[:i]);
decl J2=sumc(jj[:i+1]);
design[i][J1:J2-1]=ones(1,jj[i+1]);
theta0=theta0~meanr(X[][J1:J2-1]);
}
theta0=quann(theta0*.9+.05);
}//end initiate
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
//updating omega (higher-order theta), lambda and theta
drawomega(){
decl tmp0=lambda0./(1-lambda0.^2);
decl tmp1=1/(1+sumc(lambda0.*tmp0));
omega0=rann(N,1)*sqrt(tmp1)+(theta0*tmp0)*tmp1;
} // end of omega update
drawlambda(){
decl lambda1,irt0,irt1,acc,accind;
lambda1=rann(1,1)*candl_sd+lambda0;
decl tmp;
tmp=-.5*((theta0-omega0*lambda0').^2)./(1-ones(N,1)*(lambda0.^2)');
irt0=sumc(tmp)-.5*N*log(1-(lambda0.^2)')+log(densbeta((lambda0'+1)/2,1,1));

tmp=-.5*((theta0-omega0*lambda1').^2)./(1-ones(N,1)*(lambda1.^2)');
irt1=sumc(tmp)-.5*N*log(1-(lambda1.^2)')+log(densbeta((lambda1'+1)/2,1,1));

acc=irt1-irt0;
accind=vecindex(ranu(1,dim).<exp(acc));
lambda0[accind][]=lambda1[accind][];
}//end of lambda update

drawtheta(){
decl theta1,t_m,tmp,dev,irt0,irt1,acc,accind;
theta1=rann(N,dim)*candt_sd+theta0;
t_m=theta0*design;
tmp=icc3pl(t_m,alpha,beta,gamma);
irt0=sumr(X.*log(tmp)+(1-X).*log(1-tmp))+
     sumr(log(densn((theta0-omega0*lambda0')./sqrt(1-ones(N,1)*(lambda0.^2)'))));

t_m=theta1*design;
```

```
tmp=icc3pl(t_m,alpha,beta,gamma);
irt1=sumr(X.*log(tmp)+(1-X).*log(1-tmp))+
     sumr(log(densn((theta1-omega0*lambda0')./sqrt(1-ones(N,1)*(lambda0.^2)'))));

acc=irt1-irt0;
accind=vecindex(ranu(N,1).<exp(acc));
theta0[accind][]=theta1[accind][];
}//end of theta update

main(){

decl et=timer();
format(10000);

decl dat,par,file;

dat=sprint("ctb.dat");
file=fopen(dat);
fscan(file,"%#M",N,J,&X);
fclose(file);

par=sprint("ctb.par");
file=fopen(par);
fscan(file,"%#M",J,3,&itempar);
fclose(file);
alpha=itempar[][0];
beta=itempar[][1];
gamma=itempar[][2];
initiate();

for(decl i=0;i<it;i++){
```

ชื่อไฟล์ผลการตอบรายข้อของนักเรียน

ชื่อไฟล์คุณลักษณะข้อสอบ

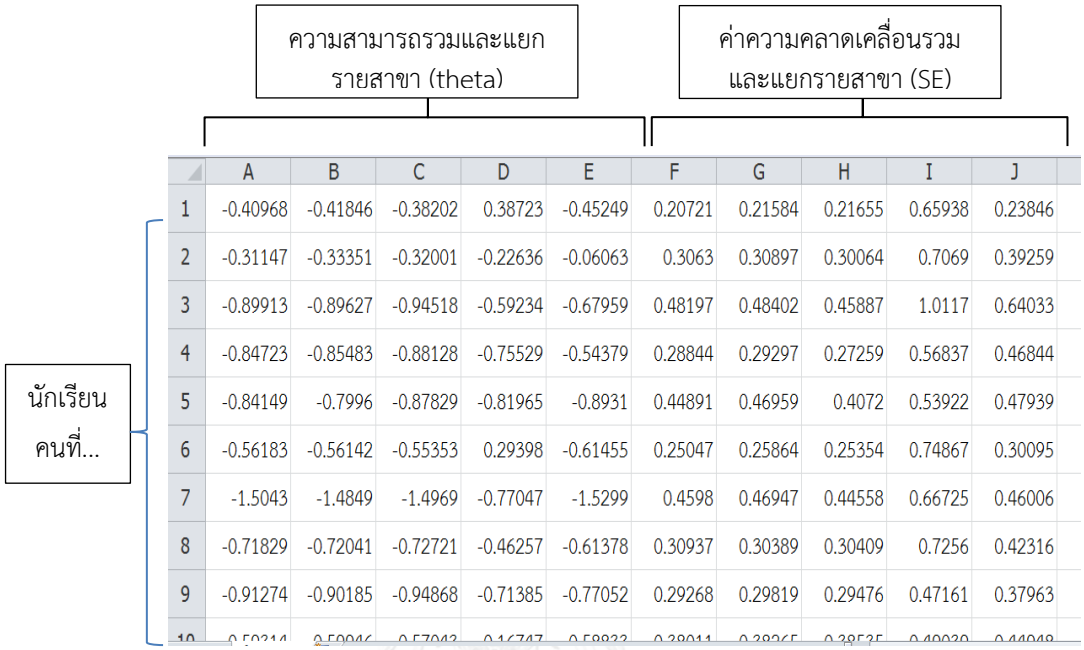
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
drawomega();
drawlambda();
drawtheta();

if(i>=burn){
somega=somega+omega0;
slambda=slambda+lambda0;
stheta=stheta+theta0;
ssomega=ssomega+omega0.^2;
sslambda=sslambda+lambda0.^2;
sstheta=sstheta+theta0.^2;}
}

ssomega=(ssomega-(somega.^2)./(it-burn))./(it-burn-1);
sstheta=(sstheta-(stheta.^2)./(it-burn))./(it-burn-1);
sslambda=(sslambda-(slambda.^2)./(it-burn))./(it-burn-1);
stheta=stheta./(it-burn);
somega=somega./(it-burn);
slambda=slambda./(it-burn);

print("\n","Lambda Estimates:","\n",slambda');

decl out=sprint("theta_HO.out");
file=fopen(out,"w");
fprint(file,"%#M",somega~stheta~ssomega~sstheta);
fclose(file);
}
```

