

การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด



นางสาวชนิสรา สงวนไว้

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 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF TEST RELIABILITY FOR MEASURING MATHEMATICS CREATIVE
PROBLEM SOLVING ABILITIES: APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY

Miss Chanisara Sanguanwai



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 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์: การ
ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผล
การวัด

โดย

นางสาวชนิสรา สงวนไว้

สาขาวิชา

การวัดและประเมินผลการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษศยาสน์)

ชนิสรา สงวนไว้ : การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (COMPARISON OF TEST RELIABILITY FOR MEASURING MATHEMATICS CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES: APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY) อ.ที่ปริภาวิทยานิพนธ์หลัก: ศ. ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี, 249 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (2) ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (pxixr) และผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (px(i:r)) และ (3) เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบพาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 120 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน, สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน คุณภาพของผู้ตรวจ (intra-rater & inter-rater reliability) และ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

(1) ผลการประมาณค่าความแปรปรวนพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อสอบ (σ^2_{ρ}) ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมากที่สุด

(2) ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงพบว่าเมื่อจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative coefficient) และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (absolute coefficient) ที่สูงขึ้น

(3) ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง พบว่าการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคนมีความเที่ยงสูงกว่าผู้ตรวจตรวจทุกข้อของผู้สอบทุกคนและควรเลือกใช้สถานการณ์ pxixr ที่มีผู้ตรวจ 1 คน ตรวจให้คะแนน 7 ข้อหรือ px(i:r) ที่มีผู้ตรวจ 2 คน ตรวจให้คะแนนคนละ 5 ข้อ เพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) มากกว่า 0.80

ภาควิชา วิชา และจิตวิทยาการศึกษา ปลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา ปลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

5783817127 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS: CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITY / GENERALIZABILITY THEORY

CHANISARA SANGUANWAI: COMPARISON OF TEST RELIABILITY FOR MEASURING MATHEMATICS CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES: APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY. ADVISOR: PROF. SIRICHAJ KANJANAWASEE, Ph.D., 249 pp.

The purposes of this study were 1) to estimate variance component for Mathematics Creative Problem Solving Ability Test in Generalizability Study 2) to estimate G-coefficient in Two-Facet Crossed Design or $pxixr$ design and Two-Facet Nested Design or $px(i:r)$ design and 3) to compare the test reliability for measuring Mathematics Creative Problem Solving Ability using the different design in D-Study the different number of item situation and the rater used the application to Generalizability Theory. Sample were 120 students in the ninth grade. Research instruments were Mathematics Creative Problem Solving Ability Test. Basic Statistics, Pearson's Product Moment Correlation intra-rater & inter-rater reliability and G-Coefficient were used to analyze the data.

Summarized results of the research were:

(1) The highest of the estimated variance components is σ_{pi}^2 .

(2) Both of the Two-Facet Crossed Design and Two-Facet Nested Design have more G-Coefficient when the numbers of items and the raters were increased.

(3) The result of the comparison of the test reliability for measuring mathematics creative problem solving ability found that the using under the different design in D-Study effected to the reliability of the test. The Two-Facet Nested Design, $px(i:r)$ design, has G-Coefficient higher than Two-Facet Crossed Design, $pxixr$ design, for example ; 1 raters for 7 items in $pxixr$ design and 2 raters for 5 items in $px(i:r)$ design for the least which we has the G-Coefficient for Relative Decision ($\rho^2\delta$) > 0.80 .

Department: Educational Research and Psychology Student's Signature

Advisor's Signature

Field of Study: Educational Measurement and Evaluation

Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความเมตตาและความกรุณาจาก ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นด้วยความกรุณาและความ เอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ในโอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ ประธานกรรมการ สอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษณาศาสตร์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนากานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง ที่คอยให้กำลังใจและให้คำปรึกษาเสมอมา รวมทั้งคณาจารย์ สาขาการวัดและ ประเมินผลการศึกษาทุกท่านและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดิษฐ์ ละออปกษิมที่กรุณาให้ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์เพื่อให้ความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณครูเอมใจ มลิณทวัต ที่คอยช่วยเหลือในการติดต่อ ประสานงานในการเข้าเก็บข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ คุณครูก้องเกียรติ กมลรังสรรค์ที่สละเวลาในการรับและส่งผู้วิจัยตลอดการเรียน พร้อมทั้งเป็นที่ปรึกษา คอย ช่วยเหลือในทุกๆเรื่องและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมา และขอขอบพระคุณคุณครูสาวิตรี จุ้ยทอง ที่ คอยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาที่ดีตลอดการทำวิทยานิพนธ์ และกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ และคณาจารย์โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่คอยให้กำลังใจและ ให้การสนับสนุนตลอดการศึกษาต่อ โดยเฉพาะเพื่อนครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คุณครู กาญจนา ไชยวงษ์และคุณครูดวงกมล กลิ่นดีที่ได้ให้ความช่วยเหลือเสมอมา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ สุรชาติ สงวนไว้ คุณแม่ วันเพ็ญ สงวนไว้ และครอบครัวสงวนไว้ทุกคน และเพื่อนๆ ของผู้วิจัยเป็นอย่างสูงที่ให้ความรัก ความเข้าใจ คอย เป็นกำลังใจสำคัญให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา และคณาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งหลายทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ญ |
| สารบัญรูปภาพ..... | ฐ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา | 1 |
| คำถามวิจัย | 3 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 4 |
| สมมติฐานการวิจัย | 4 |
| ขอบเขตการวิจัย..... | 5 |
| คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย | 6 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 10 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 11 |
| ตอนที่ 1 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ | 12 |
| 1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์..... | 12 |
| 1.2 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | 13 |
| 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์..... | 23 |
| ตอนที่ 2 การพัฒนาแบบสอวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์..... | 24 |
| 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 24 |
| 2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 24 |

