

การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน:
การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด



นางสาวมาชพันธุ์ อำนาคิล

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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF RELIABILITY OF MODIFIED ESSAY QUESTION TEST FOR MEASURING
SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY USING DIFFERENT SCORING METHODS
UNDER DIFFERENT NUMBERS OF EVENT:
AN APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Educational Measurement and
Evaluation

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบถามอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง
โดย	นางสาวมาฆพันธ์ อำนาคิล
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังธนากานนท์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาชีผล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังธนากานนท์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กฤษณาศรี)

มาฆพันธ์ อำนาคิล : การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (COMPARISON OF RELIABILITY OF MODIFIED ESSAY QUESTION TEST FOR MEASURING SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY USING DIFFERENT SCORING METHODS UNDER DIFFERENT NUMBERS OF EVENT: AN APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. กมลวรรณ ตั้งรณกานนท์, 234 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ (3) เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกันโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 91 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี คือ 1. วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox 2. วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และ 3. วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) สถิติที่ใช้ในงานวิจัย คือ Cronbach's alpha, Pearson's Product Moment Correlation และ G-Coefficient ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมี 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด และการจัดเรียงเรียงความคิด (2) ผลการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า วิธีการให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อคำถามและแนวคำตอบ intra rater reliability และ inter rater reliability มีค่าสูง (3) ผลเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน พบว่า แบบสอบที่พัฒนาขึ้น โดยมีจำนวนเหตุการณ์ 5 เหตุการณ์นั้น แบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยมีค่าสัมประสิทธิ์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) สูงที่สุด ($r^2_{Rel} = 0.7709$, $r^2_{Abs} = 0.7239$ ตามลำดับ) รองลงมาคือแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ($r^2_{Rel} = 0.7271$, $r^2_{Abs} = 0.6511$ ตามลำดับ) และสุดท้ายคือ แบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ($r^2_{Rel} = 0.5751$, $r^2_{Abs} = 0.5020$ ตามลำดับ) และการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง โดยมีเงื่อนไขในการวัดคือ จำนวนเหตุการณ์ ซึ่งแบบสอบในแต่ละฉบับจะมีจำนวนเหตุการณ์ ดังนี้ คือ 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์ พบว่า ความเที่ยงของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มีค่าความเที่ยงสูงสุดในทุกเงื่อนไขจำนวนเหตุการณ์ และมีค่าความเที่ยงสูงขึ้นเมื่อจำนวนเหตุการณ์เพิ่มขึ้น

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2557

5683866827 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS: MODIFIED ESSAY QUESTION TEST/ SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY/
GENERALIZABILITY THEORY

MAKAPAN UMNACIL: COMPARISON OF RELIABILITY OF MODIFIED ESSAY QUESTION TEST FOR MEASURING SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY USING DIFFERENT SCORING METHODS UNDER DIFFERENT NUMBERS OF EVENT: AN APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY. ADVISOR: ASST. PROF. KAMONWAN TANGDHANAKANOND, Ph.D., 234 pp.

The purposes of this study were 1) to develop an analytic scoring method of modified essay question test for measuring scientific problem solving ability, 2) to study the quality of the analytic scoring method of modified essay question test for measuring scientific problem solving ability, and 3) to compare the reliability of the modified essay question test for measuring scientific problem solving ability using difference scoring methods under difference numbers of event by an application of Generalizability Theory. Sample were 91 students in the eighth grade. Research instruments were modified essay question test for measuring scientific problem solving ability and 3 scoring methods, i.e., Knox scoring method, Feletti scoring method, and analytic scoring method. Cronbach's alpha, Pearson's Product Moment Correlation and G-Coefficient were used to analyze the data. It was found that 1) The developed analytic scoring methods of modified essay question test for measuring scientific problem solving ability comprised of 3 elements, i.e., accuracy of the content, comprehension of the measured content, and organizing ideas. 2) Analytic scoring method developed are consistent with the questions and the answers. Intra rater reliability and inter rater reliability were high indicating that the developed scoring method had an objectivity, 3) Result of the comparisons of reliability of modified essay question test for measuring scientific problem solving ability using difference scoring methods under difference numbers of event revealed the test was developed on 5 events, the test was corrected by the analytic scoring method had highly on relative coefficient and absolute coefficient. ($r^2_{Rel} = 0.7709$, $r^2_{Abs} = 0.7239$) The second was corrected by the Knox scoring method ($r^2_{Rel} = 0.7271$, $r^2_{Abs} = 0.6511$) and the last one was corrected by the Feletti scoring method. ($r^2_{Rel} = 0.5751$, $r^2_{Abs} = 0.5020$) The study of D-study was condition corrected on numbers of event. Each paper had numbers of event like these : 5, 7, 9, 11, 13 and 15 revealed reliability of the analytic scoring method was highest in all of the conditions and the reliability was higher when numbers of event increased.

Department: Educational Research and
Psychology

Student's Signature
Advisor's Signature

Field of Study: Educational Measurement and
Evaluation

Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและเมตตาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังชนกานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้เวลาและคำปรึกษาที่มีประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้วิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทั้งยังให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกทราบบ้างและขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาชีผล ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กฤษศฤทธิศาสตร์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย ทำให้งานวิจัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันมีคุณค่าแก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่สละเวลาเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อัญชลี ใจดี ที่สละเวลาผู้ทรงคุณวุฒิตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณนายไชยา อินทะเสน ที่สละเวลาเพื่อให้คำปรึกษาการใช้ โปรแกรม EduG และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณาจารย์โรงเรียนบางซ้ายวิทยา โรงเรียนเสนา เสนา ประสิทธิ์ โรงเรียนลาดบัวหลวงไพโรจน์วิทยา และโรงเรียนสาธิตวิทยา ทุกท่าน และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณทุกท่านสำหรับความรัก ความห่วงใย และกำลังใจที่มีให้แก่ผู้วิจัย และมีส่วนช่วยทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยเฉพาะครอบครัวอานาคิล และครอบครัวอเพชร ที่ส่งเสริมสนับสนุนและคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
1สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามวิจัย	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมุติฐานการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	8
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบถามยุค.....	12
ตอนที่ 2 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบถามความเรียง	20
ตอนที่ 3 คุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบถามความเรียง.....	23
ตอนที่ 4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	26
ตอนที่ 5 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด.....	48
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	62
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	65

ขั้นตอนที่ 1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบ.....	67
ขั้นตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	91
ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ของแบบสอบถามอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	98
ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ของแบบสอบถามอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	106
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบถามอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสุ่มอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด	115
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	124
สรุปผลการวิจัย.....	127
อภิปรายผลการวิจัย.....	131
ข้อเสนอแนะ	136
รายการอ้างอิง	138
ภาคผนวก ก	146
ภาคผนวก ข	148
ภาคผนวก ค	161
ภาคผนวก ง.....	164
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	234

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	ตัวอย่างการให้คะแนนแบบวิธีประเมินรวม	21
ตารางที่ 2.2	การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	33
ตารางที่ 3.1	จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับ กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	68
ตารางที่ 3.2	ตารางโครงสร้างของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์.....	72
ตารางที่ 3.3	ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้อง ของข้อคำถามกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	79
ตารางที่ 3.4	ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของ ข้อคำถามกับแนวคำตอบ	80
ตารางที่ 3.5	ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้อง ของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox.....	82
ตารางที่ 3.6	ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้อง ของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้ตามแบบของ Feletti	83
ตารางที่ 3.7	ค่าสถิติพื้นฐานของวิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี ในสอบอัตนัยประยุกต์วัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ ...	87
ตารางที่ 3.8	ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของวิธีการตรวจให้คะแนนทั้ง 3 วิธี ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ จากผลการทดลองใช้.....	90
ตารางที่ 3.9	จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์.....	92

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยของข้อคำถามที่ 1 ในเหตุการณ์ที่ 1.....	100
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้ตามแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	107
ตารางที่ 4.3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง.....	110
ตารางที่ 4.4 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 2 คน.....	112
ตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว.....	113
ตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน.....	114
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for pxi ของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox.....	116
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for pxi ของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti.....	117
ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for pxi ของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย.....	118
ตารางที่ 4.10 ผลการศึกษา D (D-Study of pxi design).....	121
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความแตกต่างของความเที่ยงชอบแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน.....	123

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1	รูปแบบเส้นตรงที่มีความสอดคล้องกับการแก้ปัญหา.....	30
ภาพที่ 2.2	กระบวนการแก้ปัญหาแบบพลวัต.....	31
ภาพที่ 2.3	วงจรการแก้ปัญหา (Llewellyn, 2002).....	32
ภาพที่ 2.4	การแยกส่วนความคลาดเคลื่อนใน G – Theory	50
ภาพที่ 2.5	แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวน สำหรับหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ $p \times i$ (one facet, $p \times i$ design)	56
ภาพที่ 2.6	แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวน สำหรับสององค์ประกอบแบบไขว้ $p \times r \times o$ (two – facet, $p \times r \times o$ design)....	57
ภาพที่ 2.7	แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับ หนึ่งองค์ประกอบแบบแฝง เมื่อ i แฝงใน p (one facet, $i:p$ design).....	59
ภาพที่ 2.8	แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวน สำหรับสององค์ประกอบแบบแฝง กรณี $i : r : p$ (two facet, $i : r : p$ design)	60
ภาพที่ 2.9	แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสอง องค์ประกอบแบบผสมกรณี $(o : p) \times r$ (two – facet, $(o : p) \times r$ design).....	61
ภาพที่ 2.10	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	64
ภาพที่ 4.1	ตัวอย่างแบบสอบถามดัชนีประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ .	102

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจุดเน้นสำคัญในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพและเป็นไปตามธรรมชาติ สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายให้เกิด ความรู้แบบองค์รวม นำไปสู่ความสามารถในการคิดและพัฒนาคุณภาพชีวิต และจากการพิจารณา หลักสูตรการศึกษาทุกระดับ พบว่าสมรรถนะประการหนึ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา เพราะเป็นสมรรถนะที่มีการบูรณาการความรู้ทุกส่วนที่เรียนเข้าไว้ด้วยกัน และที่สำคัญคือเป็น สมรรถนะที่นักเรียนต้องนำไปใช้ในการดำรงชีวิตมากที่สุด เป็นที่ทราบกันดีว่าระบบการศึกษาของ ไทยยังไม่อยู่ในสภาพที่จะสร้างนักเรียนให้มีคุณภาพ สามารถคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหายังอยู่ในระดับที่น่ากังวล เนื่องจากครูยังคงใช้วิธีการสอนที่ ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และเนื้อหาผ่านการอธิบาย ไม่ค่อยมีการสอนให้นักเรียนคิดและ ไม่สามารถสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ, 2546; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542)

ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียน เพราะนอกจากจะ ประสบความสำเร็จในด้านการเรียนแล้ว นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็น สมรรถนะที่สำคัญในการดำรงชีวิตประจำวันด้วย สอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ (2551) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบัน ดังนั้น หากครูมีการสอนให้นักเรียนได้ฝึกวางแผนและแก้ปัญหาตามเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับ เหตุการณ์ในชีวิตจริงตั้งแต่ในชั้นเรียนแล้ว นักเรียนก็จะคุ้นเคยกับวิธีการแก้ปัญหา และสามารถนำ ประสบการณ์ที่ได้รับจากการฝึกฝนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ เมื่อพิจารณา ธรรมชาติและเนื้อหาของวิชาที่จัดการเรียนการสอนอยู่ในปัจจุบัน พบว่า วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชา หนึ่งที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล รวมถึงการฝึกให้มีทักษะในการค้นคว้าหา ความรู้ ที่สำคัญคือการฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ สามารถ ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และจากการศึกษาเอกสาร

และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องฝึกฝนและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยทักษะดังกล่าวไม่จำเป็นต้องให้นักเรียนเรียนรู้จากเหตุการณ์จริงหรือจากประสบการณ์จริงเสมอไป เป็นเพียงการกำหนดเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเหตุการณ์ในชีวิตจริงและเป็นเหตุการณ์ที่จำเป็นต่อการรู้จักคิดแก้ปัญหาได้ดี เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ต้องเน้นทักษะปฏิบัติ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะการแก้ปัญหาโดยการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ที่สุด สำหรับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายคนได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย แต่จากการศึกษาพบว่าขั้นตอนการแก้ปัญหาของแต่ละคนมีรายละเอียด จุดเด่น ข้อจำกัด รวมถึงความเหมาะสมของสภาพการนำไปใช้แตกต่างกันออกไป และจากการสังเคราะห์แนวคิดขั้นตอนในการแก้ปัญหา (Llewellyn, 2002; นาริรัตน์ พิภพสมบูรณ์, 2541; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553; มริจิ คงทรัพย์, 2553; วณิช สุธารัตน์, 2547; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550; สุนทร สันธพานนท์, 2550; สุวิทย์ มูลคำ, 2551) พบว่ามีนักการศึกษาเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามที่ผู้วิจัยสนใจจะศึกษา โดยมีขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นตอนปัญหา 2. ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นตอนแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4. ขั้นตอนตรวจสอบการแก้ปัญหา ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแล้วพบว่าสามารถใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถหรือพฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้เหมาะสมแก่การนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และมีวิธีการตรวจสอบที่ไม่ยุ่งยาก โดยครูควรมีการวัดและประเมินผลการเรียนเป็นระยะ ๆ (formative evaluation) เพื่อปรับปรุงกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียนว่ามีการพัฒนามากน้อยเพียงใด รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อนักเรียนจะได้ใช้เป็นสารสนเทศในการพัฒนาและปรับปรุงตนเองต่อไป (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553; สุวิทย์ มูลคำ, 2551)

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้เครื่องมือในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา ซึ่งวิธีที่ดีที่สุดที่ควรนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินจากการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหามาตามเหตุการณ์

ที่กำหนดให้ แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าในการจัดการเรียนการสอนจริงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ต้องให้นักเรียนเรียนรู้มีมากมายและหลากหลาย นอกจากนั้นครูยังจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวและคำนึงถึงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน (จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2557) และที่สำคัญครูแต่ละคนก็มีภาระงานอื่นที่ต้องรับผิดชอบ อีกทั้งจำนวนนักเรียนที่อยู่ในความรับผิดชอบก็มีมากเกินไปจนกว่าจะสามารถให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาจากการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองได้ และถ้าครูใช้การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองเท่านั้นก็อาจส่งผลทำให้การประเมินล้มเหลวได้ ดังนั้นครูจึงควรเลือกการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาและบริบท แบบสอบก็ถือเป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่ยินนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะนอกจากจะสามารถแสดงให้เห็นกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนได้เช่นเดียวกับการประเมินการปฏิบัติแล้ว ยังมีความสะดวกในการบริหารจัดการสอบและประหยัดงบประมาณในการจัดสอบด้วย และแบบสอบที่นิยมนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งเป็นแบบสอบความเรียงรูปแบบหนึ่ง แต่มีลักษณะเป็นการเสนองานศึกษาตามลำดับเหตุการณ์ แล้วแทรกคำถามเป็นระยะ ๆ นักเรียนต้องใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการคิดหาคำตอบ และจะไม่สามารถกลับไปแก้คำตอบที่ทำผ่านไปแล้วได้ จึงทำให้สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงของนักเรียนได้ และจากการศึกษา พบว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์ยังมีปัญหาเรื่องการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (สุพัฒตา ภูสอดสี, 2553) และจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นที่ว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบประเภทความเรียงรูปแบบหนึ่ง ดังนั้นจึงมักจะพบปัญหาเรื่องของความเป็นอัตนัยในการตรวจให้คะแนน (A. M. William & Irvin J. L, 1973) จึงเสนอให้ผู้ตรวจควรเลือกใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่เหมาะสม และใช้เกณฑ์ในการตรวจนั้นๆกับนักเรียนทุกคน รวมถึงควรมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อให้การตรวจแบบสอบในลักษณะดังกล่าวมีความเที่ยงเพิ่มมากขึ้น สำหรับการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์มีผู้พัฒนาขึ้นมี 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ที่มีรูปแบบเป็นการตรวจให้คะแนนแบบ 0,1,2,3...คะแนน และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ที่มีรูปแบบการตรวจให้คะแนนแบบ 0,1 คะแนน อย่างไรก็ตาม การตรวจให้คะแนนทั้งสองวิธีไม่สามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาตนเองได้ และเพื่อให้คะแนนที่ได้จากการตรวจสามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบ ผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงเพิ่มเติม จึงพบว่ามึนักวัดและประเมินผลทางการศึกษาหลายคนได้เสนอวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงไว้ด้วยกันหลายวิธี วิธีที่นิยมนำมาใช้ในการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงมากที่สุดมี 2 วิธีคือ วิธีประเมินรวม (holistic method) และวิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method) (Charles & Richard L. A, 1990; Ebel, 1972;

Oosterhof, 2003; A. M. William & Irvin J. L., 1973; W. William & Stephen G.J, 1990) และจากการศึกษาพบว่าวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ตามแบบของ Knox มีลักษณะคล้ายกับวิธีประเมินรวม (holistic method) แต่สำหรับวิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ยังไม่พบการนำวิธีการตรวจนี้มาพัฒนาเพื่อใช้กับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ทั้งที่วิธีการตรวจวิธีนี้มีขั้นตอนในการตรวจที่ละเอียดเหมาะแก่การนำไปใช้และสามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้สอบได้ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อศึกษาเรื่องจำนวนเหตุการณ์ที่ใช้ พบว่า ส่วนใหญ่มีจำนวนเหตุการณ์มากเกินไป ส่งผลให้แบบสอบมีจำนวนข้อย่อยมากตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Feletti (1980) พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ทดสอบนักศึกษาแพทย์แห่งมหาวิทยาลัยนิวยอร์ก ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 60 ข้อ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ สุพัฒตา ภูสอดสี (2553) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ จำนวน 8 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ และแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ ดวงมณี หล้าคำคง (2544) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องพลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ จำนวน 10 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการวัด คือถ้าแบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ อีกทั้งเป็นการเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่ปรากฏสารสนเทศที่สามารถตัดสินใจในการเลือกใช้จำนวนเหตุการณ์ได้ (Feletti, 1980; สุไรยา หมั่นหมัด, 2549) ในขณะที่งานวิจัยส่วนหนึ่งได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) เพื่อศึกษาว่าแหล่งความแปรปรวนใดส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการวัดและแหล่งใดเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนหลัก ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ผู้ตรวจให้คะแนนเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนสำคัญที่ส่งผลต่อความเที่ยงของคะแนน แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนต่างๆ ไปจะมีครูเพียงคนเดียวเท่านั้นที่ทำหน้าที่ตรวจให้คะแนน ในขณะที่ความยาวของแบบสอบความแตกต่างของตัวอย่าง การให้คะแนน และรูปแบบการสอบ ก็เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนสำคัญที่ส่งผลต่อความเที่ยงของคะแนนอีกประการหนึ่งด้วย ซึ่งการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นเป็นคุณลักษณะภายในที่ครูอาจารย์รู้พฤติกรรมของนักเรียนได้ต่างกัน ดังนั้นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดด้วยการพิจารณาถึงปัจจัยที่อาจส่งผลต่อคะแนนจึงมีความจำเป็น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

จากความสำคัญของการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนผลการวิจัยเรื่องวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จะเห็นได้ว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ เหมาะที่จะใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาข้างต้นยังไม่พบว่าม้งานวิจัยใดที่นำวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic

method) มาใช้เพื่อตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังไม่พบว่ามิงานวิจัยใดที่ทำการศึกษเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนและจำนวนเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) สำหรับนำมาใช้ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยวิธีการตรวจให้คะแนนแต่ละวิธีนั้นจะศึกษาภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน และมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดในสถานการณ์การวัดในลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นเป้าหมายของการนำเครื่องมือไปใช้ และสามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง : G-Coefficient) เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าวิธีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธีนั้นควรใช้แบบสอบจำนวนกี่เหตุการณ์ ที่จะส่งผลทำให้แบบสอบมีความเที่ยงในระดับที่ต้องการ และเพื่อให้ได้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ และมีประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามวิจัย

1. วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร
2. คุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไร
3. แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน จะมีความเที่ยงของแบบสอบต่างกันหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกันโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสุ่มอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

สมมุติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ (Feletti (1980)) และ Knox (สุไรยา หมั่นหมัด, 2549) ซึ่งเสนอวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่า วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีรูปแบบเป็นการตรวจให้คะแนนแบบ 0,1,2,3...คะแนน และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti มีรูปแบบการตรวจให้คะแนนแบบ 0,1 คะแนน อย่างไรก็ตาม การตรวจให้คะแนนทั้งสองวิธีไม่สามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาตนเองได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงเพิ่มเติม พบว่า วิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ยังไม่พบการนำวิธีการตรวจนี้มาพัฒนาเพื่อใช้กับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ทั้งที่วิธีการตรวจวิธีนี้มีขั้นตอนในการตรวจที่ละเอียด เหมาะแก่การนำไปใช้และสามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้สอบได้ และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อศึกษาเรื่องจำนวนเหตุการณ์ที่ใช้ พบว่า ส่วนใหญ่แบบสอบที่ใช้มีจำนวนเหตุการณ์มากเกินไป ส่งผลให้แบบสอบมีจำนวนข้อย่อยมากตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Feletti (1980) พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 60 ข้อ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ สุพัฒดา ภูสอดสี (2553) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีจำนวน 8 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ และแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ ดวงมณี หล้าคำดง (2544) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการวัด คือถ้าแบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบ

เกิดความเมื่อยล้าในการตอบ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ ดังเช่น Feletti (1980) ได้ศึกษาความเที่ยงและความตรงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่า ถ้านำแบบสอบจำนวนข้อสอบ 11 - 64 ข้อ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง พบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.26 - 0.81 แต่ถ้าใช้แบบสอบจำนวน 60 ข้อ จะมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.57 - 0.91 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใจ แต่แบบสอบที่มีจำนวนข้อมากจะเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดสมมุติฐานดังนี้ คือ

1. แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีจำนวนเหตุการณ์ 5 เหตุการณ์ โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยมีความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti
2. จากความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนทั้ง 3 วิธีนั้น แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มีความเที่ยงสูงสุดในทุกเงื่อนไขจำนวนเหตุการณ์ และมีค่าความเที่ยงสูงขึ้นเมื่อจำนวนเหตุการณ์เพิ่มขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปีที่ 2 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3 การที่ผู้วิจัยเลือกประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากตามทฤษฎีพัฒนาการทางการคิดของ Jean Piaget (1986 อ้างอิงในอชรา เอ็บสุขศิริ, 2556) กล่าวว่า เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 11 ปี ขึ้นไป จนถึงวัยรุ่นใหญ่อยู่ในขั้น Formal operations เป็นขั้นสุดท้ายคือเด็กในวัยนี้จะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กสามารถที่จะคิดหาเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้ว เด็กจะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดี ซึ่งนับได้ว่าเด็กในระดับชั้นนี้มีความเหมาะสมที่จะได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- วิธีการตรวจให้คะแนน

วิธีที่ 1 : วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

วิธีที่ 2 : วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

วิธีที่ 3 : วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย

(analytic method)

- จำนวนเหตุการณ์ ได้แก่ 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่นำมาสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สารและสมบัติของสาร แรงแและการเคลื่อนที่ พลังงาน และ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ หมายถึง แบบสอบประเภทความเรียงที่ใช้เหตุการณ์จำลองเป็นกรณีศึกษาที่มีเนื้อหาตามที่ต้องการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และมีการเสนอเหตุการณ์จำลองตามลำดับเหตุการณ์ และเสนอแยกออกเป็นข้อ ๆ ที่เป็นอิสระจากกัน แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นระยะ ๆ ผู้สอบต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง และต้องทำข้อสอบให้เสร็จที่ละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบสอบประเภทความเรียงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เหตุการณ์จำลองเป็นกรณีศึกษาตามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการเสนอเหตุการณ์จำลองตามลำดับเหตุการณ์ และเสนอแยกออกเป็นข้อ ๆ ที่เป็นอิสระจากกัน แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัด

เป็นระยะ ๆ แต่ละเหตุการณ์ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 4 ข้อ ตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการทำให้แบบสอบผู้สอบต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง และต้องทำข้อสอบให้เสร็จทีละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่บุคคลกระทำเพื่อหาทางออกให้กับปัญหาที่กำลังเผชิญ โดยการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ไขปัญหา และคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งขั้นตอนในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการตั้งปัญหา สร้างขอบเขตของปัญหา และต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและเข้าใจง่าย
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อใช้พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการประเมินความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหา และหากผลที่ได้นั้นยังไม่ใช่ผลที่ต้องการ ก็ต้องมีการเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา

วิธีการตรวจให้คะแนน หมายถึง วิธีการตรวจคำตอบแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่เฉลยคำตอบไว้ว่าตอบอย่างไรและได้กี่คะแนน มีทั้งหมด 3 วิธี คือ

1. วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox หมายถึง วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามผิดบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน

สมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถาม ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มี การตอบคำถาม

2. วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti หมายถึง วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบ อัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 2 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถาม ไม่ถูกต้องตามแนว คำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

3. วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) หมายถึง วิธีการตรวจ ให้คะแนนแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมี องค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์ 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียง เรียงความคิด (1 คะแนน)

จำนวนเหตุการณ์ หมายถึง จำนวนสถานการณ์ของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) หมายถึง ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียวกัน (intra rater reliability) ที่ทำ การตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับ และตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ และความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter rater reliability) ที่ทำการ ตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระกัน

ความเที่ยงของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเที่ยงของคะแนนที่ได้จากแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถใน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ ต่างกัน โดยแสดงถึงระดับความแม่นยำและความเที่ยงของการสรุปอ้างอิงคะแนนที่ได้จากแบบสอบ ไปยังคะแนนเอกภพของผู้สอบ โดยประมาณค่าความเที่ยง (สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G - Coefficient)

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

หมายถึง ทฤษฎีสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดที่แสดงประสิทธิภาพการสรุปอ้างอิงผลของการวัดที่ได้จากแบบสอบไปยังคะแนนเฉลี่ยที่ผู้สอบแต่ละคนควรได้รับ ภายใต้สถานการณ์สอบหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ของการวัด และสามารถจำแนกแหล่งความคลาดเคลื่อนได้หลายแหล่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ศึกษา ฟาเซต คือ จำนวนเหตุการณ์

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ได้ขยายองค์ความรู้เชิงวิชาการที่เป็นสารสนเทศของการศึกษาเรื่องวิธีการตรวจให้คะแนนและจำนวนเหตุการณ์ที่เหมาะสมของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่จะประโยชน์ในการสร้างและเลือกใช้เครื่องมือต่อไป
3. ได้แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ มีวิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน และจำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่เหมาะกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด รายละเอียดของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็น 6 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์
- ตอนที่ 2 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง
- ตอนที่ 3 คุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง
- ตอนที่ 4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 5 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
- ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์

1.1 แบบสอบอัตนัยประยุกต์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ หรือ แบบสอบเอ็มอีคิว (modified essay question test : MEQ) เป็นแบบสอบแบบความเรียงรูปแบบหนึ่ง ที่พัฒนาขึ้นโดย Hodgkin และ Knox คณะกรรมการตรวจสอบแห่งราชวิทยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป สหราชอาณาจักร ในปี ค.ศ. 1965 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดทักษะในการแก้ปัญหา (problem solving skill) ของแพทย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีแล้วต้องการสอบเข้าเป็นสมาชิกของสมาคม ซึ่งแบบสอบอัตนัยประยุกต์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้แทนแบบสอบดั้งเดิมที่มีลักษณะเป็นแบบสอบความเรียงที่มีค่าความเที่ยงต่ำและแบบสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความตรงต่ำ นอกจากนั้นแบบสอบดั้งเดิมที่พบว่าส่วนใหญ่เป็นการวัดเพียงความรู้ความจำ

สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Hodgkin และ Knox พัฒนาขึ้นมีลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิดโดยใช้เหตุการณ์ทางการแพทย์ และเสนอตามลำดับเหตุการณ์ที่ละขั้นตอน ไม่เสนอต่อเนื่องกันเหมือนแบบสอบแบบความเรียง ผู้ตอบต้องอาศัยข้อมูลจากเหตุการณ์นั้นมาหาคำตอบ แต่ต่อมา Feletti แห่งมหาวิทยาลัยนิวยอร์ก ได้นำแบบสอบนี้มาปรับปรุงวิธีการใช้ โดยมีการกำหนดเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อ โดยผู้สอบต้องปรับเวลาที่ใช้ในการสอบให้เหมาะสม และต้องทำทุกข้อให้เสร็จภายในเวลารวมที่กำหนด นอกจากนี้ Feletti ยังมีการสร้างคำตอบเพื่อใช้ในการให้คะแนน และกำหนดคะแนนผ่านหรือระดับความสามารถขั้นต่ำที่ผ่านด้วย (Feletti, 1980; กนกวรรณ ศรีรักษา, ม.ป.ป; สุโรยา หมั่นหมัด, 2549)

1.2 การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ได้รับการพัฒนารูปแบบ โดยเริ่มต้นจาก Hodgkin และ Knox คณะกรรมการตรวจสอบแห่งราชวิทยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป สหราชอาณาจักร ได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ไว้ดังนี้ คือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบปลายเปิดที่ใช้การศึกษาเฉพาะกรณี (case study) มีการบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่น่าเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูล ซึ่งกรณีศึกษาแต่ละกรณีและข้อคำถามเป็นอิสระจากกัน ผู้เข้าสอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง ดังนั้นผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตอบคำถาม ซึ่งทำให้แบบสอบประเภทนี้แตกต่างกับแบบสอบสถานการณ์ โดยแบบสอบสถานการณ์นั้นผู้สอบสามารถคิดในกรอบที่กว้างกว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์ (พวงแก้ว ปุณยภน, 2531) และไม่มี การอนุญาตให้เปิดย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบข้อที่ทำไปแล้วหรือกลับไปดูข้อมูลที่ผ่านมาได้

ต่อมา Feletti ได้นำแบบสอบของ Hodgkin และ Knox ไปปรับปรุงเพื่อทดสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางการแพทย์และการจัดการกับผู้ป่วย โดยแบบสอบมีลักษณะเป็นแบบสอบปลายเปิด ที่ผู้เข้าสอบต้องจัดสรรเวลาในการทดสอบเองและทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด และแบบสอบหนึ่งฉบับควรมีจำนวนข้อตั้งแต่ 5-35 ข้อ (Feletti, 1980)

นอกจากนั้นพวงทิพย์ โพธิ์ว (2535) ได้กล่าวถึงแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่าเป็นแบบสอบที่มีลักษณะเป็นชุดคำถาม โดยแยกชุดคำถามเป็นข้อคำถามละ 1 หน้า โดยแต่ละหน้าจะมีลักษณะดังนี้ คือ ส่วนบนของข้อคำถามจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเกี่ยวกับคนไข้ ถัดลงมาเป็นข้อคำถาม และเว้นช่องว่างให้เขียนคำตอบ สำหรับส่วนล่างสุดจะเป็นจำนวนเวลาที่กำหนดให้ทำแต่ละข้อซึ่งสอดคล้องกับสถิติมา ฐิติรุ่งเรือง (2544) และรัตนภรณ์ วงศ์ศรีอ่อน (2548) ที่อธิบายแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่าเป็นแบบสอบกรณีศึกษา เป็นคำถามปลายเปิด และมีลักษณะเป็นการเสนอเหตุการณ์ตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามสภาพจริงและมีการแทรกคำถามเป็นระยะๆ โดย

ผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ในตอบคำถามในหน้านั้นๆ และในขณะที่ทำการทดสอบผู้สอบไม่สามารถเปิดแบบสอบเพื่อดูคำถามล่วงหน้าหรือเปิดย้อนกลับไปข้อที่ผ่านมาได้ และในการทำแบบสอบแต่ละหน้าจะมีเวลากำหนดให้ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนจะถูกกำหนดให้โดยผู้เชี่ยวชาญ

1.3 หลักการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์

การสร้างและพัฒนาแบบสอบถือเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการวัดและประเมินความรู้ความสามารถของบุคคล ซึ่งถ้าหากแบบสอบที่สร้างและพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือที่ดีมีคุณภาพก็จะส่งผลที่น่าเชื่อถือสำหรับการนำข้อมูลไปตัดสินใจเกี่ยวกับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลนั้น สำหรับการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์จะมีลักษณะที่เฉพาะมากกว่าการสร้างแบบสอบแบบความเรียงโดยทั่วไป ดังเช่น Knox (1980 อ้างถึงในสุไรยา หมั่นหมัด, 2549) ที่ได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ไว้ว่าเป็นแบบสอบปลายเปิดที่ใช้การศึกษาเฉพาะกรณี (case study) มีบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่น่าเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูลซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับคำถามหรือบางส่วนก็อาจไม่เกี่ยวข้อง ผู้สอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง ดังนั้นผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตอบคำถาม ซึ่งทำให้แบบสอบประเภทนี้แตกต่างกับแบบสอบสถานการณ์ ในขณะที่ไตรรงค์ เจนการ (2530) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเขียนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ว่าเป็นแบบสอบที่มีความต่อเนื่องของเหตุการณ์และมีการแทรกข้อคำถามเป็นระยะ สำหรับขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์โดยภาพรวม มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเหมือนกับแบบสอบโดยทั่วไป แต่ต่างกันที่รายละเอียดบางขั้นตอน ซึ่งจากการศึกษาขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์ของฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง (2544) สุไรยา หมั่นหมัด (2549) และสุพัฒตา ภูสอตสี (2553) พบว่ามีขั้นตอนที่สอดคล้องกันดังนี้ คือ

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- 2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์
- 3) กำหนดขอบเขตของเนื้อหา
- 4) เขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของแบบสอบอัตนัยประยุกต์
- 5) ตรวจสอบความตรงของแบบสอบและการให้คะแนน
- 6) ทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 1
- 7) วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุง
- 8) ทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 2
- 9) คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์และปรับปรุงแบบสอบ
- 10) หาคุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยง และความตรง
- 11) สร้างเกณฑ์ปกติ และ
- 12) สร้างคู่มือการใช้แบบสอบและจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มแบบสอบ

สำหรับการดำเนินการสอบ เนื่องด้วยแบบสอบอัตนัยประยุกต์มีลักษณะเฉพาะในการเสนอเหตุการณ์ โดยเป็นการเสนอที่ละเหตุการณ์อย่างต่อเนื่อง ผู้สอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้ได้มาใช้พิจารณาหาคำตอบเอง โดยต้องแน่ใจว่าการตอบนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพราะเมื่อผู้สอบส่งข้อสอบแล้วจะไม่สามารถพลิกกลับไปแก้ไขได้ ดังนั้นจึงต้องมีการแยกข้อสอบออกเป็นเหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 1 แผ่น และเมื่อผู้สอบทำข้อสอบเสร็จก็ต้องคว้าแบบสอบลงหรือวางไว้ใต้ช่องใส่แบบสอบ แล้วจึงสามารถหยิบข้อคำถามถัดไปขึ้นมาทำได้ และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์พบว่า มีผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดสอบด้วยวิธีอื่นที่น่าสนใจอีก ดังเช่นการจัดสอบด้วยการใช้คอมพิวเตอร์โดยข้อคำถามจะเสนอบนจอตามเวลาที่กำหนด ซึ่งเป็นวิธีการป้องกันผู้สอบกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อก่อนหน้า ช่วยประหยัดเวลาและงบประมาณ สามารถควบคุมเวลาที่ใช้ในการสอบได้ดี แต่ข้อบกพร่องคือ ถ้าผู้สอบไม่เคยทำแบบสอบผ่านคอมพิวเตอร์จะทำให้เกิดความประหม่า และส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของคะแนน และในบางครั้งการจัดสอบมักจะมีปัญหาเรื่องความไม่เพียงพอของจำนวนคอมพิวเตอร์ ทำให้ไม่สามารถจัดสอบพร้อมกันในครั้งเดียวได้ นอกจากนี้ยังมีการนำเครื่องฉายภาพ (visualizer) และเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ (overhead projector) มาประยุกต์ใช้ในการจัดการสอบ โดยครูหรือผู้คุมสอบจะเขียนคำถามลงบนกระดาษหรือแผ่นใส จากนั้นผู้สอบจะตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบ ข้อดีคือ ใช้เวลาในการจัดเตรียมแบบสอบน้อย ประหยัดเวลาและงบประมาณ สามารถควบคุมเวลาที่ใช้ในการสอบได้ดีเช่นเดียวกับการจัดสอบด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ แต่ข้อบกพร่องคือ ถ้ามีผู้สอบจำนวนมากจะมีข้อจำกัดเรื่องจำนวนอุปกรณ์ ดังนั้นการจัดสอบแบบสอบอัตนัยประยุกต์ รูปแบบใดนั้น ผู้วิจัยต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการสอบ จำนวนผู้เข้าสอบ ความพร้อมของผู้จัดสอบ รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่จะนำมาใช้ในการจัดสอบด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงจะดำเนินการจัดสอบด้วยการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์ในลักษณะของกระดาษ เนื่องจากจำนวนผู้สอบมีปริมาณมากทำให้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่จะนำมาใช้ในการจัดสอบมีไม่เพียงพอ อีกทั้งการสอบในรูปแบบดังกล่าวมีความเหมาะสมกับการดำเนินการจัดสอบกับตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (ดวงมณี หล้าคำตง, 2544; นงรักค์ ไทธานี, 2542; สุพัฒตา ภูสอดสี, 2553)

1.4 คุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

การพัฒนาแบบสอบให้มีประสิทธิภาพนั้น คุณภาพของแบบสอบเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้พัฒนาแบบสอบต้องให้ความสำคัญ เพราะผลการวัดจะถูกใช้ในการสรุปอ้างอิงถึงความสามารถของนักเรียนดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบก่อนนำไปใช้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาคุณภาพของแบบสอบ พบว่า มีการตรวจสอบความเที่ยงและความตรงของแบบสอบเสมอ เนื่องจาก ถ้าแบบสอบมีคุณภาพสูงจะทำให้สามารถวัดได้ตรงกับจุดประสงค์ของการวัดและส่งผลกระทบต่อความเที่ยงของคะแนนในการวัดอีกด้วย ดังเช่น Feletti (1980) ได้ศึกษาความเที่ยงและความตรงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ที่ทดสอบกับนักศึกษาแพทย์แห่งมหาวิทยาลัยนิวยอร์ก โดยวัดตามวัตถุประสงค์ของบลูม 3 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการแก้ปัญหา จากการศึกษพบว่า ถ้านำแบบสอบจำนวนข้อสอบ 11 - 64 ข้อ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของครอนบาค พบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.26 - 0.81 แต่ถ้าใช้แบบสอบจำนวน 60 ข้อ จะมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.57 - 0.91 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใจ แต่แบบสอบที่มีจำนวนข้อมากจะเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับผลการวัดความตรงของแบบสอบพบว่า แบบสอบวัดวัตถุประสงค์ของบลูมในระดับความรู้ ความเข้าใจ เป็นส่วนมาก เนื่องจากเนื้อหาที่นำมาใช้ในการสร้างแบบสอบสามารถวัดวัตถุประสงค์ในระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ยาก แต่อย่างไรก็ตามแบบสอบอัตนัยประยุกต์ยังสามารถใช้เป็นแบบสอบในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างดี สอดคล้องงานวิจัยของนงรักค์ ไทธานี (2542) ที่พัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบสอบที่ใช้เป็นแบบสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 6 ชุดปัญหา รวม 30 ข้อ ผลการศึกษาพบว่าแบบสอบที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบสอบที่ค่อนข้างยาก และเป็นแบบสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำเนื่องจากผลของความประหลาดในการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอบจึงส่งผลกระทบต่อคะแนนสอบที่คลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริง แต่เป็นแบบสอบที่มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ค่อนข้างสูงตั้งแต่ละชุดปัญหาและทั้งฉบับ สำหรับความเที่ยงของแบบสอบรวมทั้งฉบับมีค่าสูงกว่าแบบสอบแต่ละชุดปัญหา เนื่องจากความยาวของแบบสอบจะส่งผลกระทบต่อความเที่ยง ถ้าแบบสอบมีความยาวมากจะมีความเที่ยงสูง เพราะความคลาดเคลื่อนของแบบสอบจะต่ำลง เนื่องจากผู้สอบมีโอกาสแสดงความสามารถที่แท้จริง สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุพัฒตา ภูสอดสี (2553) ที่พัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ พบว่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับสูงกว่าความเที่ยงของแบบสอบแต่ละเหตุการณ์ เพราะแบบสอบที่มี