ชื่อไฟล์ผลลัพธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงเป็นไฟล์นามสกุล ..out สามารถเปิดได้ในโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้จะประกอบด้วยค่าประมาณความสามารถ (theta) และค่าความคลาดเคลื่อน (standard error: SE) ของความสามารถแต่ละด้านและความสามารถรวม



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	-0.40968	-0.41846	-0.38202	0.38723	-0.45249	0.20721	0.21584	0.21655	0.65938	0.23846
2	-0.31147	-0.33351	-0.32001	-0.22636	-0.06063	0.3063	0.30897	0.30064	0.7069	0.39259
3	-0.89913	-0.89627	-0.94518	-0.59234	-0.67959	0.48197	0.48402	0.45887	1.0117	0.64033
4	-0.84723	-0.85483	-0.88128	-0.75529	-0.54379	0.28844	0.29297	0.27259	0.56837	0.46844
5	-0.84149	-0.7996	-0.87829	-0.81965	-0.8931	0.44891	0.46959	0.4072	0.53922	0.47939
6	-0.56183	-0.56142	-0.55353	0.29398	-0.61455	0.25047	0.25864	0.25354	0.74867	0.30095
7	-1.5043	-1.4849	-1.4969	-0.77047	-1.5299	0.4598	0.46947	0.44558	0.66725	0.46006
8	-0.71829	-0.72041	-0.72721	-0.46257	-0.61378	0.30937	0.30389	0.30409	0.7256	0.42316
9	-0.91274	-0.90185	-0.94868	-0.71385	-0.77052	0.29268	0.29819	0.29476	0.47161	0.37963
10	-0.59314	-0.59046	-0.57043	-0.16747	-0.58833	0.38911	0.38265	0.38535	0.40939	0.44948

ภาพที่ 24 แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ HO-IRT

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1-4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ตามโมเดล 1

ตารางที่ 68 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1 ของประเทศอินโดนีเซีย

Fixed Effect	**Coefficient**	**Standard error**	***t*-ratio**	**Approx.*d.f.***	***p*-value**
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.051	0.028	-1.829	152	0.069
Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	χ^2	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.329	0.108	152	1727.883	<0.001
level-1, r	0.649	0.422			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1,β_0		0.893			

ตารางที่ 69 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1 ของประเทศมาเลเซีย

Fixed Effect	**Coefficient**	**Standard error**	***t*-ratio**	**Approx.*d.f.***	***p*-value**
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.036	0.042	-0.862	179	0.390
Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	χ^2	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.547	0.299	179	4585.418	<0.001
level-1, r	0.608	0.369			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1,β_0		0.960			

ตารางที่ 70 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1 ของประเทศสิงคโปร์

Fixed Effect	**Coefficient**	**Standard error**	***t*-ratio**	**Approx.*d.f.***	***p*-value**
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.005	0.040	-0.120	164	0.905
Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	χ^2	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.501	0.251	164	3163.158	<0.001
level-1, r	0.702	0.493			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1,β_0		0.948			

ตารางที่ 71 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 1 ของประเทศไทย

Fixed Effect	**Coefficient**	**Standard error**	***t*-ratio**	**Approx.*d.f.***	***p*-value**
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.060	0.037	-1.651	171	0.101
Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	χ^2	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.468	0.219	171	3731.518	<0.001
level-1, r	0.635	0.403			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1,β_0		0.946			
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ใน hypothetical model (R^2)			((0.219 - 0.129)/0.219)* 100 = 41.10		

ผลการวิเคราะห์ตามโมเดล 2

ตารางที่ 72 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศอินโดนีเซีย

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา	0.128	0.254	0.502	125	0.617
ระดับสถานศึกษา					
สถานศึกษาขนาดใหญ่	0.276	0.140	1.964	125	0.052
สถานศึกษาขนาดกลาง	0.189**	0.052	3.602	125	<0.001
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่	0.121	0.064	1.905	125	0.059
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง	0.092	0.079	1.160	125	0.248
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	-0.084	0.142	-0.590	125	0.556
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.147	0.168	-0.878	125	0.381
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.012	0.071	-0.170	125	0.865
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.129	0.067	-1.915	125	0.058
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก	-0.055	0.131	-0.422	125	0.674
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	0.016	0.113	0.142	125	0.888
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	0.054	0.112	0.480	125	0.632
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	-0.039	0.115	-0.341	125	0.734
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	-0.055	0.072	-0.762	125	0.448
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	-0.083	0.082	-1.010	125	0.314
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	0.081	0.228	0.355	125	0.723
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	-0.001	0.106	-0.014	125	0.989
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	0.017	0.036	0.457	125	0.648
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก	0.046	0.096	0.482	125	0.630
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	-0.098	0.103	-0.949	125	0.344
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	-0.112	0.089	-1.256	125	0.211
ประสบการณ์การทำงานของครู	0.041	0.024	1.739	125	0.084
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	-0.161*	0.073	-2.197	125	0.030

ตารางที่ 71 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศอินโดนีเซีย (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	0.005	0.027	0.168	125	0.867
ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง	-0.070	0.090	-0.778	125	0.438
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	-0.024	0.028	-0.865	125	0.389
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	-0.031	0.092	-0.337	125	0.737
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	-0.024	0.097	-0.244	125	0.807
ระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.043**	0.008	5.171	5617	<0.001
เพศหญิง	-0.045*	0.025	-1.854	5617	0.044
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	0.066	0.042	1.574	5617	0.116
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	-0.063	0.045	-1.408	5617	0.159
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	0.043	0.031	1.382	5617	0.167
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	0.016	0.028	0.584	5617	0.559
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	-0.019	0.034	-0.559	5617	0.576
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	-0.023	0.026	-0.875	5617	0.381
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.003	0.016	0.175	5617	0.861
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.089**	0.015	5.747	5617	<0.001
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	-0.055**	0.012	-4.643	5617	<0.001
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	-0.014	0.014	-0.963	5617	0.336
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.024	0.013	-1.822	5617	0.068
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.043	0.038	1.138	5617	0.255
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	0.068	0.040	1.683	5617	0.093
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	-0.039	0.025	-1.565	5617	0.118
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	0.015	0.022	0.674	5617	0.500

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 71 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศอินโดนีเซีย (ต่อ)