| | |
|--|-----|
| 2.3 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 26 |
| 2.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์..... | 27 |
| 2.5 แนวทางการพัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ | 34 |
| 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่าง สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์..... | 38 |
| ตอนที่ 3 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง | 48 |
| 3.1 วิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method) | 49 |
| 3.2 วิธีประเมินรวม (holistic method) | 51 |
| ตอนที่ 4 คุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง..... | 52 |
| ตอนที่ 5 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory..... | 54 |
| 5.1 ความเป็นมาของทฤษฎี..... | 54 |
| 5.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด | 55 |
| 5.3 แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น..... | 55 |
| 5.4 คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด | 56 |
| 5.5 การออกแบบฟาเซต..... | 59 |
| 5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผล การวัด..... | 66 |
| ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... | 74 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย | 76 |
| การกำหนดประชากรและตัวอย่าง | 76 |
| เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย | 79 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 107 |

| | |
|---|-----|
| บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 114 |
| ตอนที่ 1 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปล อ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์..... | 115 |
| ตอนที่ 2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปลอ้างอิง (G-Coefficient) ของคะแนนแบบ สอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการ ออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ | 126 |
| 2.1 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปลอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจการสรุปลอ้างอิง (D-Study) ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อ ของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) | 126 |
| 2.2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปลอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจการสรุปลอ้างอิง (D-Study) ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะ ข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) | 130 |
| ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปลอ้างอิง (G-Coefficient) ของคะแนน แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการ ออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปล อ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด | 134 |
| บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 144 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 146 |
| ข้อเสนอแนะ | 153 |
| รายการอ้างอิง | 156 |
| ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญ..... | 163 |
| ภาคผนวก ข คู่มือการใช้แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 | 165 |

ญ

หน้า

| | |
|--|-----|
| ภาคผนวก ค ตัวอย่างการตอบแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 | 230 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ | 249 |



สารบัญตาราง

| | | |
|---------------|--|-----|
| ตารางที่ 2.1 | แสดงการสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์..... | 21 |
| ตารางที่ 2.2 | ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์..... | 29 |
| ตารางที่ 2.3 | เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่าง สร้างสรรค์เรื่อง รูปเรขาคณิต (อาพันธ์ชนิด เจนจิต, 2546)..... | 32 |
| ตารางที่ 2.4 | แสดงการสังเคราะห์แบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์..... | 44 |
| ตารางที่ 2.5 | ตัวอย่างกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์ประกอบ..... | 51 |
| ตารางที่ 2.6 | ตัวอย่างกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม..... | 52 |
| ตารางที่ 3.1 | รายละเอียดแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ..... | 77 |
| ตารางที่ 3.2 | จำนวนประชากรโรงเรียน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ปีการศึกษา 2558..... | 78 |
| ตารางที่ 3.3 | จำแนกกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน..... | 78 |
| ตารางที่ 3.4 | จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์..... | 80 |
| ตารางที่ 3.5 | ตารางโครงสร้างของแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์..... | 84 |
| ตารางที่ 3.6 | ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับ กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) | 89 |
| ตารางที่ 3.7 | ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอวัตความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการเขียนคำตอบ..... | 90 |
| ตารางที่ 3.8 | ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแนวการ เขียนคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method)..... | 94 |
| ตารางที่ 3.9 | เกณฑ์การแปลความหมายของค่าความยาก (p)..... | 100 |
| ตารางที่ 3.10 | เกณฑ์การแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนก (r)..... | 100 |

| | | |
|---------------|---|-----|
| ตารางที่ 3.11 | ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกลุ่มทดลอง (try out)..... | 101 |
| ตารางที่ 3.12 | ค่าสถิติพื้นฐานของการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ได้จากกลุ่มทดลอง..... | 102 |
| ตารางที่ 3.13 | ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ได้จากคะแนนเฉลี่ย ของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 ครั้ง..... | 104 |
| ตารางที่ 3.14 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว..... | 105 |
| ตารางที่ 3.15 | G- Study สำหรับ $p \times i \times r$ design..... | 109 |
| ตารางที่ 3.16 | D- Study สำหรับ $p \times i \times r$ design..... | 110 |
| ตารางที่ 3.17 | D- Study สำหรับ $p \times (i : r)$ design..... | 111 |
| ตารางที่ 3.18 | การประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆของ $p \times (i : r)$ | 112 |
| ตารางที่ 4.1 | ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ได้คะแนนจากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 3 คน..... | 116 |
| ตารางที่ 4.2 | ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน ที่ได้จากการตรวจคนที่ 1 ที่ทำการตรวจจำนวน 2 ครั้ง..... | 117 |
| ตารางที่ 4.3 | ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน ที่ได้จากการตรวจคนที่ 1 ที่ทำการตรวจจำนวน 2 ครั้ง..... | 119 |
| ตารางที่ 4.4 | ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน ที่ได้จากการตรวจคนที่ 1 ที่ทำการตรวจจำนวน 2 ครั้ง..... | 120 |
| ตารางที่ 4.5 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มี ประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) คนที่ 1..... | 121 |
| ตารางที่ 4.6 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มี ประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) คนที่ 1..... | 122 |
| ตารางที่ 4.7 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) คนที่ 1 และ 2..... | 123 |

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ (Kendall's Rank Correlation Coefficient) ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจ ทั้ง 3 คน ได้แก่ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) จำนวน 2 คน โดยเป็นผู้ตรวจคนที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ.....124

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจาก G-Study ($p \times i \times r$) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อ จำนวนผู้ตรวจ 3 คน.....125

ตารางที่ 4.10 ผลการศึกษา D (D-Study of $p \times i \times r$ design).....128

ตารางที่ 4.11 ผลการศึกษา D (D-Study of $px(i:r)$ design).....132

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_g) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์(ρ^2_Δ) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$135

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือ : G- coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน.....139

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_g) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์(ρ^2_Δ) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่าง (G- Coefficient) มากกว่า 0.70.....141

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_g) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์(ρ^2_Δ) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่าง (G- Coefficient) มากกว่า 0.80.....143