ความยาวมากจะส่งผลต่อค่าความเที่ยงที่สูงด้วย ดวงมณี หล้าคำตง (2544) ได้พัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ จำนวน 10 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อคำถาม ให้ความเวลาในการทำแบบสอบทั้งฉบับ 1 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า แบบสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.30 – 0.80 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 - 0.87 และมีค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับสูงกว่าแบบสอบแต่ละเหตุการณ์ แต่มีความตรงตามสภาพต่ำ นอกจากนั้นการจัดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ส่งผลต่อคะแนนสอบ เนื่องจากผู้สอบมีความประหม่าในการใช้ทำแบบสอบ ทำให้ทำแบบสอบไม่ทันเวลากอปรกับเครื่องคอมพิวเตอร์มีจำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อการจัดสอบเพียงครั้งเดียว ทำให้คะแนนที่ได้คลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริง

นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์กับแบบสอบรูปแบบอื่นๆด้วย ดังเช่นงานวิจัยของ Rabinowitz and Hoja (1989) ที่เปรียบเทียบผลการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์ และแบบสอบแบบเลือกตอบ เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางการแพทย์ของนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า การสอบของนักศึกษาแพทย์ด้วยแบบสอบอัตนัยประยุกต์มีค่าสหสัมพันธ์สูงกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางการแพทย์ และการสอบด้วยแบบสอบอัตนัยประยุกต์สามารถใช้นำมาพยากรณ์การปฏิบัติงานของแพทย์ภายหลังสำเร็จการศึกษาได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับไตรรงค์ เจนการ (2530) ที่ศึกษาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์กับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ประยุกต์แบบเลือกตอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์มีค่าความเที่ยงของแบบสอบสูงสุด แต่แบบสอบทั้งหมดมีความยากใกล้เคียงกัน มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยและค่าความตรงไม่แตกต่างกัน และลักษมี จันทราช (2543) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ และแบบสอบแบบเลือกตอบ เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์มีความยากและความเที่ยงมากกว่าแบบสอบแบบเลือกตอบ นอกจากนั้นยังสามารถแยกนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่งกลุ่มอ่อนได้

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า คุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้พัฒนาต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะคุณภาพด้านความเที่ยงและความตรง เนื่องจากถ้าแบบสอบมีคุณภาพสูงก็จะทำให้สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ของการวัด และส่งผลต่อความเที่ยงของคะแนนอีกด้วย สำหรับความเที่ยงของแบบสอบรวมทั้งฉบับจะสูงกว่าความเที่ยงรายข้อคำถาม เนื่องจากความยาวของแบบสอบจะส่งผลต่อความเที่ยงด้วย นอกจากนั้นแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีลักษณะเป็นแบบสอบแบบความเรียงยังมีความยาก อำนาจจำแนกและความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบแบบเลือกตอบด้วย

1.5 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์

การตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ตามที่ Knox พัฒนาขึ้นเป็นการรวบรวมคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุดจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 - 12 คน ที่ตอบข้อคำถามนั้นๆ และมีการตรวจให้คะแนนเป็น 0,1,2,3... และถ้าการตอบมีการสร้างความเสียหายต่อวิชาชีพ คะแนนที่ให้จะเป็นคะแนนที่มีลักษณะติดลบ ซึ่งภายหลัง Knox พบว่าการให้คะแนนแบบติดลบไม่มีประโยชน์ เนื่องจากสามารถชดเชยการตอบที่ต้องให้คะแนนติดลบได้โดยให้คะแนนคำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุดมากๆ (Knox, 1980 อ้างถึงในสุไรยา หมัดหมั่น, 2549) ในขณะที่ Feletti ได้กล่าวถึงวิธีการตรวจให้คะแนน โดยเริ่มต้นจากการสร้างคำตอบเพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน ซึ่งมาจากรวบรวมคำตอบทั้งหมดจากผู้เชี่ยวชาญและกำหนดคะแนนให้ผ่านหรือระดับความสามารถขั้นต่ำที่ผ่านได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าโมเดลคำตอบข้อนั้นมีอยู่ 16 ข้อ ผู้ตอบสามารถตอบได้ 6 ข้อ จะถือว่าผ่านเกณฑ์และได้ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบได้ไม่ถึง 6 ข้อ ก็จะถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำจะได้ 0 คะแนน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจให้คะแนนของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่าส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้การตรวจให้คะแนนตามแบบวิธีการตรวจให้คะแนน Knox ดังเช่นงานวิจัยของฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง (2544) ที่พัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox นอกจากนี้ยังพบว่ามีการศึกษาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีการตรวจให้คะแนนต่างกัน ดังเช่นงานวิจัยของกนกวรรณ เอี่ยมชัย (2539) ที่ศึกษาค่าความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาลที่มีวิธีการตรวจและผู้ตรวจต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าแบบสอบที่มีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีความเที่ยงของแบบสูงกว่าแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti เนื่องจากวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox เป็นวิธีการตรวจให้คะแนนหลายระดับ จึงมีความละเอียดในการให้คะแนนมากกว่า แต่การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนค่อนข้างยาก (Knox, 1980 อ้างถึงในสุพัฒตา ภูสอดสี, 2553) สำหรับวิธีการตรวจให้คะแนนของ Feletti มีความเป็นปรนัยในการตรวจมากกว่า ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อยกว่า เนื่องจากเป็นวิธีการตรวจให้คะแนนแบบ 0 - 1 คะแนน แต่สำหรับวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัย

ประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีเพียงสุโรยา หมั้นหมัด (2549) ที่พัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดจอห์น ดิวอี้ โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ที่มีรูปแบบเป็นการตรวจให้คะแนน 4 ระดับ คือ 0 1 2 และ 3 คะแนน แต่ไม่พบการนำวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ที่มีรูปแบบเป็นการตรวจให้คะแนนแบบ 0,1 คะแนน มาใช้ในการตรวจแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งที่วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti เป็นวิธีที่มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนเช่นกัน แต่เมื่อศึกษาถึงลักษณะของวิธีการตรวจให้คะแนนทั้ง 2 วิธี พบว่า การตรวจทั้งสองวิธีไม่สามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาตนเองได้

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบที่นิยมนำมาใช้สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าแบบสอบชนิดเลือกตอบและชนิดอื่นๆ เพราะมีค่าความเที่ยง ความตรงและค่าอำนาจจำแนกสูง ในขณะที่เดียวกันผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ จะมีค่าสูงกว่าการวิเคราะห์คุณภาพจากแบบสอบแต่ละเหตุการณ์ เนื่องจากความยาวของแบบสอบจะส่งผลต่อความเที่ยง คือ ถ้าแบบสอบมีความยาวมากจะมีผลทำให้ความเที่ยงสูง เพราะความคลาดเคลื่อนของแบบสอบจะต่ำลง ในขณะเดียวกัน ถ้าแบบสอบมีจำนวนข้อมากเกินไป จะส่งผลทำให้นักเรียนมีความเมื่อยล้าในการทำข้อสอบ เพราะแบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบแบบเขียนตอบ ทำให้ผลที่ได้จากการวัดไม่ใช่ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่แท้จริง อีกทั้งเป็นการเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่าการจัดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ส่งผลให้แบบสอบมีความตรงตามสภาพต่ำ รวมถึงคะแนนสอบด้วย เนื่องจากผู้สอบมีความประหม่าในการทำข้อสอบ ทำให้ทำข้อสอบไม่ทันเวลา กอปรกับเครื่องคอมพิวเตอร์มีจำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อการจัดสอบเพียงครั้งเดียว ทำให้คะแนนที่ได้คลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริง และจากการศึกษาเรื่องวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์พบว่ามี 2 วิธีคือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ซึ่งทั้งสองวิธีต่างมีข้อดีและข้อบกพร่องแตกต่างกัน แต่สิ่งที่เหมือนกันคือวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ทั้ง 2 วิธีไม่สามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาตนเองได้

บอกได้แต่เพียงคะแนนที่ได้จากการสอบของผู้สอบแต่ละคน ทำให้ผู้สอบไม่สามารถนำคะแนนที่ได้ไปใช้เป็นสารสนเทศในการปรับปรุงและพัฒนาตนเอง

ตอนที่ 2 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง

แบบสอบความเรียงมีชื่อเรียกอีกชื่อว่าแบบสอบอัตนัย (essay test) เป็นแบบสอบที่ให้อิสระในการตอบแก่ผู้สอบ และสามารถวัดผู้สอบได้หลายด้าน (ไซติกา ภาชีผล, 2556) รวมถึงสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสูงได้ แต่อย่างไรก็ตามการวัดประเมินนักเรียนด้วยแบบสอบประเภทดังกล่าวยังมีความเสี่ยงเรื่องของความเที่ยงของคะแนนที่ได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับผู้ตรวจเป็นหลัก ดังนั้นเพื่อให้การตรวจมีความเที่ยงเพิ่มมากขึ้น จะต้องมีการออกแบบวิธีการตรวจให้คะแนน และใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความเป็นปรนัยในการตรวจ ซึ่งสอดคล้องกับ A. M. William and Irvin J. L (1973) ที่เสนอให้ผู้ตรวจควรเลือกใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่เหมาะสม และใช้เกณฑ์ในการตรวจนั้นๆกับนักเรียนทุกคน รวมถึงควรมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อให้การตรวจแบบสอบในลักษณะดังกล่าวมีความเที่ยงเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียง พบว่ามีนักวัดและประเมินผลทางการศึกษาหลายคนได้เสนอวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงไว้ด้วยกันหลายวิธี และวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงมากที่สุดมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ (Charles & Richard L. A, 1990; Ebel, 1972; Oosterhof, 2003; A. M. William & Irvin J. L, 1973)

1. วิธีประเมินรวม (holistic method) วิธีนี้คำตอบจะไม่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆ ต้องอาศัยความประทับใจโดยภาพรวมในการตรวจให้คะแนน ผู้ตรวจจะใช้วิธีการอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วและใช้มาตรฐานบางอย่างในการกำหนดระดับของคำตอบ และเพื่อควบคุมความสม่ำเสมอหรือเพื่อให้การตรวจมีมาตรฐาน ก็จะมีการแบ่งกลุ่มคำตอบเป็นหลายๆกองตามระดับคุณภาพที่ต่างกัน เช่น ดีมาก ดี พอใช้ อ่อน เป็นต้น หลังจากนั้นครูก็จะตรวจคำตอบโดยการพิจารณาทีละกอง แล้วให้คะแนนตามลำดับคุณภาพอีกทีหนึ่ง ซึ่งการตรวจวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพสำหรับข้อสอบที่มีจำนวนมาก เนื่องจากการตรวจจะทำได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาน้อย ง่ายต่อการนำไปใช้งาน อย่างไรก็ตามแม้ว่าวิธีการตรวจประเภทนี้จะทำให้การให้คะแนนมีความเที่ยงสูง แต่ยากต่อการให้ข้อมูล

ย้อนกลับแก่ผู้สอบเกี่ยวกับเหตุผลของการได้คะแนนในแต่ละข้อ ซึ่งตัวอย่างของการให้คะแนนแบบวิธีประเมินรวม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบวิธีประเมินรวม

ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
4	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ไม่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณและแก้สมการได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
3	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวความคิดและหลักการเกือบสมบูรณ์ มีข้อผิดพลาดในการคำนวณน้อยหรือเล็กน้อย ขั้นตอนวิธีการดำเนินการอย่างถูกต้อง
2	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการ ส่วนใหญ่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณ ขั้นตอนวิธีการดำเนินการผิดพลาด
1	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเพียงเล็กน้อย มีคลาดเคลื่อนมากในความคิดทางคณิตศาสตร์ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ผิด

ที่มา : The Online Teacher Resource. (2009)

2. วิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method) วิธีนี้จะมีรูปแบบคำตอบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบเฉพาะที่กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยจะแยกออกเป็นตอนย่อยๆตามองค์ประกอบที่สำคัญ และมีการกำหนดการให้คะแนนในแต่ละตอน จากนั้นจะนำคะแนนของแต่ละตอนมารวมเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ ซึ่งการกำหนดองค์ประกอบที่คาดหวังจะช่วยให้ผู้ให้คะแนนสามารถให้คะแนนได้อย่างคงที่ และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบเฉพาะที่คาดหวังของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่ามีนักการศึกษาหลายคนได้เสนอองค์ประกอบเฉพาะที่คาดหวังไว้ อย่างหลากหลาย ดังเช่น Tuckman (1975 อ้างอิงใน Kubiszyn & Borich, 2003) ที่ระบุเกณฑ์การตรวจให้คะแนนข้อถามปลายเปิดไว้ 3 องค์ประกอบสำคัญ คือ 1) เนื้อหา (Context) องค์ประกอบนี้มีความสำคัญต่อการตรวจให้คะแนนเมื่อความรู้ด้านเนื้อหาเป็นรากฐานในการพัฒนาความคิดและทักษะในการแก้ปัญหา ถึงแม้เหตุผลสำคัญของการใช้แบบสอบปลายเปิดในการทดสอบคือเพื่อทดสอบกระบวนการในการคิดของผู้ตอบมากกว่าการวัดความรู้ในเนื้อหา แต่ก็ยังคงต้องการให้ผู้ตอบตอบคำถามเพื่อใช้ในการประกอบคำตอบ อีกทั้งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความถูกต้องและความเพียงพอของเนื้อหาในขอบเขตของเนื้อหาที่นำมาสร้างข้อคำถามนั้นๆด้วย 2) การเรียบเรียง

(Organization) เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการตอบคำถามในแบบสอบอัตนัย โดยทั่วไปจะพิจารณา ส่วนประกอบของคำตอบ 3 ส่วน คือ บทนำ เนื้อความ และสรุป นอกจากนั้นอาจให้ความสำคัญ ในด้านการสะกดไวยากรณ์ ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการสื่อสารระหว่างผู้ตอบและผู้ตรวจ ดังนั้น หากจะใช้เกณฑ์นี้ในการตรวจให้คะแนนควรมีการชี้แจงเกณฑ์คะแนนให้ผู้ตอบทราบล่วงหน้า

3) กระบวนการ (Process) เป้าหมายของการวัดด้วยแบบสอบอัตนัย คือเพื่อวัดทักษะในด้านการ นำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินผล หรือการรวมทักษะต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นองค์ประกอบนี้จึงมีความสำคัญในการแสดงว่านักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตาม กระบวนการที่ต้องการวัดหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับสุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2538) ที่เสนอว่าการตรวจ ให้คะแนนแบบสอบอัตนัยควรมีประเด็นที่จะให้คะแนนคือ 1) เนื้อหา (Context) 2) การเรียบเรียง (Organization) และกระบวนการ (Process) เช่นกัน นอกจากนี้ การแสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน การให้เหตุผล การยกตัวอย่างสนับสนุน การจัดระเบียบในการเขียน วิธีที่ใช้เขียนคำตอบ ความ สมบูรณ์ของคำตอบ การจัดวางรูปแบบ การตอบได้ตรงประเด็น ความเข้าใจในปัญหา การวางแผน การแก้ปัญหา การได้มาซึ่งคำตอบ ก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่มีการนำมาใช้ในการตรวจให้คะแนน แบบสอบอัตนัย (Charles & Richard L. A, 1990; A. M. William & Irvin J. L, 1973) Charles et al., (1987 อ้างอิงในน้ำผึ้ง อินทะเนตร, 2554) อีกทั้งลักษณะอื่นๆที่ครุคิดว่าจะมีความสำคัญนอกจากนั้น จุดสำคัญของการให้คะแนนขึ้นอยู่กับข้อกำหนดขอบเขตของคำตอบให้ละเอียด มีความชัดเจน จะช่วยให้การตรวจวิธีนี้ง่ายต่อการให้คะแนนและมีความน่าเชื่อถือ ในขณะที่ Nitko (1996) และ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) กล่าวว่า การให้คะแนนวิธีนี้ทำให้สามารถพิจารณาขั้นตอนของ กระบวนการแก้ปัญหาซึ่งไม่ใช่การพิจารณาเพียงคำตอบ ทำให้ได้รับข้อมูลที่มีรายละเอียดของ คะแนน สามารถแสดงให้เห็นจุดเด่นจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบในการตอบของนักเรียน ทำให้ ครุสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ตรงตามความต้องการ รวมถึงสามารถนำผลของการตรวจให้คะแนนเป็น ข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้สอบเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาตนเองต่อไป

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวข้างต้นพบว่าวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความ เรียงแบบวิธีประเมินรวม (holistic method) มีลักษณะคล้ายกับวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบ ของ Knox ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์ สำหรับวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียง แบบวิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method) เป็นวิธีที่มีขั้นตอนในการตรวจที่ละเอียดเหมาะแก่การ

นำไปใช้และสามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้สอบได้อีกด้วย ซึ่งแบบสอบอัตนัยประยุกต์ก็ถือว่าเป็นแบบสอบประเภทความเรียงประเภทหนึ่ง แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่นำวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method) มาใช้ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจจะพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) สำหรับนำมาใช้ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาเอกสาร พบว่า องค์ประกอบที่ใช้ในการให้คะแนนของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิธีวิเคราะห์ย่อยมีหลายองค์ประกอบ แต่เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า วิธีวิเคราะห์ย่อย ตามองค์ประกอบของ Tuckman (1975 อ้างอิงใน Kubiszyn & Borich, 2003) คือ ความถูกต้องของเนื้อหา การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด และการจัดเรียงเรียงความคิด มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบ เพื่อให้ผู้สอบได้มีโอกาสทราบข้อดี และจุดบกพร่องของตนเอง รวมถึงสามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาตนเองได้อย่างตรงจุด

ตอนที่ 3 คุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง

การพัฒนาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยจะมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพของการตรวจแบบสอบ ซึ่งงานวิจัยส่วนมากมักหาความเที่ยงของแบบสอบจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจหลายคนหรือความสัมพันธ์ภายในผู้ตรวจคนเดียวกัน ดังนั้นค่าสหสัมพันธ์ที่ได้คือค่าที่แสดงความสอดคล้องกันระหว่างผู้ตรวจ ไม่ใช่ความเที่ยงของเครื่องมือโดยตรง (จุฑา ธรรมชาติ, 2549; บุญเชิด ภิญโญ อนันตพงษ์, 2521) ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาคุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียงโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คุณภาพด้านความเที่ยง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยพบว่า มีนักการศึกษาหลายจำนวนมากที่ศึกษาสิ่งที่ส่งผลต่อความเที่ยงของการตรวจให้คะแนน อาทิ การศึกษาถึงผลของลายมือของผู้สอบที่ส่งผลต่อการให้คะแนนของผู้ตรวจ พบว่า ลักษณะลายมือมีผลต่อคะแนน โดยกระดาษคำตอบที่เขียนด้วยลายมือสวยจะได้รับคะแนนสูงกว่ากระดาษคำตอบที่เขียนด้วยลายมือไม่สวย (Schuyler & William G. B, 1972) ในขณะที่ภูมิหลังของผู้ตรวจ อาทิ ตำแหน่งทางวิชาการ เพศ ก็ส่งผลต่อความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนแบบสอบทั้งสิ้น และวิธีการตรวจที่ทำให้คะแนนที่ได้มีความ

สอดคล้องกันระหว่างผู้ตรวจมากที่สุด คือ การตรวจแบบวิธีวิเคราะห์ย่อยและวิธีประเมินรวมที่ตรวจให้เสร็จเป็นรายข้อ (จิราพร อัครสมพงษ์, 2536) นอกจากนี้การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียง มักจะเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการตรวจให้คะแนนของครู โดยจะพบว่าเมื่อนำกระดาษคำตอบชุดเดียวกันไปให้ครูจำนวน 2 คนเป็นผู้ตรวจ คะแนนที่ได้ในแต่ละข้อจะแตกต่างกัน หรือแม้แต่ให้ครูคนเดียวตรวจให้คะแนนโดยตรวจให้คะแนนต่างเวลากันคะแนนที่ได้ก็แตกต่างกันเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการหาความเที่ยงของผู้ตรวจให้คะแนน ทั้งความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) และความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจมากกว่า 1 คน (inter rater reliability) Kubiszyn and Borich (2003) ได้กล่าวถึง การปรับปรุงความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียงไว้ คือ เริ่มต้นควรเขียนข้อคำถามให้ดี ซึ่งแบบสอบที่ไม่กำหนดความยาวในการตอบจะทำให้การตรวจมีความเที่ยงต่ำ ดังนั้นจึงควรใช้คำถามจำกัดคำตอบหลายข้อๆ แทนคำถามที่ให้ตอบแบบให้ขยายคำตอบเพียงข้อเดียว และควรมีคู่มือในการตรวจที่มีการกำหนดเกณฑ์การตอบไว้ล่วงหน้า นอกจากนี้ในขณะที่ตรวจควรปิดชื่อนักเรียนเพื่อป้องกันการลำเอียงในการตรวจให้คะแนนและควรใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเป็นข้อๆคือให้คะแนนคำถามเดียวกันจนครบทุกคน รวมถึงมีการตรวจซ้ำอีกครั้งเพื่อดูว่าการตรวจในแต่ละครั้งได้คะแนนเท่ากันหรือไม่

2. คุณภาพด้านความตรง

ความตรงของแบบสอบประเภทความเรียงจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนข้อคำถามในแบบสอบ แต่การเพิ่มข้อคำถามเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งของแบบสอบอัตนัยประเภทความเรียง เนื่องจากแบบสอบประเภทนี้จะมีจำนวนข้อไม่มากเพราะจะส่งผลต่อความเมื่อยล้าในการตอบของผู้สอบ ดังนั้นจึงไม่สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด และที่สำคัญถ้าผู้ตรวจใช้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนที่นอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้ อาทิ การให้คะแนนในการสะกดคำหรือความถูกต้องในการเขียน สิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อคะแนนจริงของผู้สอบ และทำให้ไม่สามารถวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการจะวัด (จุฬา ธรรมชาติ, 2549)

นอกจากคุณภาพด้านความเที่ยงและความตรงแล้ว ความคลาดเคลื่อนยังมีผลทำให้คุณภาพในการตรวจให้คะแนนลดลงด้วย ซึ่งความคลาดเคลื่อนดังกล่าว Hopkins (1998) อ้างอิงใน Chatterji, 2003) อธิบายไว้ดังนี้ 1) ความคลาดเคลื่อนแบบระบบ (source of systematic

error) คือ ความคลาดเคลื่อนที่สามารถทำนายถึงผลที่จะเกิดขึ้นไว้ล่วงหน้าได้ โดยความคลาดเคลื่อนนี้จะส่งผลต่อความตรงมากกว่าความเที่ยง เนื่องจากเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความไม่สอดคล้องกันระหว่างเนื้อหาที่ต้องการประเมินกับคุณสมบัติของผู้สอบ อาทิ อายุของผู้สอบ ซึ่งความคลาดเคลื่อนลักษณะนี้เรียกว่า Materials bias นอกจากนี้การให้คะแนนของผู้ตรวจที่มีความเข้มงวดในการให้คะแนนต่างกันยังมีผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนโดยผู้ตรวจที่มีความเข้มงวดในการให้คะแนนมากจะมีผลทำให้นักเรียนได้คะแนนต่ำ ในขณะที่ผู้ตรวจที่มีความเข้มงวดในการให้คะแนนน้อยจะมีผลทำให้นักเรียนได้คะแนนสูง ซึ่งความคลาดเคลื่อนลักษณะนี้เรียกว่า systematic rater bias

2) ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (source of random error) คือ ความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถทำนายถึงผลที่จะเกิดขึ้นไว้ล่วงหน้าได้ ซึ่งความคลาดเคลื่อนประเภทนี้มักจะเกิดขึ้นกับผู้ตรวจให้คะแนนเป็นส่วนใหญ่ กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความลำเอียงในการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจ อาทิ ผู้ตรวจมีความประทับใจต่อผู้สอบ หรือผู้ตรวจเห็นชื่อของผู้สอบในขณะที่ตรวจ ซึ่งความคลาดเคลื่อนลักษณะนี้เรียกว่า halo effect วิธีที่สามารถแก้ปัญหานี้ทำได้โดยปิดชื่อของผู้สอบในขณะที่ผู้ตรวจตรวจให้คะแนน หรือให้ผู้สอบเขียนชื่อและนามสกุลไว้ที่ด้านหลังของกระดาษคำตอบ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความเมื่อยล้าในการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจที่ต้องตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีผู้สอบจำนวนมาก ก็มีผลทำให้คุณภาพของการตรวจให้คะแนนลดลง ซึ่งความคลาดเคลื่อนลักษณะนี้เรียกว่า order effect วิธีที่สามารถแก้ปัญหานี้ทำได้โดยให้ผู้ตรวจพักการให้คะแนนจนหายเหนื่อยก่อนแล้วค่อยตรวจให้คะแนนต่อ นอกจากนี้ลำดับข้อในการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจก็ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนด้วย กล่าวคือ ผู้ตรวจมักจะตรวจให้คะแนนในข้อแรกๆ และมีแนวโน้มที่จะให้คะแนนในข้อถัดมาของผู้สอบคนเดียวกันนั้นดีด้วยเช่นกัน (item or task carry-over effects) หรือผู้ตรวจบางคนจะมีแนวโน้มในการตรวจให้คะแนนสูงขึ้นเมื่อผ่านการตรวจให้คะแนนผู้สอบรายที่ 2 - 3 ต่ำหรือไม่ดี (test or performance carry-over effects) วิธีที่สามารถแก้ปัญหานี้ทำได้โดยให้ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนให้เสร็จทีละข้อของผู้สอบทุกคนแล้วจึงเริ่มตรวจข้อใหม่ของผู้สอบทุกคน และใช้วิธีการสุ่มตรวจให้คะแนนผู้สอบหรือการให้คะแนนแบบไม่เรียงลำดับผู้สอบ ในขณะที่ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการที่ผู้ตรวจมักจะตรวจพิจารณาเรื่องการสะกดคำ สำนวนภาษา และความถูกต้องในการเขียนร่วมด้วย ซึ่งจะส่งผลทำให้การวัดไม่ใช้การวัดเนื้อหาเพียงอย่างเดียว จึงส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนด้วย ซึ่งความคลาดเคลื่อนลักษณะนี้เรียกว่า writing and language mechanics effects วิธีที่สามารถแก้ปัญหานี้ทำได้

โดยการอบรมผู้ตรวจให้คะแนนก่อนตรวจและกำชับถึงจุดประสงค์ของการวัด รวมถึงผู้ตรวจควรกรสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจน และมีตัวอย่างคำตอบเพื่อให้การตรวจมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าว จะพบว่าการพัฒนาแบบสอบจะกล่าวถึงคุณภาพของการตรวจให้คะแนนซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจที่สอดคล้องกัน ทั้งระหว่างผู้ตรวจหลายคน (inter rater reliability) และระหว่างคะแนนที่ได้ในแต่ละครั้งของผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) สำหรับการพิจารณาคุณภาพของแบบสอบประเภทอื่นๆ จะมาจากการพิจารณาเรื่องความยาก (difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (discriminant) ที่ได้มาจากการพัฒนาและปรับปรุงข้อคำถามเพื่อให้แบบสอบมีความเที่ยงมากขึ้นนั่นเอง

ตอนที่ 4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในกระบวนการทางการคิดที่สำคัญ โดยการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ บุคคลที่ประสบกับปัญหาต่าง ๆ แล้วสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จลุล่วงได้ย่อมประสบผลสำเร็จ และยังสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการแก้ปัญหาที่ผ่านมาไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ นอกจากนี้ความสามารถในการแก้ปัญหายังเป็นสมรรถนะสำคัญในการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายคนได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ Gagne (1970 อ้างอิงในสุนทร สินธพานนท์, 2550) Krulik and Rudnick (1993) และสุนทร สินธพานนท์ (2550) กล่าวถึงการแก้ปัญหว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นมาผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยบุคคลจะใช้ความรู้ทักษะและความเข้าใจที่ผ่านมาในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย เริ่มต้นด้วยการเผชิญปัญหาและสิ้นสุดเมื่อได้รับคำตอบ มีการคำนึงถึงเงื่อนไขที่กำหนดด้วย และบุคคลผู้นั้นจะต้องสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้และนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา ในเหตุการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้น นอกจากนั้น Barry (2006) ยังกล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การประสบความสำเร็จในชีวิต ทั้งด้านความสัมพันธ์กับบุคคลที่บ้าน ที่ทำงาน และที่

โรงเรียน และยังถือว่าความสามารถเป็นผลผลิตที่สำคัญในการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีการนำเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะของการคิดที่ซับซ้อน มีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน ซึ่งการแก้ปัญหอาจเกิดขึ้นกับบุคคลที่ต้องเผชิญหน้ากับปัญหาที่เกิดโดยปกติ หรืออาจเกิดขึ้นในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการสร้างกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งการแก้ปัญหจะเกี่ยวข้องกับเจตคติด้วย และที่สำคัญการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม รู้จักแสวงหาความรู้ และนำความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; วณิชสุธารัตน์, 2547; วรณทิพา รอดแรงคำ, 2544)

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวในข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่บุคคลกระทำเพื่อหาทางออกให้กับปัญหาที่กำลังเผชิญ โดยการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ไขปัญหา โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งแต่ละคนก็จะมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกัน

นอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จะเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้ว ความสามารถในการแก้ปัญหายังเป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการศึกษา เพราะผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหจะเป็นผู้ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้และจะเป็นผู้ที่สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (สิทธิมา สุทธิศักดิ์, 2549) ซึ่งสอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ (2551) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งของมนุษย์โดยเฉพาะในสังคมปัจจุบัน ดังนั้นระบบการศึกษาจึงควรต้องพัฒนาให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพราะการใช้กระบวนการในการแก้ปัญหจะช่วยทำให้เด็กประสบความสำเร็จในอนาคต (Welker, 2006) เช่นเดียวกับจิรวรรณ ชูริรัง (2553) ที่กล่าวว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญอีกทักษะหนึ่งที่ต้องปลูกฝังในเด็กเพราะเป็นการแก้ปัญหอย่างมีระบบ มีหลักการและเหตุผล สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

4.2 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

โดยปกติมนุษย์จะมีวิธีการแก้ปัญหาอยู่หลายวิธีตามประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่ง่ายที่สุดคือ การลองผิดลองถูก แต่ปัจจุบันสังคมมีปัญหาเกิดขึ้นมากมายและส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดจึงเป็นการแก้ปัญหา โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักและจากการศึกษาขั้นตอนในการแก้ปัญหามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหานั้นๆ แต่สิ่งที่เหมือนกันคือขั้นตอนในการแก้ปัญหาคือต้องดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายคนได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้มากมาย ดังเช่น ผลการศึกษาของ Weir (1974 อ้างอิงในมริจ คทรัตน์, 2553) และวินิ สุธารัตน์ (2547) ที่ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนเหมือนกัน ดังนี้ ขั้นตอนการแก้ปัญหา เริ่มต้นที่การระบุปัญหาซึ่งเป็นความสามารถในการระบุขอบเขตของปัญหาตามเหตุการณ์ที่กำหนด จากนั้นทำการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งเป็นความสามารถในการวิเคราะห์แยกแยะสาเหตุของปัญหา และการเสนอวิธีการแก้ปัญหาซึ่งเป็นความสามารถในการคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหา ส่วนขั้นตอนสุดท้ายคือการตรวจสอบผลเป็นความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการเสนอการแก้ปัญหา วินิ สุธารัตน์ (2547) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนแต่มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันไปจากที่เสนอผ่านมา ดังนี้ คือ การแก้ปัญหาเริ่มต้นที่ขั้นตอนของการกำหนดตัวปัญหาให้ชัดเจนโดยผู้แก้ปัญหาคือต้องมีความพร้อม มีความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาและต้องทำให้เป็นปกติ เพื่อเผชิญกับการแก้ปัญหา หลังจากนั้นจึงทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และดำเนินการตรวจสอบข้อมูลโดยจะตรวจสอบข้อมูลไปที่ละเรื่องจนสามารถหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างเหตุและผลได้ชัดเจน ส่วนขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินผล คือการค้นพบสาเหตุของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่อย่างแท้จริง ได้ทำการแก้ไขแล้วรวบรวมไว้เป็นความรู้ ประสบการณ์ตลอดจนสามารถตั้งเป็นกฎเกณฑ์ต่างๆขึ้นมาใช้ต่อไป

นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการทางการศึกษาหลายคนที่ยังพยายามเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายมากขึ้น ดังเช่น Guilford (1967 อ้างอิงในนาริรัตน์ พิภสมบุญ, 2541) กล่าวว่ากระบวนการแก้ปัญหาคือประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมการ หมายถึง ขั้นตอนในการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆ คืออะไร 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การพิจารณาคว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา

หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา 3) ขั้นตอนการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา 4) ขั้นตอนการตรวจสอบ หมายถึงขั้นตอนในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบวิธีการที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าเห็นว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ก็ต้องมีการเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่ จนกว่าจะได้วิธีที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด 5) ขั้นตอนการนำไปประยุกต์ใหม่ หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไป เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว เช่นเดียวกับสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ที่ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน เช่นกัน แต่มีรายละเอียดของขั้นตอนต่างกัันดังนี้ คือ 1) การกำหนดปัญหา 2) การตั้งสมมุติฐาน 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล 4) การวิเคราะห์ข้อมูล 5) การสรุปและประเมินผล

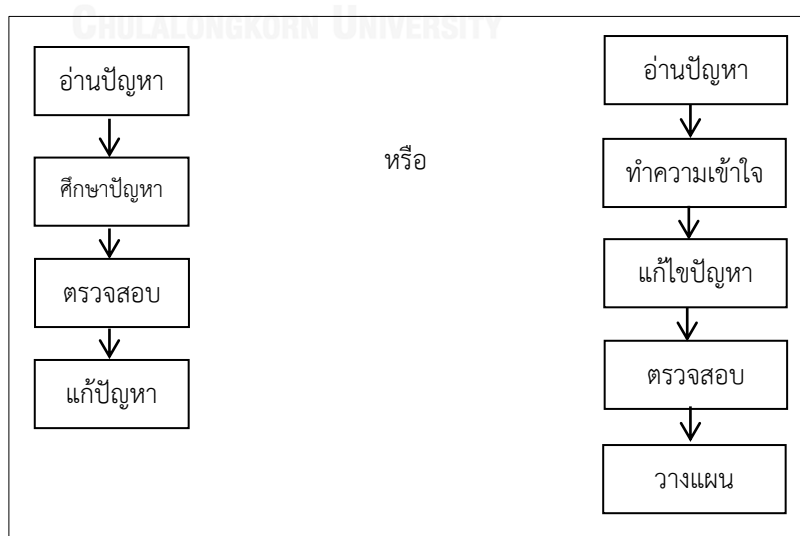
ในขณะที่สุวิทย์ มูลคำ (2551) ระบุว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหามีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การกำหนดปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นและสร้างขอบเขตของปัญหา 2) การตั้งสมมุติฐานหรือหาสาเหตุของปัญหา เป็นการนำความรู้และประสบการณ์มาใช้ในคาดเดาคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า ซึ่งควรตั้งสมมุติฐานไว้มากกว่า 1 ข้อ 3) การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการคิดหาวิธีในการแก้ปัญหา โดยมีการวางแผนการไว้เป็นลำดับขั้นตอน 4) การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนของการลงมือปฏิบัติหรือลงมือแก้ไขปัญหามาตามที่วางแผนไว้ 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมุติฐาน เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและนำไปสู่การหาคำตอบให้กับปัญหา หรือการหาคำตอบให้กับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ 6) การสรุปผล เป็นการประเมินผลของการแก้ปัญหา สรุปผลคำตอบ พร้อมทั้งเป็นการนำผล ที่ได้จากการแก้ปัญหาไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในครั้งต่อไป และ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) ที่ระบุว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนเช่นกัน แต่มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนต่างกัน ดังนี้ 1) ขั้นตระหนักรู้ปัญหา เป็นขั้นต้นตัวและตระหนักรู้ถึงสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูล / ขั้นค้นหาสาเหตุของปัญหา เป็นขั้นพิจารณาถึงสิ่งที่ให้เกิดความวิตกกังวล สับสน วุ่นวายใจ จะต้องค้นหาเก็บรวบรวมข้อมูล ค้นหาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ได้มากที่สุด 3) ขั้นกำหนด / ระบุปัญหา เป็นขั้นที่สามารถระบุได้ว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ทักษะการวิเคราะห์และการสังเคราะห์เข้ามาร่วมด้วย 4) ขั้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่คิดค้นหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมให้ได้มากมายหลายวิธี 5) ขั้นค้นหาข้อสรุปและเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาข้อสรุปว่าจากแนวทางหลายๆทางในการแก้ปัญหานั้น แนวทางใดเหมาะสม

ที่สุด 6) ขั้นตอนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ชี้ให้เห็นว่าการตัดสินใจมีความถูกต้องเหมาะสม สามารถนำเอาวิธีการที่เลือกนั้นไปปฏิบัติ และปฏิบัติตามขั้นตอนในการแก้ปัญหา

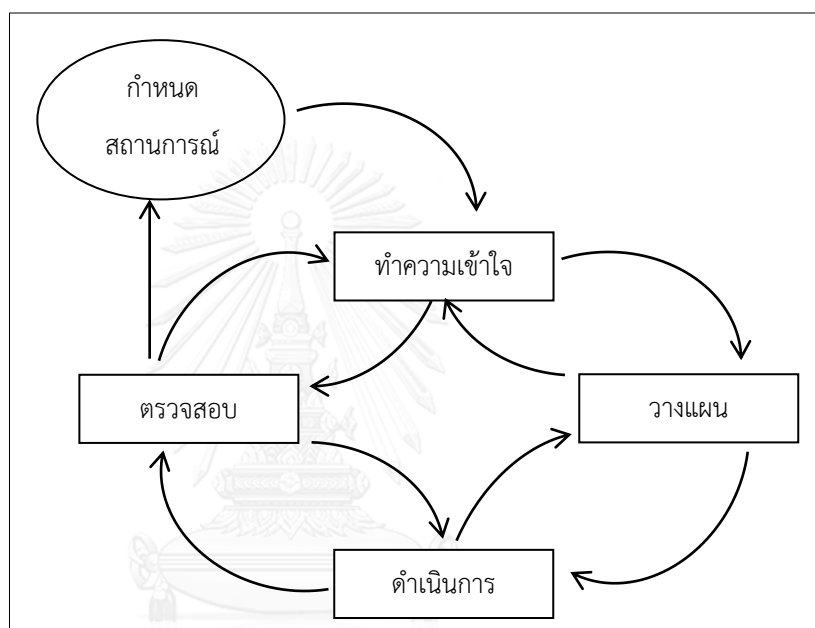
สำหรับขั้นตอนในการแก้ปัญหของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) จะมีขั้นตอนสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหามาก ดังนั้นจึงเหมาะกับการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้ปัญหามีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นนำเข้าสู่ปัญหา เป็นการศึกษาถึงปัญหาและต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการวิเคราะห์ว่าต้นเหตุของปัญหาที่แท้จริงมาจากสิ่งใดและปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร 3) ขั้นระบุปัญหา เป็นการนำปัญหาที่แท้จริงมาระบุเพื่อหาแนวทางแก้ไข 4) ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายของสิ่งที่ต้องการแก้ไข เพื่อให้เห็นแนวทางในการดำเนินการแก้ไข 5) ขั้นตั้งสมมุติฐาน เป็นการเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาและเป็นการคาดเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า 6) ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมุติฐาน เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตั้งสมมุติฐานไปใช้ในการแก้ปัญหา 7) ขั้นสรุปผล และ 8) ขั้นนำไปใช้

จากการศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้นพบว่า มีลักษณะเป็นการแก้ปัญหาแนวเส้นตรง คือไม่ได้มีการระบุถึงแนวทางของการกลับไปแก้ปัญหาเมื่อการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จเช่นเดียวกับ Wilson (1993) ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่าโดยทั่วไปการนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นจะนำเสนอเป็นขั้นๆ ในลักษณะกรอบการแก้ปัญหาแนวตรง ดังนี้



ภาพที่ 2.1 รูปแบบเส้นตรงที่มีความสอดคล้องกับการแก้ปัญหา

Wilson , Fernandez และ Hadaway มองว่ารูปแบบเส้นตรงเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการแก้ปัญหาต้องเป็นกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวเส้นตรง เป็นกระบวนการที่จำต้องมีการฝึกปฏิบัติและต้องปฏิบัติอยู่เสมอ และกระบวนการนี้ให้ความสำคัญเพียงคำตอบเท่านั้น จากข้อบกพร่องดังที่กล่าว Wilson Fernandez และ Hadaway จึงได้นำกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya มาปรับปรุงโดยนำเสนอในรูปแบบใหม่ที่มีลักษณะเป็นกรอบแนวคิดแบบพลวัตดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.2 กระบวนการแก้ปัญหาแบบพลวัต

จากภาพที่ 2.2 พบว่า ผู้ดำเนินการแก้ปัญหาสามารถเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา ทำความเข้าใจในปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา หรือหากเมื่อใดที่ผู้ดำเนินการแก้ปัญหามีข้อสงสัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ก็สามารถที่จะย้อนกลับไปยังขั้นตอนเดิมได้ โดยจะเห็นว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องมีรูปแบบเป็นแนวตรงดังรูปแบบเดิม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Llewellyn (2002) ที่เสนอการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นวงจรการแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการตระหนักถึงปัญหาและการกำหนดปัญหาที่จะแก้ไข ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการแสดงการคิดอย่างมีวิจารณญาณถึงปัญหาที่ต้องแก้ไขและต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและสามารถเข้าใจง่าย จากนั้นจึงมีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้ความคิดและทักษะวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสร้างแนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้ ซึ่งเป็น

ขั้นตอนของการระดมความคิดเพื่อนำมาซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหา และการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด มีการวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา รวมถึงอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นจึงดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ข้อมูลที่ได้หลังจากการดำเนินการตามแผนจะถูกจัดทำในรูปแบบของกราฟหรือตาราง เพื่อให้เข้าถึงข้อมูลได้ง่าย ขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินผลการแก้ปัญหาและการสื่อสาร ซึ่งเป็นการทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องและประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น สำหรับการแก้ปัญหาเมื่อไม่ประสบความสำเร็จผู้ดำเนินการสามารถกลับไปดำเนินการใหม่ได้ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 วงจรการแก้ปัญหา (Llewellyn, 2002)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักการศึกษาหลายคนได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์ออกมาแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2.2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษา									
ขั้นตอน	Guliford (1971) อังกฤษ รัตน์ พิทักษ์บุรณ์, 2541: 52)	Weir (1974) อังกฤษ ศิริรัตน์, 2553: 25)	Llewlyn (2002: 87-89)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา แห่งชาติ. (2544: 38)	วนิช สุชาติรัตน์ (2547: 95)	สุคนธ์ สิมพานนท์ (2550: 145)	สำนักงานเลขาธิการสภาการ ศึกษา (2550: 10)	สุวิทย์ มุศาคำ (2551: 27-28)	ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553: 155-158)
ขั้นเตรียมการ	✓								
ขั้นตระหนักถึง ปัญหา			✓						✓
ขั้นกำหนดปัญหา		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นตั้งสมมติฐาน				✓			✓	✓	
ขั้นระบุสาเหตุ						✓			
ขั้นรวบรวมข้อมูล					✓		✓	✓	✓
ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	✓	✓	✓	✓			✓	✓	
ขั้นเสนอแนวทาง ในการแก้ปัญหา	✓	✓	✓			✓		✓	✓
ขั้นการดำเนินการตาม แผนที่กำหนด			✓						✓
ขั้นตรวจสอบ การแก้ปัญหา	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
ขั้นสรุปผล			✓	✓			✓	✓	
ขั้นประเมินผล				✓	✓		✓		
ขั้นการนำไปประยุกต์ ใหม่	✓			✓					

จากการศึกษาข้างต้นพบว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของนักการศึกษาที่เสนอมาทั้งหมดนี้ มีพื้นฐานเดิมมาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้มีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหาหรือลักษณะวิชา นอกจากนี้ ขั้นตอนการแก้ปัญหของแต่ละคนมีรายละเอียด จุดเด่น ข้อจำกัด และความเหมาะสมของสภาพการนำไปใช้แตกต่างกันออกไป

ดังนั้น ผู้ที่ต้องการนำขั้นตอนในการแก้ปัญหาไปใช้ เช่น ผู้แก้ไขปัญหา ครู นักวิจัย ผู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น จะต้องวิเคราะห์แนวคิดขั้นตอนในการแก้ปัญหานักการศึกษาแต่ละคนก่อนนำแนวคิดนั้นไปใช้ โดยการพิจารณาว่าขั้นตอนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของใครมีเหมาะสมกับสภาพปัญหาของตนเอง รวมถึงความเหมาะสมต่อเครื่องมือที่จะใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหานั้นด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการสังเคราะห์แนวคิดขั้นตอนในการแก้ปัญหานักการศึกษา แล้วพบว่ามึนักการศึกษา ที่เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ที่ตรงกัน ดังนี้ 1. ขั้นตอนกำหนดปัญหา 2. ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นตอนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4. ขั้นตอนตรวจสอบการแก้ปัญหา โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนกำหนดปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการตั้งปัญหา สร้างของเขตขอบปัญหา และต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและเข้าใจง่าย
2. ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อใช้พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นตอนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
4. ขั้นตอนตรวจสอบการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการประเมินความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหา และหากผลที่ได้นั้นยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีการเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแล้ว พบว่า แต่ละขั้นตอนมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งครอบคลุมขั้นตอนในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ มีวิธีการตรวจสอบที่ไม่ยุ่งยาก สามารถใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถหรือพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และเหมาะแก่การนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามผู้วิจัยสนใจจะศึกษา

4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาถือเป็นทักษะที่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่บุคคลผู้นั้น ซึ่งการฝึกฝนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหานั้นจะต้องเกิดขึ้นตั้งแต่ในช่วงแรกของชีวิตจึงจะทำให้บุคคลผู้นั้นมีความรู้และความสามารถ พร้อมทั้งจะรับมือกับปัญหาต่างๆ และสุวิทย์ มูลคำ (2551) ยังแสดงความเห็นว่า ลักษณะนิสัยส่วนตัวก็มีส่วนสัมพันธ์กับรูปแบบทางความคิดที่จะทำให้พบทางเลือกใหม่และวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างกัน สอดคล้องกับ Morgan (1978 อ้างถึงในรอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์, 2551) ที่กล่าวว่าแต่ละคนมีวิธีการคิดแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วย นอกจากนี้สติปัญญา (intelligence) แรงจูงใจ (motivation) ความพร้อม (readiness) ในการที่จะแก้ปัญหา รวมถึงการเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (functional fixedness) ถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาของแต่ละคนด้วยเช่นกัน

นอกจากนั้นแล้วความสามารถในการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังที่นักการศึกษาแนะนำเสนอไว้ ดังต่อไปนี้ โกวิท วรพิพัฒน์ (2554) กล่าวถึงการคิดเพื่อแก้ปัญหาวาจะต้องมีการวิเคราะห์ใคร่ครวญในการตัดสินใจเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหาและตัดสินใจแก้ปัญหาด้วยข้อมูล 3 ด้าน คือ 1) ข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง โดยพิจารณาความพร้อมในด้านการเงิน สุขภาพ อนามัย ความรู้ อายุ และวัย รวมทั้งความมีเพื่อนฝูง และอื่น ๆ 2) ข้อมูลเกี่ยวกับสังคมหรือสิ่งแวดล้อม คนอื่นนอกเหนือ จากเราและครอบครัว จะเรียกว่าบุคคลที่ 3 ก็ได้ คือดูว่าสังคมเขาคิดอย่างไรกับการตัดสินใจของเรา เขาเดือดร้อนไหม เขารังเกียจไหม เขาชื่นชมด้วยไหม เขามีใจป้อนให้เราไหม รวมตลอดถึงเศรษฐกิจและสังคมนั้น ๆ เหมาะกับเรื่องที่เราตัดสินใจหรือไม่ รวมทั้งขนบธรรมเนียมประเพณี คุณธรรมและค่านิยมของสังคม 3) ความรู้ทางวิชาการ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิชาการในเรื่องที่ตรงกับการที่เราจะต้องตัดสินใจ ซึ่งถือเป็นหนังสือหลัก ซึ่งสอดคล้องกับ สิทธิมา สุทธิศักดิ์ (2549) ที่สรุปไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละคนแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้ ประสบการณ์ในตัวนักเรียน ความสนใจ ความพร้อมในการแก้ปัญหา แรงจูงใจ อารมณ์ สภาพแวดล้อม และความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งนักเรียนต้องรู้จักแก้ปัญหาเหตุการณ์ต่างๆอย่างรอบคอบและรู้จักการปรับตัวให้เหมาะสมกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในขณะที่รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์ (2551) และวารุณันท์ รินลา (2552) ได้กล่าว

ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากแนวคิดข้างต้นพบว่า ปัจจัยที่มีผลทำให้แต่ละคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นลักษณะของผู้แก้ปัญหา หรือลักษณะของสิ่งแวดล้อม สำหรับลักษณะของผู้แก้ปัญหา ถือว่าเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะปัจจัยด้านความสามารถทางวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา สอดคล้องกับ Norton (1972 อ้างถึงในกิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

4.4 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความรู้ ความคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนกับนักเรียน โดยอาจจะเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์หรือที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวันของนักเรียน และการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้เครื่องมือในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา ดังเช่น กรมวิชาการ (2546) ที่กล่าวว่า ความสามารถของนักเรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ เป็นเหตุการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยการประเมินจากกระบวนการการทำงาน กระบวนการคิด

การประเมินความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทาง ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เหตุการณ์ และความสนใจของนักเรียน อาทิ การมอบหมายงาน การกำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน การสร้างเหตุการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งการฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในลักษณะดังกล่าว เป็นการฝึกจากการปฏิบัติจริง หรือจากเหตุการณ์จำลอง แต่ในการจัดการเรียนการสอนจริงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากในชั้นเรียนมีเนื้อหาสาระที่ต้องเรียนรู้มากมายและหลากหลาย ครูแต่ละคนก็มีภาระงานอื่นทั้งที่เกี่ยวข้องกับงานสอนทั้ง

โดยตรงและโดยอ้อม อีกทั้งจำนวนนักเรียนที่อยู่ในความรับผิดชอบก็มีมากเกินกว่าจะสามารถให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาจากการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองได้ ซึ่งถ้าหากครูใช้การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองเท่านั้นก็อาจส่งผลทำให้การประเมินล้มเหลวได้ เพราะผลการประเมินอาจไม่มีความน่าเชื่อถือและไม่ถูกต้องตรงกับความสามารถจริงของนักเรียน ดังนั้นครูจึงควรเลือกการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาและบริบทอื่นๆ

มีนักการศึกษาหลายคนได้เสนอแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังเช่น วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544) กล่าวว่าการทำงานเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้มาจากการสังเกตการณ์ การลงมือปฏิบัติ รวมถึงการใช้แบบสอบซึ่งจะช่วยประหยัดทรัพยากรต่างๆ ทั้งตัวบุคคลและอุปกรณ์ต่างๆมากกว่าการประเมินด้วยการสังเกต และเพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา ควรมีการประเมินการด้วยรูปแบบอื่นๆด้วย เช่น การประเมินด้วยการเขียนรายงานการทดลองเพื่อให้เห็นวิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา เป็นต้น โดยครูต้องเป็นผู้ตัดสินใจว่าหัวข้อใดของหลักสูตรที่ควรประเมินการแก้ปัญหาด้วยการลงมือปฏิบัติจริงๆ และหัวข้อใดควรประเมินด้วยแบบสอบแบบข้อเขียน สอดคล้องกับสุริษา วันสุตล (2554) ที่กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์วัดโดยใช้แบบสอบลักษณะเขียนตอบ โดยกำหนดเหตุการณ์ของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แล้วให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาโดยอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา เช่น การระบุปัญหา การระบุสาเหตุของปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา การอธิบายผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

สำหรับลักษณะของเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา Quellmalz (1985 อ้างอิงในวรรณภา รุ่งลักษณ์ศรี, 2551) และกระทรวงศึกษาธิการ (2555) ได้กล่าวไว้โดยมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้ การกำหนดปัญหา ควรเป็นปัญหาที่สำคัญและมีการใช้บ่อยครั้ง และควรมีทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี ลักษณะของคำถามควรให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้และสามารถเชื่อมโยงความคิดและข้อสรุปได้ทั่วไป ในขณะที่การเลือกเหตุการณ์มาใช้ในการสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหานั้น จำเป็นต้องเป็นเหตุการณ์ที่น่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการคิดโดยเหตุการณ์ที่นำมาใช้อาจเป็นเหตุการณ์จริง เหตุการณ์จำลอง ปรากฏการณ์ หรือประเด็นที่สังคมให้ความสนใจหรือเป็นเรื่องราวที่สมมติขึ้นอย่างมีเหตุมีผล ซึ่งอยู่ในรูปของข้อความ แผนภาพ รูปภาพ หรือตารางข้อมูล ที่สามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น บทความจากหนังสือหรือวารสาร หรือข่าวจากหนังสือพิมพ์ โดยผลคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหานั้นสามารถใช้เป็นแนวทาง ในการพัฒนาและส่งเสริมการคิดด้านอื่น ๆ ของผู้เรียนต่อไป ตลอดจนใช้เป็นข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการเลือกเรียนในสาขาที่มีความเหมาะสมกับตนเองในอนาคตได้

จากแนวคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้ทั้งการให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากการปฏิบัติจริง หรือจากเหตุการณ์จำลอง แต่มีข้อจำกัดในเชิงปฏิบัติ อาทิ การสิ้นเปลืองแรงงานและเวลา รวมถึงการวัดมีความเป็นอัตนัยสูง ดังนั้นครูจึงควรดำเนินการควบคู่ไปกับวิธีการอื่นๆ อาทิ การสังเกต การมอบหมายงาน หรือแบบสอบ

4.5 เครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหามีหลายชนิดและหลายรูปแบบ แต่เครื่องมือแต่ละชนิดจะมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป ดังนั้นครูผู้ประเมินต้องจำเป็นต้องเลือกใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จากการศึกษาพบว่าเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้มากที่สุดคือ แบบสอบ ซึ่งแบบสอบที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหามี 6 รูปแบบดังนี้ (กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550; พวงแก้ว ปุณยกนก, 2531; รัตนภรณ์ วงศ์ศรีอ่อน, 2548; วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544; สุดารัตน์ ไชยเลิศ, 2553; อภรณ์ ชูดวง, 2535)

1. แบบสอบการวัดแบบ 3 ขั้น (triple jump) เป็นการสอบปากเปล่าทีละคน โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการให้นักเรียนอ่านโจทย์หรือกรณีศึกษา เมื่ออ่านโจทย์เสร็จแล้วสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากครูได้ จากนั้นครูจะทดสอบความเข้าใจของนักเรียน ตัวอย่างคำถาม เช่น ผู้ป่วยรายนี้มีปัญหาอะไร เป็นต้น

ขั้นที่ 2 เป็นการหาข้อมูล และศึกษาข้อมูลด้วยตนเองจากแหล่งต่างๆ อาทิ หนังสือวารสาร

ขั้นที่ 3 เป็นการสรุปปัญหา โดยนักเรียนจะกลับมาตอบและอภิปรายกับครูเกี่ยวกับการประมวลข้อมูลตัวอย่างคำถาม ได้ข้อมูลนี้จากตำราเล่มใด เป็นต้น

ซึ่งการวัด 3 ขั้น มีข้อดีคือ นอกจากจะวัดทักษะการแก้ปัญหาแล้วยังสามารถวัดความเข้าใจ เหตุผลเบื้องหลังหลักการต่างๆ แต่มีข้อจำกัดคือ แบบสอบนี้ขึ้นอยู่กับความชำนาญของครูผู้สอบ และถ้าครูมีจุดประสงค์ของการประเมินที่ต่างกัน นักเรียนก็จะได้รับการประเมินที่ต่างกัน และยังไม่มีการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบประเภทนี้เพียงพอเพียง

2. แบบสอบแบบถูกผิด (true-false question) ประกอบด้วยข้อความหรือประโยคที่ต้องการให้ผู้ตอบตัดสินใจเพื่อเลือกคำตอบ 2 อย่าง ว่าข้อความหรือประโยคนั้นถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือเท็จจริง ซึ่งสามารถนำไปใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความรู้ ความจำโดยเฉพาะที่

เกี่ยวข้องกับความจริง หลักการต่างๆ รวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับโจทย์คณิตศาสตร์ ข้อดีของแบบสอบชนิดนี้คือ สร้างได้ง่าย ครอบคลุมเนื้อหาได้มากและสามารถให้คะแนนได้อย่างเป็นปรนัย แต่ผู้สอบมีโอกาสสูงในการเดาคำตอบได้ถูก และข้อความในแบบสอบส่วนมากมักลอกมาโดยตรงจากหนังสือ หรือตำรา

ตัวอย่างแบบสอบแบบถูกผิด (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544)

เด็กนักเรียนหญิงกลุ่มหนึ่งได้รวบรวมรถยนต์ของเล่นที่มีสี และขนาดแตกต่างกันมาทำการทดลอง ต่อไปนี้เป็นการทดลองที่นักเรียนกลุ่มนี้ทำได้

1. มาลีสกับมะลิยืนอยู่ทางทิศเหนือของสนามเด็กเล่น ส่วนกุหลาบยืนอยู่ทางทิศใต้ของสนาม
2. มาลีสกับมะลิวางรถยนต์คันใหญ่ที่มีสีต่างๆกันบนสนามทีละคัน

จงใส่เครื่องหมาย / ลงในข้อความข้างล่าง ถ้านักเรียนคิดว่าข้อความดังกล่าวเป็นสิ่งที่นักเรียนกลุ่มนี้จะศึกษา และใส่เครื่องหมาย x ลงในหน้าข้อความข้างล่าง ถ้านักเรียนคิดว่าข้อความดังกล่าวไม่ใช่สิ่งที่นักเรียนกลุ่มนี้ศึกษา

_____ สีรถยนต์ที่มองเห็นได้

_____ ระยะทางที่สามารถมองเห็นสีรถได้

3. แบบสอบเลือกตอบ (multiple question) เป็นแบบสอบที่ผู้ตอบเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับต่างๆตั้งแต่ง่ายไปจนถึงระดับที่ซับซ้อนขึ้น แบบสอบประเภทนี้มีปัญหาเพียงเล็กน้อย และมีข้อดีมากกว่าแบบสอบประเภทอื่นๆ คือ ครอบคลุมเนื้อหาได้กว้างและมีการตรวจที่เป็นปรนัย เหมาะสำหรับการสอบที่มีผู้สอบเป็นจำนวนมาก วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาตามที่ต้องการ แต่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบเดาข้อสอบได้ เสียเวลาในการออกข้อสอบมาก และเนื่องจากเป็นแบบสอบเสนอคำตอบ จึงทำให้ไม่ทราบได้ว่าสิ่งที่ผู้ตอบตอบนั้นเป็นความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบหรือไม่

ตัวอย่างแบบสอบแบบเลือกตอบ (สุตารัตน์ ไชยเลิศ, 2553)

สถานการณ์ที่ 1 ชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ ชาวบ้านที่อาศัยใกล้ลำคลอง มักจะนำน้ำจากลำคลองมาเพื่ออุปโภค บริโภค ต่อมาพบว่าชาวบ้านที่อาศัยในชุมชนป่วยเป็นโรคท้องร่วงอยู่เสมอ

1. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร?
 - ก) ชุมชนแห่งนี้ไม่มีน้ำประปาใช้
 - ข) ชาวบ้านในชุมชนป่วยเป็นโรคท้องร่วง
 - ค) ชาวบ้านมักทิ้งสิ่งปฏิกูลลงในลำคลองเสมอ
 - ง) น้ำในลำคลองมีสารพิษเจือปนที่ทำให้ท้องร่วง
2. สาเหตุของปัญหาคืออะไร?
 - ก) เกิดโรคท้องร่วงระบาดในชุมชน
 - ข) ชุมชนขาดแคลนแหล่งน้ำที่สะอาด
 - ค) มีเชื้อโรคในน้ำที่ชาวบ้านใช้บริโภค
 - ง) ชุมชนขาดแคลนส้วมที่ถูกสุขลักษณะ

4. แบบสอบแบบลงมือปฏิบัติ เป็นแบบสอบที่มีขึ้นมานานแล้ว แต่ไม่นิยมนำมาใช้ประเมินนักเรียน การลงมือปฏิบัติเป็นการบ่งชี้การลงมือทำกิจกรรมโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ และ/หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์ และ/หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้เหตุการณ์ที่กำหนดให้ จุดเด่นและเป้าหมายของการประเมินการลงมือปฏิบัติ อยู่ที่ศักยภาพของนักเรียนที่แสดงออกมาถึงความสามารถในการวิเคราะห์คำถาม และตอบคำถามอย่างมีนัย โดยอาศัยพฤติกรรมการสังเกต การวัด การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และการออกแบบการทดลอง แบบสอบประเภทนี้ต้องการให้นักเรียนใช้สติปัญญาระดับสูง และแสดงความแตกต่างในสิ่งที่ต้องการทดสอบ

ตัวอย่างแบบสอบแบบลงมือปฏิบัติ (สุดารัตน์ ไชยเลิศ, 2553)

<u>กระดาษคำตอบ</u>	
เรื่อง การกระด้างของลูกบอล	
ชื่อ	นามสกุล
จงหาลูกบอลที่กระด้างได้ดีที่สุดบนพื้นผิวหนึ่งจะกระด้างได้ดีที่สุดบนพื้นผิวอื่นๆ ด้วยไขหรือไม่	
1. จงเขียนสิ่งที่นักเรียนทำพร้อมผลการทดลองที่ได้	
.....	
.....	
จากการทดลองค้นพบอะไรบ้าง	
วัสดุที่ใช้ทำพื้นผิว	ลำดับที่ลูกบอลกระด้างได้ดีที่สุด
พรม	
ยาง	
กระเบื้อง	
ลูกบอลที่กระด้างได้ดีที่สุดบนพื้นผิวหนึ่งจะกระด้างได้ดีที่สุดบนพื้นผิวอื่นๆด้วยไข หรือไม่	
จงอธิบาย	
.....	
.....	

5. แบบสอบอัตนัย (essay question test) เป็นแบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ มีอิสระในการตอบและแสดงความรู้ ความสามารถ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และยังสามารถใช้ประเมินทักษะการให้เหตุผลขั้นสูงได้ เป็นแบบสอบที่ออกง่าย ลดการเดาของผู้ตอบได้ แต่ส่งผลต่อความเที่ยงในการตรวจให้คะแนน เนื่องจากการให้คะแนนที่ไม่คงที่ ไม่มีความเป็นปรนัย และคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับมาตรฐานการตรวจของครูแต่ละคนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการสร้างแบบสอบอัตนัยที่มีคุณภาพและมีการเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน จะช่วยวัดความสามารถของนักเรียนในด้านการจัดระเบียบความคิดและการสังเคราะห์ความรู้ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

ตัวอย่างแบบสอบอัตนัย (กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550)

ทุกวันนี้มีคนมากขึ้น ผู้คนเหล่านี้ต้องการที่อยู่อาศัย ดังนั้นพวกเขาจึงเคลื่อนย้ายไปในสถานที่ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ป่าไม้ถูกโค่นลงบริเวณป่าถูกทดแทนด้วยบ้านและร้านค้า เมื่อผู้อพยพเข้ามาอยู่ในดินแดนใหม่ พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นอันตราย พวกมันเริ่มสูญหาย บางชนิดถึงกับสูญพันธุ์

1. ชั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)

.....

.....

.....

.....

2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร)

.....

.....

.....

.....

3. ชั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร)

.....

.....

.....

.....

4. ชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้ว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)

.....

.....

.....

.....

6. แบบสอบเอ็ม อี คิว หรือแบบสอบอัตรณ์ยประยุกต์ (modified essay question test) มีลักษณะดั่งนี้ คือ เป็นแบบสอบที่มีลักษณะเป็นการเสนอรณศศคศึกษาตามลำดับเหตุการณ์ แล้วแทรกคำถามเป็นระยะๆ นักเรียนต้องใช้อยู่ข้อมูลที่มีอยู่ในการคิดหาคำตอบอย่างรวดเร็ว คำถามเป็นแบบสอบปลายเปิด เมื่อได้คำตอบแล้วจะเปิดไปทำคำถามต่อไป ซึ่งจะมีข้อมูลมาเสนอให้เพิ่มเติม ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนทราบว่าคำตอบที่ตอบไปแล้วผิด แต่จะกลับไปแก้คำตอบที่ทำแล้วไม่ได้

ตัวอย่างแบบสอบอัตรณ์ยประยุกต์ (รัชกร สุวรรณจรัส, 2540)

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 2 นาที	สถานการณที่ 1 ตอนที่ 1	ชื่อ - สกุล.....
<p>นางสาววีณาได้มาฝคทำบัญชีที่ร้านฉวการค้ำ วันหนึ่งผู้จัดการได้สั่งให้หายอดคงเหลือของบัญชีเงินสด โดยมีรายละเอียดดั่งนี้ บัญชีลูกหนี้ไม่ได้แจ้งรายละเอียดของยอดคงเหลือ บัญชีเครื่องตคแต่ง 15,000 บาท บัญชีเจ้าหนี้ 50,000 บาท ส่วนของเจ้าของ 90,000 บาท</p>		
<p>คำถามที่ 1/1 จากสถานการณนี้ สิ่งที่เป็นปัญหาของนางสาววีณา คืออะไร</p> <p>คำตอบ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าท่านทำข้อสอบนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะท่านไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

ตัวอย่างแบบสอบอัตรานัยประยุกต์ (รัชกร สุวรรณจรัส, 2540)

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 2 นาที	สถานการณ์ที่ 1 ตอนที่ 2	ชื่อ - สกุล
<p><u>ข้อมูลเพิ่มเติม</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 5px;"> <p>ข้อมูลที่นางสาววิณาได้รับทราบคือ บัญชีลูกหนี้ไม่ทราบยอดคงเหลือ บัญชีเครื่องตกแต่งมี ยอดคงเหลือ 15,000 บาท บัญชีเจ้าหนี้ 50,000 บาท ส่วนของเจ้าของ 90,000 บาท จากข้อมูลดังกล่าว นางสาววิณาไม่ทราบจะหายยอดคงเหลือในบัญชีเงินสดได้อย่างไร จึง สอบถามผู้จัดการ ซึ่งเขาให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า รายการลูกหนี้เกิดขึ้น เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2540 โดยขายสินค้าเป็นเงินเชื่อให้ลูกค้า 2 ราย</p> </div> <p>คำถามที่ 1/2 จากสถานการณ์นี้ ท่านมีวิธีคิดหายยอดคงเหลือบัญชีเงินสดอย่างไร</p> <p>คำตอบ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าท่านทำข้อสอบนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะท่านไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

ซึ่งแบบสอบอัตนัยประยุกต์ มีข้อดีคือ สร้างได้ง่ายคล้ายกับการสร้างแบบสอบความเรียงหรือแบบสอบอัตนัย สามารถประเมินสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้ได้หลาย ๆ ด้าน ในแบบสอบชุดเดียวกัน ใช้วัดกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาได้ดี ช่วยลดการเดาลงได้มาก ประเมินได้ทั้งการประเมินความก้าวหน้า (formative) และการประเมินผลรวม (summative) สามารถใช้ประเมินผู้สอบได้จำนวนมากในการสอบแต่ละครั้งและลดความลำเอียงในการตรวจให้คะแนน แต่มีข้อจำกัดคือ ระยะเวลาในการทดสอบ การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ใช้เวลาตรวจข้อสอบค่อนข้างมาก ไม่มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน และมีความตรงต่ำ (ดวงมณี หล้าคำคง, 2544)

จากการศึกษาเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับครูจะพิจารณาให้เหมาะสมกับบุคลิกภาวะและความเหมาะสมในการทำแบบสอบของนักเรียน รวมถึงความเหมาะสมของการบริหารจัดการสอบด้วย ซึ่งจากการศึกษาในข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานตามเหตุการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจเป็นเหตุการณ์จริงหรือจากเหตุการณ์จำลองก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถวัดได้จากแบบสอบ โดยแบบสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาในขณะที่แก้ปัญหาคือ แบบสอบแบบลงมือปฏิบัติ และแบบสอบการวัดแบบ 3 ขั้น (triple jump) ที่เป็นแบบสอบที่ครูต้องดำเนินการสอบนักเรียนทีละคน แต่ในการจัดการเรียนการสอนจริงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากในชั้นเรียนมีเนื้อหาสาระที่ต้องเรียนรู้ที่มากมายและหลากหลาย ครูแต่ละคนก็มีภาระงานอื่นทั้งที่เกี่ยวข้องกับงานสอนทั้งโดยตรงและโดยอ้อม อีกทั้งจำนวนนักเรียนที่อยู่ในความรับผิดชอบก็มีมากกว่าที่ครูจะใช้แบบสอบดังกล่าวในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ รวมถึงแบบสอบทั้งสองประเภทยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ อาทิ เวลาในการสอบ ความไม่เป็นปรนัยในการให้คะแนน ในขณะที่แบบสอบอัตนัย (essay question) แบบสอบแบบถูกผิด (true-false question) และแบบสอบแบบเลือกตอบ (multiple question) ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนมีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น เนื่องจากแบบสอบอัตนัยมีการเสนอเหตุการณ์และคำถามทั้งหมดในครั้งเดียว และรูปแบบของแบบสอบแบบเลือกตอบที่เสนอคำตอบ ทำให้นักเรียนมีโอกาสเดาคำตอบ ทำให้ไม่สามารถแน่ใจได้ว่าคำตอบที่ปรากฏจะการสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้จริง และที่สำคัญไม่สามารถทราบถึงวิธีการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (modified essay question Test) เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะนักเรียนจะมีอิสระในการตอบภายใต้ข้อมูลจากเหตุการณ์ที่นำเสนอ และสามารถตอบคำถามได้ตรงตามจุดประสงค์ เนื่องจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์จะมีลักษณะคำถามที่

เฉพาะเจาะจง สามารถตรวจสอบกระบวนการการตัดสินใจในการแก้ปัญหาแต่ละขั้นของนักเรียนได้ ในขณะที่เดียวกัน การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก็ถือเป็นหนึ่งในการวัดทางจิตวิทยา ซึ่งเป็นลักษณะภายในของมนุษย์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ดังนั้นการวัดในลักษณะดังกล่าวจึงต้องอาศัยทฤษฎีทางการทดสอบ เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจลักษณะที่ต้องการวัด รวมถึงเข้าใจโครงสร้างของการวัดและการพัฒนาเครื่องมือ เพื่อให้ผลของการวัดมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นการนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

(Generalizability Theory) จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาศึกษาด้วย

ตอนที่ 5 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory เป็นทฤษฎีสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัด ที่แสดงประสิทธิภาพการสรุปอ้างอิงผลของการวัดที่ได้จากแบบสอบไปยังคะแนนเฉลี่ยที่ผู้สอบแต่ละคนควรได้รับ ภายใต้สถานการณ์สอบหรือเงื่อนไขต่างๆของการวัด และยังสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนได้ตรงประเด็น เพื่อนำไปพัฒนาความน่าเชื่อถือหรือความเที่ยงของผลการวัดตามระดับที่ต้องการ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ผู้วิจัยขอเสนอประเด็นตามลำดับต่อไปนี้ คือ ความเป็นมาของทฤษฎี แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี แนวคิดสำคัญ และข้อตกลงเบื้องต้น คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง การออกแบบฟาเซต (Brennan, 1992; R. L. Brennan, 2000; Webb, Shavelson, & Haertel, 2006; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555; สาวิตรี จุ้ยทอง, 2544)

5.1 ความเป็นมาของทฤษฎี

ในอดีตปัญหาที่เกิดขึ้นกับการวัดทางจิตวิทยาและการศึกษา คือ การศึกษาความเที่ยงและวิธีการประเมินค่าความเที่ยงของแบบสอบ ซึ่งได้รับการแก้ไขปัญหานั้นโดยใช้หลักการของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) คือคะแนนของการวัด (X) ได้มาจากคะแนนจริง (T) รวมกับคะแนนจากแหล่งความคลาดเคลื่อน (E) ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้ $X = T + E$ โดยแหล่งความคลาดเคลื่อนถือเป็นการรวมทุกแหล่งความคลาดเคลื่อนเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดมาจากแหล่งใดจึงมีนักทฤษฎีหลายคนพยายามศึกษาแหล่งความคลาดเคลื่อนและวิเคราะห์เพื่อจำแนกแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด โดยการนำเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) มาใช้ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์

ความแปรปรวนทางสถิติที่เป็นการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบ และในเวลาต่อมา Cronbach และคณะ (1963 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ได้มีการพัฒนาทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory ขึ้นเป็นครั้งแรก ซึ่งเป็นทฤษฎีที่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งความคลาดเคลื่อนได้อย่างเป็นระบบภายใต้เงื่อนไขและสถานการณ์ของการวัด ประโยชน์ที่ได้รับคือสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดได้ และยังสามารถประมาณค่าความเที่ยงหรือความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์ต่างๆที่ต้องการวัดได้

5.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) มีแนวคิดพื้นฐานมาจากข้อจำกัด 2 ประการของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) คือ ประการที่ 1 เครื่องมือที่จะใช้ในการวัดจะต้องมีความเท่าเทียมกัน คือ มีเนื้อหาเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน มีความแปรปรวนเท่ากัน และมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกันเท่ากัน นั้นหมายถึงแบบสอบคู่ขนาน (parallel form) ซึ่งในทางปฏิบัติจริงไม่สามารถสร้างเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นคู่ขนานกันอย่างสมบูรณ์ได้ ประการที่ 2 การประมาณค่าความเที่ยงมีความเชื่อว่า ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ (σ^2_x) ประกอบด้วยความแปรปรวน 2 แหล่งคือ ความแปรปรวนของคะแนนจริง (σ^2_T) ซึ่งเป็นความแตกต่างของบุคคลที่แท้จริง และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน (σ^2_E) ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนรวมทุกแหล่งที่ไม่สามารถแยกได้ (single error source) นอกจากนั้นทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมไม่ได้ให้ความสนใจในการพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่วัด ซึ่งล้วนแต่ส่งผลต่อค่าความเที่ยงของการวัด ทำให้เกิดการพัฒนามาเป็นทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) ตามแนวความคิดของ Cronbach และคณะ (1972 อ้างถึงในศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) โดยให้มีลักษณะเป็นโมเดลการวัด และมีการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ของการวัดที่เพิ่มความชัดเจนมากขึ้น โดย G – Theory ได้ให้แนวคิดใหม่ที่แก้ไขข้อจำกัดในการวัดตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม คือ มีการแยกส่วนความคลาดเคลื่อนเป็นหลายแหล่ง (multiple error source) ซึ่งประกอบด้วย ความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (systematic source) และความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (random source) ดังภาพที่ 2.4

$$\sigma_x^2 = \sigma_T^2 + \sigma_E^2$$

σ_S^2
 Systematic
 error variance

σ_e^2
 Random
 error variance

ภาพที่ 2.4 การแยกส่วนความคลาดเคลื่อนใน G – Theory

จากแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี G – Theory จะพบว่า การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ ทำให้ทราบแหล่งความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลต่อการวัดที่ชัดเจนขึ้น และสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนนั้นได้ตรงประเด็น ซึ่งส่งผลทำให้สัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดสูงขึ้น และสามารถออกแบบการวัดให้มีระดับความน่าเชื่อถือตามระดับที่ต้องการเพื่อนำผลไปใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจในการวัดที่มีประสิทธิภาพ

5.3 แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดตามสถานการณ์ต่างๆที่เป็นเป้าหมายของการใช้เครื่องมือ ซึ่งความน่าเชื่อถือของผลการวัด หมายถึง ความถูกต้องของการสรุปอ้างอิงจากคะแนนที่สังเกตได้ไปยังคะแนนจริงของแต่ละคน โดยเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ฟังได้ของผู้สอบแต่ละคน จากการสอบภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงทั้งหมด โดยความน่าเชื่อถือของผลการวัดตามแนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1. คุณลักษณะที่ต้องการวัดของแต่ละคน เช่น ความรู้ ทักษะ หรือคุณลักษณะอื่นๆ และต้องเป็นสภาวะที่คงที่
2. ผู้สอบแต่ละคนที่ได้คะแนนแตกต่างกันจากสอบในแต่ละสถานการณ์ต้องเกิดจากความคลาดเคลื่อนอย่างน้อย 1 แหล่ง โดยมีองค์ประกอบที่ไม่เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่วัดได้คือ วุฒิภาวะ หรือการเรียนรู้
3. เมื่อพิจารณาผู้สอบทั้งกลุ่ม ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ต้องประกอบด้วย ความแปรปรวนของคะแนนจริง คือความแตกต่างที่แท้จริงระหว่างบุคคล ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง

นอกจากนี้ ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G - Theory) ยังสามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบจากแหล่งต่างๆที่เป็นสถานการณ์ของการวัดที่สามารถเกิดขึ้นได้จริง อาทิ จำนวนผู้ตรวจ ความยาวของแบบสอบ จำนวนครั้งในการตรวจ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและสถานการณ์หรือเงื่อนไขในการวัดต่างๆ จุดประสงค์เพื่อให้ได้แหล่งความแปรปรวนหลัก และควบคุมความแปรปรวนในการวัดครั้งต่อไปให้น้อยลง นอกจากนี้ผลที่ได้ยังสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการวัดได้อีกด้วย (Generalizability Coefficient) ซึ่งค่านี้เป็นค่าแสดงถึงระดับความเชื่อถือได้ที่มีลักษณะคล้ายกับสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability Coefficient) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนั้นทฤษฎีการสรุปอ้างอิงจึงสามารถใช้ในการประเมินความเที่ยงของเครื่องมือวัด และช่วยในเรื่องของการออกแบบการสอบเพื่อให้การวัดมีความเที่ยงตามระดับที่ต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.4 คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

การที่จะใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการหาค่าประกอบความแปรปรวน หรือประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง จะต้องทำความเข้าใจคำศัพท์เฉพาะของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ดังนี้