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	*d.f.*	χ^2	*p*-value
INTRCPT1, u_0	0.270	0.073	125	919.080	<0.001
level-1, r	0.645	0.416			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1, β_0		0.851			
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ใน hypothetical model (R^2)		((0.108 - 0.073)/0.108)* 100 = 32.41			

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

ตารางที่ 73 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศมาเลเซีย

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา	-0.731	0.490	-1.493	152	0.138
ระดับสถานศึกษา					
สถานศึกษาขนาดใหญ่	-0.265	0.181	-1.463	152	0.146
สถานศึกษาขนาดกลาง	-0.116	0.179	-0.65	152	0.517
สถานศึกษาขนาดเล็ก	-0.270	0.314	-0.86	152	0.391
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่	0.057	0.102	0.554	152	0.581
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง	0.128	0.085	1.511	152	0.133
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	-0.246	0.202	-1.215	152	0.226
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.489*	0.235	-2.076	152	0.040
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.058	0.107	-0.543	152	0.588
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.164	0.091	-1.798	152	0.074
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก	0.697	0.418	1.668	152	0.097
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	0.634	0.383	1.656	152	0.100
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	0.606	0.373	1.622	152	0.107

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 72 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศมาเลเซีย (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	0.267	0.398	0.672	152	0.503
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	0.230	0.180	1.278	152	0.203
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	0.159	0.169	0.936	152	0.351
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	0.167	0.145	1.147	152	0.253
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	-0.010	0.124	-0.082	152	0.935
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	0.024	0.048	0.506	152	0.614
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก	0.281	0.234	1.201	152	0.232
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	0.289	0.228	1.264	152	0.208
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	0.298	0.242	1.233	152	0.219
ประสบการณ์การทำงานของครู	-0.010	0.039	-0.268	152	0.789
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	0.133	0.080	1.658	152	0.099
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	-0.046	0.035	-1.329	152	0.186
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	0.028	0.036	0.783	152	0.435
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	0.090	0.176	0.511	152	0.610
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	0.071	0.167	0.425	152	0.671
ระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.033*	0.010	3.221	5523	0.001
เพศหญิง	-0.078*	0.021	-3.762	5523	<0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	-0.010	0.040	-0.239	5523	0.811
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	-0.007	0.036	-0.185	5523	0.853
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	-0.034	0.032	-1.066	5523	0.286
การศึกษาของผู้ปกครองระดับ ม.ต้น	-0.019	0.031	-0.625	5523	0.532
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	0.014	0.030	0.452	5523	0.651
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	-0.024	0.023	-1.043	5523	0.297
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.027*	0.014	2.03	5523	0.042

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 72 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศมาเลเซีย (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทย์	0.086**	0.013	6.728	5523	<0.001
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทย์	0.006	0.011	0.57	5523	0.569
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทย์	0.047**	0.011	4.085	5523	<0.001
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.048**	0.012	-3.871	5523	<0.001
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.049*	0.025	2.001	5523	0.045
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	0.043	0.027	1.612	5523	0.107
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	-0.019	0.028	-0.691	5523	0.490
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	-0.013	0.028	-0.467	5523	0.640

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	*d.f.*	χ^2	*p*-value
INTRCPT1, u_0	0.471	0.221	152	2988.461	<0.001
level-1, r	0.598	0.357			

Random level-1 coefficient	Reliability estimate
INTRCPT1, β_0	0.949
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ใน hypothetical model (R^2)	((0.299 - 0.221)/0.299)* 100 = 26.09

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

ตารางที่ 74 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศสิงคโปร์

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา	-0.419	0.438	-0.956	140	0.341
ระดับสถานศึกษา					
สถานศึกษาขนาดใหญ่	-0.191	0.175	-1.092	140	0.277
สถานศึกษาขนาดกลาง	-0.570**	0.164	-3.482	140	<0.001
สถานศึกษาขนาดเล็ก	-0.890**	0.277	-3.208	140	0.002

ตารางที่ 73 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศสิงคโปร์ (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	0.095	0.100	0.944	140	0.347
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.011	0.119	-0.096	140	0.923
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.164*	0.068	-2.428	140	0.016
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.363**	0.102	-3.565	140	<0.001
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	1.045**	0.347	3.014	140	0.003
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	0.839*	0.347	2.416	140	0.017
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	1.278**	0.377	3.388	140	<0.001
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	-0.280*	0.107	-2.611	140	0.010
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	-0.158	0.098	-1.602	140	0.111
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	0.046	0.104	0.446	140	0.657
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	-0.011	0.110	-0.103	140	0.918
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	0.083*	0.034	2.398	140	0.018
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	0.166**	0.057	2.916	140	0.004
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	0.017	0.137	0.124	140	0.901
ประสบการณ์การทำงานของครู	-0.051	0.030	-1.701	140	0.091
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	-0.177	0.134	-1.322	140	0.188
ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง	-0.135	0.124	-1.089	140	0.278
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	0.008	0.032	0.249	140	0.804
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทย์	-0.014	0.031	-0.440	140	0.661
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	0.064	0.128	0.499	140	0.618
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	0.017	0.111	0.152	140	0.879
ระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.075**	0.010	7.714	5742	<0.001
เพศหญิง	-0.094**	0.020	-4.779	5742	<0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	0.028	0.037	0.764	5742	0.445
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	0.035	0.033	1.049	5742	0.294
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	0.048	0.032	1.524	5742	0.128

ตารางที่ 73 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศสิงคโปร์ (ต่อ)

Fixed Effect	**Coefficient**	**SE**	***t*-ratio**	**DF**	***p*-value**
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	-0.009	0.038	-0.243	5742	0.808
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	0.067	0.059	1.147	5742	0.251
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	0.170**	0.057	2.996	5742	0.003
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.126**	0.013	9.925	5742	<0.001
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.103**	0.014	7.196	5742	<0.001
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.044**	0.011	3.929	5742	<0.001
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.124**	0.013	9.348	5742	<0.001
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.122**	0.012	-10.151	5742	<0.001
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.063	0.038	1.634	5742	0.102
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	-0.028	0.039	-0.707	5742	0.480
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	0.125**	0.028	4.443	5742	<0.001
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	0.118**	0.029	4.132	5742	<0.001

Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	$\mathbf{X}^2$	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.306	0.094	140	1241.515	<0.001
level-1, r	0.654	0.427			