สารบัญรูปภาพ

| | |
|---|-----|
| ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) เวอร์ชัน 6.1™ © 2000. Creative Problem Solving Group and Center for Creative Learning; reproduced by permission..... | 17 |
| ภาพที่ 2.2 กรอบมโนทัศน์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Kim, Cho, & Ahn, 2003)..... | 39 |
| ภาพที่ 2.3 การแยกส่วนความคลาดเคลื่อนใน G-Theory (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)..... | 55 |
| ภาพที่ 2.4 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่งองค์ประกอบ แบบไขว้ $p \times i$ (one facet, $p \times i$ design)..... | 61 |
| ภาพที่ 2.5 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสององค์ประกอบ แบบไขว้ $p \times r \times o$ (two – facet, $p \times r \times o$ design)..... | 62 |
| ภาพที่ 2.6 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่งองค์ประกอบ แบบแฝง เมื่อ i แฝงใน p (one facet, $i:p$ design)..... | 63 |
| ภาพที่ 2.7 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสององค์ประกอบ แบบแฝง กรณี $i : r : p$ (two facet, $i : r : p$ design)..... | 64 |
| ภาพที่ 2.8 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสององค์ประกอบ แบบผสมกรณี $(o : p) \times r$ (two – facet, $(o : p) \times r$ design)..... | 65 |
| ภาพที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจ เชิงสัมพัทธ์ (G – Coefficient for Relative Decisions) ที่มีการออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times i \times r$ | 137 |
| ภาพที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจ เชิงสัมพัทธ์ (G – Coefficient for Relative Decisions) ที่มีการออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times (i : r)$ | 137 |
| ภาพที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจ เชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ที่มีการออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times i \times r$ | 138 |
| ภาพที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจ เชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ที่มีการออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times (i : r)$ | 138 |

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

การพัฒนาคนเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้า ดังนั้นระบบการศึกษาที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพจะช่วยพัฒนาศักยภาพและความสามารถของคนรวมถึงคุณลักษณะต่างๆให้มีคุณภาพด้วย การปลูกฝังให้เยาวชนเติบโตเป็นบุคคลที่มีคุณภาพและอยู่ในสังคมได้จะต้องมีการจัดการศึกษาที่พัฒนาให้เยาวชนรู้จักคิดและแก้ปัญหา ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่สำคัญต่อการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ซึ่งกล่าวไว้ในมาตรา 24 ว่าให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จึงเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพของเยาวชน อีกทั้งความก้าวหน้าทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง และด้านการศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีความเฉพาะเจาะจงหรือปัญหาที่มีความซับซ้อนมากได้ ดังนั้นความจำเป็นในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์จึงถือเป็นแนวทางการพัฒนาคน เพื่อให้มีการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาได้หลากหลายแปลกใหม่ หรือมีความคิดสร้างสรรค์ในการคิดแก้ปัญหา ได้แก่ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ สามารถคิดวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ภัทรภร แสงไชย, 2551; อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์, 2552; อาพันธ์ชนิด เจริญจิต, 2546)

ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์ได้มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้ที่มีชื่อเสียงในการคิดค้นคือ Treffinger et al.(2005) ได้เสนอองค์ประกอบและขั้นตอนในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่องซึ่งปัจจุบันแผนกระบวนการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์เป็นเวอร์ชันที่ 6.1 ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาคือโดยอาศัยการจินตนาการและการคิดพิจารณาอย่างละเอียดขณะเดียวกันได้ให้คำนิยามการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์ว่าเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยผ่านกรอบทฤษฎีทางด้านการวิเคราะห์การแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนโดยสรุปคือ ทำความเข้าใจกับปัญหา ตัดสินปัญหา หาแนวทางแก้ไข ประเมินข้อมูลและหาวิธีการแก้ปัญหา และในส่วนของ Arbesman and Paccio (2001) กล่าวว่า การแก้ปัญหายังสร้างสรรค์เป็นการ

ทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Arbesman & Puccio, 2001)

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ทักษะการคิดและเครื่องมือการคิดเพื่อหาวิธีการคิดเพื่อค้นหาวิธีการหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีโครงสร้างของกระบวนการที่ใช้จินตนาการ การวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (อาพันธ์ชนิต เจนจิต, 2546) โดยแนวคิดของ Treffinger, Isaksen และ Dorval (2000) ได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) เตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) และวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) (Treffinger, Isaksen, & Dorval, 2000) ซึ่งอดีตการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เริ่มต้นจากการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อตอบปัญหาในสถานการณ์โลกจริง (Balka, 1974) และในเวลาต่อมาได้มีการพัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Mathematics Creative Problem Solving Ability Test: MCPSAT) ในประเทศเกาหลี (Kim et al., 2003) โดยการออกแบบสอบเป็นข้อคำถามปลายเปิด (open-ended problems) จำนวน 5 ข้อเพื่อทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน พบว่ามีค่าความเที่ยง .80 และมีการพิจารณาค่า internal validity ต่อมา Kim et al. (2003) ได้พัฒนาข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 8 ข้อ พบว่ามีการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของแบบสอบ โดยการหาค่าความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha method) มีค่า .73 โดยในการพิจารณาการตรวจให้คะแนนประกอบด้วย การให้คะแนนความคิด 3 ส่วนคือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม

จากการที่กล่าวมาข้างต้นการทดสอบการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องให้นักเรียนแสดงความคิดและเขียนแสดงวิธีการคิด กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จึงจำเป็นต้องมีการสร้างข้อสอบแบบสร้างคำตอบ เพราะเป็นแบบสอบที่ให้อิสระในการแสดงความคิด ส่งเสริมการจัดระเบียบความคิด การประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์ใหม่และความคิดสร้างสรรค์ได้ดีกว่าข้อสอบรูปแบบอื่น อีกทั้งสร้างได้ง่าย และเป็นเครื่องมือที่มีความตรงเชิงประจักษ์ในด้านการวัดความสามารถใช้ภาษาในการเขียนได้เป็นอย่างดี (Hopkins & Antes, 1990; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) การสร้างข้อสอบแบบสร้างคำตอบจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ปัจจุบันนิยมนำมาใช้วัดประเมิน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงออกได้หลากหลาย ทั้งคำตอบวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในสถานการณ์สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยการพัฒนาวิธีการหาคำตอบ