1. ประชากร (population) หมายถึง สิ่งที่มีงวัดหรือสิ่งที่ต้องการวัดทั้งหมด ซึ่งโดยทั่วไปในสถานการณ์สอบสิ่งที่ต้องการวัดได้แก่บุคคลหรือผู้เข้าสอบ
2. เอกภพ (universe) หมายถึง เงื่อนไขของการวัดทั้งหมดที่สนใจ เช่น จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน เป็นต้น ซึ่งแตกต่างกับประชากรคือ เอกภพใช้กับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการวัด แต่ประชากรใช้กับองค์ประกอบที่ถูกวัด
3. พาเซต (facet) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขของการวัด หรือชุดเงื่อนไขของการวัดที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่คาดว่าจะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการวัด เช่น ความยาวของแบบสอบ จำนวนผู้ตรวจ เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบที่ศึกษาจะเป็นองค์ประกอบแบบสุ่มหรือเจาะจงก็ได้
4. เงื่อนไขของการวัด (condition of measurement) หมายถึง ระดับขององค์ประกอบที่ทำให้ได้ค่าสังเกตในการวัดครั้งหนึ่งๆ เช่น จำนวนผู้ตรวจอาจกำหนดเป็น 2 , 3 , 4 คน
5. การศึกษา G (G-Study) และการศึกษา D (D- Study)

5.1 การศึกษา G (generalizability study) คือการสรุปอ้างอิงผลจากการศึกษา ตัวอย่างของการวัดตามเงื่อนไขที่สนใจ และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งต่างๆเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนการตัดสินใจศึกษา D

5.2 การศึกษา D (decision study) คือการใช้ข้อมูลจาก G-Study ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เฉพาะของการตัดสินใจ และการเลือกใช้แบบสอบถามตามสถานการณ์ต่างๆ ของการวัด ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความเที่ยงของแบบสอบถามการวัดด้วยสถานการณ์ต่างๆ

6. รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

6.1 ความสัมพันธ์แบบไขว้ (crossed) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด สัญลักษณ์ที่ใช้คือ “X” อ่านว่า crossed with

6.2 ความสัมพันธ์แบบแฝง (nested) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน สัญลักษณ์ที่ใช้คือ “:” อ่านว่า nested within

6.3 ความสัมพันธ์แบบผสม (confounded) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแบบไขว้และแฝงผสมกัน

7. ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์และสัมพัทธ์

คะแนนจริงของผู้สอบ (true score : T_p) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CCT) คือค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบถามซ้ำๆ ดังนั้นความแปรปรวนของคะแนนจริงจึงเป็นความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการค่าเฉลี่ยของการสอบซ้ำ และความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้เป็นผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ดังนี้

$$X_{p_i} = T_{p_i} + E_{p_i}$$

$$\sigma^2_{X_p} = \sigma^2_{T_p} + \sigma^2_{E_p}$$

สำหรับความคลาดเคลื่อนของการวัด (E_p) ของ G - Theory จะถูกแยกเป็นความคลาดเคลื่อนของซาเฟต หรือกลุ่มเงื่อนไขของการวัด (E_i) และความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่นๆที่เหลือ (e_{p_i}) ส่วนความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ เป็นผลรวมจากความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ($\sigma^2_{\mu_p}$ หรือ σ^2_p) และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆของการวัด ($\sigma^2_{E_i}$) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่นๆ ($\sigma^2_{e_p}$) ดังนี้

$$X_{p_i} = T_{p_i} + e_{p_i}$$

$$\sigma_{X_p}^2 = \sigma_{\mu_p}^2 + \sigma_{E_i}^2 + \sigma_{e_p}^2$$

ซึ่งความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆของการวัด ($\sigma_{E_i}^2$)

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (absolute error variance; σ_{ABS}^2 หรือ σ_{Δ}^2) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่างๆ ยกเว้น $\sigma_{\mu_p}^2$
- ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (relative error variance; σ_{REL}^2 หรือ σ_{δ}^2) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่างๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอบ (P)

8. สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient)

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient or ρ^2) คือสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ กับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการสังเกต ดังนี้

$$G\text{-Coefficient} = \frac{\rho_p^2}{\sigma_p^2 + \text{Error Variance}}$$

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง มี 2 ประเภท คือ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ_{ABS}^2) ซึ่งสัมประสิทธิ์นี้จะบอกความเที่ยงของแบบสอบ ในสถานการณ์ที่ขึ้นอยู่กับคะแนนของผู้สอบเท่านั้น ส่วนสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ_{REL}^2) จะบอกความเที่ยงของแบบสอบ ในสถานการณ์ที่เปรียบเทียบกับคะแนนระหว่างผู้สอบ

5.5 การออกแบบฟาเซต

การออกแบบฟาเซต หมายถึง การออกแบบเงื่อนไขในสิ่งที่เราต้องการศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดของการออกแบบฟาเซตไว้ดังนี้

1. การออกแบบการวัดแบบไขว้ (crossed design)

1.1 การออกแบบการวัดแบบไขว้ กรณี 1 องค์กรประกอบ (one-facet, $i \times p$ design) คือคะแนนที่สังเกตได้ของบุคคลในข้อสอบข้อนั้นที่ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆ ดังนี้ (Shavelson & Webb, 1991)

$$\begin{aligned}
 X_{pi} &= \mu && \text{(ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของทั้งหมด)} \\
 &+ \mu_p - \mu && \text{(อิทธิพลของบุคคล)} \\
 &+ \mu_i - \mu && \text{(อิทธิพลของข้อสอบ)} \\
 &+ X_{pi} - \mu_p - \mu_i + \mu && \text{(ส่วนที่เหลือ หรือ } e_{pi}\text{)}
 \end{aligned}$$

เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดจากประชากรในเอกภพ (grand mean)

μ_p คือ คะแนนเอกภพของแต่ละคน

μ_i คือ คะแนนเฉลี่ยรายข้อ

จะพบว่า อิทธิพลอื่นที่ต่างไปจากค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean) มีการกระจายเกิดขึ้นแต่ค่าเฉลี่ยทั้งหมดมีค่าคงที่ จึงมีค่าความแปรปรวนเป็นศูนย์

การแจกแจงที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีความแปรปรวน (σ^2) เรียกว่าองค์ประกอบความแปรปรวน (variance component) ประกอบด้วยส่วนแรกเป็นอิทธิพลของบุคคล ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนนระหว่างบุคคลเป็นศูนย์ คือ

$$E_p(\mu_p - \mu) = E_p(\mu_p) - E_p(\mu) = \mu - \mu = 0$$

ความแปรปรวนของอิทธิพลของบุคคล ใช้สัญลักษณ์เป็น σ_p^2 เรียกว่าองค์ประกอบความแปรปรวนของบุคคล หรือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ เขียนสมการได้เป็น

$$\sigma_p^2 = E_p(\mu_p - \mu)^2$$

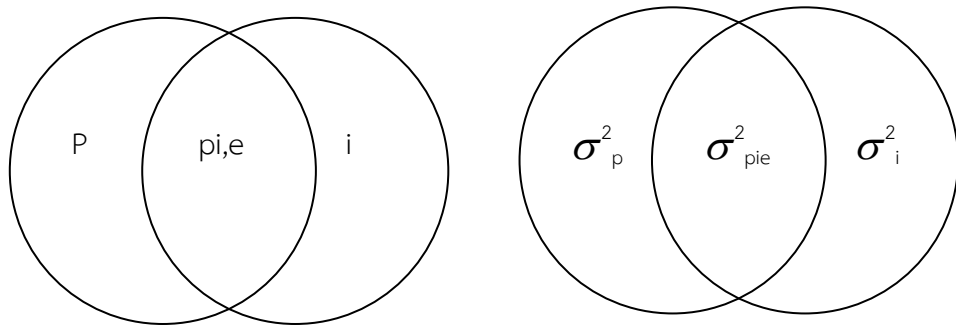
ค่าเฉลี่ยและองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบสอบ จะมีค่าเฉลี่ยรายข้อเป็นศูนย์ และองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบสอบ ใช้สัญลักษณ์ σ^2_i อิทธิพลส่วนสุดท้าย คือ ส่วนที่เหลือ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็น $\sigma^2_{pi,e}$

จะได้ว่าความแปรปรวนของคะแนนสังเกต เป็นผลรวมของ 3 องค์ประกอบความแปรปรวนข้างต้น ดังนี้

$$\sigma^2_{X_{pi}} = \sigma^2_p + \sigma^2_i + \sigma^2_{pi,e}$$

- เมื่อ $\sigma^2_{X_{pi}}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกต (X_{pi})
 σ^2_p คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ (μ_p)
 σ^2_i คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยรายข้อ (μ_i)
 $\sigma^2_{pi,e}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน หรือ ส่วนที่เหลือ (e_{pi})

ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดที่มีหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ (one-facet crossed design) จึงขึ้นอยู่กับ 4 แหล่ง คือ 1) ความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือสิ่งที่วัด (person effect) 2) ความแตกต่างระหว่างความยากของข้อสอบ (item effect) 3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับข้อสอบ ($p \times i$ interaction) และ 4) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม (unsystematic of random error) แต่ความแปรปรวนจากแหล่งที่ 3 และที่ 4 ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ เรียกว่าเป็นส่วนที่เหลือ (residual) จึงเป็นแหล่งความแปรปรวนร่วมกัน ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวน
สำหรับหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ $p \times i$ (one facet, $p \times i$ design)

1.2 กรณีการวัดที่มีสององค์ประกอบแบบไขว้ (two – facet, $p \times r \times o$ design) คะแนนสังเกตของบุคคลในข้อสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้

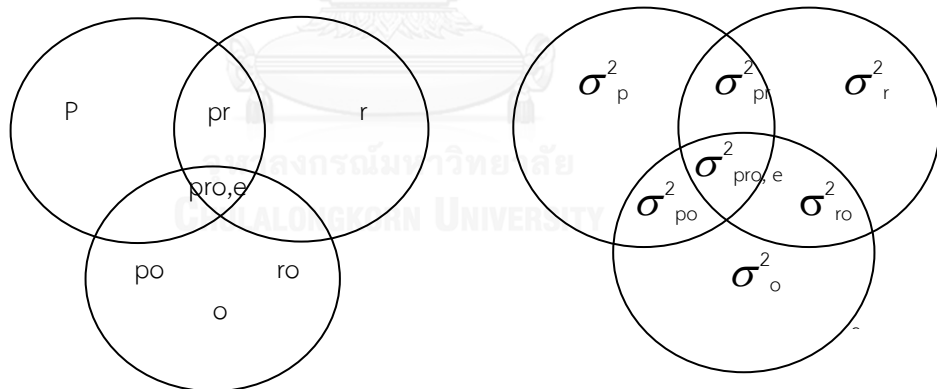
$$\begin{aligned}
 X_{pro} = & \mu && \text{(ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยทั้งหมด)} \\
 & + \mu_p - \mu && \text{(อิทธิพลของบุคคล)} \\
 & + \mu_r - \mu && \text{(อิทธิพลของผู้ตรวจ)} \\
 & + \mu_o - \mu && \text{(อิทธิพลของสถานการณ์)} \\
 & + \mu_{pr} - \mu_p - \mu_r + \mu && \text{(ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับผู้ตรวจ)} \\
 & + \mu_{po} - \mu_p - \mu_o + \mu && \text{(ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับ} \\
 & && \text{สถานการณ์)} \\
 & + \mu_{ro} - \mu_r - \mu_o + \mu && \text{(ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับ} \\
 & && \text{สถานการณ์)} \\
 & + X_{pro} - \mu_{po} - \mu_{pr} - \mu_{ro} + \mu_p + \mu_r + \mu_o - \mu && \text{(อิทธิพลของส่วนที่เหลือ)}
 \end{aligned}$$

แต่ละองค์ประกอบยกเว้นค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean) นั้นมีการกระจาย นั่นคือพฤติกรรมของผู้สอบเปลี่ยนไป ผู้ตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละการกระจายมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และมีความแปรปรวน ความแปรปรวนทั้งหมดของเอกภพและประชากร จึงเป็นผลรวมขององค์ประกอบความแปรปรวน 7 ส่วน ดังนี้

$$\sigma^2(X_{\text{pro}}) = \sigma^2_p + \sigma^2_r + \sigma^2_o + \sigma^2_{pr} + \sigma^2_{ro} + \sigma^2_{\text{pro},e}$$

- เมื่อ σ^2_{pro} คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกต
- σ^2_p คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพของผู้สอบ (μ_p)
- σ^2_r คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจ (μ_r)
- σ^2_o คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของสถานการณ์การสอบแต่ละครั้ง (μ_o)
- σ^2_{pr} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับผู้ตรวจ
- σ^2_{po} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับสถานการณ์ของการสอบแต่ละครั้ง
- σ^2_{ro} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับสถานการณ์ของการสอบแต่ละครั้ง
- $\sigma^2_{\text{pro},e}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ (e_{pro})

เขียนแผนภาพเวนนีได้ดังนี้



แหล่งความแปรปรวน

(Source of variation)

องค์ประกอบของความแปรปรวน

(variance component)

ภาพที่ 2.6 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวน
สำหรับสององค์ประกอบแบบไขว้ $p \times r \times o$ (two – facet, $p \times r \times o$ design)

2. การออกแบบการวัดแบบแฝง (nested design)

2.1 กรณีการวัดที่มีหนึ่งองค์ประกอบแบบแฝง เมื่อ i แฝงใน p (one facet; $i : p$ design) คะแนนสังเกตของบุคคลในข้อสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 X_{pi} &= \mu && \text{(ค่าเฉลี่ยทั้งหมด)} \\
 &+ \mu_p - \mu && \text{(อิทธิพลของบุคคล)} \\
 &+ X_{pi} - \mu_p && \text{(ส่วนที่เหลือ)}
 \end{aligned}$$

การออกแบบแบบแฝง (nested $i : p$ design) จะไม่ได้จำแนกเทอมออกมาเป็นอิทธิพลของแบบสอบ โดยอิทธิพลของแบบสอบเป็นส่วนหนึ่งของเทอมส่วนที่เหลือ เนื่องจากบุคคลทำแบบสอบต่างข้อกัน จึงไม่สามารถประมาณค่าอิทธิพลของแบบสอบได้อย่างอิสระจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับแบบสอบ ได้ สามารถเขียนอยู่ในอีกรูปได้เพื่อแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของแบบสอบเป็นส่วนหนึ่งของส่วนที่เหลือ ดังนี้

$$X_{pi} - \mu_p = (\mu_i - \mu) + (X_{pi} - \mu_i - \mu_p + \mu)$$

จะได้ว่า องค์ประกอบความแปรปรวนของบุคคลหรือความแปรปรวนของคะแนนเอกภพนิยมเหมือนกับในการออกแบบแบบไขว้ นั่นคือ $\sigma_p^2 = E_p (\mu_p - \mu)^2$ และองค์ประกอบความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ มีค่าเป็น

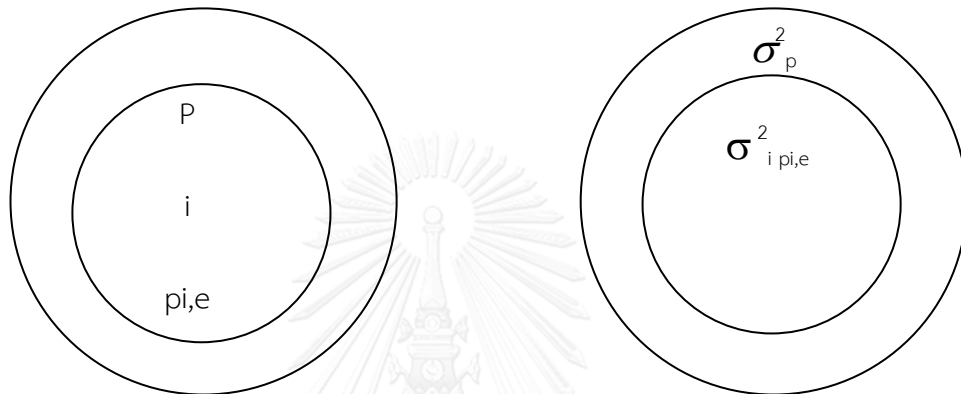
$$\sigma_{i,p,e}^2 = E_p E_i (X_{pi} - \mu_p)^2$$

จากองค์ประกอบความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของข้อสอบนั้นรวมอยู่กับอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและแบบสอบ ซึ่งมีแหล่งของความแปรปรวนที่ไม่เป็นระบบหรือไม่สามารถวัดได้รวมอยู่ด้วยเช่นกัน

ดังนั้น ความแปรปรวนของคะแนนสังเกตได้ (X_{pi}) ของบุคคลและแบบสอบทั้งหมดจึงเป็นผลรวมขององค์ประกอบความแปรปรวนสององค์ประกอบ ดังนี้

$$\sigma^2(X_{pi}) = \sigma_p^2 + \sigma_{i,pi,e}^2$$

เขียนแผนภาพเวนนีได้ดังนี้



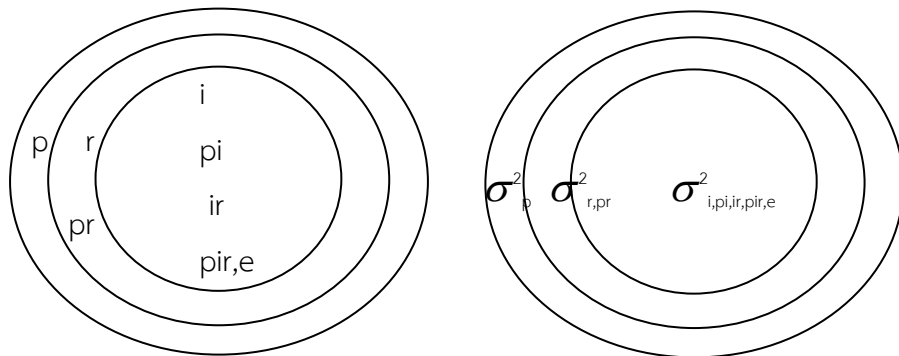
ภาพที่ 2.7 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่งองค์ประกอบแบบแฝง เมื่อ i แฝงใน p (one facet, $i:p$ design)

2.2 กรณีการวัดที่มีสององค์ประกอบแบบแฝง เช่น กรณี $i:r:p$

(two facet, $i:r:p$ design) คะแนนสังเกตของบุคคลในแบบสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้

$$\begin{aligned} X_{pir} &= \mu \\ &+ \mu_p - \mu \\ &+ \mu_{pr} - \mu_p \\ &+ \mu_{pir} - \mu_{pr} \\ &+ X_{pir} - \mu_{pr} \\ \sigma^2_{X_{pir}} &= \sigma_p^2 + \sigma_{r,pr}^2 + \sigma_{i,pi,pir,e}^2 \end{aligned}$$

เขียนแผนภาพเวนนิง ได้ดังนี้



ภาพที่ 2.8 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวน สำหรับสององค์ประกอบแบบแฝง กรณี $i : r : p$ (two facet, $i : r : p$ design)

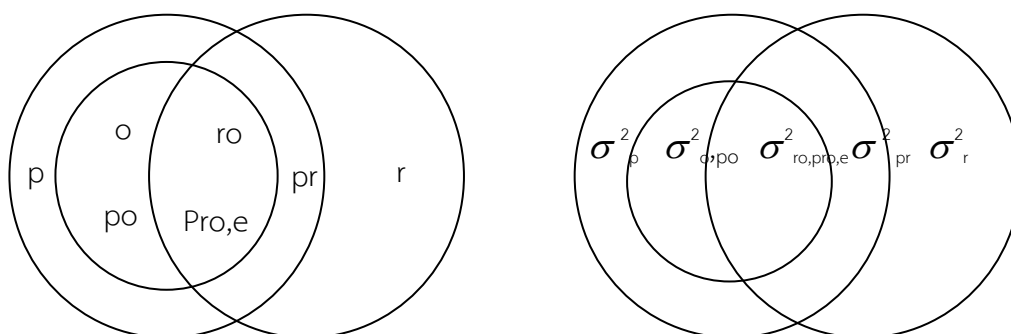
3. กรณีออกแบบการวัดแบบผสม (confounded design) เช่น กรณี $(o : p) \times r$ design คะแนนสังเกตของบุคคลในแบบสอบถามข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 X_{\text{pro}} &= \mu \\
 &\quad + \mu_p - \mu \\
 &\quad + \mu_r - \mu \\
 &\quad + \mu_{po} - \mu_p \\
 &\quad + \mu_{pr} - \mu_p - \mu_r + \mu \\
 &\quad + \mu_{pro} - \mu_{pr} - \mu_{po} + \mu_p
 \end{aligned}$$

และ

$$\sigma^2_{X_{\text{pro}}} = \sigma^2_p + \sigma^2_r + \sigma^2_{op} + \sigma^2_{pr} + \sigma^2_{ro,pro,e}$$

เขียนแผนภาพเวนนีได้ดังนี้



ภาพที่ 2.9 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสอง
องค์ประกอบแบบผสมกรณี (o : p) × r (two – facet, (o : p) × r design)

กล่าวโดยสรุปได้ว่าทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory เป็นทฤษฎีที่ขยายแนวคิดมาจากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนี้ สามารถประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆได้จากการวัดบริบทเดียวกันและจากการวิเคราะห์เพียงครั้งเดียว 2) สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงโดยเน้นไปที่องค์ประกอบความแปรปรวนของแต่ละแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด 3) สามารถแบ่งตัดสินใจออกเป็น 2 ลักษณะคือ การตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (relative decision) และการตัดสินใจเชิงสมบูรณ์ (absolute decision) 4) สามารถประมาณน้ำหนักของแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมด (G-Study) และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบการวัดในครั้งต่อไป เพื่อเป็นการลดความคลาดเคลื่อนของการวัดให้น้อยลง (D-Study) ซึ่งเป็นการออกแบบการวัดให้มีความคุ้มค่าทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา และยังสามารถออกแบบการวัดได้หลายรูปแบบ ทั้งการออกแบบการวัดแบบไขว้ (crossed design) การออกแบบการวัดแบบแฝง (Nested design) และกรณีออกแบบการวัดแบบผสม (confounded design)

จากการศึกษางานวิจัย (Swartz, 1999; กนกวรรณ เอี่ยมชัย, 2539; ธีชกร สุวรรณจรัส, 2540; 1978 อ้างอิงในน้ำผึ้ง อินทเนตร, 2554; พรรณี เจียมสุบุตร, 2543; สาวิตรี จุ้ยทอง, 2544; อรุมา อัยวรรณ, 2548) พบว่ามีการนำทฤษฎีนี้ไปใช้ในหลายลักษณะ เช่น การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การเขียน การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง การแก้โจทย์ปัญหา เป็นต้น ซึ่งการวัดเหล่านี้เป็นการวัดทางจิตวิทยาที่มักเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดจาก

หลายแหล่ง และส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการวัด จึงมีการนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด มาใช้ในการประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ และเป็นการศึกษาว่าแหล่งใดเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนหลัก ผลการวิจัยให้ผลสอดคล้องกันว่า ผู้ตรวจให้คะแนนเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญ ที่ส่งผลต่อความเที่ยงของคะแนน และมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง นอกจากนี้ผู้วิจัยเหล่านั้นยังเสนอให้ควรมีผู้ตรวจให้คะแนนมากกว่าหนึ่งคน แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนทุกๆ ไปจะมีครูสอนเพียงคนเดียวเท่านั้นที่ทำหน้าที่ตรวจให้คะแนน ดังนั้นการศึกษาเพื่อให้ได้สารสนเทศเรื่องจำนวนผู้ตรวจ จึงอาจไม่จำเป็นต้องศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งสารสนเทศตามเหตุผลดังกล่าวข้างต้น และนอกจากผู้ตรวจให้คะแนนแล้ว ผลการวิจัยยังเสนอให้เห็นว่ารูปแบบการตรวจให้คะแนนและความยาวของแบบสอบก็เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญที่ส่งผลต่อความเที่ยงของคะแนนอีกประการหนึ่งด้วย

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการสรุปและสังเคราะห์องค์ความรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาและตรวจสอบวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และมุ่งเน้นการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธีนั้นจะศึกษาอยู่ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่าวิธีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธีนั้นควรใช้แบบสอบจำนวนกี่เหตุการณ์ ที่จะส่งผลทำให้แบบสอบมีความเที่ยงในระดับที่ต้องการ เนื่องจากวิธีการตรวจให้คะแนนและความยาวของแบบสอบมีผลต่อความเที่ยงด้วย โดยเฉพาะแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่เป็นแบบสอบความเรียงประเภทหนึ่ง ดังนั้นถ้าแบบสอบมีจำนวนข้อหรือจำนวนเหตุการณ์มากเกินไปก็จะส่งผลต่อความเที่ยง และแบบสอบที่มีจำนวนข้อมากจะเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5

เหตุการณ์ โดยแต่ละเหตุการณ์จะสร้างตามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และทำการศึกษาอ้างอิงเหตุการณ์ตามจำนวน ดังนี้ 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์ อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังมุ่งพัฒนาเพื่อให้ได้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ และมีประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนต่อไป โดยผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยเพื่อแสดงถึงผลของวิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ส่งผลต่อความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด แสดงดังภาพที่ 2.10



แบบสอบอัตรณ์ยประยุกต์วัดควมสมรถนในการแก้ปัญหทง
วทยศศตรณ์ยใช้วถนการตรวจให้คะแนนที่แตกต่งกัน ภายได้จนวน
เหตุการณต่งกัน 5, 7, 9, 11, 13, 15 เหตุการณ
ซึ่งวถนการตรวจให้คะแนนที่แตกต่งกัน มรুবแบบต่งน
วถนที่ 1 : วถนการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox
วถนที่ 2 : วถนการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti
วถนที่ 3 : วถนการตรวจให้คะแนนแบบวถนการะยอย
(analytic method)



ควมเทยง (สมประลษถนการสรุปรอ้างนง) ของแบบ
สอบอัตรณ์ยประยุกต์วัดควมสมรถนในการแก้ปัญหทง
วทยศศตรณ์ย ของแบบสอบอัตรณ์ยประยุกต์วัดควมสมรถน
ในการแก้ปัญหทงวทยศศตรณ์ย

ภาพที่ 2.10 กรอบแนวคิดในการวถน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และมุ่งเน้นการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย โดยแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธีนั้นจะศึกษาอยู่ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสุ่มอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ซึ่งประกอบด้วย 1 ฟาเซต คือ จำนวนเหตุการณ์ ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบ
- 1.1 กำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 - 1.2 การเลือกเหตุการณ์ที่จะนำมาสร้างแบบสอบและข้อคำถาม
 - 1.3 การกำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 1.4 การสร้างแนวคำตอบ เกณฑ์การให้คะแนน การตรวจให้คะแนน และการบันทึกคะแนน
 - 1.5 การหาความตรงเชิงเนื้อหา
 - 1.6 การทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.3 การดำเนินการสอบ

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล



ขั้นตอนที่ 1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบ

1.1 กำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน และ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งสามารถวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่สอดคล้องกับพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 3.1



ตารางที่ 3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สาระ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา	ตัวบ่งชี้พฤติกรรมและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ ของ มนุษย์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ วิเคราะห์ และอธิบายสารอาหารในอาหารที่มีปริมาณพลังงานและสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย อภิปรายผลของสารเสพติดต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย และแนวทางการป้องกันตนเองจากสารเสพติด 	<ul style="list-style-type: none"> ระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือดระบบหายใจ ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ในแต่ละระบบมีการทำงานที่สัมพันธ์กันทำให้มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ ถ้าระบบใดระบบหนึ่งทำงานผิดปกติย่อมส่งผลกระทบต่อระบบอื่น ๆ ดังนั้นจึงต้องมีการดูแลรักษาสุขภาพ แป้ง น้ำตาล ไขมัน โปรตีน วิตามินซี เป็นสารอาหารและสามารถทดสอบได้ การบริโภคอาหาร จำเป็นต้องให้ได้สารอาหารที่ครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย และได้รับปริมาณพลังงานที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย สารเสพติดแต่ละประเภทมีผลต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ทำให้ระบบเหล่านั้นทำหน้าที่ผิดปกติ ดังนั้นจึงต้องหลีกเลี่ยงการบริโภคสารเสพติด และหาแนวทางการป้องกันตนเองจากสารเสพติด 	<ol style="list-style-type: none"> สามารถบอกปัญหาที่สำคัญภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากเหตุการณ์ได้ว่าปัญหาคืออะไร มีขอบเขตแค่ไหน สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และพิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหาได้ สามารถหาแนวทางการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา หรือแนวทางการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาได้ สามารถอธิบายและประเมินได้ว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้มากน้อยเพียงใดได้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

สาระ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา	ตัวบ่งชี้พฤติกรรมแรกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
<p>สารและสมบัติของสาร</p> <p>1. อธิบายผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p> <p>2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องปลอดภัย ป้องกันและแก้ไขอันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี</p>	<p>- สารเคมีและปฏิกิริยาเคมี มีทั้งประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม</p> <p>- การใช้สารเคมีต้องมีความระมัดระวัง ป้องกัน ไม่ให้เกิด อันตรายต่อตนเองและผู้อื่น โดยเลือกใช้ถังต้องปลอดภัยและคุ้มค่า</p> <p>- ผู้ใช้สารเคมีควรรู้จักสัญลักษณ์เตือนภัยบน ฉลาก และรู้วิธีการ แก้วใส่ และกักขังของบอกละเอียดตั้งแต่รับอันตรายจากสารเคมี</p>	<p>1. สามารถบอกปัญหาที่สำคัญภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากเหตุการณ์ได้ว่าปัญหาคืออะไร มีขอบเขตแค่ไหน</p> <p>2. สามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้องกับปัญหา และพิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหาได้</p> <p>3. สามารถหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา หรือแนวทางในการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาได้</p> <p>4. สามารถอธิบายและประเมินได้ว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้มากน้อยเพียงใด</p>	
<p>แรงและการเคลื่อนที่</p> <p>1. อธิบายแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง วัตถุเคลื่อนที่</p>	<p>- เมื่อแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง วัตถุนั้นก็หยุดนิ่งตลอดไป</p>		

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

สาระ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา	ตัวบ่งชี้พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
พลังงาน	อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - นัยน์ตาของคนเราเป็นอวัยวะใช้มองดูสิ่งต่างๆ นัยน์ตามีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่างความสว่างมีผลต่อนัยน์ตามนุษย์ จึงมีการนำความรู้เกี่ยวกับความสว่างมาช่วยในการจัดความสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับการทำงาน - ออกแบบวิธีการตรวจสอบว่าความสว่างมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่น 	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถบอกปัญหาที่สำคัญภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากเหตุการณ์ได้ว่าปัญหาคืออะไรอะไรมีขอบเขตแค่ไหนได้ 2. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และพิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหาได้ 3. สามารถหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา หรือแนวทางในการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาได้ 4. สามารถอธิบายและประเมินได้ว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้มากน้อยเพียงใดได้
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	อธิบายลักษณะแหล่งน้ำธรรมชาติ การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์แหล่งน้ำในท้องถิ่น	<ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำบนโลก มีทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม โดยแหล่งน้ำจืดมีอยู่ทั้งบนดิน ใต้ดิน และในบรรยากาศ - การใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ ต้องมีการวางแผนการใช้การอนุรักษ์ การป้องกัน การแก้ไข และผลกระทบด้วยวิธีการที่เหมาะสม 	

1.2 การเลือกเหตุการณ์ที่จะนำมาสร้างแบบสอบและข้อคำถาม

เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเนื้อหารายละเอียดที่แตกต่างกัน และที่สำคัญการสร้างแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์ที่นำมาสร้างแบบสอบควรมาจากเหตุการณ์จริง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดเหตุการณ์ให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกเนื้อหาที่สนใจ และมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับชั้นของนักเรียนจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยการปรับเนื้อหาให้เหมาะสมโดยการตัดทอนหรือปรับข้อความแต่ยังคงความหมายหรือใจความเดิมไว้

ผู้วิจัยนำเหตุการณ์มาสร้างข้อคำถามโดยออกแบบว่า เมื่อนักเรียนอ่านเหตุการณ์และข้อคำถามแล้ว นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงข้อมูลในแต่ละข้อคำถามได้ ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามของเหตุการณ์ตามลำดับสถานการณ์ต่อเนื่องแล้วแทรกข้อคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบจำนวน 5 เหตุการณ์ และแต่ละเหตุการณ์มีข้อคำถามจำนวน 4 ข้อ รวมทั้งแบบสอบมีข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นไปตามที่ Feletti (1980) เสนอว่า แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์ควรมีข้อคำถาม 5-35 ข้อ จึงจะสามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้

ข้อคำถามในแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นกำหนดปัญหา 2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4. ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา โดยในข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางโครงสร้างของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เหตุการณ์	ความสามารถที่จะวัด		การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา		การตรวจสอบการแก้ปัญหา
	การกำหนดปัญหา	การวิเคราะห์ปัญหา	การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	การตรวจสอบการแก้ปัญหา	
เหตุการณ์ที่ 1	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	
เหตุการณ์ที่ 2	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	
เหตุการณ์ที่ 3	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	
เหตุการณ์ที่ 4	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	
เหตุการณ์ที่ 5	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	

1.3 การกำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดของรูปแบบแบบสอบอัตนัยประยุกต์ของพวงแก้ว ปุณยภนิก (2531) และธัชกร สุวรรณจรัส (2540) แล้วนำแนวคิดเหล่านั้นมาสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.3.1 การกำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

ผู้วิจัยออกแบบรูปแบบแบบสอบอัตนัยประยุกต์ตามรูปแบบของธัชกร สุวรรณจรัส (2540) โดยแบ่งแบบสอบออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือส่วนด้านบนของกระดาษซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่องย่อย ช่องซ้ายสุด คือ เวลาที่ใช้ในการทำข้อคำถามนี้ ช่องกลาง คือ เลขที่ของเหตุการณ์ในแบบสอบและข้อคำถามในเหตุการณ์นั้น ช่องขวามือสุด คือ ส่วนที่นักเรียนกรอกชื่อนามสกุล และชื่อโรงเรียน ส่วนที่ 2 คือ ส่วนที่อยู่ถัดลงมาจากส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ใช้แสดงสถานการณ์ ข้อคำถาม และเว้นที่ไว้สำหรับให้ตอบคำถาม ส่วนที่ 3 คือ ส่วนที่แสดงคำตอบในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ ข้อคำถามที่	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> สถานการณ์ </div> <p>ข้อคำถามที่</p> <p>คำถาม.....</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามในข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

1.3.2 การจัดพิมพ์แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการพิมพ์เหตุการณ์ลงในกระดาษขนาด A 4 โดยพิมพ์สถานการณ์ละ 1 แผ่น และเพื่อไม่ให้ผู้สอบเกิดความสับสนในแต่ละเหตุการณ์ ผู้วิจัยได้พิมพ์ชื่อเหตุการณ์ขึ้นระหว่างเหตุการณ์หนึ่งๆ

1.3.3 การพิมพ์คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 5 เหตุการณ์ รวม 25 หน้า มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ โดยแต่ละเหตุการณ์จะมีข้อคำถามจำนวน 4 ข้อคำถาม
2. มีเวลาในการทำแบบสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง 40 นาที และมีเวลาในการทำแต่ละข้อคำถามอยู่ด้านบนของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ โดยผู้สอบต้องจัดสรรเวลาในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์เอง และทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนต้องกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่มุมขวาด้านบนของกระดาษคำถามทุกแผ่น
4. เริ่มทำข้อสอบตั้งแต่เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1 เมื่อทำเสร็จให้นักเรียนตรวจสอบให้เรียบร้อย และส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ช่องใส่แบบสอบอัตนัยประยุกต์
5. กรุณาเขียนคำตอบด้วยลายมือที่อ่านง่าย

1.3.4 การเรียงหน้าของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

ผู้วิจัยเรียงหน้าของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นที่คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จากนั้นจึงเรียงเหตุการณ์ของแบบสอบจากเหตุการณ์ที่ 1 จนถึง เหตุการณ์ที่ 5

1.3.5 การบรรจุแบบสอบ

ผู้วิจัยบรรจุแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์ลงในช่องสีน้ำตาลที่มีขนาดของช่องเท่ากับกระดาษ A 5 เนื่องจากต้องการอำนวยความสะดวกกับนักเรียนเวลาดึงแบบสอบออกจากซองข้อสอบ และพิมพ์ชื่อแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเลขที่ตามลำดับที่หน้าซองของแบบสอบทุกซอง

1.4 การสร้างแนวคำตอบ เกณฑ์การให้คะแนน การตรวจให้คะแนน และการบันทึกคะแนน

1.4.1 การสร้างแนวคำตอบ

ผู้วิจัยสร้างแนวคำตอบทันทีหลังจากที่สร้างข้อคำถามเสร็จ โดยคำตอบในแต่ละข้อคำถามต้องสามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ต้องการวัดในข้อนั้น ๆ และเป็นคำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความรู้ ความสามารถในทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้วย

1.4.2 เกณฑ์การให้คะแนน

งานวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี ดังนี้ วิธีที่ 1 คือวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีที่ 2 คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และ วิธีที่ 3 คือ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 3 วิธี ของแต่ละข้อคำถามในทุกเหตุการณ์ที่วัดขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน จะมีประเด็นในการให้คะแนนที่เหมือนกันแต่มีลักษณะของการให้คะแนนต่างกัน ดังนี้

วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามผิดบางส่วน หรือไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 2 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถาม

ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถาม ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) มีองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์ 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน)

1.4.3 การตรวจให้คะแนน

งานวิจัยในครั้งนี้มีผู้ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยก่อนที่ผู้ตรวจคนที่ 2 จะทำการตรวจแบบสอบ ผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการตรวจ เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละวิธี รวมถึงตัวอย่างการตรวจให้คะแนนแก่ผู้ตรวจคนที่ 2 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการให้คะแนนของผู้ตรวจ พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการตรวจให้คะแนน ดังนี้

- 1) ให้ตรวจคำตอบทีละข้อของนักเรียนทุกคน นั่นคือ ถ้าจะตรวจคำตอบข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 ก็ให้ตรวจข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 ของนักเรียนทุกคนจนจบ แล้วจึงเริ่มตรวจข้อคำถามที่ 2 ของเหตุการณ์ที่ 1 ครูห้ามตรวจข้อสอบให้เสร็จเป็นคน ๆ
 - 2) ให้มีความคงเส้นคงวาในการตรวจ เกณฑ์ในการให้คะแนนจะเหมือนกัน สำหรับทุก ๆ คำตอบ ครูบางคนอาจจะให้คะแนนค่อนข้างน้อย สำหรับคำตอบแผ่นแรก ๆ แต่จะให้คะแนนมากขึ้นสำหรับคำตอบแผ่นหลัง ๆ ทั้ง ๆ ที่คำตอบเหล่านั้นเป็นแนวเดียวกัน ดังนั้นผู้ตรวจต้องอ่านคำตอบและประเมินค่าคุณภาพคำตอบไว้ล่วงหน้าก่อนตรวจจริง
 - 3) เวลาตรวจห้ามดูชื่อนักเรียน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติต่อการให้คะแนน
 - 4) เวลาตรวจ ครูห้ามนำลายมือของผู้ตอบมามีส่วนในการให้คะแนน
 - 5) พยายามตรวจข้อคำถามใดข้อคำถามหนึ่งของนักเรียนทุกคนให้เสร็จ
- ไม่ควรหยุดพักจนกว่าจะตรวจข้อคำถามนั้นเสร็จแล้ว

6) พยายามเขียนข้อแนะนำและแก้ไขความผิดในกระดาษคำตอบ เพื่อให้ผู้ตอบรู้ว่าตนเองบกพร่องตรงไหน

1.4.4 การบันทึกคะแนน

เมื่อผู้ตรวจตรวจให้คะแนนจะต้องบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนน โดยถ้าตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox แต่ละข้อคำถามจะมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน แต่ละเหตุการณ์จะมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน และถ้าพิจารณาคะแนนรวมทั้งฉบับคือ ทั้ง 5 เหตุการณ์ แบบสอบจะมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน และถ้าตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti แต่ละข้อคำถามจะมีคะแนนเต็ม 1 คะแนน แต่ละเหตุการณ์จะมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน และถ้าพิจารณาคะแนนรวมทั้งฉบับคือ ทั้ง 5 เหตุการณ์ แบบสอบจะมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน

สำหรับแบบบันทึกคะแนนของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti จะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ค ส่วนแบบบันทึกคะแนนของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยจะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ง

1.5 การหาความตรงเชิงเนื้อหา

เมื่อผู้วิจัยสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พร้อมแนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแล้ว ผู้วิจัยนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน เป็นผู้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเหตุการณ์ ข้อคำถาม แนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนน โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิไว้ ดังนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษา คือ ผู้ที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา และมีความรู้และประสบการณ์ทางการวัดและประเมินผลการศึกษาไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 3 คน

2. ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 4 คน

การหาความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยสร้างแบบฟอร์มการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา และให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ประเมินว่าข้อคำถามของเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์ สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ แนวคำตอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามและถูกต้องหรือไม่ และ เกณฑ์การให้คะแนนมีความสอดคล้องกับแนวคำตอบหรือไม่ โดยกำหนดระดับความสอดคล้องของ ข้อคำถามกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1 = สอดคล้อง 0 = ไม่แน่ใจว่า สอดคล้อง -1 = ไม่สอดคล้อง จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์ความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ≥ 0.5 สำหรับข้อคำถาม ใดที่มีค่าระดับความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ < 0.5 ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิต่อไป

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ การวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแนวคำตอบ การวิเคราะห์ ความสอดคล้องของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้ตามแบบของKnox การวิเคราะห์ ความสอดคล้องของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้ตามแบบของ Feletti โดยค่า ความสอดคล้องที่ได้เป็นค่าที่ได้จากการตัดสินความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ข้อคำถามที่มีความ ตรงเชิงเนื้อหาจะต้องมีค่าความสอดคล้อง ≥ 0.5 ดังตารางที่ 3.3 3.4 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3.3 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัย ประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อ คำถามของเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 20 ข้อคำถาม กับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ มีระดับความ สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ และเมื่อพิจารณา คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงได้ข้อมูลโดยสรุปว่า สถานการณ์ที่นำมาสร้างข้อคำถามควรปรับให้มีความเชื่อมโยงกันและควรใช้ภาษาที่เป็นทางการ

ตารางที่ 3.3 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อความกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

เหตุการณ์	ข้อความที่	ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อความกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	
		IOC	ข้อเสนอแนะ
1	1.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	ปรับสถานการณ์ให้มีการเชื่อมโยง
	1.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.7	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
	1.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	1.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.9	-
2	2.1 (การกำหนดปัญหา)	0.7	ควรใช้ภาษาที่เป็นทางการ
	2.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	1.0	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
	2.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	2.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
3	3.1 (การกำหนดปัญหา)	0.7	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
	3.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.7	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
	3.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.9	-
	3.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	-
4	4.1 (การกำหนดปัญหา)	1.0	-
	4.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.7	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
	4.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.9	-
	4.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.9	-
5	5.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	5.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	5.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.9	-
	5.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	1.0	-

จากตารางที่ 3.4 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบถามด้วย
 ประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อ
 คำถามกับแนวคำตอบ พบว่า แนวคำตอบในแต่ละข้อคำถามของเหตุการณ์ในแบบสอบถามด้วย
 ประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 20 ข้อคำถาม
 มีระดับความสอดคล้องกับข้อคำถามเมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่าแนวคำตอบมี
 ความสอดคล้องกับข้อคำถาม และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ได้ข้อมูลโดยสรุปว่า
 คำตอบบางข้อควรจะเน้นการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และควรปรับสำนวนของแนวคำตอบให้ม
 ีความชัดเจน

ตารางที่ 3.4 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบถามด้วย
 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของ
 ข้อคำถามกับแนวคำตอบ

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามกับ แนวคำตอบ	
		IOC	ข้อเสนอแนะ
1	1.1 (การกำหนดปัญหา)	1.0	-
	1.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	1.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	1.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน
2	2.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	2.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	2.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.9	-
	2.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	-
3	3.1 (การกำหนดปัญหา)	0.7	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน
	3.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	3.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.9	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน
	3.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	-

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามกับ	
		IOC	ข้อเสนอแนะ
4	4.1 (การกำหนดปัญหา)	1.0	-
	4.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	4.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	4.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.9	-
5	5.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	5.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	1.0	-
	5.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.7	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน
	5.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.9	-

จากตารางที่ 3.5 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบ
 อัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้อง
 ของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox พบว่า วิธีการให้
 คะแนนตามแบบของ Knox ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจให้คะแนนข้อคำถามของเหตุการณ์ในแบบ
 สอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีระดับความสอดคล้องกับข้อ
 คำถามและแนวคำตอบ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่า วิธีการให้คะแนนตาม
 แบบของ Knox มีความสอดคล้องกับข้อคำถามและแนวคำตอบ และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการ
 แก้ไขปรับปรุง ได้ข้อมูลโดยสรุปว่า ควรตรวจสอบเรื่องของการสะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้องเพียง
 เท่านั้น

ตารางที่ 3.5 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox	
		IOC	ข้อเสนอแนะ
1	1.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	1.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	1.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	1.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	-
2	2.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	2.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	2.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.9	-
	2.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง
3	3.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	3.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	3.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.9	-
	3.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	-
4	4.1 (การกำหนดปัญหา)	1.0	-
	4.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	4.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	4.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง
5	5.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	5.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง
	5.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.7	-
	5.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.9	-

จากตารางที่ 3.6 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti พบว่า วิธีการให้คะแนนตามแบบของ Feletti ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจให้คะแนนข้อคำถามของเหตุการณ์

ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีระดับความสอดคล้องกับข้อคำถามและแนวคำตอบ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่า วิธีการให้คะแนนตามแบบของ Feletti มีความสอดคล้องกับข้อคำถามและแนวคำตอบ และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ได้ข้อมูลโดยสรุปว่า ควรตรวจสอบเรื่องของการสะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้องเพียงเท่านั้น

ตารางที่ 3.6 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้ตามแบบของ Feletti

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti	
		IOC	ข้อเสนอแนะ
1	1.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	1.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	1.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	1.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง
2	2.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	2.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	2.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	2.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.9	-
3	3.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	3.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-
	3.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.9	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง
	3.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	-
4	4.1 (การกำหนดปัญหา)	1.0	-
	4.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง
	4.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	1.0	-
	4.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	-

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์ การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti	
		IOC	ข้อเสนอแนะ
5	5.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-
	5.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	1.0	-
	5.3 (การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)	0.7	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง
	5.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.9	-

1.6 การทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์

ผู้วิจัยนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางชัยวิทยา จำนวน 35 คน จากนั้นนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์มาตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนแบบสอบดังกล่าว จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปหา ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ คะแนนเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Maximum) คะแนนต่ำสุด (Minimum) ของแต่ละเหตุการณ์ ดังตารางที่ 3.7 และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ โดยวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) และความเที่ยง ดังตารางที่ 3.8 อีกทั้งความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบ โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายของคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

ค่าความยาก

ค่าความยากอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.19 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง) ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.39 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นค่อนข้างยาก ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.4 ถึง 0.59 หมายถึงข้อสอบข้อนั้นยากพอเหมาะ อยู่ในเกณฑ์ดี

ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.6 ถึง 0.79 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นค่อนข้างง่าย และค่าความยากอยู่ในช่วง 0.8 ถึง 1.0 หมายถึงข้อสอบข้อนั้นง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ค่าอำนาจจำแนก

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง หมายถึงข้อคำถามข้อนั้น ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงต่ำกว่า 0.00 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นจำแนกผู้สอบได้ต่ำมาก ควรตัดทิ้ง ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.19 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นจำแนกผู้สอบได้ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.29 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นมีอำนาจจำแนกปานกลาง ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.30 ถึง 0.39 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นมีอำนาจจำแนกดี และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นมีอำนาจจำแนกดีมาก

จากตารางที่ 3.7 ค่าสถิติพื้นฐานของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้ง 5 เหตุการณ์ จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย 15.19 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.38 คะแนน ค่าสถิติพื้นฐานของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้ง 5 เหตุการณ์ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย 13.22 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.04 คะแนน และค่าสถิติพื้นฐานของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้ง 5 เหตุการณ์ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย 44.08 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 28.98 คะแนน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนทั้ง 3 วิธี ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำได้อยู่ในระดับต่ำกว่า

ครึ่งของคะแนนเต็ม อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับลักษณะของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น จึงส่งผลต่อการตอบคำถามของนักเรียน



ตารางที่ 3.7 ค่าสถิติพื้นฐานของวิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี ในสอบอัตรณ์ประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox			วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti			วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ที่ย่อย (analytic method)					
		MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN	M	SD
		1.1	2	0	0.74	0.82	1	0	0.57	0.50	5	0	1.94
1.2	2	0	1.23	0.73	1	0	0.63	0.49	5	0	3.11	1.55	
เหตุการณ์ที่ 1	1.3	2	0	0.86	0.69	1	0	0.34	0.48	5	0	2.20	1.55
	1.4	2	0	0.71	0.71	1	0	0.54	0.51	5	0	1.97	1.56
	รวม	8	0	3.54	2.95	4	0	2.08	1.98	20	0	9.22	6.52
	2.1	2	0	0.74	0.78	1	0	0.86	0.36	5	0	1.97	1.42
	2.2	2	0	0.66	0.59	1	0	0.60	0.50	5	0	2.03	1.22
เหตุการณ์ที่ 2	2.3	2	0	1.31	0.72	1	0	0.57	0.50	5	0	3.23	1.59
	2.4	2	0	0.51	0.78	1	0	0.77	0.34	5	0	1.91	1.74
	รวม	8	0	3.22	2.87	4	0	2.80	1.70	20	0	9.14	5.97
	3.1	2	0	0.20	0.47	1	0	0.71	0.46	5	0	1.17	1.07
เหตุการณ์ที่ 3	3.2	2	0	0.60	0.55	1	0	0.83	0.38	5	0	2.09	1.17
	3.3	2	0	0.26	0.61	1	0	0.86	0.36	5	0	1.43	1.31

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

เขตการณื	ข้อคํากวที่	วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox				วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti				วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ที่ย่อย (analytic method)			
		MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN	M	SD
เขตการณืที่ 3	3.4	2	0	0.97	0.38	1	0	0.80	0.41	5	0	2.74	0.95
	รวม	8	0	2.03	2.01	4	0	3.20	1.61	20	0	7.43	4.50
เขตการณืที่ 4	4.1	2	0	0.69	0.90	1	0	0.83	0.38	5	0	2.03	1.77
	4.2	2	0	1.29	0.67	1	0	0.63	0.49	5	0	3.26	1.56
	4.3	2	0	1.54	0.61	1	0	0.51	0.51	5	0	3.60	1.46
	4.4	2	0	0.60	0.55	1	0	0.43	0.50	5	0	1.66	1.39
รวม	8	0	4.12	2.73	4	0	2.40	1.88	20	0	10.55	6.18	
เขตการณืที่ 5	5.1	2	0	0.34	0.73	1	0	0.66	0.48	5	0	1.26	1.54
	5.2	2	0	0.94	0.80	1	0	0.71	0.46	5	0	2.74	1.58
	5.3	2	0	0.37	0.60	1	0	0.77	0.43	5	0	1.83	1.15
	5.4	2	0	0.63	0.69	1	0	0.60	0.50	5	0	1.91	1.54
รวม	8	0	2.28	2.82	4	0	2.74	1.87	20	0	7.74	5.81	
รวมทั้งฉบับ		40	0	15.19	13.38	20	0	13.22	9.04	100	0	44.08	28.98

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบโดยวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อ และทั้งฉบับตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเที่ยง (r_{tt}) รวมถึงพิจารณาความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และ เวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบ โดยผู้วิจัยนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน จากนั้น นำมาตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจทั้ง 3 วิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาคุณภาพตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง (r_{tt}) ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.8 พร้อมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และ เวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบหลังจากหมดเวลาทำแบบสอบ ซึ่งได้ข้อมูลว่าบางสถานการณ์ควรปรับให้ สถานการณ์มีความเชื่อมโยงกัน ใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย เวลาที่ให้ในการทำแบบสอบมีความ เหมาะสมและเพียงพอต่อการทำแบบสอบ

จากตารางที่ 3.8 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ พบว่า แบบสอบมีค่าความยากเท่ากับ 0.39 แสดงว่า แบบสอบค่อนข้างยาก และมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.35 แสดงว่า เหตุการณ์มี ความสามารถในการจำแนกผู้สอบได้ และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.82 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ พบว่า แบบสอบมีค่าความยากเท่ากับ 0.23 แสดงว่า แบบสอบมีความยากมาก และมีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับ 0.37 แสดงว่า เหตุการณ์มีความสามารถในการจำแนกผู้สอบได้ และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.82 และค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบ วิเคราะห์ย่อย ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จาก ผลการทดลองใช้แบบสอบ พบว่า แบบสอบมีค่าความยากเท่ากับ 0.46 แสดงว่า แบบสอบมี ความยากง่ายปานกลาง และมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.73 แสดงว่า เหตุการณ์มีความสามารถใน การจำแนกผู้สอบได้ และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.84

ผู้วิจัยคัดเลือกแบบสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ แบบสอบในแต่ละเหตุการณ์ควรมีค่าความยากในแต่ละเหตุการณ์อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม จากนั้นนำเหตุการณ์มารวบรวมเป็นแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (กมลวรรณ ดังธนาภานนท์, 2554; โชติกา ภาชีผล, 2556; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

ตารางที่ 3.8 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของวิธีการตรวจให้คะแนนทั้ง 3 วิธี ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้

เหตุการณ์	วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox			วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti			วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)		
	p	r	r_{tt}	p	r	r_{tt}	p	r	r_{tt}
เหตุการณ์ที่ 1	0.45	0.38	0.43	0.24	0.42	0.28	0.50	0.39	0.50
เหตุการณ์ที่ 2	0.43	0.44	0.44	0.33	0.50	0.56	0.47	0.34	0.49
เหตุการณ์ที่ 3	0.32	0.25	0.65	0.22	0.44	0.63	0.40	0.21	0.45
เหตุการณ์ที่ 4	0.51	0.50	0.47	0.36	0.50	0.56	0.54	0.44	0.49
เหตุการณ์ที่ 5	0.28	0.38	0.46	0.25	0.44	0.62	0.39	0.31	0.43
ทั้งฉบับ	0.39	0.35	0.82	0.23	0.37	0.82	0.46	0.73	0.84

จากการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สารและสมบัติของสาร แรงแรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยเลือกเหตุการณ์ที่จะนำมาสร้างแบบสอบและข้อคำถามจากเหตุการณ์จริงที่คัดเลือกเนื้อหาที่สนใจและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับชั้นของนักเรียนจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ปรับเนื้อหาให้เหมาะสมโดยการตัดทอนหรือปรับข้อความแต่ยังคงความหมายหรือใจความเดิมไว้ อีกทั้งมีการกำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบของจักร สุวรรณจรัส และสร้างแนวคำตอบ เกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 3 วิธี คือ วิธีการ

ตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) จากนั้นตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบนำแบบสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง และนำผลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนาแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รวมถึงวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อนำแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการตรวจให้คะแนนไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ขึ้น โดยมีการชี้แจงการใช้คู่มือ การอธิบายความสำคัญของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติและการนำแบบสอบไปใช้ การตรวจให้คะแนนและการบันทึกคะแนน รวมถึงตัวอย่างแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แนวคำตอบ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และแบบบันทึกคะแนน ซึ่งจะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ง

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

2.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3

2.1.2 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 91 คน ขนาดตัวอย่างกำหนดด้วยการใช้โปรแกรม G* POWER สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ F-test ในกรณีรู้ค่าขนาดอิทธิพล ว่ามีระดับปานกลาง = 0.50 ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จะได้ขนาดตัวอย่าง 66 คน แต่เพื่อป้องกันการขาดหายของตัวอย่างในขณะเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 91 คน

โดยมีเกณฑ์การพิจารณาโรงเรียนของตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาแบบสหศึกษา ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ และผลความสามารถของผู้เรียน และเป็นโรงเรียนที่มีความต้องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รวมถึงผู้บริหารและครูมีความสนใจและให้ความร่วมมือด้านการบริหารจัดการอำนวยความสะดวก และอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองได้ และเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัด ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของตัวอย่างโดยเลือกโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มาจำนวน 3 โรงเรียนจากโรงเรียนทั้งหมด 29 โรงเรียน ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน โดยมีการเลือกตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาโดยวิธีการจับฉลาก จำนวน 1 แห่ง จากทั้งหมด 42 แห่ง คือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 3

ขั้นที่ 2 เลือกจังหวัดที่อยู่ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3 โดยวิธีการจับฉลากจำนวน 1 จังหวัด จากทั้งหมด 2 จังหวัด คือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ขั้นที่ 3 เลือกโรงเรียนจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยวิธีการจับฉลาก จำนวน 3 โรงเรียน จากทั้งหมด 29 โรงเรียน คือ โรงเรียนเสนา เสนาประสิทธิ์ โรงเรียนลาดบัวหลวงไพโรจน์วิทยา และโรงเรียนสาคลีวิทยา

ขั้นที่ 4 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนตัวอย่าง โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ดังนี้ สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนเสนา เสนาประสิทธิ์ จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 9 ห้องเรียน สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนลาดบัวหลวงไพโรจน์วิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนสาคลีวิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 2 ห้องเรียน ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์

โรงเรียน	ห้องเรียน	ตัวอย่าง (คน)
โรงเรียนเสนา เสนาประสิทธิ์	2/5	38
โรงเรียนลาดบัวหลวงไพโรจน์วิทยา	2/1	32
โรงเรียนสาคลีวิทยา	2/1	21
รวม		91

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 แบบสอบถามอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวน 5 เหตุการณ์ โดยที่แต่ละเหตุการณ์มีข้อความจำนวน 4 ข้อ การสร้างข้อความจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อความที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อความที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ข้อความที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และข้อความที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา

2.2.2 วิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี คือ 1) วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 3 ระดับ (0,1,2) 2) วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 0 คะแนน และ 1 คะแนน คือ ถ้าตอบได้ผ่านเกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำที่กำหนดไว้ให้ 1 คะแนน ถ้าตอบได้ไม่ผ่านเกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำที่กำหนดไว้ให้ 0 คะแนน และ 3) วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) มีเกณฑ์การให้คะแนน 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน) ซึ่งวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox และวิธีการให้คะแนนตามแบบของ Feletti แสดงไว้ที่ภาคผนวก ข ส่วนวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย แสดงไว้ที่ภาคผนวก ง

2.3 การดำเนินการสอบ

2.3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

ผู้วิจัยทำหนังสือจากงานหลักสูตร คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างที่ศึกษา ผู้วิจัยติดต่อประสานกับครูประจำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นห้องตัวอย่าง เพื่อติดต่อเรื่องวันและเวลาที่ผู้วิจัยจะดำเนินการสอบ และจะดำเนินการเก็บข้อมูลกับนักเรียนของโรงเรียนตัวอย่างจำนวน 1 ครั้ง ซึ่งใช้เวลาในการสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 40 นาที

ในทุกโรงเรียน โดยใช้ผู้คุมสอบจำนวน 2 คน ในทุกโรงเรียนตัวอย่าง ประกอบด้วยผู้วิจัยและครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของห้องตัวอย่างนั้น

2.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการสอบ

- 1) ผู้คุมสอบแจกแบบสอบไว้บนโต๊ะสอบทุกโต๊ะ โต๊ะละ 1 ชุด เมื่อนุญาตให้นักเรียนเข้าประจำที่สอบแล้ว ผู้วิจัยแนะนำตนเองและขอความร่วมมือจากนักเรียนในการทำแบบสอบ
- 2) อนุญาตให้นักเรียนเปิดซองข้อสอบพร้อมกัน
- 3) ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนอ่านคำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พร้อมทั้งให้เวลาเขียนชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่ข้อคำถามแผ่นแรกให้เรียบร้อย
- 4) ผู้คุมสอบอธิบายย่ำถึงวิธีการทำแบบสอบให้นักเรียนฟัง โดยให้นักเรียนทำแบบสอบทีละข้อคำถามและต้องทำข้อคำถามนั้นให้เสร็จ จึงจะสามารถเปลี่ยนไปทำข้อคำถามต่อไปได้ สำหรับเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ คือ 1 ชั่วโมง 40 นาที โดยให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาสอบเอง และเน้นย้ำว่าเมื่อนักเรียนทำข้อคำถามในแต่ละหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนแล้วจึงส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ช่องใส่แบบสอบ และบอกให้นักเรียนเริ่มทำแบบสอบได้ ผู้คุมสอบบันทึกเวลาเริ่มต้นในการทำข้อสอบและเวลาสิ้นสุดในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) คะแนนสูงสุด (maximum) คะแนนต่ำสุด (minimum)

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย จากผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระกัน มาวิเคราะห์หาความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter rater reliability) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) และนำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย จากผู้ตรวจจำนวน 1 คน คือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับ และตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) โดยสูตร (Cohen, 1983)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
	X	แทน	คะแนนที่ตรวจจากผู้ตรวจคนที่ 1
	Y	แทน	คะแนนที่ตรวจจากผู้ตรวจคนที่ 2
	N	แทน	จำนวนผู้สอบ

3.3 การวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาคำนวณเป็นคะแนน T-Score ซึ่งเป็นการปรับฐานของคะแนนให้เท่ากัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบคะแนนได้ ดังนั้นจึงคะแนน T-Score ในการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน คือ 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์ ซึ่งออกแบบการวัดแบบไขว้ (Crossed design) 1 องค์ประกอบ (p x i) คือ นักเรียนทุกคนทำแบบสอบทุกเหตุการณ์

โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EduG และเปรียบเทียบค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน โดยมีจำนวนเหตุการณ์เท่ากัน คือ 5 เหตุการณ์ ด้วยวิธีการของพิทแมน (Pittman) โดยสูตร (Feldt, 1987 อ้างถึงในภักดีภักดี สมพงษ์ธรรม, 2551)

$$t = \frac{(r_{tt_1} - r_{tt_2})\sqrt{(N-2)}}{\sqrt{4(1-r_{tt_1})(1-r_{tt_2})(1-r_{x_1x_2}^2)}} \quad , (df = n-2)$$

เมื่อ	t	แทน	การแจกแจงแบบท
	r_{tt_1}	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบสอบเมื่อตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบที่ 1
	r_{tt_2}	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบสอบเมื่อตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบที่ 2
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	$r_{x_1x_2}$	แทน	สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีการตรวจให้คะแนนแบบที่ 1 กับ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธีนั้น จะศึกษาอยู่ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ซึ่งประกอบด้วย 1 ฟาเซต คือ จำนวนเหตุการณ์ โดยมีตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 91 คน

ในบทนี้ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยพบว่า วิธีการตรวจให้คะแนนวิธีนี้มีการแยกตอนย่อยๆ ในการตรวจให้คะแนนตามองค์ประกอบที่สำคัญ และมีการกำหนดการให้คะแนนในแต่ละตอน จากนั้นนำคะแนนของแต่ละตอนมารวมเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ ซึ่งการกำหนดองค์ประกอบที่คาดหวังจะช่วยให้ผู้ให้คะแนนสามารถให้คะแนนได้อย่างคงที่ และจากการศึกษาองค์ประกอบที่คาดหวัง พบว่า องค์ประกอบที่ใช้ในการให้คะแนนของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิธีวิเคราะห์ย่อยมีหลายองค์ประกอบ แต่เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า วิธีวิเคราะห์ย่อยตามองค์ประกอบของ Tuckman (1975 อ้างถึงใน Kubiszyn; & Borich, 1996) คือ องค์ประกอบด้านเนื้อหา (Context) องค์ประกอบด้านการเรียบเรียง (Organization) และองค์ประกอบด้านกระบวนการ (Process) มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบ เพื่อให้ผู้สอบได้มีโอกาสทราบข้อดีและจุดบกพร่องของตนเอง รวมถึงสามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาตนเองได้อย่างตรงจุด และจากการสัมภาษณ์ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน อย่างไม่เป็นทางการ พบว่า องค์ประกอบในการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ทั้ง 3 องค์ประกอบมีความเหมาะสมสำหรับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัย

: พิจารณาว่าถ้าหากจะใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ : ใช้วิธีการตรวจที่มีลักษณะเป็นรูปรีคใหม่ พี่ว่าถ้าในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (คนที่ 1) ก็ควรมีเรื่องความถูกต้องของคำตอบ และก็เรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นะ

(ธันวาคม 2557)

- ผู้วิจัย : ถ้าต้องการสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแบบสอบที่วัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การให้
คะแนนเรื่อง ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการเข้าใจในกระบวนการ
เรื่องการจัดเรียงความคิด อาจารย์คิดว่า 3 เรื่องนี้เหมาะสมไหมคะ
- ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ : เรื่องความถูกต้องของเนื้อหาก็น่าสนใจนะ แต่เรื่องการเข้าใจใน
(คนที่ 2) กระบวนการคืออะไรหรอ
- ผู้วิจัย : คือเป็นการประเมินว่านักเรียนมีทักษะหรือกระบวนการที่ต้องการจะวัด
หรือไม่จะคะ
- ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ : อ้อก็น่าสนใจนะคะ แต่ข้อคำถามก็ต้องสร้างเพื่อวัดกระบวนการนั้นๆ
(คนที่ 2) ด้วยใช่ปะ แล้วเรื่องการจัดเรียงความคิดละคะ
- ผู้วิจัย : ก็การประเมินความคิดของนักเรียนว่ามีการจัดลำดับเหตุการณ์ใน
ความคิดใหม่ และก็ดูเรื่องการสะกดไวยากรณ์ผิดด้วยจะคะ
- ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ : อ้อ ก็ดีนะคะเพราะเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบอัตโนมัติ ก็จะได้
(คนที่ 2) ดูว่าเด็กสามารถเขียนสื่อสารได้ดีไหม แต่เรื่องการสะกดไวยากรณ์ผิดที่
ไม่แน่ใจนะว่าควรเอามาพิจารณาไหม ต้องลองไปค้นดูว่ามีคนนิยม
ทำกันไหม

(ธันวาคม 2557)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์
อย่างไม่เป็นทางการแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย
(analytic method) โดยมีลักษณะดังนี้ คือ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มี 3
องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 ความถูกต้องของเนื้อหา มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน
องค์ประกอบที่ 2 การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน และองค์ประกอบที่ 3
การจัดเรียงเรียงความคิด มีคะแนนเต็ม 1 คะแนน ซึ่งวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยแต่
ละชุดจะใช้ตรวจข้อคำถามแต่ละข้อเท่านั้น ดังตัวอย่างในภาพที่ 4.1 สำหรับเกณฑ์การตรวจให้
คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยของข้อคำถามข้ออื่นๆจะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยของข้อคำถามที่ 1 ในเหตุการณ์ที่ 1

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้งและเปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง <u>หรือ</u> แบงค์เปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงสภาพร่างกายและพฤติกรรมทางอารมณ์ของแบงค์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงสภาพร่างกายและพฤติกรรมทางอารมณ์ของแบงค์ผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจปัญหา คือตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้สับสน

สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีจำนวน 5 เหตุการณ์ วัด 5 สารและจุดประสงค์การเรียนรู้ระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่ละเหตุการณ์จะมี 4 ข้อคำถาม รวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 (ต่อ)

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<p>สมเกียรติและสมศรีรู้สึกเป็นกังวลมากในพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปของแวงค์ จึงไปพบครูประจำชั้นของแวงค์ เพื่อสอบถามถึงพฤติกรรมของแวงค์ตอนที่อยู่โรงเรียน จนได้รับข้อมูลว่าแวงค์ดูซุบซอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และมีพฤติกรรมทางอารมณ์เปลี่ยนไปคือ เปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหร้าย นอกจากนี้ยังมีผลการเรียนต่ำ และเปลี่ยนไปคบกับเพื่อนกลุ่มใหม่ที่มีพฤติกรรมใช้สารเสพติดอีกด้วย ซึ่งเมื่อสมเกียรติและสมศรีสอบถามหาความจริงกับแวงค์ เขากลับปฏิเสธ อีกทั้งยังแสดงอาการโมโหและทำลายสิ่งของอีกด้วย</p>		
<p><u>ข้อคำถามที่ 2</u> เหตุที่ทำให้แวงค์มีร่างกายซุบซอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และมีพฤติกรรมทางอารมณ์เปลี่ยนไป นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร</p>		
<p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

ภาพที่ 4.1 (ต่อ)

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<p>จากการสังเกตพฤติกรรมของแบงค์ สมเกียรติและสมศรีจึงช่วยกันค้นห่องของแบงค์เพื่อต้องการทราบว่าแบงค์ติดสารเสพติดจริงหรือไม่ และทันใดนั้นเองทั้งสองได้พบกับ หลอดกาแฟ ไฟแช็ค และขวดน้ำที่ถูกเจาะรูด้านข้างขวด ซึ่งของทั้งหมดคืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเสพสารเสพติด โดยแบงค์ได้ซ่อนอุปกรณ์เหล่านี้ไว้ใต้เตียงนอนของเขาสมเกียรติและสมศรีต่างพากันร้องไห้เมื่อรู้ว่าลูกของตนเองติดสารเสพติด</p>		
<p><u>ข้อคำถามที่ 3</u> ถ้านักเรียนเป็นพ่อและแม่ของแบงค์ นักเรียนจะมีแนวทางแก้ปัญหานี้ อย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

ภาพที่ 4.1 (ต่อ)

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<p>สมเกียรติและสมศรีนำเรื่องของแวงค์ไปปรึกษาเจ้าหน้าที่ศูนย์ให้คำปรึกษาปัญหาเสพติด โดยเจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำว่าก่อนอื่นทั้งสองคนต้องทำใจยอมรับความจริง และหาโอกาสพูดคุยกับลูกถึงสาเหตุของปัญหาโดยไม่ใช้อารมณ์รุนแรงในการพูดคุย และเมื่อลูกยอมรับสารภาพแล้วให้รีบหาทางช่วยเหลืออย่างเต็มที่ ซึ่งในที่สุดแวงค์ก็ได้ยอมรับกับพ่อแม่ว่าเขาติดสารเสพติดมาหลายเดือนแล้ว และเขาพร้อมที่จะยอมเข้ารับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด</p>		
<p><u>ข้อคำถามที่ 4</u> ถ้าแวงค์ยอมเข้ารับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ของแบบสอบ อัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

เมื่อผู้วิจัยพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยแล้ว ผู้วิจัยนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยกับแนวคำตอบ โดยกำหนดระดับความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยกับแนวคำตอบ ดังนี้ 1 = สอดคล้อง 0 = ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง -1 = ไม่สอดคล้อง นำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์ความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ≥ 0.5 สำหรับข้อคำถามใดที่มีค่าระดับความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ < 0.5 ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิต่อไป

จากตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยกับแนวคำตอบ พบว่า วิธีการให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจให้คะแนนข้อคำถามของเหตุการณ์ ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีระดับความสอดคล้องกับข้อคำถามและแนวคำตอบ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่าวิธีการให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย มีความตรงเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับแนวคำตอบ และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ได้ข้อมูลโดยสรุปว่า องค์ประกอบด้านที่ 2 คือ ด้านการเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด ได้รับคำแนะนำให้ปรับแก้คำว่า “ผิดบางส่วน” เป็น “ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์” และองค์ประกอบที่ 3 ด้านการจัดเรียงเรียงความคิด ได้รับคำแนะนำว่าไม่ควรพิจารณาเงื่อนไขเรื่องการสะกดคำและไวยากรณ์ผิด

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้ตามแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตโนมัติ
 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้ตามแบบวิเคราะห์ย่อย			
		ความถูกต้องของเนื้อหา		การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด	
		IOC	ข้อเสนอแนะ	IOC	ข้อเสนอแนะ
1	1.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-	0.7	0.6
	1.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-	0.7	0.7
	1.3 (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา)	1.0	-	1.0	1.0
	1.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	สังเกตไวการกรณีให้ถูกต้อง	0.9	0.9
2	2.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-	0.7	0.7
	2.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.7	สังเกตไวการกรณีให้ถูกต้อง	0.7	0.9
	2.3 (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา)	1.0	-	0.9	0.9
	2.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.9	-	0.7	0.9
3	3.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-	0.7	0.9
	3.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.7	-	0.9	0.9
	3.3 (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา)	0.9	สังเกตไวการกรณีให้ถูกต้อง	0.9	0.9
	3.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	-	0.7	0.7

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้ตามแบบวิเคราะห์ย่อย				การจัดเรียงความคิด
		ความถูกต้องของเนื้อหา		การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด		
		IOC	ข้อเสนอแนะ	IOC	ข้อเสนอแนะ	
4	4.1 (การกำหนดปัญหา)	1.0	-	0.9		1.0
	4.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	-	0.9	ปรับแก้คำว่า	1.0
	4.3 (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา)	1.0	-	0.9	“ผิดบางส่วน”	1.0
	4.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	0.7	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง	0.7	เป็น	0.9
5	5.1 (การกำหนดปัญหา)	0.9	-	0.9	“ไม่ครบถ้วน	1.0
	5.2 (การวิเคราะห์ปัญหา)	0.9	สะกดไวยากรณ์ให้ถูกต้อง	0.9	สมบูรณ์”	1.0
	5.3 (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา)	0.7	-	0.7		0.9
	5.4 (การตรวจสอบการแก้ปัญหา)	1.0	-	0.9		0.9

2.2 ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนที่ตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่เก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นตัวอย่างจำนวน 91 คน มาให้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตรวจแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย โดยผู้ตรวจทั้งสองคนจะตรวจแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระต่อกัน และสำหรับผู้ตรวจคนที่ 1 คือ ผู้วิจัยทำการตรวจแบบสอบทั้งหมดจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนนทั้งหมด 2 ครั้ง และคะแนนที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ คะแนนเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Max) คะแนนต่ำสุด (Min) ของแต่ละเหตุการณ์ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้ง 5 เหตุการณ์ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย 52.33 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.82 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำแบบสอบได้คะแนนสูงสุด คือ 85.50 คะแนน คะแนนต่ำสุด คือ 18.50 คะแนน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำได้อยู่ในระดับร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และเมื่อพิจารณาการให้คะแนนของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง พบว่า ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทั้ง 2 ครั้ง ใกล้เคียงกัน แสดงว่า ไม่ว่าผู้ตรวจจะตรวจแบบสอบด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยกี่ครั้งก็จะได้คะแนนใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบถามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการ
ตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที 1 ที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง

เหตุการณ์	ผู้ตรวจคนที 1						คะแนนเฉลี่ย							
	ตรวจครั้งที่ 1			ตรวจครั้งที่ 2			MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN	M	SD
	MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN								
เหตุการณ์ที่ 1	18.00	6.00	11.84	2.34	18.00	6.00	11.84	2.34	18.00	6.00	11.84	2.34	2.34	
เหตุการณ์ที่ 2	18.00	4.00	10.95	2.66	18.00	4.00	10.95	2.66	18.00	4.00	10.95	2.66	2.66	
เหตุการณ์ที่ 3	14.00	3.00	8.53	2.09	14.00	2.00	8.63	2.16	14.00	2.50	8.58	2.13	2.13	
เหตุการณ์ที่ 4	18.00	5.00	11.38	3.19	18.00	3.00	11.13	3.29	18.30	4.00	11.26	3.24	3.24	
เหตุการณ์ที่ 5	17.00	3.00	10.26	3.09	17.00	3.00	10.36	3.19	17.00	3.00	10.31	3.14	3.14	
รวมทั้งฉบับ	85.00	21.0	52.96	13.37	86.00	16.00	51.69	14.26	85.50	18.50	52.33	13.82	13.82	

จากตารางที่ 4.4 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 2 คน พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้ง 5 เหตุการณ์ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย 52.65 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.32 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำแบบสอบได้คะแนนสูงสุด คือ 83.50 คะแนน คะแนนต่ำสุด คือ 21.00 คะแนน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำได้อยู่ในระดับร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และเมื่อพิจารณาการให้คะแนนของผู้ตรวจทั้ง 2 คน พบว่า ผู้ตรวจทั้ง 2 คน ตรวจให้คะแนนใกล้เคียงกัน แสดงว่า ไม่ว่าผู้ตรวจคนใดจะใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยตรวจแบบสอบก็จะได้คะแนนใกล้เคียงกัน



ตารางที่ 4.4 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบถามข้อบ่งชี้ระดับความพึงพอใจต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ตรวจด้วยวิธีการ
 ตรวจวิเคราะห์แบบวิธีวิเคราะห์ย่อย ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 2 คน

เหตุการณ์	ผู้ตรวจคนที่ 1										คะแนนเฉลี่ย		
	ตรวจครั้งที่ 1					ตรวจครั้งที่ 2					MIN	M	SD
	MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN			
เหตุการณ์ที่ 1	18.00	6.00	11.84	2.34	16.00	5.00	10.95	2.57	17.00	5.50	11.40	2.46	
เหตุการณ์ที่ 2	18.00	4.00	10.95	2.66	18.00	4.00	10.64	2.73	18.00	4.00	10.80	2.70	
เหตุการณ์ที่ 3	14.00	3.00	8.53	2.09	14.00	4.00	8.69	2.03	18.00	5.00	8.61	2.06	
เหตุการณ์ที่ 4	18.00	5.00	11.38	3.19	18.00	5.00	11.73	3.08	18.00	5.00	11.56	3.14	
เหตุการณ์ที่ 5	17.00	3.00	10.26	3.09	16.00	3.00	10.30	2.83	16.50	3.00	10.28	2.96	
รวมทั้งฉบับ	85.00	21.00	52.96	13.37	82.00	21.00	52.31	13.24	83.50	21.00	52.65	13.32	

2.3 ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability)

ผู้วิจัยนำคะแนนได้จากการตรวจแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้ตรวจคือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 91 ฉบับ จำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มาหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 4.5

จากตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว แต่ตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.729 ถึง 0.980 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ในแต่ละเหตุการณ์ จะพบว่าเหตุการณ์ที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์ของคะแนนมากที่สุดคือ 0.980 รองลงมาคือ เหตุการณ์ที่ 4, 1, 5, และ 3 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละผู้ตรวจคนที่ทำการตรวจให้คะแนนทั้ง 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยไม่ว่าจะผู้ตรวจจะตรวจให้คะแนนทั้งหมดกี่ครั้ง คะแนนที่ได้ก็จะมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว

เหตุการณ์ที่	M_1	SD_1	M_2	SD_2	r_{xy}
เหตุการณ์ที่ 1	11.84	2.34	11.84	2.34	0.878**
เหตุการณ์ที่ 2	10.95	2.66	10.95	2.66	0.980**
เหตุการณ์ที่ 3	8.53	2.09	8.63	2.16	0.729**
เหตุการณ์ที่ 4	11.38	3.19	11.13	3.29	0.964**
เหตุการณ์ที่ 5	10.26	3.09	10.36	3.19	0.848**

** $p < .01$

2.4 ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter rater reliability)

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของผู้ตรวจ 2 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ตรวจแบบสอบจำนวน 91 ฉบับ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มาหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 4.6

จากตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.758 ถึง 0.954 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละเหตุการณ์ จะพบว่า เหตุการณ์ที่ 5 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุดคือ 0.954 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนทั้ง 2 คน มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน โดยไม่ว่าจะให้ผู้ใดตรวจให้คะแนน คะแนนที่ได้ก็จะมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน

เหตุการณ์ที่	M_1	SD_1	M_2	SD_2	r_{xy}
เหตุการณ์ที่ 1	11.84	2.34	10.95	2.57	0.758**
เหตุการณ์ที่ 2	10.95	2.66	10.64	2.73	0.902**
เหตุการณ์ที่ 3	8.53	2.09	8.69	2.03	0.855**
เหตุการณ์ที่ 4	11.38	3.19	11.73	3.08	0.942**
เหตุการณ์ที่ 5	10.26	3.09	10.30	2.83	0.954**