Random level-1 coefficient	**Reliability estimate**
INTRCPT1,β_0	0.887
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ในhypothetical model (R^2)	((0.251 - 0.094)/0.251)* 100 = 62.55

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

ตารางที่ 75 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศไทย

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา	1.229**	0.424	2.896	143	0.004
ระดับสถานศึกษา					
สถานศึกษาขนาดใหญ่	-0.033	0.113	-0.297	143	0.767
สถานศึกษาขนาดกลาง	-0.044	0.115	-0.383	143	0.702
สถานศึกษาขนาดเล็ก	-0.135	0.119	-1.129	143	0.261
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่	0.090	0.107	0.845	143	0.400
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง	-0.083	0.063	-1.315	143	0.191
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	-0.279	0.167	-1.672	143	0.097
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.453*	0.194	-2.341	143	0.021
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.185*	0.089	-2.072	143	0.040
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.277**	0.082	-3.377	143	<0.001
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก	-0.115	0.184	-0.622	143	0.535
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	-0.278	0.161	-1.73	143	0.086
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	-0.489**	0.160	-3.05	143	0.003
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	-0.413*	0.175	-2.36	143	0.020
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	-0.175	0.141	-1.24	143	0.217
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	-0.165	0.131	-1.256	143	0.211
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	-0.028	0.149	-0.189	143	0.850
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	0.099	0.059	1.657	143	0.100
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	-0.033	0.036	-0.933	143	0.352
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก	0.003	0.089	0.035	143	0.972
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	0.039	0.116	0.337	143	0.736
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	0.015	0.083	0.175	143	0.861
ประสบการณ์การทำงานของครู	-0.013	0.028	-0.476	143	0.635
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	-0.199	0.300	-0.663	143	0.508
ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง	-0.241	0.295	-0.816	143	0.416

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 74 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศไทย (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	-0.024	0.033	-0.704	143	0.483
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	0.039	0.037	1.062	143	0.290
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	0.170	0.105	1.614	143	0.109
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	0.064	0.096	0.658	143	0.511
ระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.079**	0.011	7.359	5934	<0.001
เพศหญิง	-0.082**	0.020	-4.158	5934	<0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	-0.137**	0.036	-3.826	5934	<0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	-0.114**	0.036	-3.158	5934	0.002
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	-0.085**	0.025	-3.39	5934	<0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	-0.132**	0.023	-5.761	5934	<0.001
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	-0.081**	0.030	-2.753	5934	0.006
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	-0.025	0.025	-1.027	5934	0.305
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.068**	0.015	4.569	5934	<0.001
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.102**	0.011	9.096	5934	<0.001
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.003	0.011	0.273	5934	0.785
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.030**	0.011	2.667	5934	0.008
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.047**	0.011	-4.441	5934	<0.001
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.024	0.029	0.834	5934	0.405
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	0.034	0.032	1.072	5934	0.284
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	-0.058*	0.024	-2.353	5934	0.019
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	-0.010	0.021	-0.496	5934	0.620

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 74 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 2 ของประเทศไทย (ต่อ)

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	*d.f.*	χ^2	*p*-value
INTRCPT1, u_0	0.359	0.129	143	1954.781	<0.001
level-1, r	0.621	0.386			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1, β_0		0.915			
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ใน hypothetical model (R^2)		((0.219 - 0.129)/0.219)* 100 = 41.10			

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ตามโมเดล 3

ตารางที่ 76 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 3 ของประเทศอินโดนีเซีย

Fixed Effect	**Coefficient**	**Standard error**	***t*-ratio**	**Approx.*d.f.***	***p*-value**
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.604	0.022	-27.182	152	<0.001
Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	χ^2	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.258	0.067	152	1468.839	<0.001
level-1, r	0.555	0.308			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1,β_0		0.876			

ตารางที่ 77 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 3 ของประเทศมาเลเซีย

Fixed Effect	**Coefficient**	**Standard error**	***t*-ratio**	**Approx.*d.f.***	***p*-value**
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.493	0.036	-13.821	179	<0.001
Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	χ^2	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.467	0.218	179	3484.973	<0.001
level-1, r	0.603	0.364			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1,β_0		0.947			

ตารางที่ 78 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 3 ของประเทศสิงคโปร์

Fixed Effect	**Coefficient**	**Standard error**	***t*-ratio**	**Approx.*d.f.***	***p*-value**
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	0.602	0.040	14.936	164	<0.001
Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	χ^2	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.504	0.254	164	2838.242	<0.001
level-1, r	0.748	0.560			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1,β_0		0.942			

ตารางที่ 79 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลเชิงสุ่ม (random effect) จากการวิเคราะห์ในโมเดล 3 ของประเทศไทย

Fixed Effect	**Coefficient**	**Standard error**	***t*-ratio**	**Approx.*d.f.***	***p*-value**
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.302	0.032	-9.532	171	<0.001
Random Effect	**Standard Deviation**	**Variance Component**	***d.f.***	χ^2	***p*-value**
INTRCPT1, u_0	0.403	0.163	171	3288.700	<0.001
level-1, r	0.587	0.345			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1,β_0		0.938			

ผลการวิเคราะห์ตามโมเดล 4

ตารางที่ 80 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศอินโดนีเซีย

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
γ_{00} ของ β_0 (ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา)	-0.450*	0.185	-2.428	125	0.017
ระดับสถานศึกษา					
สถานศึกษาขนาดใหญ่	0.184	0.096	1.923	125	0.057
สถานศึกษาขนาดกลาง	0.140**	0.040	3.489	125	<0.001
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่	0.124*	0.053	2.312	125	0.022
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง	0.110	0.064	1.717	125	0.088
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	-0.139	0.106	-1.312	125	0.192
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.220	0.126	-1.745	125	0.083
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.005	0.054	-0.092	125	0.927
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.135**	0.051	-2.664	125	0.009
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก	-0.061	0.094	-0.650	125	0.517
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	-0.004	0.076	-0.056	125	0.956
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	0.016	0.078	0.212	125	0.833
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	-0.008	0.083	-0.099	125	0.921
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	0.010	0.060	0.160	125	0.873
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	-0.045	0.064	-0.712	125	0.478
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	-0.019	0.155	-0.120	125	0.905
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	0.007	0.076	0.099	125	0.921
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	-0.019	0.027	-0.690	125	0.491
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก	0.027	0.070	0.382	125	0.703