และสื่อสารวิธีการแก้ปัญหาของตนซึ่งจะต้องมีการแสดงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ จึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผล การสื่อสาร การแก้ปัญหา และแสดงความคิดสร้างสรรค์ แม้ข้อสอบแบบสร้างคำตอบจะเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ แต่ยังคงมีปัญหาในเรื่องของความเที่ยงต่ำ สิ้นเปลืองเวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจมาก (Chui & Wolfe, 2002; Coffman, 1971) และจุดอ่อนที่สำคัญที่สุดคือ การให้คะแนน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547) ความเป็นอัตนัยของการให้คะแนน (subjective) คะแนนที่ได้จึงแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของผู้ตรวจ Bachman, Lynch & Mason, 1993; Linacre, 1993; Turner, 2003; Lunz, Wright & Linacre, 1990; Smith & Kulikowich, 2004 อ้างถึงใน น้ำผึ้ง อินทเนตร (2554) ซึ่งสอดคล้องกับ Mehrens and Lehmann (1973) ที่กล่าวว่าเพื่อให้การตรวจแบบสอบมีความเที่ยงเพิ่มขึ้นผู้ตรวจควรใช้วิธีการตรวจที่เหมาะสมใช้เกณฑ์การตรวจกับนักเรียนทุกคน มีการออกแบบกฎเกณฑ์ในการให้คะแนน (scoring rubric) และควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อน เช่น ข้อสอบ ผู้ตรวจ โดยใช้ผู้ตรวจหลายๆคนในการตรวจข้อสอบแต่ละข้อแต่ละข้อแล้วจึงหาคะแนนเฉลี่ย (Mehrens & Lehmann, 1973) จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจจะเพิ่มความเที่ยงสูงขึ้น (Brennan, Gao, & Colton, 1995; Sudweed, Reeve, & Bradshaw, 2005; Swartz & et al., 1999) แต่จำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสมยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดเนื่องจากผลการศึกษายังพบข้อแตกต่าง

ด้วยเหตุที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาค่าความเที่ยงของแบบสอบเมื่อมีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด โดยผู้วิจัยศึกษาเงื่อนไขการทดสอบที่สำคัญ 2 ปัจจัย ได้แก่ จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจ พิจารณาค่าความเที่ยงจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability coefficient) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้เกี่ยวข้องในการเลือกใช้จำนวนข้อสอบ จำนวนผู้ตรวจและรูปแบบการออกแบบการตรวจให้คะแนนที่ให้ค่าความเที่ยงของคะแนนเหมาะสมประหยัดเวลาในการตรวจ จำนวนผู้ตรวจที่เพียงพอเหมาะสมและการนำไปใช้ที่สามารถให้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริงในทางปฏิบัติ เพื่อเป็นสารสนเทศประกอบการตัดสินใจในการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป

คำถามวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด มีคำถามวิจัยดังนี้

1. แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน ส่งผลต่อค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) หรือไม่ อย่างไร

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจ ตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) กับแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) จะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) หรือไม่ อย่างไร

3. แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของผลการวัดอย่างไร และควรเลือกจำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจรูปแบบใดทำให้เกิดความเที่ยงสูง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ

1) ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design)

2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design)

3. เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณลักษณะของความเที่ยงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้วิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนผู้ตรวจต่างกันประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดที่มีวิธีการออกแบบ 2 ฟาเซตได้แก่ จำนวนข้อสอบ (i) และจำนวนผู้ตรวจ (r) ผู้วิจัยพิจารณาคคุณลักษณะของคะแนนจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) เมื่อมีจำนวนข้อสอบและผู้ตรวจต่างกัน ผู้วิจัยนำผลการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานของงานวิจัย ดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีจำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจที่มากขึ้นจะทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงสูงขึ้นในทุกการออกแบบการตรวจให้คะแนน

2. ค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) จะมีค่าสูงกว่าการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design)

ขอบเขตการวิจัย

แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูปสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่อิงเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยใช้เนื้อหาในการสร้างจำนวน 3 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด และ สาระที่ 3 พีชคณิต ซึ่งแบบสอบต้องการให้ผู้สอบแสดงอิสระในการแสดงความคิด การจัดระเบียบความคิด การประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์ใหม่และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะสามารถวัดระดับผลการเรียนรู้ขั้นสูง และเป็นเครื่องมือที่มีความตรงเชิงประจักษ์ในด้านการวัดความสามารถใช้ภาษาในการเขียนได้เป็นอย่างดี (Hopkins & Antes, 1990; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) จึงพัฒนาแบบสอบในรูปแบบสอบความเรียง ซึ่งยังคงมีปัญหาในเรื่องของความเที่ยงต่ำ สิ้นเปลืองเวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจมาก (Chui & Wolfe, 2002; Coffman, 1971) ผู้วิจัยจึงศึกษาความแปรปรวนขององค์ประกอบหลัก ได้แก่ จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจโดยมีขอบเขตงานวิจัยดังนี้

1. ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

1.1 ตัวแปรอิสระ

1.1.1 แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญ 2 แหล่ง

1) จำนวนข้อสอบ (i) โดยสุ่มข้อสอบตามสาระทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 สาระ ได้แก่ ความน่าจะเป็น พีชคณิต จำนวนและการดำเนินการ

2) จำนวนผู้ตรวจ (r) โดยสุ่มจากผู้ตรวจที่ปฏิบัติการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปี หรือมีวิทยฐานะชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไป จำนวน 2 คนและผู้วิจัย

1.1.2 แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ

1) ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) หรือ pxixr design

2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) หรือ px (i:r) design

2.2 ตัวแปรตาม คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) หรือความเที่ยงของคะแนนแบบสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบสอบประเภทความเรียงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยเป็นข้อคำถามปลายเปิดที่มุ่งวัดกระบวนการเชิงพฤติกรรมที่มุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่โดยให้นักเรียนเขียนอธิบาย แสดงเหตุผล หรือแสดงวิธีการหาคำตอบที่มีวิธีการหรือขั้นตอนที่ชัดเจน หลากหลายและแปลกใหม่ เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยใช้เนื้อหาในการสร้างจำนวน 3 สาระ คือ สาระที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น สาระที่ 2 พีชคณิต และสาระที่ 3 จำนวนและการดำเนินการ โดยการสร้างข้อคำถามจะสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000)