** $p < .01$

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

3.1 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

(G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยให้นักเรียนจำนวน 91 คน ทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 เหตุการณ์ และให้ผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตรวจให้คะแนนแต่ละเหตุการณ์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนทั้ง 3 วิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณเป็นคะแนน T-Score โดยคะแนนที่ได้จากวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มี T-Score ตั้งแต่ $T_{80} - T_{28}$ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti มี T-Score ตั้งแต่ $T_{82} - T_{38}$ และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มี T-Score ตั้งแต่ $T_{77} - T_{24}$ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาหาความเที่ยงของแบบสอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี ได้ออกแบบการวัดเป็นแบบ one-facet design โดยมีรูปแบบการวัดเป็น $p \times i$ เมื่อ p แทน ผู้สอบ และ i แทน เหตุการณ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EduG ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 4.7 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox พบว่าความแปรปรวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 2.3179 ประกอบด้วย ความแปรปรวนของเหตุการณ์ (σ^2_p) มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งแสดงความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละเหตุการณ์ เท่ากับ 0.5056 คิดเป็นร้อยละ 21.8 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของผู้สอบ (σ^2_p) ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวน

จริงของคะแนน (Universe score) เท่ากับ 0.6299 คิดเป็นร้อยละ 27.2 ของความแปรปรวนทั้งหมด และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ ($\sigma_{pi,e}^2$) ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 2 แหล่ง เท่ากับ 1.1823 คิดเป็นร้อยละ 51.0

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for pxi ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

SOURCE OF VARIATION	วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox				
	df	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARIANCE
P	90	389.8769	4.3320	0.6299	27.20
I	4	188.7824	47.1956	0.5056	21.80
P _{ie}	360	425.6176	1.1823	1.1823	51.00
TOTAL	454	1004.2769	-	23179	100.00

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสุร่ออ้างอิง (G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti พบว่า ความแปรปรวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.6312 ประกอบด้วย ความแปรปรวนของผู้สอบ (σ_p^2) มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนจริงของคะแนน (Universe score) เท่ากับ 0.1059 คิดเป็นร้อยละ 16.8 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของเหตุการณ์ (σ_i^2) ซึ่งแสดงความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละเหตุการณ์ เท่ากับ 0.1341 คิดเป็นร้อยละ 21.2 ของความแปรปรวนทั้งหมด และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ ($\sigma_{pi,e}^2$) ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 2 แหล่ง เท่ากับ 0.3912 คิดเป็นร้อยละ 62.0

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for pxi ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

SOURCE OF VARIATION	วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox				
	df	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARIANCE
P	90	82.8571	0.9206	0.1059	16.80
I	4	50.3648	12.5912	0.1341	21.20
P _{i,e}	360	140.8352	0.3912	0.3912	62.00
TOTAL	454	274.0571	-	0.6312	100.00

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่าความแปรปรวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 8.3418 ประกอบด้วย ความแปรปรวนของเหตุการณ์ (σ^2_e) มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งแสดงความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละเหตุการณ์ เท่ากับ 1.2079 คิดเป็นร้อยละ 14.5 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของผู้สอบ (σ^2_p) ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนจริงของคะแนน (Universe score) เท่ากับ 2.8693 คิดเป็นร้อยละ 34.4 ของความแปรปรวนทั้งหมด และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ ($\sigma^2_{p_i,e}$) ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 2 แหล่ง เท่ากับ 4.2646 คิดเป็นร้อยละ 51.1

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for pxi ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย

SOURCE OF VARIATION	วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox				
	df	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARIANCE
P	90	1674.9978	18.6111	2.8693	34.40
I	4	456.7341	114.1835	1.2079	14.50
P _{le}	360	1535.2659	4.2646	4.2646	51.10
TOTAL	454	3666.9978	-	8.3418	100.00

3.2 ผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) จำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธี

การวิเคราะห์เป็นการนำข้อมูลจาก G-Study มาสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ซึ่งผู้วิจัยมีความประสงค์เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิง โดยมีเงื่อนไขในการวัดคือ จำนวนเหตุการณ์ ซึ่งแบบสอบในแต่ละฉบับจะมีจำนวนเหตุการณ์ ดังนี้ คือ 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์ ซึ่งเป็นจำนวนที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยตัดสินใจจากการวิเคราะห์ว่าจำนวนเหตุการณ์ที่เหตุการณ์เมื่อมีผู้ตรวจให้คะแนน 1 คน ที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4.10

จากตารางที่ 4.10 ผลการศึกษา D (D-Study of pxi design) ผลการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เมื่อจำนวน เหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการ ตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธี คือ 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์ เป็นดังนี้ แบบสอบอัตนัย ประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ที่มีจำนวน 5 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.7271 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.6511 แบบสอบที่มีจำนวน 7 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุป อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.7886 และสัมประสิทธิ์การสรุป อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.7232 แบบสอบที่มีจำนวน 9 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.8274 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.7706 แบบสอบที่มีจำนวน 11 เหตุการณ์ พบว่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.8542 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.8041 แบบสอบที่มีจำนวน 13 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์ การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.8738 และสัมประสิทธิ์การ สรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.8291 และแบบสอบที่มี จำนวน 15 เหตุการณ์ พบว่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.8888 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.8484

สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ที่มีจำนวน 5 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การ สรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.5751 และสัมประสิทธิ์การ สรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.5020 แบบสอบที่มีจำนวน 7 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.6545 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient)

เท่ากับ 0.5852 แบบสอบที่มีจำนวน 9 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.7090 และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.6447 แบบสอบที่มีจำนวน 11 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.7486 และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.6892 แบบสอบที่มีจำนวน 13 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.7787 และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.7238 และแบบสอบที่มีจำนวน 15 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.8024 และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.7515

สำหรับแบบสอบอตัณัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (Analytic method) ที่มีจำนวน 5 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.7709 และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.7239 แบบสอบที่มีจำนวน 7 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.8249 และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.7859 แบบสอบที่มีจำนวน 9 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.8583 และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.8251 แบบสอบที่มีจำนวน 11 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.8810 และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.8522 แบบสอบที่มีจำนวน 13 พบว่า สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ เท่ากับ 0.8974 (Relative Coefficient) และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.8721 แบบสอบที่มีจำนวน 15 พบว่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9098 (Relative Coefficient) และสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.8872

ตารางที่ 4.10 ผลการศึกษา D (D-Study of pxi design)

D-study design																						
วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox					วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti					วิธีการตรวจให้คะแนนวิเคราะห์โดย												
GStudy	n=5	n=7	n=9	n=11	n=13	n=15	GStudy	n=5	n=7	n=9	n=11	n=13	n=15	GStudy	n=5	n=7	n=9	n=11	n=13	n=15		
$\sigma_p^2 = 0.6299$	0.6299	0.6299	0.6299	0.6299	0.6299	0.6299	$\sigma_p^2 = 0.1059$	0.1059	0.1059	0.1059	0.1059	0.1059	0.1059	$\sigma_p^2 = 28693$	28693	28693	28693	28693	28693	28693	28693	28693
$\sigma_p^2 = 0.5056$	0.1011	0.0722	0.0562	0.0460	0.0389	0.0337	$\sigma_p^2 = 0.1341$	0.0268	0.0192	0.0149	0.0122	0.0103	0.0089	$\sigma_p^2 = 12079$	0.2416	0.1726	0.1342	0.1098	0.0929	0.0805	0.0805	0.0805
$\sigma_p^2 = 11823$	0.2965	0.1689	0.1314	0.1075	0.0909	0.0788	$\sigma_p^2 = 0.3912$	0.0782	0.0559	0.0435	0.0356	0.0301	0.0261	$\sigma_p^2 = 42646$	0.8529	0.6092	0.4738	0.3877	0.3280	0.2843	0.2843	0.2843
(σ_p^2)	0.2965	0.1689	0.1314	0.1075	0.0909	0.0788	(σ_p^2)	0.0782	0.0559	0.0435	0.0356	0.0301	0.0261	(σ_p^2)	0.8529	0.6092	0.4738	0.3877	0.3280	0.2843	0.2843	0.2843
(σ_p^2)	0.3376	0.2411	0.1875	0.1534	0.1298	0.1125	(σ_p^2)	0.1051	0.0750	0.0584	0.0478	0.0404	0.0350	(σ_p^2)	1.0945	0.7818	0.6081	0.4975	0.4210	0.3648	0.3648	0.3648
(ρ_p^2)	0.7271	0.7886	0.8274	0.8542	0.8738	0.8888	(ρ_p^2)	0.5751	0.6545	0.7090	0.7486	0.7787	0.8024	(ρ_p^2)	0.7709	0.8249	0.8583	0.8810	0.8974	0.9098	0.9098	0.9098
(ρ_p^2)	0.6511	0.7292	0.7706	0.8041	0.8291	0.8484	(ρ_p^2)	0.5020	0.5852	0.6447	0.6892	0.7298	0.7515	(ρ_p^2)	0.7239	0.7859	0.8251	0.8522	0.8721	0.8872	0.8872	0.8872

3.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเที่ยงชอบแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน

จากการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิง (G - Coefficient) ของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีจำนวนเหตุการณ์เท่ากับ 5 เหตุการณ์ และใช้วิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ในการพิจารณาพบว่า แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มีความเที่ยงสูงสุดคือ 0.7239 รองลงมา ได้แก่ แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox คือ 0.6511 และแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti มีความเที่ยงต่ำสุด คือ 0.5020 จากนั้นนำความเที่ยงของแบบสอบที่ตรวจให้คะแนนทั้ง 3 วิธี มาเปรียบเทียบความเที่ยงและทดสอบความแตกต่างโดยการเปรียบเทียบรายคู่ ใช้การทดสอบด้วยสถิติที (t-test) ด้วยวิธีของ Pittman ดังตารางที่ 4.11

จากตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความแตกต่างของความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิง (G - Coefficient) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีจำนวนเหตุการณ์เท่ากับ 5 เหตุการณ์ แต่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน พบว่า แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($t=3.0660$, $p=.0029$) แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีความเที่ยงต่ำกว่าแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($t=-3.9514$, $p=0001$) และแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti มีความเที่ยงต่ำกว่าแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01
($t=-5.1730, p=.0000$)

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความแตกต่างของความเที่ยงชอบแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบ	$r_{x_1x_2}$	t	p
วิธี knox – วิธี Feletti	0.835	3.0660**	.0029
วิธี knox – วิธีวิเคราะห์ย่อย	0.960	-3.9514**	.0001
วิธี Feletti – วิธีวิเคราะห์ย่อย	0.838	-5.1730**	.0000

** $p < .01$



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธีนั้นจะศึกษาอยู่ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 91 คน ขนาดตัวอย่างกำหนดด้วยการใช้โปรแกรม G* POWER สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ F-test ในกรณีรู้ค่าขนาดอิทธิพล ว่ามีระดับปานกลาง = 0.50 ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จะได้ขนาดตัวอย่าง 66 คน แต่เพื่อป้องกันการขาดหายของตัวอย่างในขณะเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 91 คน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาโรงเรียนของตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้ เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาแบบสหศึกษา ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ และผลความสามารถของผู้เรียน และเป็นโรงเรียนที่มีความต้องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงผู้บริหารและครูมีความสนใจและให้ความร่วมมือด้านการบริหารจัดการ อำนวยความสะดวกและอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองได้ และเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัด ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของตัวอย่างโดยเลือกโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มาจำนวน 3 โรงเรียนจากโรงเรียนทั้งหมด 29

โรงเรียน ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) แบบสอบถามวัดศักยภาพความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 เหตุการณ์ โดยที่แต่ละเหตุการณ์มีข้อความจำนวน 4 ข้อ การสร้างข้อความจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อความที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อความที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ข้อความที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และข้อความที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา (2) วิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี คือ 1. วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อความของแต่ละเหตุการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน 2. วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อความของแต่ละเหตุการณ์เป็น 2 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน และ 0 คะแนน 3. วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) มีองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อความของแต่ละเหตุการณ์ 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน)

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากการเก็บข้อมูลตัวอย่างจำนวน 91 คน พบว่า นักเรียนได้ทำแบบสอบถามทั้งฉบับครบทั้ง 91 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ในแบบสอบถามวัดศักยภาพความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบถามวัดศักยภาพด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Maximum) คะแนนต่ำสุด (Minimum) และวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนน

แบบวิเคราะห์ย่อย ในแบบสอบอัตนัย ประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย จากผู้ตรวจ 1 คน คือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับ และตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) ด้วยสถิติ Pearson's Product Moment Correlation และนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย จากผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter rater reliability) ด้วยสถิติ Pearson's Product Moment Correlation และวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) โดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาคำนวณเป็นคะแนน T-Score ซึ่งเป็นการปรับฐานของคะแนนให้เท่ากัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบคะแนนได้ ดังนั้นจึงคะแนน T-Score ในการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน คือ 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์ ซึ่งออกแบบการวัดแบบไขว้ (Crossed design) 1 องค์ประกอบ ($p \times i$) คือ นักเรียนทุกคนทำแบบสอบทุกเหตุการณ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EduG ในการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G - Coefficient) และเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน โดยมีจำนวนเหตุการณ์เท่ากัน คือ 5 เหตุการณ์ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

- 1) สรุปผลการพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 2) สรุปผลการผลการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ
- 3) สรุปผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกันโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด แต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. สรุปผลการพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะดังนี้ คือ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มีองค์ประกอบทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 ความถูกต้องของเนื้อหา มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน องค์ประกอบที่ 2 การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน และองค์ประกอบที่ 3 การจัดเรียบเรียงความคิด มีคะแนนเต็ม 1 คะแนน ซึ่งวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยแต่ละชุดจะใช้ตรวจข้อคำถามแต่ละข้อในแบบสอบเท่านั้น โดยแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีจำนวน 5 เหตุการณ์ วัด 5 สารและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแต่ละเหตุการณ์จะมี 4 ข้อคำถาม รวม 20 ข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา ดังนั้นแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อคำถามจะมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน แต่ละเหตุการณ์จะมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน และทั้งฉบับจะมีคะแนนเต็ม

100 คะแนน และจากการสอบวัดกับกลุ่มทดลองใช้ จำนวน 35 คน มีความเที่ยงสูง องค์กรประกอบ ความถูกต้องของเนื้อหา มีความเที่ยงสูง องค์กรประกอบการเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด มีความเที่ยงสูง และองค์กรประกอบการจัดเรียงเรียงความคิด มีความเที่ยงปานกลาง

2. สรุปคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยการนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยกับแนวคำตอบ ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยกับแนวคำตอบ พบว่า วิธีการให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจให้คะแนนข้อคำถามของเหตุการณ์ ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับแนวคำตอบ และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ได้ข้อมูลโดยสรุปว่า องค์กรประกอบด้านที่ 2 คือ ด้านการเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด ได้รับคำแนะนำให้ปรับแก้คำว่า “ผิดบางส่วน” เป็น “ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์” และองค์กรประกอบที่ 3 ด้านการจัดเรียงเรียงความคิด ได้รับคำแนะนำว่าไม่ควรพิจารณาเงื่อนไขเรื่องการสะกดคำและไวยากรณ์ผิด

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง โดยภาพรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในระดับร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 2 คน โดยภาพรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในระดับร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม เช่นกัน แสดงว่า ไม่ว่าจะผู้ตรวจที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยตรวจแบบสอบจะตรวจให้คะแนนกี่ครั้ง หรือจะเป็นผู้ตรวจคนใดตรวจให้คะแนนที่ใดก็จะมีค่าใกล้เคียงกัน

2.3 ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) คือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 91 ฉบับ จำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ถึง สูง และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละผู้ตรวจที่ทำการตรวจให้คะแนนทั้ง 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้นนั้น มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยไม่ว่าจะผู้ตรวจจะตรวจให้คะแนนทั้งหมดกี่ครั้ง คะแนนที่ได้ก็จะมีค่าใกล้เคียงกัน

2.4 ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter rater reliability) คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ตรวจแบบสอบจำนวน 91 ฉบับ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละผู้ตรวจคนทั้ง 2 คน มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้นนั้น มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน โดยไม่ว่าจะให้ผู้ตรวจคนใดตรวจให้คะแนน คะแนนที่ได้ก็จะมีค่าใกล้เคียงกัน

3. สรุปผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกันโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

3.1 สรุปผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า

ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ ($\sigma_{pi,e}^2$) ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 2 แหล่ง คือ ผู้สอบและเหตุการณ์ มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ของวิธีการตรวจให้คะแนนทั้ง 3 วิธี มากที่สุด

สำหรับความแปรปรวนที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้ตามแบบของ Knox และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในระดับรองลงมา คือ ความแปรปรวนของผู้สอบ (σ_p^2) ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนจริงของคะแนน (Universe score) ส่วนความแปรปรวนที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้ตามแบบของ Feletti ในระดับรองลงมา คือ ความแปรปรวนของเหตุการณ์ (σ_e^2) ซึ่งแสดงความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละเหตุการณ์

สำหรับความแปรปรวนที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้ตามแบบของ Knox และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยน้อยที่สุด คือ แปรปรวนของเหตุการณ์ (σ_e^2) ส่วนความแปรปรวนที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้ตามแบบของ Feletti น้อยที่สุด คือ ความแปรปรวนของผู้สอบ (σ_p^2)

3.2 สรุปผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) จำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ตามหลักของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงที่จำนวนเหตุการณ์ต่างกัน (5, 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์) พบว่า เมื่อจำนวนเหตุการณ์ของวิธีการตรวจให้คะแนนทุกวิธีเพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (relative coefficient) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (absolute coefficient) จะเพิ่มขึ้นทั้งหมดด้วย และทุกจำนวนเหตุการณ์วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยมีความเที่ยงสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการตรวจให้ตามแบบของ Knox และ วิธีการตรวจให้ตามแบบของ Feletti ตามลำดับ

3.3 สรุปผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีจำนวนเหตุการณ์เท่ากัน คือ 5 เหตุการณ์ แต่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย ความเที่ยงของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีความเที่ยงสูงกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ความเที่ยงของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีความเที่ยงต่ำกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และความเที่ยงของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti มีความเที่ยงต่ำกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นการอภิปรายที่น่าสนใจ ดังนี้

1. การพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบของวิธีการตรวจให้คะแนน 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด และการจัดเรียงเรียงความคิด และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีเหตุการณ์จำนวน 5 เหตุการณ์ วัด 5 สารและจุดประสงค์การเรียนรู้ระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่ละเหตุการณ์จะมี 4 ข้อคำถาม รวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัด

ความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงจากการพิจารณารวมทั้ง 3 องค์ประกอบของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า ค่าความเที่ยงที่ได้มีค่าสูง (0.838) แสดงว่า องค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบ เป็นวิธีการตรวจให้คะแนนที่ทำให้เหตุการณ์มีความเที่ยงสูง เนื่องจากเป็นวิธีการตรวจให้คะแนนที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ล่วงหน้าช่วยให้ผู้ให้คะแนนสามารถให้คะแนนได้อย่างคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับ A. M. William and Irvin J. L (1973) ที่เสนอให้ผู้ตรวจควรมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อให้การตรวจแบบสอบในลักษณะดังกล่าวมีความเที่ยงเพิ่มมากขึ้น และองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (Charles & Richard L. A, 1990; A. M. William & Irvin J. L, 1973; สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2538)

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับแนวคำตอบ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเมื่อผู้วิจัยสร้างแบบสอบและข้อถามคำเสร็จ และสร้างแนวคำตอบและเกณฑ์ในการให้คะแนนทันที เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยสร้างได้ครอบคลุมเนื้อหาสิ่งที่ต้องการด้วยอีกด้วย และผลการตรวจสอบความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว แต่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง (intra rater reliability) และความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ 2 คน (inter rater reliability) พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้น มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน โดยไม่ว่าจะให้ผู้ตรวจคนใดตรวจให้คะแนน หรือผู้ตรวจจะตรวจให้คะแนนทั้งหมดกี่ครั้ง คะแนนที่ได้ก็จะมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับจิราพร อัครสมพงษ์ (2536) ที่กล่าวว่าการตรวจแบบวิเคราะห์ย่อยเป็นวิธีการตรวจให้คะแนนที่มีความสอดคล้องกันระหว่างผู้ตรวจมากที่สุด และก่อนที่ผู้ตรวจคนที่ 2 (ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์) จะตรวจให้คะแนนแบบสอบ ผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการตรวจ เกณฑ์การให้คะแนนแบบ

วิเคราะห์ย่อย รวมถึงตัวอย่างการได้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบให้แก่ผู้ตรวจคนที่ 2 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการให้คะแนนของผู้ตรวจ ดังเช่นที่ Kubiszyn and Borich (2003) ได้กล่าวถึง การปรับปรุงความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียงไว้ คือ เริ่มต้นควรเขียนข้อคำถามให้ดี ซึ่งแบบสอบที่ไม่กำหนดความยาวในการตอบจะทำให้การตรวจมีความเที่ยงต่ำ ดังนั้นจึงควรใช้คำถามจำกัดคำตอบหลายข้อ ๆ แทนคำถามที่ให้ตอบแบบให้ขยายคำตอบเพียงข้อเดียว และควรมีคู่มือในการตรวจที่มีการกำหนดเกณฑ์การตรวจคำตอบไว้ล่วงหน้า รวมถึงมีการตรวจซ้ำอีกครั้งเพื่อดูว่าการตรวจในแต่ละครั้งได้คะแนนเท่ากันหรือไม่ สำหรับงานวิจัยได้มีการจัดทำคู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ซึ่งจะทำให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือสามารถประเมินได้อย่างมีความเที่ยงมากขึ้น

3. การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

สำหรับการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เป็นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบ และมีความเที่ยงตามที่ต้องการ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกค่าความเที่ยงอย่างน้อย 0.7 ตามเกณฑ์ที่ Nunnally (1978) เสนอไว้ว่า แบบสอบที่ใช้ในการศึกษาควรมีความเที่ยงอย่างน้อย 0.7 และมีจำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธี คือ 5 ถึง 15 เหตุการณ์ และมีผู้ตรวจให้คะแนน 1 คน พบว่า แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบ ที่มีค่าความเที่ยงไม่ต่ำกว่า 0.7 โดยเลือกใช้วิธีการตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธี สามารถเลือกใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ได้ดังนี้ กรณีที่ผู้ใช้แบบสอบต้องการใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 7 เหตุการณ์ ขึ้นไป (28 ข้อคำถาม) กรณีที่ผู้ใช้แบบสอบต้องการใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 13 เหตุการณ์ ขึ้นไป

(52 ข้อคำถาม) และกรณีที่ใช้แบบสอบถามต้องการใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 5 เหตุการณ์ขึ้นไป แต่ถ้าเป็นไปตามการปฏิบัติจริงแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ไม่สามารถนำไปปฏิบัติจริงได้ เนื่องจากต้องใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 13 เหตุการณ์ ขึ้นไป (52 ข้อคำถาม) ซึ่งถือว่าเป็นแบบสอบที่มีจำนวนข้อมาก จากผลการศึกษาของ Feletti (1980) และสุไรยา หมั่นหมัด (2549) พบว่า แบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ อีกทั้งเป็นการเน้นวัดความรู้ความจำมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบที่ในการทดสอบแต่ละครั้งควรมีจำนวนข้อ อยู่ระหว่าง 5 - 35 ข้อ สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox และ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย สามารถนำไปปฏิบัติจริงได้ เนื่องจากจำนวนเหตุการณ์ที่ไม่มากจนเกินไป โดยเฉพาะวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ผลการวิจัย พบว่า ภายใต้อัตนัยประยุกต์วัดความสามารถ 5 เหตุการณ์ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยมีความเที่ยงสูงกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ดังนั้นผู้บริหารการสอบสามารถใช้แบบสอบที่มีเหตุการณ์จำนวน 5 เหตุการณ์ก็ถือว่าเพียงพอที่จะสามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ แต่ถ้าผู้บริหารการสอบต้องการใช้แบบสอบที่มีความเที่ยงมากกว่า 0.8 แบบสอบที่ใช้จะต้องมีเหตุการณ์จำนวน 9 เหตุการณ์ขึ้นไป จึงจะได้ค่าความเที่ยงตามที่ต้องการ สำหรับการเพิ่มจำนวนเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดยการศึกษาให้นักความสำคัญของตัวชี้วัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา จากนั้นกำหนดเหตุการณ์ให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกเนื้อหาที่สนใจ และมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับชั้นของนักเรียนจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยการปรับเนื้อหาให้เหมาะสมโดยการตัดทอนหรือปรับข้อความแต่ยังคงความหมายหรือใจความเดิมไว้ และเพื่อให้การสอบมีประสิทธิภาพสูงสุดผู้บริหารการสอบควรศึกษาคู่่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงคำนึงถึงบริบทที่เกี่ยวข้องกับการสอบในแต่ละครั้งด้วย

การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่วิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน โดยมีจำนวนเหตุการณ์เท่ากัน คือ 5 เหตุการณ์ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิง พบว่า ความเที่ยงของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีความเที่ยงสูงกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีวิธีการตรวจให้คะแนน 3 ระดับ (0,1,2) โดยคะแนนที่ได้จะมากน้อยต่างกันไปตามคำตอบที่ผู้ตอบตอบคำถามได้ ในขณะที่วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ให้คะแนนเป็น 0 คะแนน และ 1 คะแนน ด้วยเหตุนี้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox จึงมีความเที่ยงสูงกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti เช่นเดียวกับงานวิจัยของกนกวรรณ เอี่ยมชัย (2539) ที่ศึกษาความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาลที่มีวิธีการตรวจและผู้ตรวจต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า แบบสอบที่มีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีความเที่ยงของแบบสูงกว่าแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti เนื่องจากวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีระดับคะแนน 3 ระดับ คือ 2, 1 และ 0 คะแนน จึงมีความละเอียดในการให้คะแนนมากกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนของ Feletti ที่การตรวจให้คะแนนแบบ 0 และ 1 คะแนน ในทางกลับกันความเที่ยงของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีความเที่ยงต่ำกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 เช่นเดียวกับความเที่ยงของวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ที่มีความเที่ยงต่ำกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีวิธีการตรวจให้คะแนน 3 และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ที่การตรวจให้คะแนนแบบ 0 และ 1 คะแนน ซึ่งการตรวจให้คะแนนเป็นการพิจารณาเพียงคำตอบเท่านั้น ทำให้ได้รับข้อมูลที่ไม่มีรายละเอียดของคะแนน ในขณะที่วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน) ซึ่งสอดคล้องกับ Nitko (1996) และ(ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544)) ที่กล่าวว่า วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยสามารถพิจารณาขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งไม่ใช่การพิจารณาเพียงคำตอบ ทำให้ได้รับข้อมูลที่มีรายละเอียดของ

คะแนน สามารถแสดงให้เห็นจุดเด่น จุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบในการตอบของนักเรียนทำให้ครูสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ตรงตามความต้องการ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ ผู้วิจัยเสนอแนะไว้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. ครูผู้ที่ใช้แบบสอบควรรักษาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารการสอบ วิธีการตรวจให้คะแนน รวมถึงเวลาที่เหมาะสมต่อการสอบก่อนที่จะนำแบบสอบไปใช้ โดยศึกษาได้จากคู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2. กรณีที่ครูต้องการใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปสามารถใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 7 เหตุการณ์ขึ้นไป กรณีที่ครูต้องการใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป สามารถใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 13 เหตุการณ์ขึ้นไป และกรณีที่ครูต้องการใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปสามารถใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 5 เหตุการณ์ขึ้นไป

3. เนื่องจากวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นวิธีการตรวจให้คะแนนที่มีความละเอียด โดยตรวจสอบองค์ประกอบด้านความถูกต้องของเนื้อหา ด้านการเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด และด้านการจัดเรียงความคิด ซึ่งการให้คะแนนวิธีนี้ทำให้สามารถพิจารณา

ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งไม่ใช่การพิจารณาเพียงคำตอบ ทำให้ได้รับข้อมูลที่มีรายละเอียดของคะแนน สามารถแสดงให้เห็นจุดเด่นจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบในการตอบของนักเรียน ดังนั้นครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ทบทวนและตรวจประเมินแบบสอบอัตโนมัติวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสทราบข้อดีและจุดบกพร่องของตนเอง รวมถึงสามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาตนเองได้อย่างตรงจุด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากแบบสอบอัตโนมัติประเภทวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนั้นควรมีการพัฒนาแบบสอบอัตโนมัติประเภทวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นอื่น เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนต่อไป

2. ควรศึกษาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตโนมัติประเภทวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบอื่น อาทิ การให้คะแนนแบบลดหลั่นกัน อาจเป็น 0, 1, 2, 3, 4,..... การให้คะแนนติดลบ ถ้าคำตอบนั้นมีผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอบ

3. ควรศึกษาองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิง เช่น จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน หรือศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิง ของการวัดที่ใช้รูปแบบความสัมพันธ์องค์ประกอบแบบ Crossed กับ Nested ในแง่จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน

รายการอ้างอิง

- Barry, T. (2006). *Problem-solving and thinking skills resources for able and talented children*. London: Network continuum Education.
- Brennan. (1992). Generalizability Theory. [cited 2014 13 June], from [http://nosame.bi.no/stconf.nsf/\\$UNID/6F4D7FFCFAD1DABDC12576AC004D0492/\\$File/1_Generalizability_Theory_1.pdf](http://nosame.bi.no/stconf.nsf/$UNID/6F4D7FFCFAD1DABDC12576AC004D0492/$File/1_Generalizability_Theory_1.pdf)
- Brennan, R. L. (2000). Performance assessments from the perspective of generalizability theory. *Applied Psychological Measurement*, 24(4), 339-353.
- Charles, D. H., & Richard L. A. (1990). *Classroom measurement and evaluation*. F.E. Peacock.
- Chatterji, M. (2003). *Designing and using tools for educational assessment*. Boston: Pearson Education.
- Cohen, J. (1983). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ebel, R. L. (1972). *Essentials of Educational Measurement*. Englewood: Prentice-Hall.
- Feletti, G. I. (1980). Reliability and validity studies on modified essay questions. *Academic Medicine*, 55(11), 933-941.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving = a handbook for elementary school teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kubiszyn, T., & Borich, G. (2003). *Educational testing and measurement classroom application and practice* (7 th ed.). New York: Wiley & Sons.
- Llewellyn, P. (2002). *Inquire within : implementing inquiry-based science standards*. Calif: Corwin press.
- Nitko, A. J. (1996). *Educational Assessment of Student* (2 nd ed.). Englewood Cliffs , NJ: Merrill.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory* (2 nd ed.). New York: McGraw-Hill Inc.
- Oosterhof, A. (2003). *Developing and using classroom assessment* (3 rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill.

- Rabinowitz, H. K., & Hoja, M. D. (1989). A comparison of the Modified essay Question and Multiple Choice Question Format: Their Relationship to Clinical performance. *Family Medicine*, 21(5), 364-367.
- Schuyler, W. H., & William G. B. (1972). Essay Grades: An interaction between graders' handwriting clarity and the neatness of examination papers. Retrieved 2014 5 June, [cited 2014 5 June], from <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1161688?uid=2&uid=4&sid=2110515199>
- 1973
- Shavelson, R. J., & Webb, N. M. (1991). *Generalizability theory: A primer* (Vol. 1). Sage Publications.
- Swartz, C. W., et al., (1999). Using generalizability theory to estimate the reliability of writing scores derived from holistic and analytical scoring methods. *Educational and Psychological Measurement*, 59(3), 492-506.
- The Online Teacher Resource. (2009). Why Rubrics? , [cited 2014 1 June], from <http://www.teach-nology.com/tutorials/teaching/rubrics/>
- Webb, N. M., Shavelson, R. J., & Haertel, E. H. (2006). Reliability coefficients and generalizability theory. *Handbook of statistics*, 26, 81-124.
- Welker, E. (2006). Decision making & problem solving with teens. [cited 2014 23 April], from www.ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/pdf/5301.pdf
- William, A. M., & Irvin J. L. (1973). *Measurement and evaluation in education and psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- William, W., & Stephen G.J. (1990). *Educational measurement and testing*. Boston: Allyn and Bacon.
- Wilson, P. S. (1993). Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics. [cited 2014 23 April], from <http://jwilson.coe.uga.edu/emt725/PSsyn/Pssyn.html>
- กนกวรรณ ศรีรักษา. (ม.ป.ป). Modified Essay Question (MEQ) [cited 2014 4 April], from <http://thailand.digitaljournals.org/index.php/KKMJ/article/download/7102/675>

- กนกวรรณ เอี่ยมชัย. (2539). การศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล ที่ตรวจให้คะแนนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กมลวรรณ ตังธนาภานนท์. (2554). ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมวิชาการ. (2546). การจัดการเรียนรู้อุณหภูมิการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โกวิท วรพิพัฒน์. (2554). ต้นคิด—คิดเป็นเพื่อให้: “ปั้นแต่งชีวิตด้วยคิดเป็น.” กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิราพร อัครสมพงษ์. (2536). การเปรียบเทียบความสอดคล้องของคะแนนแบบสอบความเรียงจากผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรวรรณ ขุริรัง. (2553). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จุกา ธรรมชาติ. (2549). การศึกษาและวิเคราะห์สภาพการใช้แบบสอบอัตนัยในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2557). ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ชิ้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครุศาสตร์, 9(4), 328-342.
- โชติกา ภาษีผล. (2556). การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง. (2544). การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหา
วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการ
วัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ดวงมณี หล้าคำดง. (2544). การสร้างแบบทดสอบเอ็ม อี คิว กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
เรื่องพลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการสอบโดยใช้
คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไตรรงค์ เจนการ. (2530). การศึกษาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา
การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัชกร สุวรรณจรัส. (2540). การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเอ็ม อี คิว วัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาบัญชีกิจการบริการที่มีผู้ตรวจให้คะแนน 1 คน.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- นงรัศม์ ไทธานี. (2542). การสร้างแบบทดสอบเอ็ม อี คิว ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อ
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นารินทร์ พิภพสมบูรณ์. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- น้ำผึ้ง อินทะเนตร. (2554). การศึกษาคุณลักษณะของคะแนนแบบทดสอบปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์
เมื่อจำนวนผู้ตรวจและ รูปแบบการตรวจให้คะแนนต่างกัน โดยใช้โมเดลการสรุปอ้างอิงและ
โมเดลหลายองค์ประกอบของราล์ฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาการทดสอบ
และการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2521). การวัดและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีประยุกต์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาการทดสอบและการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรรณณี เจียมสุบุตร. (2543). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงแก้ว ปุณยณก. (2531). แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหา. รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงทิพย์ โพธิ์วอ. (2535). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามเทคนิค เอ็ม อี คิว. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มริจิ คงรัตน์. (2553). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับ วงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รอยพิมพ์ใจ ชนะปราษฎ์. (2551). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาการวิจัยและสถิติ ทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัตนภรณ์ วงศ์ศรีอ่อน. (2548). ผลการใช้แบบฝึกตามแนวแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สารนิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลักขมี จันทราช. (2543). การเปรียบเทียบคุณภาพแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (MEQ) และ แบบทดสอบเลือกตอบ (MCQ) เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วนิช สุรรัตน์. (2547). ความคิดและความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชา วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณมา รุ่งลักขมีศรี. (2551). ผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มี ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- ชั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสาธิต. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
วารุณันท์ รินลา. (2552). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 2. วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). พลังการเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่. นนทบุรี: เอส อาร์ พรินติ้ง.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 4 ed.). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สาวิตรี จุ้ยทอง. (2544). การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบของชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้
ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการ
ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (*Generalizability Theory*).
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับ
ผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง [cited 2014 8 April], from แหล่งที่มา:
www.thaigifted.org/system/file/pdf/file/182.pdf
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหา. [cited
2014 8 April], from onec.go.th/onec_backoffice/uploads/Book/361-file.pdf
- สิทธิมา สุทธิศักดิ์. (2549). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการ
แก้ปัญหาด้านการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต
1. . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2550). พัฒนาทักษะการคิด. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุดาร์ตน์ ไชยเลิศ. (2553). การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ
โรฒ.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2538). ข้อสอบอัตนัย. วารสารการวัดผลการศึกษา, 14(42).