ตารางที่ 79 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศอินโดนีเซีย (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	-0.119	0.077	-1.546	125	0.125
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	-0.119	0.065	-1.829	125	0.070
ประสบการณ์การทำงานของครู	0.031	0.018	1.667	125	0.098
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	-0.089	0.054	-1.652	125	0.101
ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง	-0.063	0.063	-1.006	125	0.316
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	-0.005	0.021	-0.225	125	0.822
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	-0.033	0.020	-1.669	125	0.098
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	-0.009	0.070	-0.133	125	0.894
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	0.013	0.072	0.182	125	0.856
ระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.028**	0.007	3.926	5617	<0.001
เพศหญิง	-0.058**	0.020	-2.918	5617	0.004
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	0.065*	0.031	2.078	5617	0.038
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	-0.038	0.039	-0.972	5617	0.331
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	0.062*	0.025	2.433	5617	0.015
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	0.034	0.022	1.510	5617	0.131
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	-0.017	0.029	-0.567	5617	0.571
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	-0.023	0.022	-1.054	5617	0.292
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.008	0.013	0.579	5617	0.563
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.069**	0.013	5.342	5617	<0.001
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	-0.036**	0.010	-3.580	5617	<0.001
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	-0.002	0.012	-0.155	5617	0.877
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.024*	0.012	-2.020	5617	0.043
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.002	0.034	0.070	5617	0.944
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	0.032	0.033	0.955	5617	0.340
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	0.008	0.020	0.385	5617	0.700
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	0.043*	0.020	2.192	5617	0.028

ตารางที่ 79 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศอินโดนีเซีย (ต่อ)

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	*d.f.*	χ^2	*p*-value
INTRCPT1, u_0	0.204	0.041	125	725.560	<0.001
level-1, r	0.552	0.304			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1, β_0		0.818			
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ใน hypothetical model (R^2)		38.81			

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

ตารางที่ 81 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศมาเลเซีย

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
γ_{00} ของ β_0 (ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา)	-0.981*	0.402	-2.438	152	0.016
ระดับสถานศึกษา					
สถานศึกษาขนาดใหญ่	-0.265	0.158	-1.676	152	0.096
สถานศึกษาขนาดกลาง	-0.173	0.156	-1.105	152	0.271
สถานศึกษาขนาดเล็ก	-0.317	0.279	-1.137	152	0.257
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่	0.050	0.085	0.59	152	0.556
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง	0.115	0.072	1.591	152	0.114
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	-0.206	0.184	-1.122	152	0.264
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.412	0.214	-1.928	152	0.056
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.058	0.096	-0.6	152	0.549
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.162*	0.079	-2.043	152	0.043
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก	0.507	0.320	1.584	152	0.115
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	0.465	0.290	1.604	152	0.111
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	0.453	0.282	1.605	152	0.111

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 80 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศมาเลเซีย (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	0.198	0.303	0.653	152	0.515
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	0.229	0.153	1.493	152	0.138
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	0.153	0.146	1.049	152	0.296
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	0.141	0.130	1.09	152	0.278
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	-0.003	0.111	-0.025	152	0.98
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	0.024	0.041	0.596	152	0.552
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก	0.246	0.210	1.172	152	0.243
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	0.245	0.206	1.19	152	0.236
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	0.276	0.217	1.272	152	0.205
ประสบการณ์การทำงานของครู	-0.012	0.033	-0.37	152	0.712
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	0.135*	0.066	2.036	152	0.043
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	-0.040	0.029	-1.377	152	0.171
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	0.028	0.032	0.862	152	0.39
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	0.006	0.150	0.041	152	0.968
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	0.006	0.141	0.043	152	0.966
ระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.029**	0.010	2.847	5523	0.004
เพศหญิง	-0.085**	0.020	-4.293	5523	<0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	-0.002	0.041	-0.052	5523	0.959
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	-0.002	0.037	-0.041	5523	0.967
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	-0.022	0.032	-0.691	5523	0.49
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	0.006	0.030	0.181	5523	0.856
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	0.013	0.030	0.434	5523	0.664
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	-0.014	0.022	-0.621	5523	0.535

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 80 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศมาเลเซีย (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.019	0.014	1.372	5523	0.17
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.076**	0.013	5.878	5523	<0.001
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.020	0.010	1.921	5523	0.055
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.044**	0.011	3.883	5523	<0.001
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.054**	0.012	-4.413	5523	<0.001
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.058*	0.028	2.087	5523	0.037
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	0.059*	0.027	2.195	5523	0.028
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	0.007	0.026	0.261	5523	0.794
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	0.002	0.026	0.096	5523	0.924

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	*d.f.*	χ^2	*p*-value
INTRCPT1, u_0	0.397	0.158	152	2212.353	<0.001
level-1, r	0.595	0.354			

Random level-1 coefficient	Reliability estimate
INTRCPT1, β_0	0.930
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ในhypothetical model (R^2)	27.52

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

ตารางที่ 82 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศสิงคโปร์

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา	0.185	0.450	0.412	140	0.681
ระดับสถานศึกษา					
สถานศึกษาขนาดใหญ่	-0.226	0.179	-1.258	140	0.21
สถานศึกษาขนาดกลาง	-0.601**	0.168	-3.585	140	<0.001
สถานศึกษาขนาดเล็ก	-0.925**	0.284	-3.251	140	0.001
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	0.093	0.103	0.902	140	0.368
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง	-0.008	0.122	-0.068	140	0.946
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.152*	0.069	-2.196	140	0.03
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.361**	0.104	-3.457	140	<0.001
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	1.045**	0.355	2.943	140	0.004
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	0.838*	0.356	2.355	140	0.02
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	1.280**	0.387	3.31	140	0.001
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	-0.265*	0.110	-2.415	140	0.017
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	-0.146	0.101	-1.448	140	0.15
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	0.039	0.107	0.361	140	0.718
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	-0.018	0.113	-0.16	140	0.873
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	0.083*	0.035	2.362	140	0.02
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	0.158**	0.058	2.701	140	0.008
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	-0.001	0.141	-0.009	140	0.993
ประสบการณ์การทำงานของครู	-0.049	0.031	-1.578	140	0.117
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	-0.190	0.137	-1.387	140	0.168
ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง	-0.149	0.128	-1.165	140	0.246
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	0.006	0.033	0.18	140	0.858
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	-0.014	0.032	-0.452	140	0.652
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	0.038	0.131	0.286	140	0.775
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	0.014	0.114	0.123	140	0.902