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสวงหาคำตอบในการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ มีวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หลากหลาย สามารถสร้างวิธีแก้ปัญหาที่เป็นประโยชน์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) โดยแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) และขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach)

3. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำให้ข้อปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้มีความชัดเจนมากขึ้น โดยจะต้องทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา จากนั้นรวบรวมข้อมูลที่ได้ โดยมีตัวชี้วัดพฤติกรรมจากความสามารถในการบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และระบุประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโจทย์ที่กำหนดให้ได้ ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1 และ 3.2

4. ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องเสนอแนวทางแก้ปัญหาหลากหลายวิธี ซึ่งอาจจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างออกไปจากเดิมหรือเป็นวิธีการต่อยอดวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม โดยมีตัวชี้วัดพฤติกรรมจากความสามารถในการบอกความสามารถในการหาวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา โดยพิจารณาจากความคิดคล่อง คิद्यืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3

5. ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่ได้เสนอไว้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3 ว่าควรจะใช้วิธีการแก้ปัญหาใดจึงจะเหมาะสมที่สุด และมีการเขียนขั้นตอนการวางแผนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ โดยมีตัวชี้วัดพฤติกรรมจากความสามารถในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาและการเขียนขั้นตอนการวางแผนได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.4, 2.4 และ 3.4

6. ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในขั้นที่ 3 ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.4, 2.4 และ 3.4 ไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง โดยเริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย วิเคราะห์เป้าหมาย จนบรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหา ต้องทบทวนความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและวิธีการเลือกใช้ และมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยมีตัวชี้วัดพฤติกรรมคือ สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกแล้วมาพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือก พร้อมทั้งประเมินความถูกต้องของกระบวนการและตรวจสอบผลลัพธ์ได้ โดยพิจารณาจากความคิดละเอียดลออและการใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.5, 2.5 และ 3.5

7. ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบหลายประเภทและหลายทิศทาง ดังนั้นคะแนนความคิดคล่องซึ่งพิจารณาจากข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3 ของแต่ละข้อ ตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นดังนั้น คะแนนความคิดคล่อง คือ คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนวิธีการหาคำตอบ โดยให้คะแนนตามคู่มือการตรวจให้คะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยไม่คำนึงว่าวิธีการหาคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

8. ความคิद्यืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบหลายประเภทและหลายทิศทาง ดังนั้นคะแนนความคิद्यืดหยุ่นซึ่งพิจารณาจากข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3 ของแต่ละข้อ ตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นดังนั้น คะแนนความคิद्यืดหยุ่น คือ คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนประเภทของวิธีการหาคำตอบที่ไม่ได้อยู่ใน

ทิศทางเดียวกัน หรือคำตอบที่อยู่ในประเภทต่างกัน โดยให้คะแนนตามคู่มือการตรวจให้คะแนนแบบ สอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยไม่คำนึงว่าวิธีการหาคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

9. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดสิ่งแปลกใหม่ไม่ซ้ำใครซึ่ง พิจารณาจากข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3 ของแต่ละข้อ ตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นดังนั้นคะแนนความคิดริเริ่ม คือ คะแนนที่ได้โดย พิจารณาจากการตอบคำถามโดยไม่ใช้วิธีการคาดเดาคำตอบ หรือสุ่มตัวเลข โดยให้คะแนนตามคู่มือ การตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีเกณฑ์การให้ คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

10. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบโดยมีการ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ครอบคลุมละเอียดชัดเจน มีความ รอบคอบในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาจำกัด ดังนั้นคะแนนความคิดละเอียดลออซึ่งพิจารณาจากข้อ คำถามที่ 1.5, 2.5 และ 3.5 ของแต่ละข้อตามตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ดังนั้นคะแนนความคิดละเอียดลออ คือ คะแนนที่ได้จากการนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดชัดเจน โดยให้คะแนนตามคู่มือการตรวจ ให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ วิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยไม่คำนึงว่าวิธีการหาคำตอบนั้นจะซ้ำกับ ผู้อื่นหรือไม่

11. การใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง องค์ประกอบที่นักเรียนสามารถแสดง กระบวนการจัดการด้านจำนวน ข้อมูล นิพจน์ พีชคณิต สมการ หรือโดยประยุกต์แนวคิดหลักที่นำไปสู่ การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับปัญหาที่ถูกเปลี่ยนให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

12. ข้อสอบ หมายถึง ข้อของแบบสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีลักษณะของข้อสอบตามสาระทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ จำนวนและ การดำเนินการ พีชคณิตและความน่าจะเป็น โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 5 ข้อ รวม ทั้งหมด 15 ข้อ แต่ละข้อคำถามสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) คือ ข้อคำถามที่ 1 ของทุกข้อวัดความสามารถในการระบุ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ข้อคำถามที่ 2 ของทุกข้อวัดความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา ข้อคำถามที่ 3 ของทุกข้อวัดความสามารถในการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย ข้อคำถามที่ 4 ของทุกข้อ วัดความสามารถในการเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ และ ข้อคำถามที่ 5 ของทุกข้อ วัดความสามารถในการวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Treffinger et al., 2000)

13. ผู้ตรวจ หมายถึง ผู้วิจัยและครูผู้ตรวจให้คะแนนแบบสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไปทางด้านคณิตศาสตร์ มีประสบการณ์ในการ

สอนวิชาคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 10 ปีหรือครูที่มีวิทยฐานะชำนาญการ (คศ. 2) ขึ้นไปและผู้วิจัย ซึ่งได้รับการอบรม ซึ่งแจ้งวิธีการตรวจและกฎเกณฑ์การให้คะแนนจนมีความเข้าใจตรงกัน

14. การออกแบบการตรวจให้คะแนน หมายถึง วิธีการออกแบบวิธีการตรวจให้คะแนนแบบ สอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยในการศึกษาคั้งนี้มี 2 ลักษณะ คือ

1) ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) หรือ $p \times i \times r$ คือ เป็นการศึกษาเชิงสรุปอ้างอิง (G-study) ด้วยการออกแบบและวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจริงและความคลาดเคลื่อน 2 แหล่ง คือ จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจ ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 120 คนให้ทำข้อสอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ข้อ และให้ผู้ตรวจจำนวน 3 คนเป็นคนตรวจให้คะแนนข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน

2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) หรือ $p \times (i : r)$ คือ เป็นการศึกษาเชิงสรุปอ้างอิงด้วยการออกแบบและวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจริงและความคลาดเคลื่อน 2 แหล่ง คือ จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจ โดยศึกษา D-study หรือการศึกษาเชิงตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลจาก $p \times i \times r$ (Two-Facet Crossed Design) ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 120 คนให้ทำข้อสอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ข้อ และให้ผู้ตรวจจำนวน 3 คนเป็นคนตรวจให้คะแนน โดยผู้ตรวจแต่ละคนตรวจข้อสอบต่างข้อและไม่ซ้ำกันของผู้สอบทุกคน กล่าวคือ ผู้ตรวจแต่ละคนมีความชำนาญและเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่น ผู้ตรวจคนที่ 1 มีความเชี่ยวชาญในการตรวจให้คะแนนข้อที่ 1 จึงให้ผู้ตรวจคนที่ 1 ตรวจให้คะแนนข้อที่ 1 ของผู้สอบทุกคน ผู้ตรวจคนที่ 2 มีความเชี่ยวชาญในการตรวจให้คะแนนข้อที่ 2 จึงให้ผู้ตรวจคนที่ 2 ตรวจให้คะแนนข้อที่ 2 ของผู้สอบทุกคนและผู้ตรวจคนที่ 3 มีความเชี่ยวชาญในการตรวจให้คะแนนข้อที่ 3 จึงให้ผู้ตรวจคนที่ 3 ตรวจให้คะแนนข้อที่ 3 ของผู้สอบทุกคน เป็นต้น

15. ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด หมายถึง ทฤษฎีสำหรับการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory: G-Theory) ที่แสดงประสิทธิภาพการสรุปอ้างอิงผลของการวัดที่ได้จากแบบสอบไปยังคะแนนเฉลี่ยที่ผู้สอบแต่ละคนควรได้รับ ภายใต้สถานการณ์สอบและเงื่อนไขต่างๆของการวัด ที่จำแนกแหล่งความคลาดเคลื่อนได้หลายแหล่ง ซึ่งในงานวิจัยที่ศึกษานี้ศึกษา 2 แหล่ง คือ จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจ โดยจำนวนข้อสอบที่สนใจคือ 3,5,7,9 ,11, 13 และ 15 ข้อและจำนวนผู้ตรวจที่สนใจคือ 1, 2, 3 และ 4 คนประมาณค่าขนาดความแปรปรวนของผู้สอบ จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจ และประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงโดยรวมรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง (3-Way Anova)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ได้ผลและแนวทางการเลือกใช้จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสม รวมทั้งวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนนที่มีความเที่ยงสูงตามหลักของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
3. ได้สารสนเทศเพื่อเป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการเลือกใช้จำนวนผู้ตรวจและจำนวนข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับการตรวจให้คะแนน รวมทั้งวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนนที่มีความน่าเชื่อถือประหยัดเวลา ทรัพยากรและให้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริงในทางปฏิบัติ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด โดยผู้วิจัยแบ่งการศึกษาออกเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

- 1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 1.2 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์

ตอนที่ 2 การพัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 2.5 แนวทางการพัฒนาแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง

- 3.1 วิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method)
- 3.2 วิธีประเมินรวม (holistic method)

ตอนที่ 4 คุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง

ตอนที่ 5 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ

G – Theory

- 5.1 ความเป็นมาของทฤษฎี
- 5.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
- 5.3 แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น
- 5.4 คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
- 5.5 การออกแบบฟาเซต
- 5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตอนที่ 1 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ถูกพัฒนาขึ้นเกิดจากแนวคิดของ Osborn ในปี ค.ศ.1953 (Isaksen & Treffinger, 2004) มีการวิจัยและตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการ ที่มีการให้ความหมายหลายมุมมอง ทำให้เป็นที่รู้จักและเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการจัดการศึกษา ทั้งยังเกี่ยวข้องกับทักษะการสอนการคิดแก่นักเรียน (Treffinger, Isaksen, & Dorval, 2005) โดยสรุปนิยามได้ดังนี้

Arbesman และ Puccio (2001) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นการผสมผสานระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดวิจารณ์ญาณ (Arbesman & Puccio, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับ Lewin และ Reed (1998) และเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2551) คือ การคิดสร้างสรรค์ที่ประกอบด้วย การสร้างความคิดที่หลากหลาย ช่วยขยายกรอบความคิด ส่วนการคิดวิจารณ์ญาณคือการเชื่อมโยงเหตุผลเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาผลกระทบ และทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา (Lewin & Reed, 1998; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2554)

D'Zunrilla และ Goldfriend (1971) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชิงพฤติกรรม ซึ่งรวมทั้งพฤติกรรมภายนอกและพฤติกรรมทางปัญญาซึ่งนำมาซึ่งการคิดสร้างทางเลือกต่างๆ เพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหาที่พบอยู่

Mitchell และ Kowalik (1990) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการ วิธีการระบบในการแก้ปัญหาโดยอาศัยการจินตนาการ ที่ผลการคิดแก้ปัญหาพิสูจน์ได้จากการลงมือปฏิบัติ

Treffinger (2005) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยผ่านกรอบทฤษฎีการพัฒนาและวิเคราะห์การแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2541) หมายถึง รูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่วางโครงสร้างไว้เป็นอย่างดี มีความมุ่งหมายให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาที่ยุ่งยากโดยมีทางออกในรูปแบบใหม่ และมีประสิทธิภาพ

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2546) หมายถึง การคิดที่มุ่งค้นหาคำตอบ และวิธีการที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม คุณค่าและเป็นประโยชน์ประกอบด้วยความคิดเอกนัย (convergent thinking) และอเนกนัย (divergent thinking) รูปแบบและวิธีการที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เป็นความสามารถทางการคิดที่มีกระบวนการครบวงจรจนได้คำตอบกล่าวคือ เริ่มจากขั้นแรกของการรับรู้และตระหนักถึงปัญหาที่มีอยู่ไปสู่ขั้นขอการประมวลความรู้ใหม่ในแง่มุมมองของการแก้ปัญหา ขั้นตอน

การสรุปตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาที่เหมาะสม จนถึงขั้นสุดท้ายคือ การสามารถสื่อสารความคิด และวิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ให้เป็นที่ยอมรับและมีแผนปฏิบัติการเกิดขึ้น

สิทธิชัย ชมพูพาทย์(2554) หมายถึง กระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาสถานะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์ และการคิดวิจารณ์ญาณ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยให้คิดลึก และหลากหลายที่สุด ปราศจากการตัดสิน ความคิดต่างๆ ว่าดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่ง พิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ ในการเลือกรับ ประเมินวิธีการแก้ปัญหา วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา นำไปแก้ปัญหาโดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้ ครอบคลุมตนเองได้เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาคด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์

สมศักดิ์ ภูวิภาตววรรณ(2544) หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์ขั้นทุติยภูมิ คือ การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ที่มีความแปลกใหม่หลากหลาย ได้จากการคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านการคิดคล่อง คิดริเริ่ม และคิดยืดหยุ่น ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นปฐมภูมิ แล้วจึงพิจารณานำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นทุติยภูมิ

จากการวิเคราะห์ความหมายของนักวิชาการดังที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายของการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ได้ว่าเป็น กระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหาโดยมีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน มีการประยุกต์ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ให้มีวิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหา กล่าวคือ มีความคิดคล่องแคล่ว คิดริเริ่ม และคิดยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และมีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ กล่าวคือ สามารถเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาย่างมีเหตุผลจนได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

1.2 กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทั่วไปไว้อย่างหลากหลายซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Hutchinson (1949 อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2535) เสนอลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (The stage of preparation) เป็นขั้นการรวบรวมประสบการณ์เก่าๆ รู้จักการลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นครุ่นคิด (The stage of frustration) เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่างๆ เช่น ความกระวนกระวาย ตึงเครียด อันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้นแต่ยังคิดไม่ออก

ขั้นที่ 3 ขั้นของการเกิดความคิด (The period of moment insight) เป็นระยะที่เกิดความคิดชั่วแวบขึ้นทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหาคหรือเป็นการค้นพบคำตอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์ (The stage of verification) เป็นระยะตรวจสอบ ประเมินผลว่าวิธีแก้ปัญหาที่คิดไว้ใช้ได้หรือไม่

Anderson (1975) อธิบายกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การมีความสนใจและรู้ถึงความต้องการของจิตใจและสมอง

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์และเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 3 การไตร่ตรองถึงการวางแผน โครงสร้างและรูปแบบของงาน

ขั้นที่ 4 การเกิดจินตนาการ ซึ่งเป็นผลจากขั้นตอนที่ 1-3

ขั้นที่ 5 การดำเนินการสร้างจินตนาการออกมาให้เห็นเป็นความจริง รวมทั้งแสดงผลให้เห็น

ชัดเจน

Torrance (1988) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Process) แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนสรุปได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นพบความจริง (Fact - Finding) ในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวลใจมีความสับสนวุ่นวาย (Mess) เกิดขึ้นในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้ก็พยายามตั้งสติ และพิจารณาว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือสิ่งๆ ที่ทำให้เกิดความกังวลใจคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem - Finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสนหรือสิ่งๆ ที่ทำให้เกิดความกังวลใจ

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นก็จะพยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้น และรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - Finding) ในขั้นนี้จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ยอมรับการค้นพบ (Acceptance - Finding) ขั้นนี้จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร และต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหา หรือการค้นพบยังไม่จบตรงนี้ แต่ผลที่ได้จากการค้นพบจะไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิด หรือสิ่งใหม่ๆ ที่เรียกว่า New Challenges

Osborn (1957) ได้ขยายกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็น 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเห็นปัญหา (Orientation) เป็นการระบุหรือทราบประเด็นของปัญหา

ขั้นที่ 2 การเตรียมตัว (Preparation) เป็นขั้นเตรียมการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นคิดพิจารณาและแจกแจงข้อมูล

ขั้นที่ 4 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) เป็นขั้นในการหาทางเลือกต่างๆ เป็นขั้นพิจารณา

อย่างละเอียดรอบคอบและหาทางที่เป็นไปได้ไว้หลายๆทาง

ขั้นที่ 5 การครุ่นคิดหรือการฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจว่างและในที่สุดเกิดความคิดกระจ่างขึ้น

ขั้นที่ 6 การสังเคราะห์ (Synthesis) ขั้นในการบรรจุความคิดต่างๆเข้าด้วยกัน ซึ่งบางครั้งอาจเกิดในขั้นครุ่นคิดหรือการฟักตัวก็ได้

ขั้นที่ 7 การพิสูจน์หรือการทดสอบ (Verification) เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และในปี ค.ศ. 1966 Osborn และ Parnes ได้ลดจำนวนขั้นตอนลงเหลือ 5 ขั้นตอน (Osborn, 1957)

Osborn และ Parnes (1966 อ้างถึงใน นฤมล จันทรสุขวงศ์, 2551) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะมีวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างกันออกไป มีความสลับซับซ้อนและค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุด แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาความจริง (Fact finding) เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไมและอย่างไร

ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหา (Problem finding) เป็นขั้นพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลายของปัญหา แล้วจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุด เป็นประเด็นสำหรับการค้นหาวิธีการแก้ไขต่อไป

ขั้นที่ 3 การค้นหาความคิด (Idea finding) เป็นขั้นการระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระ โดยไม่ได้พิจารณาถึงความเหมาะสม

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Solution finding) เป็นขั้นพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีที่หาได้ในขั้นที่ 3 โดยใช้ความประหยัด รวดเร็วเป็นเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 5 การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (Acceptances finding) เป็นขั้นพิสูจน์ให้เห็นว่าวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้นนำไปใช้ได้จริง โดยการแสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลที่เกิดขึ้น