- สุพัฒตา ภูสอด้สี. (2553). การสร้างแบบทดสอบเอ็มอีคิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุโรยา หมั่นหมัด. (2549). การพัฒนาแบบทดสอบอัตรัดัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุวิชา วันสุดล. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). กลยุทธ์...การสอนคิดแก้ปัญหา. (พิมพ์ครั้งที่ 4 ed.). กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.
- อรอุมา อัยวรรณ. (2548). การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบอัตรัดัดแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่มีความยาวของแบบสอบ วิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อชรา เอ็บสุขศิริ. (2556). จิตวิทยาสำหรับครู. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ชูดวง. (2535). การสร้างแบบสอบเอ็ม อี คิว เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือและเกณฑ์การให้คะแนน

1. ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษา

ผศ. ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง	อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ. นิภา ศรีไพโรจน์	อาจารย์พิเศษ ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.รณิดา เขยชุ่ม	อาจารย์ประจำ ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์พิทยา ทองเงิน	อาจารย์ประจำโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
อาจารย์พิรุฬพงษ์ แนวทอง	อาจารย์ประจำโรงเรียนสามเสนนอก (ประชาราษฎร์อนุกุล)
อาจารย์รัตนภรณ์ วงศ์ศรีอ่อน	อาจารย์ประจำโรงเรียนสามเสนนอก (ประชาราษฎร์อนุกุล)
อาจารย์เพชรรัตน์ ศรีสุวรรณ	อาจารย์ประจำโรงเรียนบางซ้ายวิทยา

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

อาจารย์อัญชลี ใจดี	อาจารย์ประจำโรงเรียนบางซ้ายวิทยา
--------------------	----------------------------------



ภาคผนวก ข

- แนวคำตอบ
- วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox
- วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

เหตุการณ์ที่ 1

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และเปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหร้าย

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และเปลี่ยนเป็นคนเจ้า อารมณ์ โมโหร้าย	แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง <u>หรือ</u> แบงค์เปลี่ยนเป็นคนเจ้า อารมณ์ โมโหร้าย	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตาม แนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการ ตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปาก แห้ง และเปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหร้าย	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตาม แนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

แบงค์ติดสารเสพติด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
แบงค์ติดสารเสพติด	แบงค์มีพฤติกรรมมั่วสุมกับสาร เสพติด <u>หรือ</u> แบงค์มีพฤติกรรม มั่วสุมอยู่กับเพื่อนที่มีปัญหา เรื่องการใช้สารเสพติด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตาม แนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการ ตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
แบ่งคดีตติสารเสพติด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

ยอมรับความจริงและพุดคุยถึงปัญหาการตติสารเสพติดกับแบ่งคดี และควรรหาทางช่วยเหลือแบ่งคดีให้เข้ารับการรักษาอาการตติสารเสพติด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ยอมรับความจริงและพุดคุยถึงปัญหาการตติสารเสพติดกับแบ่งคดี และควรรหาทางช่วยเหลือแบ่งคดีให้เข้ารับการรักษาอาการตติสารเสพติด	ยอมรับความจริง <u>หรือ</u> พุดคุยถึงปัญหาการตติสารเสพติดกับแบ่งคดี <u>หรือ</u> หาทางช่วยเหลือแบ่งคดีให้เข้ารับการรักษาอาการตติสารเสพติด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
ยอมรับความจริงและพุดคุยถึงปัญหาการตติสารเสพติดกับแบ่งคดี และควรรหาทางช่วยเหลือแบ่งคดีให้เข้ารับการรักษาอาการตติสารเสพติด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

แบงค์จะกลับมามีร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง ไม่เป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย และมีผลการเรียนดีขึ้น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
แบงค์จะกลับมามีร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง ไม่เป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย มีผลการเรียนดีขึ้นและเลิกติดสารเสพติด	แบงค์จะกลับมามีร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง <u>หรือ</u> แบงค์จะ ไม่เป็นคนเจ้าอารมณ์ <u>หรือ</u> แบงค์จะไม่เป็นคนโมโหง่าย <u>หรือ</u> แบงค์มีผลการเรียนดีขึ้น <u>หรือ</u> แบงค์จะเลิกติดสารเสพติด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
แบงค์จะกลับมามีร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง ไม่เป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย มีผลการเรียนดีขึ้นและเลิกติดสารเสพติด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เหตุการณ์ที่ 2

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

หน้าของกิ้งมีผื่นแดงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง และรู้สึกปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
หน้าของกิ้งมีผื่นแดงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง และรู้สึกปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดง	หน้าของกิ้งมีผื่นแดงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง <u>หรือ</u> กิ้งรู้สึกปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
หน้าของกึ่งมีพื้นแดงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง และ รู้สึกปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณพื้นแดง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

เครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็นเครื่องสำอางปลอม มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปนเปื้อน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
เครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็น เครื่องสำอางปลอม มีสารเคมี ที่เป็นอันตรายปนเปื้อน และไม่คุณภาพ	เครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็น เครื่องสำอางปลอม <u>หรือ</u> เครื่องสำอางที่กึ่งใช้มีสารเคมีที่ เป็นอันตรายปนเปื้อน <u>หรือ</u> ไม่ มีคุณภาพ	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตาม แนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มี การตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
เครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็นเครื่องสำอางปลอม มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปนเปื้อน และไม่มี คุณภาพ	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

หยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวและรีบเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์ทันที

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
หยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวและรีบเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์ทันที	หยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวหรือรีบเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์ทันที	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
หยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวและรีบเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์ทันที	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

หน้าของกิ้งจะไม่เกิดการผื่นแดง และจะไม่มีอาการปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดงอีก

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
หน้าของกิ้งจะไม่เกิดอาการผื่นแดง และจะไม่มีอาการปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดงอีก	หน้าของกิ้งจะไม่เกิดอาการผื่นแดง หรือหน้าของกิ้งจะไม่มีการปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
หน้าของกิ้งจะไม่เกิดอาการผื่นแดง และจะไม่มีอาการปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดงอีก	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

เหตุการณ์ที่ 3

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

เรือลอยห่างออกจากท่าเทียบเรือและเตยร่วงตกล้ำน้ำอีกครั้ง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
เรือลอยห่างออกจากท่าเทียบเรือและเตยร่วงตกล้ำน้ำอีกครั้ง	เรือลอยห่างออกจากท่าเทียบเรือหรือเตยร่วงตกล้ำน้ำอีกครั้ง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
เรือลอยห่างออกจากท่าเทียบเรือและเตยร่วงตกล้ำน้ำอีกครั้ง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

ในขณะที่เตยก้าวลงเรือจะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นซึ่งแรงนี้จะดันให้เรือเคลื่อนที่ออกไปในทิศทางตรงกันข้ามฝั่ง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ในขณะที่เตยก้าวลงเรือจะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นซึ่งแรงนี้จะดันให้เรือเคลื่อนที่ออกไปในทิศทางตรงกันข้ามฝั่ง	ในขณะที่เตยก้าวลงเรือ เรือเคลื่อนที่ออกจากฝั่ง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
ในขณะที่เตยก้าวลงเรือจะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้น ซึ่งแรงนี้จะดันให้เรือเคลื่อนที่ออกไปในทิศทางตรงกันข้ามฝั่ง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

ไม่ควรออกแรงดันเท้ากับฝั่งในขณะที่ก้าวลงเรือเพราะจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาซึ่งแรงนี้จะผลักให้เรือลอยออกจากฝั่ง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ไม่ควรออกแรงดันเท้ากับฝั่ง ในขณะที่ก้าวลงเรือเพราะจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาซึ่งแรงนี้จะผลักให้เรือลอยออกจากฝั่ง	ไม่ควรออกแรงดันเท้ากับฝั่งในขณะที่ก้าวลงเรือ	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
ไม่ควรออกแรงดันเท้ากับฝั่งในขณะที่ก้าวลงเรือเพราะจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาซึ่งแรงนี้จะผลักให้เรือลอยออกจากฝั่ง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือเพราะแรงกิริยาจะเท่ากับแรงปฏิกิริยาและเตยจะไม่ร่วงตักน้ำอีก

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือเพราะแรงกิริยาจะเท่ากับแรงปฏิกิริยาและเตยจะไม่ร่วงตักน้ำอีก	เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือเพราะแรงกิริยาจะเท่ากับแรงปฏิกิริยา <u>หรือ</u> เตยจะไม่ร่วงตักน้ำอีก <u>หรือ</u> เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือ	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือเพราะแรงกิริยาจะเท่ากับแรงปฏิกิริยาและเตยจะไม่ร่วงตักน้ำอีก	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เหตุการณ์ที่ 4

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

พลอยมีอาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
พลอยมีอาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัด	พลอยมีอาการแสบตา <u>หรือ</u> พลอยมีอาการสายตาพร่ามัว <u>หรือ</u> พลอยมีอาการมองเห็นไม่ค่อยชัด <u>หรือ</u> พลอยไม่สบาย	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
พลอยมีอาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

พลอยใช้สมาร์ทโฟนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และใช้สมาร์ทโฟนในที่มืด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
พลอยใช้สมาร์ทโฟนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และใช้สมาร์ทโฟนในที่มืด	พลอยใช้สมาร์ทโฟนเป็นเวลานาน <u>หรือ</u> ใช้สมาร์ทโฟนในที่มืด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
พลอยใช้สมาร์ทโฟนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และใช้สมาร์ทโฟนในที่มืด	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

ใช้สมาร์ทโฟนเท่าที่จำเป็น และใช้สมาร์ทโฟนในที่ที่มีแสงสว่างสมดุลกับแสงจากหน้าจอ

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ใช้สมาร์ทโฟนเท่าที่จำเป็น และใช้สมาร์ทโฟนในที่ที่มีแสงสว่างสมดุลกับแสงจากหน้าจอ	ใช้สมาร์ทโฟนเท่าที่จำเป็น <u>หรือ</u> ใช้สมาร์ทโฟนในที่ที่มีแสงสว่างสมดุลกับแสงจากหน้าจอ	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
ใช้สมาร์ทโฟนเท่าที่จำเป็น และใช้สมาร์ทโฟนในที่ที่มีแสงสว่างสมดุลกับแสงจากหน้าจอ	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

อาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัดของพลอยจะดีขึ้น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
อาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัดของพลอยจะดีขึ้น	อาการแสบตาของพลอยจะดีขึ้น <u>หรือ</u> อาการสายตาพร่ามัวของพลอยจะดีขึ้น <u>หรือ</u> อาการมองเห็นไม่ค่อยชัดของพลอยจะดีขึ้น <u>หรือ</u> อาการป่วยของพลอยจะดีขึ้น	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
อาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัดของพลอยจะดีขึ้น	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เหตุการณ์ที่ 5

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

ผักของบอม ที่ใบมีลักษณะหึ่งงอ มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตลดลง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ผักของบอม ที่ใบมีลักษณะหึ่งงอ มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตลดลง	ผักของบอม ที่ใบมีลักษณะหึ่งงอ <u>หรือ</u> ใบมีรอยไหม้ <u>หรือ</u> ผักให้ผลผลิตลดลง <u>หรือ</u> ผักของบอมเกิดความเสียหาย	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
ฝักของบอม ที่ใบมีลักษณะหึ่งกอ มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตลดลง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

น้ำที่บอมใช้รดแปลงฝักเป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อยจากโรงงานทอผ้าที่ตั้งอยู่ในหมู่บ้าน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
น้ำที่บอมใช้รดแปลงฝัก เป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อยจาก โรงงานทอผ้าที่ตั้งอยู่ใน หมู่บ้าน	น้ำที่บอมใช้รดแปลงฝักเป็นน้ำ เสีย <u>หรือน้ำ</u> ที่บอมใช้รดแปลง ฝักเป็นน้ำที่ถูกปล่อยจาก โรงงานทอผ้าที่ตั้งอยู่ในหมู่บ้าน	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตาม แนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการ ตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
น้ำที่บอมใช้รดแปลงฝักเป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อย จากโรงงานทอผ้าที่ตั้งอยู่ในหมู่บ้าน	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

หยุดนำน้ำในคลองมารดแปลงฝัก และแจ้งเจ้าหน้าที่เรื่องโรงงานทอผ้าที่ปล่อยน้ำเสียลงคลอง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
หยุดนำน้ำในคลองมารด แปลงผัก และแจ้ง เจ้าหน้าที่เรื่องโรงงานทอ ผ้าที่ปล่อยน้ำเสียลงคลอง	หยุดนำน้ำในคลองมารดแปลงผัก <u>หรือ</u> ใช้น้ำบาดาลรดแปลงผัก เช่นเดิม <u>หรือ</u> แจ้งเจ้าหน้าที่เรื่อง โรงงานทอผ้าที่ปล่อยน้ำเสีย ลงคลอง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตาม แนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการ ตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
หยุดนำน้ำในคลองมารดแปลงผัก และแจ้ง เจ้าหน้าที่เรื่องโรงงานทอผ้าที่ปล่อยน้ำเสียลง คลอง	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

ผักของบอมจะไม่มีลักษณะหงิกงอ ไม่มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ผักของบอมจะไม่มีลักษณะ หงิกงอ ไม่มีรอยไหม้ และ ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น	ผักของบอมจะไม่มีลักษณะหงิก งอ <u>หรือ</u> ไม่มีรอยไหม้ <u>หรือ</u> ให้ ผลผลิตเพิ่มขึ้น	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตาม แนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการ ตอบคำถาม

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

1 คะแนน	0 คะแนน
ผักของบอมจะไม่มีลักษณะหงิกงอ ไม่มีรอย ไหม้ และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนน

แบบสอบอัตรีย์ประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบบันทึกคะแนน

แบบสอบอัตรณ์ประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox

คำชี้แจง ให้ผู้ตรวจใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox พิจารณาคำตอบของผู้เรียน แล้วตัดสินคะแนนตามคุณภาพของคำตอบ โดยใช้คะแนนลงในช่องตาราง

ลำดับที่	เหตุการณ์ที่ 1				คะแนนรวม (8 คะแนน)
	ข้อความ ที่ 1	ข้อความ ที่ 2	ข้อความ ที่ 3	ข้อความ ที่ 4	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					

แบบบันทึกคะแนน

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti

คำชี้แจง ให้ผู้ตรวจใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti พิจารณาคำตอบของผู้เรียน
แล้วตัดสินคะแนนตามคุณภาพของคำตอบ โดยใส่คะแนนลงในช่องตาราง

ลำดับที่	เหตุการณ์ที่ 1				คะแนนรวม (4 คะแนน)
	ข้อคำถาม ที่ 1	ข้อคำถาม ที่ 2	ข้อคำถาม ที่ 3	ข้อคำถาม ที่ 4	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					



ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คู่มือการใช้

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นางสาวมาฆพันธ์ อำนาคิล

ผศ.ดร. กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์

(อาจารย์ที่ปรึกษา)

เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต
สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา
ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2557

คำนำ

คู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูใช้เป็นเครื่องมือและแนวทางในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนี้มีการกำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เหตุการณ์ที่นำมาสร้างแบบสอบมาจากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น และมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับชั้นของนักเรียน นอกจากนี้ข้อคำถามในแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน ที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่สำคัญที่สังเคราะห์ได้ ได้แก่ 1. ขั้นตอนกำหนดปัญหา 2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4. ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา โดยในข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา สำหรับวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบ คือ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่มีเกณฑ์การให้คะแนน 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน) ซึ่งวิธีการตรวจให้คะแนนวิธีนี้เป็นวิธีที่ละเอียดเหมาะแก่การนำไปใช้และสามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้สอบได้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	167
สารบัญ	168
คำชี้แจงในการใช้คู่มือ	169
ส่วนที่ 1 : ความสำคัญของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	171
ส่วนที่ 2 : แนวปฏิบัติและการนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	176
ส่วนที่ 3 : การตรวจให้คะแนนและการบันทึกคะแนน.....	179
รายการอ้างอิง	181
ภาคผนวก	184
ภาคผนวก ก แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	185
ภาคผนวก ข แนวคำตอบและวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)	212
ภาคผนวก ค แบบบันทึกคะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	233

คำชี้แจงในการใช้คู่มือ

จุดมุ่งหมายของคู่มือ

คู่มือนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และแนวปฏิบัติในการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

ส่วนประกอบของคู่มือ

คู่มือนี้มีเนื้อหาแยกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ความสำคัญแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ส่วนที่ 2 แนวปฏิบัติและนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และ ส่วนที่ 3 แนวปฏิบัติในการตรวจให้คะแนนแบบสอบและการบันทึกคะแนน

คำนิยามศัพท์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบสอบประเภทความเรียงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เหตุการณ์จำลองเป็นกรณีศึกษา ตามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการเสนอเหตุการณ์จำลองตามลำดับเหตุการณ์ และเสนอแยกออกเป็นข้อๆ ที่เป็นอิสระจากกัน แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นระยะ ๆ แต่ละเหตุการณ์ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 4 ข้อ ตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการทำแบบสอบ ผู้สอบต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง และต้องทำข้อสอบให้เสร็จที่ละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่บุคคลกระทำเพื่อหาทางออกให้กับปัญหาที่กำลังเผชิญ โดยการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ไขปัญหา และคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งขั้นตอนในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นกำหนดปัญหา** หมายถึง ขั้นตอนในการตั้งปัญหา สร้างขอบเขตของปัญหา และต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและเข้าใจง่าย
2. **ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** หมายถึง ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อใช้พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. **ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา** หมายถึง ขั้นตอนในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
4. **ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา** หมายถึง ขั้นตอนในการประเมินความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหา และหากผลที่ได้นั้นยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีการเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) หมายถึง วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์ ที่แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน)

ส่วนที่ 1

ความสำคัญแบบสอบอัตรันัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่บุคคลกระทำเพื่อหาทางออกให้กับปัญหาที่กำลังเผชิญ โดยการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ไขปัญหา โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งแต่ละคนก็จะมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาก็แตกต่างกัน นอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จะเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้ว ความสามารถในการแก้ปัญหายังเป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการศึกษา เพราะผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาก็จะเป็นผู้ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ และจะเป็นผู้ที่สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (สิทธิมา สุทธิศักดิ์, 2549) ซึ่งสอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ (2551) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งของมนุษย์ โดยเฉพาะในสังคมปัจจุบัน ดังนั้นระบบการศึกษาจึงควรต้องพัฒนาให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพราะการใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาจะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จในอนาคต (Welker, 2006) เช่นเดียวกับจิรวรรณ ชูริรัง (2553) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญอีกทักษะหนึ่งที่ควรปลูกฝังในเด็กเพราะเป็นการแก้ปัญหายังมีระบบ มีหลักการและเหตุผล สามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

โดยปกติมนุษย์จะมีวิธีการแก้ปัญหาย่อยหลายวิธีตามประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาก็ง่ายที่สุดคือ การลองผิดลองถูก แต่ปัจจุบันสังคมมีปัญหาเกิดขึ้นมากมายและส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาก็ที่ดีที่สุดจึงเป็นการแก้ปัญหา โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักและจากการศึกษาขั้นตอนในการแก้ปัญหาก็มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหานั้นๆ อย่างไรก็ตามสิ่งที่เหมือนกันคือขั้นตอนในการแก้ปัญหาก็ต้องดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน นักการศึกษาหลายคนได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้มากมาย จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีนักการศึกษาหลายคนได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย เมื่อทำการสังเคราะห์แนวคิด

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากนักการศึกษา แล้วพบว่าเมื่อนักการศึกษา ที่เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ตรงกัน ดังนี้ (Guilford, 1971 อ้างถึงในนารินทร์ พักสมบูรณ์, 2541; Weir, 1974 อ้างถึงในมริจิ คงรัตน์, 2553; Llewlyn , 2002; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544; วณิช สุธาร์ตน์, 2547; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2550; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550; สุวิทย์ มูลคำ, 2551; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553) 1. ขั้นตอนปัญหา 2. ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นตอนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา 4. ขั้นตอนตรวจสอบการแก้ปัญหา โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการตั้งปัญหา สร้างของเขตขอบปัญหา และต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและเข้าใจง่าย
2. ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อใช้พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นตอนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
4. ขั้นตอนตรวจสอบการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการประเมินความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหา และหากผลที่ได้นั้นยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีการเสนอแนวทางใหม่ในการ แก้ปัญหา

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแล้ว พบว่า แต่ละขั้นตอนมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งครอบคลุมขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการตรวจสอบที่ไม่ยุ่งยาก สามารถใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถหรือพฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และเหมาะแก่การนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

สำหรับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้ทั้งการให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากการปฏิบัติจริง หรือจากเหตุการณ์จำลอง แต่มีข้อจำกัดในเชิงปฏิบัติ อาทิ การสิ้นเปลืองแรงงานและเวลา รวมถึงการวัดมีความเป็นอัตนัยสูง ดังนั้นครูจึงควรดำเนินการควบคู่ไปกับวิธีการอื่นๆ อาทิ การสังเกต การมอบหมายงาน หรือแบบสอบ และเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหามีหลายชนิดและหลายรูปแบบ แต่เครื่องมือแต่ละชนิดจะมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป ดังนั้นครูผู้ประเมินต้องจำเป็นต้องเลือกใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จาก

การศึกษาพบว่าเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้มากที่สุดคือแบบสอบ ซึ่งแบบสอบที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สำคัญที่สุดมี 6 รูปแบบดังนี้ (พวงแก้ว ปุณยกนก, 2531; อารมณ์ ชูดวง, 2537; กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิ, 2550; รัตนารณณ์ วงศ์ศรีอ่อน, 2548; วรณทิพา รอดแรงคำ, 2544; สุดารัตน์ ไชยเลิศ, 2553) คือ

1. แบบสอบการวัดแบบ 3 ชั้น (triple jump)
2. แบบสอบแบบถูกผิด (true-false question)
3. แบบสอบเลือกตอบ (multiple question)
4. แบบสอบแบบลงมือปฏิบัติ
5. แบบสอบอัตนัย (essay question test) และ
6. แบบสอบเอ็ม อี คิว หรือแบบสอบอัตนัยประยุกต์ (modified essay question test)

จากการเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบแต่ละชนิด พบว่าแบบสอบแต่ละชนิดมีข้อดี และข้อจำกัดแตกต่างกันออกไป สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ (modified essay question test) เป็นจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์จะมีลักษณะคำถามที่เฉพาะเจาะจง สามารถตรวจสอบกระบวนการตัดสินใจในการแก้ปัญหาแต่ละขั้นของนักเรียนได้

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ หรือ แบบสอบเอ็มอีคิว (modified essay question test : MEQ) เป็นแบบสอบแบบความเรียงรูปแบบหนึ่ง ที่พัฒนาขึ้นโดย Hodgkin และ Knox คณะกรรมการตรวจสอบแห่งราชวิทยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป สหราชอาณาจักร ในปี ค.ศ. 1965 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดทักษะในการแก้ปัญหา (problem solving skill) ของแพทย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีแล้วต้องการสอบเข้าเป็นสมาชิกของสมาคม แบบสอบอัตนัยประยุกต์ถูกสร้างขึ้นมาใช้แทนแบบสอบดั้งเดิมที่มีลักษณะเป็นแบบสอบความเรียงมีค่าความเที่ยงต่ำและแบบสอบแบบเลือกตอบซึ่งมีค่าความตรงต่ำ นอกจากนั้นแบบสอบดั้งเดิมที่ใช้พบว่าส่วนใหญ่เป็นการวัดเพียงความรู้ความจำ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ได้รับการพัฒนารูปแบบ โดยเริ่มต้นจาก Hodgkin และ Knox คณะกรรมการตรวจสอบแห่งราชวิทยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป สหราชอาณาจักร ได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ไว้ดังนี้ คือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบปลายเปิดที่ใช้การศึกษาเฉพาะกรณี (case study) มีการบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่นำเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูล ซึ่งกรณีศึกษาแต่ละกรณีและข้อคำถามเป็นอิสระจากกัน ผู้เข้าสอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง ดังนั้นผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตอบคำถาม ซึ่งทำให้แบบสอบประเภทนี้แตกต่างกับแบบสอบสถานการณ์ โดยแบบสอบสถานการณ์นั้นผู้สอบสามารถคิดในกรอบที่กว้างกว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์ (พวงแก้ว ปุณยกนก, 2531) และไม่มีการอนุญาตให้เปิดย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบข้อที่ทำได้หรือกลับไปดูข้อมูลที่ผ่านมาได้ ต่อมา Feletti ได้นำแบบสอบของ Hodgkin และ Knox ไปปรับปรุงเพื่อทดสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางการแพทย์และการจัดการกับผู้ป่วย โดยแบบสอบมีลักษณะเป็นแบบสอบปลายเปิด ที่ผู้เข้าสอบต้องจัดสรรเวลา

ในการทดสอบเองและทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด และแบบสอบหนึ่งฉบับควรมีจำนวนข้อตั้งแต่ 5-35 ข้อ (Feletti, 1980)

นอกจากนั้นพวงทิพย์ โพธิ์ว (2535) ได้กล่าวถึงแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่า เป็นแบบสอบที่มีลักษณะเป็นชุดคำถาม โดยแยกชุดคำถามเป็นข้อคำถามละ 1 หน้า โดยแต่ละหน้าจะมีลักษณะดังนี้ คือ ส่วนบนของข้อคำถามจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเกี่ยวกับคนไข้ ถัดลงมาเป็นข้อคำถาม และเว้นช่องว่างให้เขียนคำตอบ สำหรับส่วนล่างสุดจะเป็นจำนวนเวลาที่กำหนดให้ทำแต่ละข้อ ซึ่งสอดคล้องกับฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง (2544) และรัตนภรณ์ วงศ์ศรีอ่อน (2548) ที่อธิบายแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่าเป็นแบบสอบกรณีศึกษา เป็นคำถามปลายเปิด และมีลักษณะเป็นการเสนอเหตุการณ์ตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามสภาพจริงและมีการแทรกคำถามเป็นระยะๆ โดยผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ในตอบคำถามในหน้านั้นๆ และในขณะที่ทำการทดสอบผู้สอบไม่สามารถเปิดแบบสอบเพื่อดูคำถามล่วงหน้าหรือเปิดย้อนกลับไปข้อที่ผ่านมาได้ และในการทำแบบสอบแต่ละหน้าจะมีเวลากำหนดให้ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนจะถูกกำหนดให้โดยผู้เชี่ยวชาญ

หลักการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์

การสร้างและพัฒนาแบบสอบถือเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการวัดและประเมินความรู้ความสามารถของบุคคล ซึ่งถ้าหากแบบสอบที่สร้างและพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือที่ดีมีคุณภาพก็จะส่งผลที่น่าเชื่อถือสำหรับการนำข้อมูลไปตัดสินใจเกี่ยวกับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลนั้น สำหรับการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์จะมีลักษณะที่เฉพาะมากกว่าการสร้างแบบสอบแบบความเรียงโดยทั่วไป ดังเช่น Knox (1980) อ้างถึงในสุไรยา หมัดหมั่น, (2549) ที่ได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ไว้ว่าเป็นแบบสอบปลายเปิดที่ใช้การศึกษาเฉพาะกรณี (case study) มีบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่น่าเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูลซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับคำถามหรือบางส่วนก็อาจไม่เกี่ยวข้อง ผู้สอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง ดังนั้นผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตอบคำถาม ซึ่งทำให้แบบสอบประเภทนี้แตกต่างกับแบบสอบสถานการณ์ ในขณะที่ไตรรงค์ เจนการ (2530) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเขียนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ว่าเป็นแบบสอบที่มีความต่อเนื่องของเหตุการณ์และมีการแทรกข้อคำถามเป็นระยะ

สำหรับขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์โดยภาพรวม มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเหมือนกับแบบสอบโดยทั่วไป แต่ต่างกันที่รายละเอียดบางขั้นตอน ซึ่งจากการศึกษาขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์ของ ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง

(2544) สุโรยา หมัดหมั่น (2549) และสุพัฒตา ภูสอด้สี (2553) พบว่ามีขั้นตอนที่สอดคล้องกัน ดังนี้ คือ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ 3) กำหนดขอบเขตของเนื้อหา 4) เขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ 5) ตรวจสอบความตรงของแบบสอบและการให้คะแนน 6) ทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 1 7) วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือก และปรับปรุง 8) ทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 2 9) คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์และปรับปรุงแบบสอบ 10) หาคุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยง และความตรง 11) สร้างเกณฑ์ปกติ และ 12) สร้างคู่มือการใช้แบบสอบและจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มแบบสอบ



ส่วนที่ 2

แนวปฏิบัติและนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไป
ใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์โดยแบ่งแบบสอบออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือ ส่วนด้านบนของกระดาษซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่องย่อย ช่องซ้ายสุด คือ เวลาที่ใช้ในการทำข้อคำถามนี้ ช่องกลาง คือ เลขที่ของเหตุการณ์ในแบบสอบและข้อคำถามในเหตุการณ์นั้น ช่องขวามือสุด คือ ส่วนที่นักเรียนกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ส่วนที่ 2 คือ ส่วนที่อยู่ถัดลงมาจากส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ใช้แสดงสถานการณ์ ข้อคำถาม และเว้นที่ไว้สำหรับให้ตอบคำถาม ส่วนที่ 3 คือ ส่วนที่แสดงคำเตือนในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ ข้อคำถามที่	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
สถานการณ์		
ข้อคำถามที่		
คำถาม.....		
คำตอบ		
.....		
.....		
.....		
คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามในข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้ เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก		

การจัดพิมพ์แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. พิมพ์เหตุการณ์ลงในกระดาษขนาด A 4 โดยพิมพ์สถานการณ์ละ 1 แผ่น และเพื่อไม่ให้ผู้สอบเกิดความสับสนในแต่ละเหตุการณ์ และควรพิมพ์ชื่อเหตุการณ์คั่นระหว่างเหตุการณ์หนึ่งๆ
2. พิมพ์คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 5 เหตุการณ์ รวม 25 หน้า มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ โดยแต่ละเหตุการณ์จะมีข้อคำถามจำนวน 4 ข้อคำถาม
2. มีเวลาในการทำแบบสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง 40 นาที และมีเวลาในการทำแต่ละข้อคำถามอยู่ด้านบนของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ โดยผู้สอบต้องจัดสรรเวลาในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์เอง และทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนต้องกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่มุมขวาด้านบนของกระดาษคำถามทุกแผ่น
4. เริ่มทำข้อสอบตั้งแต่เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1 เมื่อทำเสร็จให้นักเรียนตรวจสอบให้เรียบร้อย และส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ช่องใส่แบบสอบอัตนัยประยุกต์
5. กรุณาเขียนคำตอบด้วยลายมือที่อ่านง่าย

3. การเรียงหน้าของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

เรียงหน้าของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นที่คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จากนั้นจึงเรียงเหตุการณ์ของแบบสอบจากเหตุการณ์ที่ 1 จนถึง เหตุการณ์ที่ 5

4. การบรรจุแบบสอบ

บรรจุแบบสอบอัตนัยประยุกต์ลงในซองสีน้ำตาลที่มีขนาดของซองเท่ากับกระดาษ A 5 เนื่องจากต้องการอำนวยความสะดวกกับนักเรียนเวลาดึงแบบสอบออกจากซองข้อสอบ และ

พิมพ์ชื่อแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พร้อมทั้งเลขที่ตามลำดับ ที่หน้าซองของแบบสอบทุกซอง

ขั้นตอนการดำเนินการสอบ

1. ผู้คุมสอบแจกแบบสอบอัตนัยประยุกต์ไว้บนโต๊ะสอบทุกโต๊ะ โต๊ะละ 1 ชุด เมื่ออนุญาต
ให้นักเรียนเข้าประจำที่สอบแล้ว และเมื่อนักเรียนนั่งประจำที่เรียบร้อยแล้ว ผู้คุมสอบอนุญาตให้นักเรียน
เปิดซองข้อสอบได้

2. ผู้คุมสอบให้นักเรียนทุกคนอ่านคำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พร้อมทั้งให้
เวลาเขียนชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่ข้อความแผ่นแรกให้เรียบร้อย

3. ผู้คุมสอบอธิบายย้ำถึงวิธีการทำแบบสอบให้นักเรียนฟัง โดยให้นักเรียนทำแบบสอบทีละ
ข้อคำถามและต้องทำข้อคำถามนั้นให้เสร็จ จึงจะสามารถเปลี่ยนไปทำข้อคำถามต่อไปได้ สำหรับ
เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ คือ 1 ชั่วโมง 40 นาที โดยให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาสอบเอง
และเน้นย้ำว่าเมื่อนักเรียนทำข้อคำถามในแต่ละหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความเรียบร้อย
ก่อนแล้วจึงส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ช่องใส่แบบสอบอัตนัยประยุกต์ และบอกให้
นักเรียนเริ่มทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ได้ ผู้คุมสอบบันทึกเวลาเริ่มต้นในการทำข้อสอบและเวลา
สิ้นสุดในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์

สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ก

ส่วนที่ 3

การตรวจให้คะแนนและการบันทึกคะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้น คือ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) มีเกณฑ์การให้คะแนน 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน) ซึ่งวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยแต่ละชุดจะใช้ตรวจข้อคำถามแต่ละข้อเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 จะใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ดังนี้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยของข้อคำถามที่ 1 ในเหตุการณ์ที่ 1

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และเปลี่ยนเป็นคน เจ้าอารมณ์ โมโหง่าย	แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง <u>หรือ</u> แบงค์เปลี่ยนเป็นคน เจ้าอารมณ์ โมโหง่าย	ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงสภาพร่างกาย และพฤติกรรมทางอารมณ์ของแบงค์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงสภาพร่างกาย และพฤติกรรมทางอารมณ์ของแบงค์ผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจปัญหา คือตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียงเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

ขั้นตอนในการตรวจให้คะแนนแบบสอบ

1) ให้ตรวจคำตอบที่ละข้อของนักเรียนทุกคนและควรตรวจให้เสร็จเป็นคนๆ นั้นคือ ถ้าจะตรวจคำตอบข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 ก็ให้ตรวจข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 ของนักเรียนทุกคนจนจบ แล้วจึงเริ่มตรวจข้อคำถามที่ 2 ของเหตุการณ์ที่ 1 ครูไม่ควรตรวจข้อสอบให้เสร็จเป็นคน ๆ

2) ให้มีความคงเส้นคงวาในการตรวจ เกณฑ์ในการให้คะแนนจะเหมือนกัน สำหรับทุก ๆ คำตอบ ครูบางคนอาจจะให้คะแนนค่อนข้างน้อย สำหรับคำตอบแผ่นแรก ๆ แต่จะให้คะแนนมากขึ้น สำหรับคำตอบแผ่นหลัง ๆ ทั้ง ๆ ที่คำตอบเหล่านั้นเป็นแนวเดียวกัน

3) เวลาตรวจไม่ควรดูชื่อนักเรียน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติต่อการให้คะแนน

4) เวลาตรวจ ครูไม่ควรนำลายมือของผู้ตอบมามีส่วนในการให้คะแนน

5) พยายามตรวจข้อคำถามใดข้อคำถามหนึ่งของนักเรียนทุกคนให้เสร็จ ไม่ควรหยุดพักจนกว่าจะตรวจข้อคำถามนั้นเสร็จแล้ว

6) พยายามเขียนข้อเสนอแนะและแก้ไขความผิดในกระดาษคำตอบ เพื่อให้ผู้ตอบรู้ว่าตนเองบกพร่องตรงไหน

สำหรับแนวคำตอบวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ของแบบสอบอัตรายประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ข

การบันทึกคะแนน

เมื่อผู้ตรวจตรวจให้คะแนนจะต้องบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนน โดยคะแนนที่บันทึกจะแบ่งออกเป็นดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 คือ ความถูกต้องของเนื้อหา มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน องค์ประกอบที่ 2 การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน และองค์ประกอบ ที่ 3 การจัดเรียบเรียงความคิด มีคะแนนเต็ม 1 คะแนน ดังนั้นแต่ละข้อคำถามจะมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน แต่ละเหตุการณ์จะมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน และถ้าพิจารณาคะแนนรวมทั้งฉบับ คือ ทั้ง 5 เหตุการณ์ แบบสอบจะมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน สำหรับแบบบันทึกคะแนนจะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ค

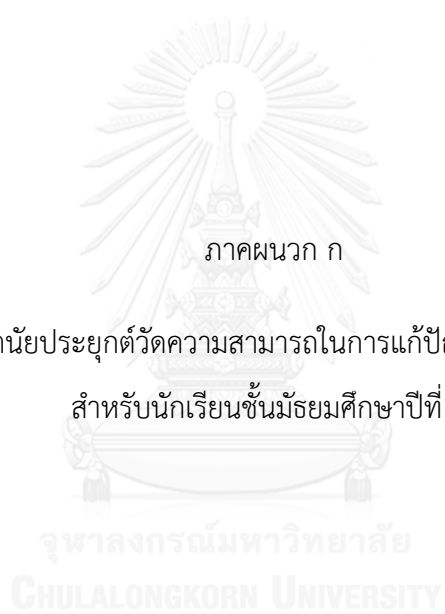
รายการอ้างอิง

- กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิรวรรณ ชูริรัง. (2553). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง. (2544). การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ไตรรงค์ เจนการ. (2530). การศึกษาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงทิพย์ โพธิ์วอ. (2535). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามเทคนิค เอ็ม อี คิว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พวงแก้ว ปุณยกนก. (2531). แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหา. รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- มรีจิ คงรัตน์. (2553). **ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนารณ วังศรีอ่อน. (2548). **ผลการใช้แบบฝึกตามแนวแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วนิช สุรรัตน์. (2547). **ความคิดและความคิดสร้างสรรค์.** กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). **การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สิทธิมา สุทธิศักดิ์. (2549). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาด้านการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนธ์ สินธพานนท์. (2550). **พัฒนาทักษะการคิด.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุรรัตน์ ไชยเลิศ. (2553). **การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุพัฒนา ภูสอดสี. (2553). **การสร้างแบบทดสอบเอ็มอีคิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุโรยา หมั่นหมัด. (2549). **การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). **กลยุทธ์...การสอนคิดแก้ปัญหา.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.