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 81 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศสิงคโปร์ (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.075**	0.010	7.241	5742	<0.001
เพศหญิง	-0.076**	0.021	-3.629	5742	<0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	0.039	0.039	0.994	5742	0.320
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	0.048	0.036	1.335	5742	0.182
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	0.057	0.034	1.669	5742	0.095
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	0.012	0.041	0.294	5742	0.769
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	0.111	0.063	1.77	5742	0.077
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	0.218**	0.061	3.573	5742	<0.001
แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.124**	0.014	9.12	5742	<0.001
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.102**	0.015	6.633	5742	<0.001
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.052**	0.012	4.408	5742	<0.001
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.130**	0.014	9.199	5742	<0.001
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.123**	0.013	-9.591	5742	<0.001
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.060	0.041	1.445	5742	0.149
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	-0.038	0.042	-0.906	5742	0.365
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	0.112**	0.030	3.711	5742	<0.001
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	0.102**	0.031	3.328	5742	<0.001

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	*d.f.*	χ^2	*p*-value
INTRCPT1, u_0	0.312	0.097	140	1135.535	<0.001
level-1, r	0.700	0.490			

Random level-1 oefficient	Reliability estimate
INTRCPT1, β_0	0.876
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ใน hypothetical model (R^2)	61.81

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

ตารางที่ 83 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศไทย

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของทุกสถานศึกษา)	0.822*	0.393	2.095	143	0.038
ระดับสถานศึกษา					
สถานศึกษาขนาดใหญ่	-0.048	0.098	-0.486	143	0.628
สถานศึกษาขนาดกลาง	-0.047	0.096	-0.492	143	0.623
สถานศึกษาขนาดเล็ก	-0.132	0.100	-1.311	143	0.192
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดใหญ่	0.084	0.091	0.92	143	0.359
สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในเมืองขนาดปานกลาง	-0.047	0.055	-0.854	143	0.395
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับสูง	-0.222	0.162	-1.364	143	0.175
สถานศึกษามีความเข้มข้นทางวิชาการระดับปานกลาง)	-0.380*	0.184	-2.065	143	0.041
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะปานกลาง	-0.165*	0.079	-2.098	143	0.038
สถานศึกษามีครอบครัวนักเรียนเศรษฐานะด้อยโอกาส	-0.238**	0.073	-3.239	143	0.001
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่มาก	-0.092	0.167	-0.549	143	0.584
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดใหญ่	-0.264	0.151	-1.748	143	0.083
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดปานกลาง	-0.430**	0.151	-2.846	143	0.005
จำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีขนาดเล็ก	-0.351*	0.161	-2.174	143	0.031
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับมาก	-0.178	0.128	-1.395	143	0.165
เวลาที่ใช้ในการบริหารของผู้บริหารระดับปานกลาง	-0.154	0.120	-1.291	143	0.199
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับสูง	-0.048	0.138	-0.35	143	0.727
สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรระดับปานกลาง	0.075	0.052	1.423	143	0.157
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	-0.024	0.031	-0.78	143	0.437
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่ายมาก	0.003	0.076	0.034	143	0.973
(ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ง่าย	0.031	0.103	0.305	143	0.761
ระดับการหาครูวิทยาศาสตร์ทดแทนได้ยาก	0.015	0.072	0.205	143	0.838
ประสบการณ์การทำงานของครู	-0.010	0.024	-0.424	143	0.672

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 82 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศไทย (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	*t*-ratio	DF	*p*-value
ความพึงพอใจของครูมีระดับสูง	-0.185	0.273	-0.679	143	0.498
ความพึงพอใจของครูมีระดับปานกลาง	-0.207	0.269	-0.77	143	0.443
ความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	-0.023	0.028	-0.839	143	0.403
การจัดการสอนที่เน้นสืบเสาะด้านวิทยาศาสตร์	0.031	0.032	0.996	143	0.321
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับสูง	0.150	0.094	1.604	143	0.111
การทำงานร่วมกันของครูมีระดับปานกลาง	0.069	0.088	0.78	143	0.437
ระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ผ่านมา	0.060**	0.010	6.037	5934	<0.001
เพศหญิง	-0.077**	0.019	-4.128	5934	<0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอุดมศึกษา	-0.111**	0.034	-3.272	5934	0.001
การศึกษาของผู้ปกครองระดับอนุปริญญา	-0.084*	0.034	-2.433	5934	0.015
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.	-0.050*	0.023	-2.189	5934	0.029
การศึกษาของผู้ปกครองระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	-0.094**	0.022	-4.304	5934	<0.001
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับสูง	-0.092**	0.028	-3.258	5934	0.001
ความมั่งคั่งของครอบครัวระดับปานกลาง	-0.044	0.023	-1.948	5934	0.051
(แหล่งทรัพยากรที่บ้าน	0.060**	0.015	4.055	5934	<0.001
แรงจูงใจภายในในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.077**	0.010	7.398	5934	<0.001
การเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.006	0.011	0.536	5934	0.592
ความเชื่อมั่นตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.035**	0.009	3.86	5934	<0.001
ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	-0.047**	0.010	-4.704	5934	<0.001
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง	0.042	0.028	1.487	5934	0.137
เวลาที่ใช้ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	0.045	0.030	1.534	5934	0.125
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับสูง	-0.038	0.022	-1.709	5934	0.087
ความรู้สึกปลอดภัยในสถานศึกษาระดับปานกลาง	-0.009	0.018	-0.467	5934	0.641

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 82 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในโมเดล 4 ของประเทศไทย (ต่อ)

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	*d.f.*	X^2	*p*-value
INTRCPT1, u_0	0.311	0.097	143	1727.072	<0.001
level-1, r	0.578	0.334			
Random level-1 coefficient		**Reliability estimate**			
INTRCPT1, β_0		0.903			
สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ใน hypothetical model (R^2)		40.49			