- อาภรณ์ ชูดวง. (2535). **การสร้างแบบสอบเอ็ม อี คิว เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2544). **สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง** [Online]. แหล่งที่มา: www.thaigifted.org/system/file/pdffile/182.pdf [8 เมษายน 2557]
- เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. (2550). **การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหา** [Online]. แหล่งที่มา: onec.go.th/onec_backoffice/uploads/Book/361-file.pdf [8 เมษายน 2557]
- Feletti, G. I. (1980). Reliability and validity studies on modified essay questions. **Academic Medicine**, 55(11), 933-41.
- Llewellyn, P. (2002). **Inquire within : implementing inquiry-based science standards.** Calif: Corwin press.
- Welker, E. (2006). **Decision making & problem solving with teens.** [Online]. Available from: www.ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/pdf/5301.pdf

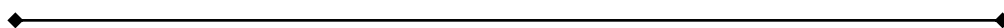




แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 5 เหตุการณ์ รวม 25 หน้า มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ โดยแต่ละเหตุการณ์จะมีข้อคำถามจำนวน 4 ข้อคำถาม
2. มีเวลาในการทำแบบสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง 40 นาที และมีเวลาในการทำแต่ละข้อคำถามอยู่ด้านบนของแบบสอบ โดยผู้สอบต้องจัดสรรเวลาในการทำแบบสอบเอง และทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนต้องกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่มุมขวาด้านบนของกระดาษคำถามทุกแผ่น
4. เริ่มทำข้อสอบตั้งแต่เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1 เมื่อทำเสร็จให้นักเรียนตรวจสอบให้เรียบร้อย และส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ช่องใส่แบบสอบ
5. กรุณาเขียนคำตอบด้วยลายมือที่อ่านง่าย





เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div data-bbox="323 490 1374 887" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>สมเกียรติและสมศรีมีลูกชายด้วยกัน 1 คน ชื่อแบงค์ อายุ 16 ปี เรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งสองคนประกอบอาชีพค้าขาย โดยปกติแบงค์เป็นเด็กน่ารัก ตั้งใจเรียน และทุกวันหลังเลิกเรียนแบงค์จะกลับมาช่วยพ่อแม่ขายของอยู่เสมอ แต่ตั้งแต่แบงค์เข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่โรงเรียนแห่งใหม่ สมศรีสังเกตเห็นว่าแบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และเปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหร้าย สมศรีจึงเล่าเรื่องทั้งหมดให้สมเกียรติฟัง</p> </div> <div data-bbox="323 943 1276 987" style="margin-top: 20px;"> <p><u>ข้อคำถามที่ 1</u> จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าปัญหาของแบงค์คืออะไร</p> </div> <div data-bbox="323 1005 411 1041" style="margin-top: 5px;"> <p><u>คำตอบ</u></p> </div> <div data-bbox="323 1079 1374 1839" style="margin-top: 10px;"> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<p>สมเกียรติและสมศรีรู้สึกเป็นกังวลมากในพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปของแวงค์ จึงไปพบครูประจำชั้นของแวงค์ เพื่อสอบถามถึงพฤติกรรมของแวงค์ตอนที่อยู่โรงเรียน จนได้รับข้อมูลว่าแวงค์ดูซุ่มซ่าม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และมีพฤติกรรมทางอารมณ์ เปลี่ยนไปคือ เปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย นอกจากนั้นยังมีผลการเรียนต่ำ และ เปลี่ยนไปคบกับเพื่อนกลุ่มใหม่ที่มีพฤติกรรมใช้สารเสพติดอีกด้วย ซึ่งเมื่อสมเกียรติและสมศรีสอบถามหาความจริงกับแวงค์ เขากลับปฏิเสธ อีกทั้งยังแสดงอาการโมโหและ ทำลายสิ่งของอีกด้วย</p>		
<p><u>ข้อคำถามที่ 2</u> เหตุที่ทำให้แวงค์มีร่างกายซุ่มซ่าม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และมีพฤติกรรมทางอารมณ์เปลี่ยนไป นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้ เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div data-bbox="323 510 1342 857" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">จากการสังเกตพฤติกรรมของแบนค์ สมเกียรติและสมศรีจึงช่วยกันค้นห้องของ แบนค์เพื่อต้องการทราบว่าแบนค์ติดสารเสพติดจริงหรือไม่ และทันใดนั้นเองทั้งสองได้พบ กับ หลอดกาแฟ ไฟแช็ค และขวดน้ำที่ถูกเจาะรูด้านข้างขวด ซึ่งของทั้งหมดคืออุปกรณ์ ที่ใช้สำหรับเสพสารเสพติด โดยแบนค์ได้ซ่อนอุปกรณ์เหล่านี้ไว้ใต้เตียงนอนของเขา สมเกียรติและสมศรีต่างพากันร้องไห้เมื่อรู้ว่าลูกของตนเองติดสารเสพติด</p> </div> <p data-bbox="323 909 1286 1003">ข้อคำถามที่ 3 ถ้านักเรียนเป็นพ่อและแม่ของแบนค์ นักเรียนจะมีแนวทางแก้ปัญหา อย่างไร</p> <p data-bbox="323 1025 419 1061"><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้ เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>สมเกียรติและสมศรีนำเรื่องของแวงค์ไปปรึกษาเจ้าหน้าที่ศูนย์ให้คำปรึกษาปัญหาเสพติด โดยเจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำว่าก่อนอื่นทั้งสองคนต้องทำใจยอมรับความจริง และหาโอกาสพูดคุยกับลูกถึงสาเหตุของปัญหาโดยไม่ใช้อารมณ์รุนแรงในการพูดคุย และเมื่อลูกยอมรับสารภาพแล้วให้รับหาทางช่วยเหลืออย่างเต็มที่ ซึ่งในที่สุดแวงค์ก็ได้ยอมรับกับพ่อแม่ว่าเขาติดสารเสพติดมาหลายเดือนแล้ว และเขาพร้อมที่จะยอมเข้ารับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด</p> </div> <p><u>ข้อคำถามที่ 4</u> ถ้าแวงค์ยอมเข้ารับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		



เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<p>กิ้งและแพร์เป็นเพื่อนรักกัน เมื่อทั้งสองคนเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่างก็แยกย้ายกันไปศึกษาต่อ ต่อมาทั้งสองคนได้มีโอกาสกลับมาเจอกันอีกครั้งในงานเลี้ยงรุ่น กิ้งพบว่าแพร์ดูสวยขึ้นมาก ทั้งๆที่แต่ก่อนใบหน้าของแพร์เต็มไปด้วยสิ่วอีกเสบ ผิวของแพร์ก็ดูคล้ำและหยาบกร้าน และจากที่กิ้งพูดคุยกับแพร์ก็ทำให้กิ้งรู้ว่าแพร์ใช้เครื่องสำอางยี่ห้อหนึ่ง ที่มีदारาระดับซูเปอร์สตาร์เป็นพรีเซ็นเตอร์และกำลังได้รับความนิยมในหมู่วัยรุ่นในขณะนี้ วันรุ่งขึ้นกิ้งจึงไปซื้อเครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวมาใช้บ้าง เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ กิ้งเริ่มสังเกตเห็นว่าที่หน้าของตัวเองมีผื่นแดงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง อีกทั้งยังรู้สึกปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดงด้วย กิ้งจึงโทรศัพท์ไปเล่าอาการให้แพร์ฟัง ซึ่งแพร์ก็บอกว่าตนเองไม่เคยมีอาการดังกล่าวเลย ทั้งๆที่ก็ใช้เครื่องสำอางยี่ห้อเดียวกัน เครื่องสำอางมีลักษณะของบรรจุภัณฑ์เหมือนกัน และมีวันผลิตและวันหมดอายุวันเดียวกัน</p>		
<p><u>ข้อคำถามที่ 1</u> จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นกับกิ้งคืออะไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;"> ใบหน้าของกิ่งมีสีแดงและรู้สึกปวดแสบปวดร้อนมากขึ้นทุกวัน และจะมี อาการมากขึ้นหากโดนแสงแดด กิ่งจึงถามถึงร้านที่แพรซื้อเครื่องสำอางยี่ห้อนี้มาใช้ ซึ่งพบว่าแพรซื้อเครื่องสำอางยี่ห้อนี้มาจากร้านขายยาแห่งหนึ่งในห้างสรรพสินค้า ในขณะที่กิ่งซื้อเครื่องสำอางยี่ห้อนี้มาจากตลาดนัดท้ายหมู่บ้าน ซึ่งมีราคาถูกกว่าที่ แพรซื้อมาก </p> </div> <p> ข้อคำถามที่ 2 นักเรียนคิดว่าอาการที่กิ่งเป็นมีสาเหตุมาจากอะไร </p> <p> คำตอบ </p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p> คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้ เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก </p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>กึ่งพยายามค้นหาข้อมูลการใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวจากอินเทอร์เน็ต จนพบว่าเครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวถูกปลอมแปลง และนำมาวางขายกันมากในท้องตลาด ซึ่งเครื่องสำอางยี่ห้อนี้จะถูกปลอมแปลงทั้งลักษณะของบรรจุภัณฑ์ เครื่องหมาย อย. ให้ เหมือนกับเครื่องสำอางของแท้ แต่สิ่งที่แตกต่างคือในเครื่องสำอางที่ปลอมแปลงจะมี การปนเปื้อนสารอันตรายที่เป็นสารต้องห้ามในเครื่องสำอาง นั่นคือ สารไฮโดรควิโนน ที่มีผลทำให้ผิวหนังเป็นผื่น และสารปรอทที่มีผลทำให้ผิวหนังแดง และมีอาการคัน ปวดแสบปวดร้อน</p> </div> <p><u>ข้อคำถามที่ 3</u> ถ้านักเรียนเป็นกึ่งนักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้ เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>เมื่อถึงพบว่าหน้าของตัวเองเริ่มมีอาการหนักขึ้น ในเบื้องต้นจึงหยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อนี้และรีบเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์ทันที โดยแพทย์กล่าวว่า มีผู้ประสบปัญหาเช่นเดียวกับถึงเป็นจำนวนมาก แพทย์จึงแนะนำให้ถึงหยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวทันที และแนะนำถึงว่า ในครั้งต่อไปหากจำเป็นต้องหาซื้อเครื่องสำอางมาใช้ควรจะต้องตรวจสอบข้อมูลให้ดี อาทิ เครื่องหมายรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือ วันหมดอายุ ส่วนผสม และที่สำคัญควรอ่านคำเตือนบนฉลากและควรเลือกซื้อเครื่องสำอางจากแหล่งขายที่เชื่อถือได้</p> </div> <p><u>ข้อคำถามที่ 4</u> ถ้าครั้งต่อไปก่อนที่จะซื้อเครื่องสำอาง ถึงได้ทำตามคำแนะนำของแพทย์ ผลจะเป็นอย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		



เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 3 ข้อความที่ 1	ชื่อ - สกุล
		โรงเรียน
<p>ในวันหยุดเตยและเพื่อนๆอีก 3 คน ชวนกันไปเที่ยวตลาดน้ำ เพื่อเป็นการพักผ่อนหลังจากสอบปลายภาคเสร็จ เมื่อทุกคนไปถึงตลาดน้ำ ก็ชวนกันใช้บริการเรือนำเที่ยว เพื่อนั่งเรือชมวิถีชีวิตชาวบ้านริมสองฝั่งแม่น้ำ คนขับเรือนำเชือกผูกเรือมาคล้องที่หลัก และให้ทุกคนสวมเสื้อชูชีพ ยกเว้นเตยและอีฟที่ไม่ได้สวมเพราะทั้งสองคนคิดว่าเป็นการนั่งเรือชมบรรยากาศเท่านั้นไม่น่าจะมีอันตรายใดๆ แต่ในขณะที่เตยกำลังก้าวลงเรือเป็นคนสุดท้าย ท้ายเรือลอยห่างออกจากท่าเทียบเรือและเตยก็ร่วงตกน้ำ ทั้งที่เตยเคยมีประสบการณ์ในการลงเรือ แต่ก็ยังร่วงตกน้ำอีกครั้ง</p>		
<p><u>ข้อความที่ 1</u> จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อความข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อความข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

<p>เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที</p>	<p>เหตุการณ์ที่ 3 ข้อความที่ 2</p>	<p>ชื่อ - สกุล โรงเรียน</p>
<div data-bbox="341 483 1359 880" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>เนื่องจากเพื่อนๆทุกคนต่างก็ไม่เคยมีประสบการณ์ในการนั่งเรือ ยกเว้นแต่ที่เคยมีประสบการณ์ในการนั่งเรือ ดังนั้นคนขับเรือจึงจอดเรือให้ชิดกับฝั่งให้มากที่สุด และบอกทุกคนให้เพิ่มความระมัดระวังในการก้าวลงเรือ เมื่อถึงคิวของเตยต้องลงเรือ เตยจึงเพิ่มความระมัดระวังในการลงเรือมากขึ้น เพราะเตยเคยร่วงตกล้ำมาแล้วในตอนเด็ก แต่ในขณะที่เตยกำลังก้าวลงเรื่อนั้น เรือก็ยังลอยห่างออกไปทำให้เตยเกือบจะร่วงตกล้ำอีกครั้ง</p> </div> <p data-bbox="341 936 1294 981"><u>ข้อความที่ 2</u> จากสถานการณ์ เพราะเหตุใดเมื่อเตยลงเรือ เตยจึงร่วงตกล้ำอีกครั้ง</p> <p data-bbox="341 1003 427 1037"><u>คำตอบ</u></p> <p data-bbox="341 1077 1350 1771">.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 3 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div data-bbox="339 577 1358 840" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 20px;"> <p>เคยรู้สึกสงสัยว่าทำไมตัวเองจึงเป็นคนเดียวที่ตกน้ำ คนขับเรือจึงบอกกับเตยว่า เพราะว่าในขณะที่เตยก้าวลงเรือจะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นซึ่งแรงนี้จะผลักให้เรือเคลื่อนที่ออกไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝั่ง ซึ่งเป็นเวลาเดียวกับที่เตยตกใจและไม่ยอมรีบก้าวข้ามลงเรือ เรือจึงค่อยๆ ลอยห่างออกจากฝั่งมากขึ้น และทำให้เตยพลาดตกน้ำนั่นเอง</p> </div> <p data-bbox="325 916 1366 1016"><u>ข้อคำถามที่ 3</u> ถ้านักเรียนเป็นเตย นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวได้อย่างไร</p> <p data-bbox="325 1037 411 1072"><u>คำตอบ</u></p> <p data-bbox="325 1111 1380 1809">.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 3 ข้อความที่ 4	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
------------------------------	--------------------------------	-------------------------------------

คนขับเรือจึงแนะนำให้เตยค่อยๆ ก้าวลงเรือ โดยในขณะที่ลงเรือไม่ควรออกแรงดันเท้ากับฝั่งเพราะจะเป็นการผลักให้เรือลอยออกจากฝั่งมากยิ่งขึ้น และจะร่วงตกลงน้ำในที่สุด

ข้อความที่ 4 ถ้าเตยทำตามคำแนะนำของคนขับเรือ นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร

คำตอบ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก



เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 4 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<p>พลอยสัญญาแม่ไว้ว่า ในภาคเรียนนี้ถ้าพลอยมีผลการเรียนได้เกรด 4 ทุกวิชา แม่จะซื้อสมาร์ทโฟนให้ และเมื่อถึงเวลาโรงเรียนแจ้งผลการเรียน ปรากฏว่าพลอยไม่สามารถสอบได้เกรด 4 ทุกวิชา แต่เนื่องจากแม่เห็นว่าที่ผ่านมาพลอยตั้งใจเรียนและขยันอ่านหนังสือก่อนสอบทุกวิชา แม่จึงตัดสินใจซื้อสมาร์ทโฟนให้พลอยตามคำขอ และเมื่อเวลาผ่านไปไม่นานพลอยพบว่า ตัวเองมีอาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัดเหมือนที่ผ่านมา</p>		
<p><u>ข้อคำถามที่ 1</u> จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 4 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;"> พลอยมักจะเล่นเกมและแชทคุยกับเพื่อนในสมาร์ตโฟนเป็นประจำ แม้กระทั่งในที่มืด นอกจากนั้น ในขณะที่ทำภารกิจส่วนตัวในห้องน้ำหรือรับประทานอาหาร สายตาของพลอยก็ยังจับจ้องอยู่ที่หน้าจอของสมาร์ตโฟนตลอดเวลา จนทำให้ระยะหลังพลอยพบว่าตัวเองมีอาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัด ถึงแม้แม่จะเตือนพลอยให้ลดใช้สมาร์ตโฟนลงบ้าง และแนะนำให้พลอยทำกิจกรรมยามว่างอื่นๆบ้าง อาทิ ออกกำลังกาย แต่พลอยก็มักจะมีข้ออ้างกับแม่อยู่เสมอว่าที่เขาคงต้องใช้สมาร์ตโฟนอยู่บ่อยครั้ง และแต่ละครั้งจะใช้เวลานานนั้น ก็เพราะเขาจำเป็นต้องปรึกษางานกับเพื่อนๆนั่นเอง </p> </div>		
<p><u>ข้อคำถามที่ 2</u> การที่พลอยมีอาการดังกล่าว นักเรียนคิดว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 4 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>พลอยตัดสินใจเล่าอาการดังกล่าวให้แม่ฟัง ซึ่งแม่เชื่อว่าอาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัดที่พลอยเป็นมีสาเหตุมาจากการใช้สมาร์ทโฟนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และใช้สมาร์ทโฟนในที่มืด เพราะก่อนหน้านี้แม่ได้ดูรายการเกี่ยวกับสุขภาพโดยมีคุณหมอมานำคำปรึกษาเกี่ยวกับผู้ป่วยที่มีปัญหาเรื่องสายตา โดยส่วนใหญ่บอกตรงกันว่าใช้สมาร์ทโฟนในการเขทสนทนาเป็นหลัก นอกจากนั้นคุณหมอยังแนะนำอีกด้วยว่า หากดวงตาประสบปัญหานี้เป็นเวลานาน อาจนำไปสู่การทำลายเส้นประสาทตาจนสายตาดำพร่ามัว เพราะต้องเพ่งสายตาไปที่หน้าจอซึ่งมีขนาดเล็ก ทำให้ม่านตาขยายใหญ่ขึ้นมากกว่าปกติ โดยเฉพาะผู้ที่นิยมปิดไฟเล่น เพราะระหว่างการใช้งานจะอาศัยเฉพาะแสงไฟจากหน้าจอสมาร์ทโฟนเท่านั้น ซึ่งแสงไฟนี้เป็นแสงสีฟ้าที่มีความสว่างมาก และมีผลต่อเซลล์จอประสาทตา</p> </div> <p>ข้อคำถามที่ 3 ถ้านักเรียนเป็นพลอย นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

<p>เวลาสำหรับทำข้อนี้</p> <p>5 นาที</p>	<p>เหตุการณ์ที่ 4</p> <p>ข้อคำถามที่ 4</p>	<p>ชื่อ - สกุล</p> <p>โรงเรียน</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>แม่จึงเตือนให้พลอยใช้สมาร์ทโฟนเท่าที่จำเป็น และใช้สมาร์ทโฟนในที่ที่มีแสงสว่างสมดุลกับแสงจากหน้าจอ ซึ่งพลอยก็ได้ให้สัญญากับแม่ว่าจะปฏิบัติตามทันที เพราะกลัวว่าตาของตัวเองจะมีปัญหาไปมากกว่านี้</p> </div> <p>ข้อคำถามที่ 4 ถ้าพลอยทำตามแม่แนะนำ นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

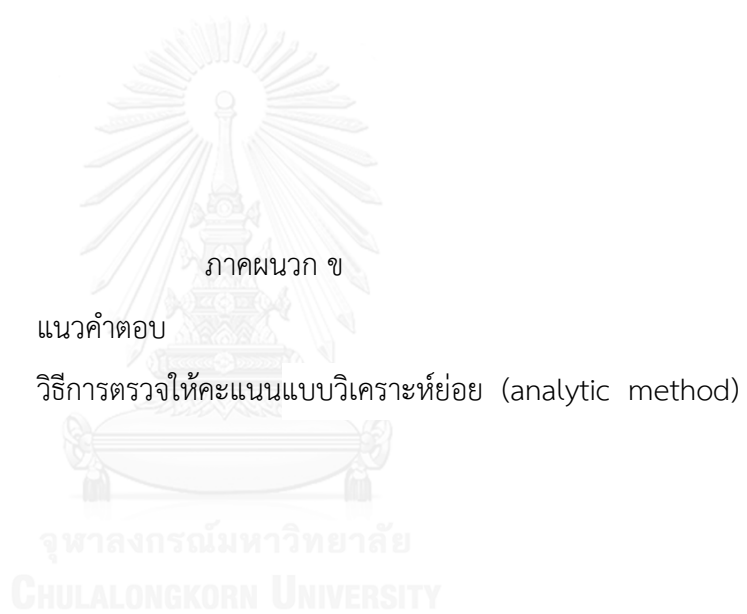


เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 5 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<p>แต่ก่อนบอมเคยเป็นพนักงานของโรงงานแห่งหนึ่ง แต่เมื่อเศรษฐกิจของประเทศตกต่ำ ทำให้เจ้าของโรงงานต้องประกาศปิดกิจการ ส่งผลทำให้บอมกลายเป็นคนตกงานมานานกว่า 3 เดือน วันหนึ่งบอมได้มีโอกาสกลับไปเยี่ยมญาติที่ต่างจังหวัด บ้านของยายอยู่ติดริมคลอง ข้างๆบ้านมีพื้นที่ว่างเปล่าอยู่ประมาณ 1 ไร่ บอมจึงเกิดความคิดอยากจะยึดอาชีพเกษตรกรรม บอมลองผัดลองถูกับอาชีพนี้อยู่นานเพราะไม่เคยมีประสบการณ์ จนในที่สุดบอมจึงเลือกที่จะปลูกผักปลอดสารพิษ คือการปลูกผักไม้ใช้ยาฆ่าแมลงและสารเคมีใดๆ ผักของบอมจะมีร่องรอยการถูกทำลายจากแมลงบ้าง แต่มาระยะหลังบอมพบว่าผักของเขา ที่ใบมีลักษณะหงิกงอ มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตลดลง</p>		
<p><u>ข้อคำถามที่ 1</u> จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าปัญหาของบอมคืออะไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p>		
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 5 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div data-bbox="331 461 1350 801" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 20px;"> <p>บอมรู้สึกเป็นกังวลมากที่พบว่าผักของตัวเองมีลักษณะหงิกงอ มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตลดลง และเริ่มมีลักษณะดังกล่าวมากขึ้นทุกแปลง โดยบอมสังเกตเห็นว่าตั้งแต่ที่เขาเปลี่ยนน้ำที่ใช้รดแปลงผักจากน้ำบาดาลมาเป็นน้ำในคลองข้างบ้าน ผักของเขาเริ่มมีลักษณะดังกล่าว และที่สำคัญบอมสังเกตเห็นว่าผักของเขาเริ่มมีลักษณะดังกล่าวตั้งแต่มีโรงงานทอผ้ามาตั้งอยู่ในหมู่บ้าน</p> </div> <p data-bbox="323 857 1046 900"><u>ข้อคำถามที่ 2</u> นักเรียนคิดว่าปัญหานี้น่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร</p> <p data-bbox="323 920 411 958"><u>คำตอบ</u></p> <div style="border-top: 1px dashed black; height: 350px; margin-top: 10px;"></div>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 5 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div data-bbox="339 528 1358 875" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>นอกจากฝักของบอมแล้ว บอมพบว่าแปลงฝักของชาวบ้านในหมู่บ้านก็มีลักษณะดังกล่าวเช่นกัน ทำให้บอมสันนิษฐานว่าโรงงานทอผ้าเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำในคลองเน่าเสีย เพราะยายเคยบอกบอมว่า แต่ก่อนน้ำในคลองเคยใสสะอาด ชาวบ้านสามารถใช้อุปโภค บริโภคได้ แต่ตั้งแต่มีโรงงานดังกล่าวมาตั้งในหมู่บ้านน้ำในคลองก็เริ่มเปลี่ยนไปทั้งสีและกลิ่น</p> </div> <p data-bbox="325 927 1292 972"><u>ข้อคำถามที่ 3</u> ถ้านักเรียนเป็นบอมนักเรียนจะมีแนวทางในการปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร</p> <p data-bbox="325 987 421 1025"><u>คำตอบ</u></p> <p data-bbox="325 1064 1377 1765">.....</p> <p data-bbox="325 1122 1377 1144">.....</p> <p data-bbox="325 1182 1377 1205">.....</p> <p data-bbox="325 1243 1377 1265">.....</p> <p data-bbox="325 1303 1377 1326">.....</p> <p data-bbox="325 1364 1377 1386">.....</p> <p data-bbox="325 1424 1377 1447">.....</p> <p data-bbox="325 1485 1377 1507">.....</p> <p data-bbox="325 1545 1377 1568">.....</p> <p data-bbox="325 1606 1377 1628">.....</p> <p data-bbox="325 1666 1377 1688">.....</p> <p data-bbox="325 1727 1377 1749">.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับทำข้อนี้ 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 5 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ - สกุล โรงเรียน
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">บอมนำน้ำในคลองมารดแปลงผัก และรับนำเรื่องดังกล่าวไปร้องเรียนกับ นายอำเภอทันที นายอำเภอจึงประสานงานไปยังสาธารณสุขอำเภอ และเจ้าหน้าที่ตำรวจ เข้าไปตรวจสอบและดูที่เกิดเหตุ พบว่าผักของชาวบ้านมีลักษณะดังกล่าวจริง ในเบื้องต้น นายอำเภอสั่งห้ามชาวบ้านไม่ให้ใช้น้ำในคลองมาอุปโภคบริโภค และทำการเกษตรอีก และในขณะเดียวกันนายอำเภอก็เร่งประสานไปยังชลประทานเพื่อปล่อยน้ำดีมาไล่น้ำเสีย ต่อไป</p> </div> <p><u>ข้อคำถามที่ 4</u> นักเรียนคิดว่าถ้าบอมทำตามคำแนะนำของนายอำเภอ ผักของบอมจะเป็นอย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อคำถามข้อต่อไป นักเรียนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อคำถามข้อนี้เรียบร้อยแล้ว เพราะจะไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		



เหตุการณ์ที่ 1

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และเปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหร้าย

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และเปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหร้าย	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ แบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง <u>หรือ</u> แบงค์เปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหร้าย	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงสภาพร่างกายและพฤติกรรมทางอารมณ์ของแบงค์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงสภาพร่างกายและพฤติกรรมทางอารมณ์ของแบงค์ผิด บางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจปัญหา คือตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

แบบคดีตติสารเสพติด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของ เนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอก ความถูกต้องของ เนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ แบบคดีตติสาร เสพติด	เมื่อนักเรียนบอกความ ถูกต้องของเนื้อหาผิด บางส่วน <i>หรือไม่ครบถ้วน</i> สมบูรณ์ คือ แบบคดีมี พฤติกรรมมั่วสุมกับ สารเสพติด <i>หรือ</i> แบบคดี มีพฤติกรรมมั่วสุมอยู่ กับเพื่อนที่มีปัญหา เรื่องการใช้สารเสพติด	เมื่อนักเรียนบอกความ ถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนว คำตอบ <i>หรือไม่มีการ</i> ตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ ต้องการวัด คือ ความสามารถใน การวิเคราะห์ปัญหา	แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจ สาเหตุของปัญหา อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึง การตติสารเสพติด ของแบบคดีได้ ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียน เข้าใจสาเหตุของ ปัญหาผิดบางส่วน <i>หรือไม่ครบถ้วน</i> สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงการตติ สารเสพติดของแบบคดี ผิดบางส่วน <i>หรือไม่</i> ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่เข้าใจ สาเหตุของปัญหา คือตอบผิด <i>หรือไม่มี</i> การตอบคำถาม
การเรียบเรียง ความคิด	-----	สามารถจัดเรียง ความคิดได้อย่าง ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียง ความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

พ่อแม่ต้องยอมรับความจริงและพูดคุยถึงปัญหาการติดสารเสพติดกับแบนค์ และควรรหาทางช่วยเหลือแบนค์ให้เข้ารับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ พ่อแม่ต้องยอมรับความจริงและพูดคุยถึงปัญหาการติดสารเสพติดกับแบนค์ และควรรหาทางช่วยเหลือแบนค์ให้เข้ารับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ พ่อแม่ต้องยอมรับความจริง <u>หรือ</u> พูดคุยถึงปัญหาการติดสารเสพติดกับแบนค์ <u>หรือ</u> หาทางช่วยเหลือแบนค์ให้เข้ารับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงวิธีการที่พ่อแม่และแม่ใช้ในการแก้ปัญหาการติดสารเสพติดของแบนค์อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงวิธีการที่พ่อแม่และแม่ใช้ในการแก้ปัญหาการติดสารเสพติดของแบนค์ผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

แบงค์จะกลับมามีร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง ไม่เป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย และมีผลการเรียนดีขึ้น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ แบงค์จะกลับมามีร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง ไม่เป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย มีผลการเรียนดีขึ้น และเลิกติดสารเสพติด	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ แบงค์จะกลับมามีร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง <u>หรือ</u> แบงค์จะไม่เป็นคนเจ้าอารมณ์ <u>หรือ</u> แบงค์จะไม่เป็นคนโมโหง่าย <u>หรือ</u> แบงค์มีผลการเรียนดีขึ้น <u>หรือ</u> แบงค์จะเลิกติดสารเสพติด	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการตรวจสอบ การแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงการตรวจสอบ การแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงสภาพร่างกายและพฤติกรรมของแบงค์หลังจากเข้ารับการรักษาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงตรวจสอบ การแก้ปัญหาบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงสภาพร่างกายและพฤติกรรมของแบงค์หลังจากเข้ารับการรักษาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจการตรวจสอบ การแก้ปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

เหตุการณ์ที่ 2

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

หน้าของกิ้งมีพื้นแดงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง และรู้สึกปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณพื้นแดง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ หน้าของกิ้งมีพื้นแดงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง และรู้สึกปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณพื้นแดง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือไม่</u> ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ หน้าของกิ้งมีพื้นแดงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง <u>หรือ</u> กิ้งรู้สึกปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณพื้นแดง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือไม่มีการ</u> ตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงอาการที่เกิดขึ้นที่หน้าของกิ้งได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือไม่</u> ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงอาการที่เกิดขึ้นที่หน้าของกิ้งผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือไม่มีการ</u> ตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

เครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็นเครื่องสำอางปลอม มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปนเปื้อน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ เครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็นเครื่องสำอางปลอม มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปนเปื้อน และไม่มีคุณภาพ	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ เครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็นเครื่องสำอางปลอม <u>หรือ</u> เครื่องสำอางที่กึ่งใช้มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปนเปื้อน <u>หรือ</u> ไม่มีคุณภาพ	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจสาเหตุของปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงว่าเครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็นเครื่องสำอางปลอม มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปนเปื้อนได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจสาเหตุของปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงว่าเครื่องสำอางที่กึ่งใช้เป็นเครื่องสำอางปลอม มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปนเปื้อนผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจสาเหตุของปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

กึ่งหยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวและรีบเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์ทันที

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ กึ่งหยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวและรีบเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์ทันที	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ กึ่งหยุดใช้เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าว <u>หรือ</u> รีบเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์ทันที	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหของกึ่งได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาผิดบางส่วน ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหของกึ่งผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหา คือตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

หน้าของกิ้งจะไม่เกิดอาการผื่นแดง และจะไม่มีอาการปวดแสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่นแดงอีก

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของ เนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้อง ของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ หน้า ของกิ้งจะไม่เกิดอาการผื่น แดง และจะไม่มีอาการปวด แสบปวดร้อนตรงบริเวณผื่น แดงอีก	เมื่อนักเรียนบอกความ ถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ หน้าของกิ้งจะไม่เกิด อาการผื่นแดง <u>หรือ</u> หน้า ของกิ้งจะไม่มีอาการปวด แสบปวดร้อนตรงบริเวณ ผื่นแดง	เมื่อนักเรียนบอก ความถูกต้องของ เนื้อหา ไม่ถูกต้อง ตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบ คำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ ต้องการวัด คือ ความสามารถใน การตรวจสอบการ แก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียน เข้าใจถึงการตรวจสอบการ แก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มี การกล่าวถึงอาการที่หน้า ของกิ้งหลังจากเลิกใช้ เครื่องสำอางยี่ห้อดังกล่าวได้ ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียน เข้าใจถึงการตรวจสอบการ แก้ปัญหาผิดบางส่วน ไม่ ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มี การกล่าวถึง อาการที่ หน้า ของกิ้งหลังจากเลิก ใช้เครื่องสำอางยี่ห้อ ดังกล่าวผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่เข้าใจ การตรวจสอบ การแก้ปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มี การตอบคำถาม
การเรียบเรียง ความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิด ได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียง ความคิดให้เข้าใจ ได้สับสน

เหตุการณ์ที่ 3

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

เรือลอยห่างออกจากท่าเทียบเรือและเตยร่วงตกล้ำน้ำอีกครั้ง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ เรือลอยห่างออกจากท่าเทียบเรือและเตยร่วงตกล้ำน้ำอีกครั้ง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือไม่</u> ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ เรือลอยห่างออกจากท่าเทียบเรือ <u>หรือไม่</u> เตยร่วงตกล้ำน้ำอีกครั้ง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือไม่</u> มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงลักษณะของเรือที่จอดเทียบฝั่งและสิ่งที่เกิดขึ้นกับเตยได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือไม่</u> ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ การกล่าวถึงลักษณะของเรือที่จอดเทียบฝั่งและสิ่งที่เกิดขึ้นกับเตยผิดบางส่วน <u>หรือไม่</u> ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือไม่</u> มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

ในขณะที่เตยก้าวลงเรือจะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นซึ่งแรงนี้จะดันให้เรือเคลื่อนที่ออกไปในทิศทางตรงกันข้ามฝั่ง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ ในขณะที่เตยก้าวลงเรือจะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นซึ่งแรงนี้จะดันให้เรือเคลื่อนที่ออกไปในทิศทางตรงกันข้ามฝั่ง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือไม่</u> ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ ในขณะที่เตยก้าวลงเรือ เรือเคลื่อนที่ออกจากฝั่ง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือไม่</u> มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจสาเหตุของปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขณะที่เตยก้าวลงเรือได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจสาเหตุของปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือไม่</u> ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขณะที่เตยก้าวลงเรือผิดบางส่วน <u>หรือไม่</u> ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจสาเหตุของปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือไม่</u> มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

ไม่ควรออกแรงดันเท้ากับฝั่งในขณะที่ก้าวลงเรือเพราะจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาซึ่งแรงนี้จะผลักให้เรือลอยออกจากฝั่ง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ ไม่ควรออกแรงดันเท้ากับฝั่งในขณะที่ก้าวลงเรือ เพราะจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาซึ่งแรงนี้จะผลักให้เรือลอยออกจากฝั่ง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ ไม่ควรออกแรงดันเท้ากับฝั่งในขณะที่ก้าวลงเรือ	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึง การไม่ออกแรงดันเท้ากับฝั่งในขณะที่ก้าวลงเรือได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาผิดบางส่วน ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึง การไม่ออกแรงดันเท้ากับฝั่งในขณะที่ก้าวลงเรือผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือเพราะแรงกิริยาจะเท่ากับแรงปฏิกิริยาและเตยจะไม่ร่วงตักน้ำอีก

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค้ประกอบ \n คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือเพราะแรงกิริยาจะเท่ากับแรงปฏิกิริยาและเตยจะไม่ร่วงตักน้ำอีก	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือเพราะแรงกิริยาจะเท่ากับแรงปฏิกิริยา <u>หรือ</u> เตยจะไม่ร่วงตักน้ำอีก <u>หรือ</u> เรือจะไม่ลอยออกจากฝั่งในขณะที่เตยก้าวลงเรือ	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการตรวจสอบ การแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงการตรวจสอบ การแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงผลที่จะเกิดขึ้นถ้าเตยทำตามคำแนะนำของคนขับเรือ ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงการตรวจสอบ การแก้ปัญหาผิดบางส่วน ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงผลที่จะเกิดขึ้นถ้าเตยทำตามคำแนะนำของคนขับเรือ ผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจการตรวจสอบ การแก้ปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

เหตุการณ์ที่ 4

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

พลอยมีอาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ พลอยมีอาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัด	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ พลอยมีอาการแสบตา <u>หรือ</u> พลอยมีอาการสายตาพร่ามัว <u>หรือ</u> พลอยมีอาการมองเห็นไม่ค่อยชัด <u>หรือ</u> พลอยไม่สบาย	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงอาการที่พลอยเป็นได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงอาการที่พลอยเป็นผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจปัญหา คือตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

พลอยใช้สมาร์ทโฟนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และใช้สมาร์ทโฟนในที่มืด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ พลอยใช้สมาร์ทโฟนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และใช้สมาร์ทโฟนในที่มืด	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ พลอยใช้สมาร์ทโฟนเป็นเวลานาน <u>หรือ</u> ใช้สมาร์ทโฟนในที่มืด	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจสาเหตุของปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงพฤติกรรม การใช้สมาร์ทโฟนของพลอยได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจสาเหตุของปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงพฤติกรรมการใช้สมาร์ทโฟนของพลอยผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจสาเหตุของปัญหา คือตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

ใช้สมาร์ทโฟนเท่าที่จำเป็น และใช้สมาร์ทโฟนในที่ที่มีแสงสว่างสมดุลกับแสงจากหน้าจอ

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ ใช้สมาร์ทโฟนเท่าที่จำเป็น และใช้สมาร์ทโฟนในที่ที่มีแสงสว่างสมดุลกับแสงจากหน้าจอ	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ ใช้สมาร์ทโฟนเท่าที่จำเป็น <u>หรือ</u> ใช้สมาร์ทโฟนในที่ที่มีแสงสว่างสมดุลกับแสงจากหน้าจอ	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงวิธีการที่พลอยควรปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาผิดบางส่วน ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงวิธีการที่พลอยควรปฏิบัติผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

อาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัดของพลอยจะดีขึ้น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ อาการแสบตา สายตาพร่ามัวและมองเห็นไม่ค่อยชัดของพลอยจะดีขึ้น	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ อาการแสบตาของพลอยจะดีขึ้น <u>หรือ</u> อาการสายตาพร่ามัวของพลอยจะดีขึ้น <u>หรือ</u> อาการมองเห็นไม่ค่อยชัดของพลอยจะดีขึ้น <u>หรือ</u> อาการป่วยของพลอยจะดีขึ้น	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงการตรวจสอบการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงอาการของพลอยหลังจากทำตามคำแนะนำของแม่ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงการตรวจสอบการแก้ปัญหาผิดบางส่วน ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงอาการของพลอยหลังจากทำตามคำแนะนำของแม่ผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจการตรวจสอบการแก้ปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

เหตุการณ์ที่ 5

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

ผักของบอม ที่ใบมีลักษณะหงิกงอ มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตลดลง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (Analytic method)

องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ ผักของบอม ที่ใบมีลักษณะหงิกงอ มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตลดลง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ ผักของบอม ที่ใบมีลักษณะหงิกงอ <u>หรือ</u> ใบมีรอยไหม้ <u>หรือ</u> ผักให้ผลผลิตลดลง <u>หรือ</u> ผักของบอมเกิดความเสียหาย	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงลักษณะที่เกิดขึ้นกับผักของบอมได้ อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงลักษณะที่เกิดขึ้นกับผักของบอมผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ตอบไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจปัญหา คือตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

น้ำที่บอมใช้รดแปลงผักเป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อยจากโรงงานทอผ้าที่ตั้งอยู่ในหมู่บ้าน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

องคประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ น้ำที่บอมใช้รดแปลงผักเป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อยจากโรงงานทอผ้าที่ตั้งอยู่ในหมู่บ้าน	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <i>หรือ</i> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ น้ำที่บอมใช้รดแปลงผักเป็นน้ำเสีย <i>หรือ</i> น้ำที่บอมใช้รดแปลงผักเป็นน้ำที่ถูกปล่อยจากโรงงานทอผ้าที่ตั้งอยู่ในหมู่บ้าน	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <i>หรือ</i> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจสาเหตุของปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงน้ำที่บอมใช้รดแปลงผักได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจสาเหตุของปัญหาผิดบางส่วน <i>หรือ</i> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงน้ำที่บอมใช้รดแปลงผักผิดบางส่วน <i>หรือ</i> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจสาเหตุของปัญหา คือ ตอบผิด <i>หรือ</i> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

หยุดน้ำในคลองมารดแปลงผัก และแจ้งเจ้าหน้าที่เรื่องโรงงานทอผ้าที่ปล่อยน้ำเสียลงคลอง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

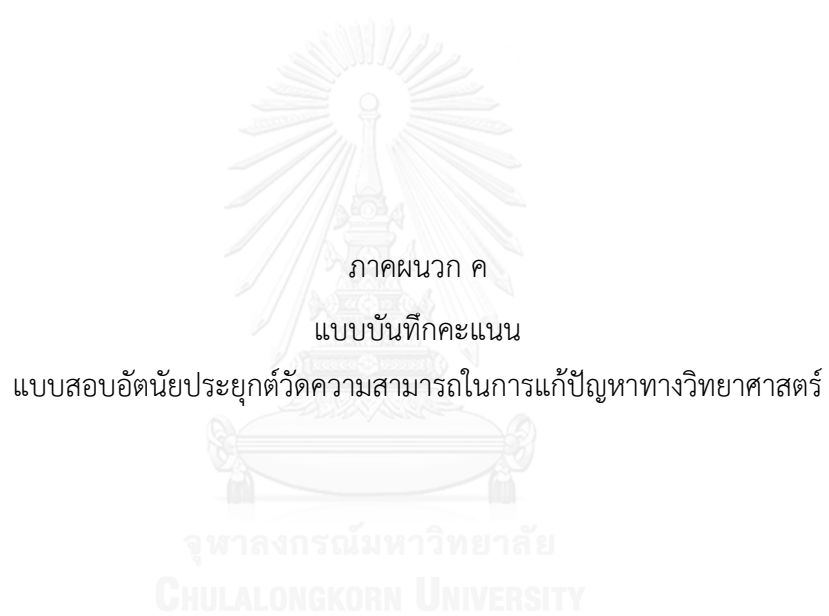
องค์ประกอบ \ คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ หยุดน้ำในคลองมารดแปลงผัก และแจ้งเจ้าหน้าที่เรื่องโรงงานทอผ้าที่ปล่อยน้ำเสียลงคลอง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ หยุดน้ำในคลองมารดแปลงผัก <u>หรือ</u> ใช้น้ำบาดาลรดแปลงผักเช่นเดิม <u>หรือ</u> แจ้งเจ้าหน้าที่เรื่องโรงงานทอผ้าที่ปล่อยน้ำเสียลงคลอง	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหา ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงวิธีการที่บอมควรปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงวิธีการที่บอมควรปฏิบัติผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหา คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

ผักของบอมจะไม่มีลักษณะหงิกงอ ไม่มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

คะแนน องค์ประกอบ	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ คือ ผักของบอมจะไม่มีลักษณะหงิกงอ ไม่มีรอยไหม้ และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ ผักของบอมจะไม่มีลักษณะหงิกงอ <u>หรือ</u> ไม่มีรอยไหม้ <u>หรือ</u> ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น	เมื่อนักเรียนบอกความถูกต้องของเนื้อหาไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงการตรวจสอบการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงลักษณะของผัก หลังจากการเติมน้ำในคลองรดแปลงผัก ได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงการตรวจสอบการแก้ปัญหาผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงลักษณะของผักหลังจากการเติมน้ำในคลองรดแปลงผักผิดบางส่วน <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจการตรวจสอบการแก้ปัญหา คือตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม
การเรียบเรียงความคิด	-----	สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน	ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้เข้าใจได้ สับสน



แบบบันทึกคะแนน

แบบสอบข้อเขียนประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทราวจีให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)

- คำชี้แจง**
- เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน)
 - ให้ผู้ตรวจใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) พิจารณาคำตอบของผู้เรียนแล้วตัดสินคะแนนตามคุณภาพของคำตอบโดยใส่คะแนนลงในช่องตาราง

		เหตุการณ์ที่ 1											
ลำดับ ที่	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2			ข้อคำถามที่ 3			ข้อคำถามที่ 4			คะแนนรวม (20คะแนน)		
		เหนือทะเล	งูใหญ่ใต้น้ำ	นกยูง	เหนือทะเล	งูใหญ่ใต้น้ำ	นกยูง	เหนือทะเล	งูใหญ่ใต้น้ำ	นกยูง			
1.	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	เหนือทะเล งูใหญ่ใต้น้ำ นกยูง	
2.													
3.													

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมาฆพันธ์ อำนาคิล เกิดเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2531 สำเร็จการศึกษา การศึกษาระดับบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) จากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2553 และศึกษาต่อในระดับปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาการ วัตและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556