หมายเหตุ * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค
ผลการจัดกลุ่มและระดับคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาแต่ละประเทศเปรียบเทียบจากการวิเคราะห์ในโมเดล 1-4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการจัดกลุ่มและระดับคุณภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาแต่ละประเทศ

ตารางที่ 84 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกันระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศอินโดนีเซีย

กลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา		โมเดล 1			โมเดล 2			โมเดล 3			รวม
		ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	
โมเดล 4	ต่ำ	24	14	0	32	6	0	22	16	0	38
		15.7%	9.2%	.0%	20.9%	3.9%	.0%	14.4%	10.5%	.0%	24.8%
	กลาง	13	48	16	6	63	8	16	45	16	77
		8.5%	31.4%	10.5%	3.9%	41.2%	5.2%	10.5%	29.4%	10.5%	50.3%
	สูง	1	15	22	0	8	30	0	16	22	38
		.7%	9.8%	14.4%	.0%	5.2%	19.6%	.0%	10.5%	14.4%	24.8%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000			Z= 0.000, p = 1.000			Z= 0.000, p = 1.000			
โมเดล 3	ต่ำ	28	10	0	21	16	1				38
		18.3%	6.5%	.0%	13.7%	10.5%	.7%				24.8%
	กลาง	10	63	4	17	44	16				77
		6.5%	41.2%	2.6%	11.1%	28.8%	10.5%				50.3%
	สูง	0	4	34	0	17	21				38
		.0%	2.6%	22.2%	.0%	11.1%	13.7%				24.8%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000			Z= 0.000, p = 1.000						
โมเดล 2	ต่ำ	27	11	0							38
		17.6%	7.2%	.0%							24.8%
	กลาง	11	52	14							77
		7.2%	34.0%	9.2%							50.3%
	สูง	0	14	24							38
		.0%	9.2%	15.7%							24.8%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000									
รวม		38	77	38	38	77	38	38	77	38	153
		24.8%	50.3%	24.8%	24.8%	50.3%	24.8%	24.8%	50.3%	24.8%	100.0%

ตารางที่ 85 ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกันระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศอินโดนีเซีย

	โมเดล 4			**โมเดล 3**			**โมเดล 2**		
	ต่ำกว่า	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**	**ต่ำกว่า**	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**	**ต่ำกว่า**	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**
โมเดล 1	30	94	29	14	125	14	25	103	25
	19.6	61.4	19.0	9.2	81.7	9.2	16.3	67.3	16.3
	Spearman rank correlation;								
	R_{14} = 0.592**			R_{13} = 0.816**			R_{12} = 0.671**		
โมเดล 2	14	125	14	33	86	34			
	9.2	81.7	9.2	21.6	56.2	22.2			
	Spearman rank correlation;								
	R_{24} = 0.816**			R_{23} = 0.539**					
โมเดล 3	32	89	32						
	20.9	58.2	20.9						
	Spearman rank correlation;								
	R_{34} = 0.579**								

หมายเหตุ ** p-value < 0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 86 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกันระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศมาเลเซีย

กลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา		โมเดล 1			โมเดล 2			โมเดล 3			รวม
		ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	
โมเดล 4	ต่ำ	30	15	0	42	3	0	29	16	0	45
		16.7%	8.3%	.0%	23.3%	1.7%	.0%	16.1%	8.9%	.0%	25.0%
	กลาง	16	62	12	3	84	3	17	61	12	90
		8.9%	34.4%	6.7%	1.7%	46.7%	1.7%	9.4%	33.9%	6.7%	50.0%
	สูง	0	12	33	0	3	42	0	12	33	45
		.0%	6.7%	18.3%	.0%	1.7%	23.3%	.0%	6.7%	18.3%	25.0%
		Wilcoxon Signed Ranks Test;									
		Z= -0.135, p = 0.893			Z= 0.000, p = 1.000			Z= -0.132, p = 0.895			
โมเดล 3	ต่ำ	41	5	0	28	18	0				46
		22.8%	2.8%	.0%	15.6%	10.0%	.0%				25.6%
	กลาง	5	81	3	17	60	12				89
		2.8%	45.0%	1.7%	9.4%	33.3%	6.7%				49.4%
	สูง	0	3	42	0	12	33				45
		.0%	1.7%	23.3%	.0%	6.7%	18.3%				25.0%
		Wilcoxon Signed Ranks Test;									
		Z= -0.000, p = 1.000			Z= -0.130, p = 0.896						
โมเดล 2	ต่ำ	30	15	0							45
		16.7%	8.3%	.0%							25.0%
	กลาง	16	63	11							90
		8.9%	35.0%	6.1%							50.0%
	สูง	0	11	34							45
		.0%	6.1%	18.9%							25.0%
		Wilcoxon Signed Ranks Test;									
		Z= -0.137, p = 0.891									
รวม		46	89	45	45	90	45	46	89	45	180
		25.6%	49.4%	25.0%	25.0%	50.0%	25.0%	25.6%	49.4%	25.0%	100.0%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 87 ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกันระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศมาเลเซีย

	โมเดล 4			**โมเดล 3**			**โมเดล 2**		
	ต่ำกว่า	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**	**ต่ำกว่า**	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**	**ต่ำกว่า**	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**
โมเดล 1	27	125	28	8	164	8	26	127	27
	15.0	69.4	15.6	4.4	91.1	4.4	14.4	70.6	15.0
	Spearman rank correlation;								
	R_{14} = 0.696**			R_{13} = 0.912**			R_{12} = 0.707**		
โมเดล 2	6	168	6	30	121	29			
	3.3	93.3	3.3	16.7	67.2	16.1			
	Spearman rank correlation;								
	R_{24} = 0.933**			R_{23} = 0.674**					
โมเดล 3	28	123	29						
	15.6	68.3	16.1						
	Spearman rank correlation;								
	R_{34} = 0.685**								

หมายเหตุ ** p-value < 0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 88 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกันระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศสิงคโปร์

กลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา		โมเดล 1			โมเดล 2			โมเดล 3			รวม
		ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	
โมเดล 4	ต่ำ	26	14	1	39	2	0	27	13	1	41
		15.8%	8.5%	.6%	23.6%	1.2%	.0%	16.4%	7.9%	.6%	24.8%
	กลาง	14	54	15	2	78	3	13	56	14	83
		8.5%	32.7%	9.1%	1.2%	47.3%	1.8%	7.9%	33.9%	8.5%	50.3%
	สูง	1	15	25	0	3	38	1	14	26	41
		.6%	9.1%	15.2%	.0%	1.8%	23.0%	.6%	8.5%	15.8%	24.8%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000			Z= 0.000, p = 1.000			Z= 0.000, p = 1.000			
โมเดล 3	ต่ำ	38	3	0	27	13	1				41
		23.0%	1.8%	.0%	16.4%	7.9%	.6%				24.8%
	กลาง	3	79	1	13	54	16				83
		1.8%	47.9%	.6%	7.9%	32.7%	9.7%				50.3%
	สูง	0	1	40	1	16	24				41
		.0%	.6%	24.2%	.6%	9.7%	14.5%				24.8%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000			Z= 0.000, p = 1.000						
โมเดล 2	ต่ำ	26	14	1							41
		15.8%	8.5%	.6%							24.8%
	กลาง	14	52	17							83
		8.5%	31.5%	10.3%							50.3%
	สูง	1	17	23							41
		.6%	10.3%	13.9%							24.8%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000									
รวม		41	83	41	41	83	41	41	83	41	165
		24.8%	50.3%	24.8%	24.8%	50.3%	24.8%	24.8%	50.3%	24.8%	100.0%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 89 ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกันระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศสิงคโปร์

	โมเดล 4			**โมเดล 3**			**โมเดล 2**		
	ต่ำกว่า	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**	**ต่ำกว่า**	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**	**ต่ำกว่า**	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**
โมเดล 1	30	105	30	4	157	4	32	101	32
	18.2	63.6	18.2	2.4	95.2	2.4	19.4	61.2	19.4
	Spearman rank correlation;								
	R_{14} = 0.598**			R_{13} = 0.951**			R_{12} = 0.573**		
โมเดล 2	5	155	5	30	105	30			
	3.0	93.9	3.0	18.2	63.6	18.2			
	Spearman rank correlation;								
	R_{24} = 0.939**			R_{23} = 0.598**					
โมเดล 3	28	109	28						
	17.0	66.1	17.0						
	Spearman rank correlation;								
	R_{34} = 0.622**								

หมายเหตุ ** p-value < 0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 90 ผลการจัดกลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกันระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศไทย

กลุ่มคุณภาพการจัดการศึกษา		โมเดล 1			โมเดล 2			โมเดล 3			รวม
		ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	
โมเดล 4	ต่ำ	22	20	1	37	6	0	22	20	1	43
		12.8%	11.6%	.6%	21.5%	3.5%	.0%	12.8%	11.6%	.6%	25.0%
	กลาง	21	53	12	6	73	7	21	55	10	86
		12.2%	30.8%	7.0%	3.5%	42.4%	4.1%	12.2%	32.0%	5.8%	50.0%
	สูง	0	13	30	0	7	36	0	11	32	43
		.0%	7.6%	17.4%	.0%	4.1%	20.9%	.0%	6.4%	18.6%	25.0%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000			**Wilcoxon Signed Ranks Test;** Z= 0.000, p = 1.000			**Wilcoxon Signed Ranks Test;** Z= 0.000, p = 1.000			
โมเดล 3	ต่ำ	38	5	0	24	19	0				43
		22.1%	2.9%	.0%	14.0%	11.0%	.0%				25.0%
	กลาง	5	78	3	18	55	13				86
		2.9%	45.3%	1.7%	10.5%	32.0%	7.6%				50.0%
	สูง	0	3	40	1	12	30				43
		.0%	1.7%	23.3%	.6%	7.0%	17.4%				25.0%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000			**Wilcoxon Signed Ranks Test;** Z= 0.000, p = 1.000						
โมเดล 2	ต่ำ	25	17	1							43
		14.5%	9.9%	.6%							25.0%
	กลาง	18	58	10							86
		10.5%	33.7%	5.8%							50.0%
	สูง	0	11	32							43
		.0%	6.4%	18.6%							25.0%
		Wilcoxon Signed Ranks Test; Z= 0.000, p = 1.000									
รวม		43	86	43	43	86	43	43	86	43	172
		25.0%	50.0%	25.0%	25.0%	50.0%	25.0%	25.0%	50.0%	25.0%	100.0%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 91 ผลการจัดระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยเปรียบเทียบกันระหว่างโมเดลที่ 1-4 ของประเทศไทย

	โมเดล 4			**โมเดล 3**			**โมเดล 2**		
	ต่ำกว่า	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**	**ต่ำกว่า**	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**	**ต่ำกว่า**	**ตรงกัน**	**สูงกว่า**
โมเดล 1	33	105	34	8	156	8	28	115	29
	19.2	61.0	19.8	4.7	90.7	4.7	16.3	66.9	16.9
	Spearman rank correlation;								
	R_{14} = 0.593**			R_{13} = 0.907**			R_{12} = 0.651**		
โมเดล 2	13	146	13	32	109	31			
	7.6	84.9	7.6	18.6	63.4	18.0			
	Spearman rank correlation;								
	R_{24} = 0.849**			R_{23} = 0.816**					
โมเดล 3	31	109	32						
	18.0	63.4	18.6						
	Spearman rank correlation;								
	R_{34} = 0.616**								

หมายเหตุ ** p-value < 0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพัชรินทร์ เหสกุล เกิดวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2518 ณ บ้านเลขที่ 7/9 ซอยปรีดีพนมยงค์ 5 ถนนสุขุมวิท 71 แขวงพระโขนงเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขามัธยมศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปและคอมพิวเตอร์การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และในปีการศึกษา 2554 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน ระหว่างปี 2545 – 2546 ทำงานที่โรงเรียนสยามบริหารธุรกิจ (SBAC) ตำแหน่งเจ้าหน้าที่วิจัย ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ในปี 2546 ถึงปัจจุบัน ทำงานในตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ระดับชำนาญการ ฝ่ายวิจัยและพัฒนา สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้สนใจวิทยานิพนธ์สามารถติดต่อสอบถามผู้เขียนได้ที่ E-mail: phat_ple@yahoo.com หรือ phatcharin.hae@gmail.com

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University