Wallach (1965) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์เกิดจากการคิดสิ่งใหม่ๆ โดยการลองผิดลองถูก (trial and error) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) ขั้นนี้เป็นการเตรียมข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการระบุปัญหา ข้อเท็จจริง หรือการกระทำที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นระยะบ่มเพาะความคิด (incubation) เป็นขั้นที่ความคิดุ่นวาย สับสน ระหว่างข้อมูลเก่าและใหม่ ปราศจากความเป็นระเบียบ ไม่สามารถสรุปความคิดได้จึงปล่อยความคิดนั้นไว้เฉยๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นความคิดกระจ่างชัด (illumination) เป็นขั้นที่ความคิดสับสนได้รับการเรียบเรียง และเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ทำให้เห็นภาพรวมของความคิด เกิดความกระจ่างชัด สามารถมองเห็น ภาพพจน์ มโนทัศน์ของความคิดได้

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (verification) คือ ขั้นที่รับความคิดเห็น จาก 3 ขั้นตอนข้างต้นมาพิสูจน์ว่าจริงและถูกต้อง

Jungs (1963 อ้างถึงใน ภัทรภร แสงไชย, 2551) ได้อธิบายถึงวิธีการสร้างสรรค์ในลักษณะที่ คล้ายคลึงกันโดยเสนอวิธีการคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ขั้น และเรียกขั้นเหล่านั้นว่า “ห้าขั้นแห่งการสร้าง ความคิด” ดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิดรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่ใช้ใจคิดรวบรวมวัตถุดิบต่างๆ คิดถึงข้อมูลต่างๆ ทุก อย่างที่เรากระทำ พยายามใช้ความคิดกับสิ่งต่างๆ เหล่านี้กันอย่างกระตือรือร้น

ขั้นที่ 2 กระบวนการใช้วัตถุดิบ เป็นขั้นที่คิดถึงข้อมูลต่างๆ ที่ได้รวบรวมอยู่ในใจส่งผลจากการ กระทำนั้นจะเป็นที่สนใจและได้รับประโยชน์หรือไม่

ขั้นที่ 3 การทำใจให้ว่าง เป็นขั้นของการหยุดคิดแล้วทำจิตใจให้ว่าง ลืมปัญหาต่างๆ แล้วไป สนใจกับสิ่งอื่นๆ ปล่อยให้กลไกความคิดทำงานต่อไป

ขั้นที่ 4 การคิดคำตอบได้ เป็นขั้นที่เกิดความคิดแวบเข้ามา บางครั้งความคิดอาจหลังไหลเข้า มาโดยไม่คาดฝัน อาจเป็นเวลาไหนก็ได้

ขั้นที่ 5 วิพากษ์วิจารณ์ เป็นขั้นที่ต้องใช้เวลาวิพากษ์วิจารณ์อย่างจริงจังต่อความคิดที่คิดได้ พยายามจัดความคิดนั้นให้เป็นรูปร่างเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือทำงานได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการ พัฒนา ความคิดใหม่ขึ้นมา

Davis (1983 อ้างถึงใน สรวงสุตา ปานสกุล, 2545) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ว่าเป็นการเริ่มต้นด้วยการมีปัญหาที่เรียกว่า ความยุ่งเหยิง (Mess) แบ่งออกเป็นขั้นๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาความจริง (Fact Finding) ในขณะที่เกิดปัญหา ทำให้เกิดความวิตกกังวล ก็ ต้องพยายามหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น

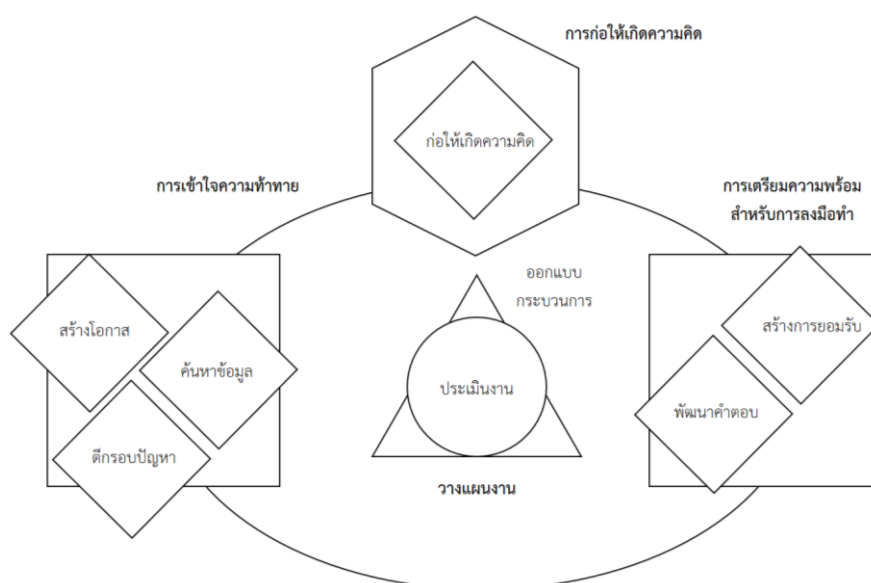
ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหา (Problem Finding) จากขั้นที่ 1 เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาแล้ว ในขั้นนี้จะพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลาย เลือกมูลเหตุที่สำคัญเป็นประเด็นสำหรับค้นหา วิธีแก้ไขต่อไป

ขั้นที่ 3 การค้นหาความคิด (Idea Finding) เมื่อได้ประเด็นปัญหาจากขั้นที่ 2 แล้ว ในขั้นนี้เป็น การระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหให้ได้มากที่สุด โดยไม่มีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Solution Finding) เป็นขั้นตอนของการพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่ เหมาะสมที่สุดที่หาได้ในขั้นที่ 3 โดยเริ่มแรกจะต้องหาหลักเกณฑ์ในการเลือก เช่น ความประหยัด ความรวดเร็ว เป็นต้น เมื่อได้หลักเกณฑ์แล้วก็นำไปใช้พิจารณาคัดเลือกวิธีแก้ปัญหที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 5 การค้นหาคำตอบ (Acceptance Finding) ขั้นตอนนี้เป็นการนำวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในขั้นที่ 4 มาพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง รมทั้งหารเผยแพร่ความคิดนั้นให้ผู้อื่นลองปฏิบัติเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

Treffinger, Selby และ Isaksen (2004, 2005) ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์โดยอาศัยแนวคิดของ Osborn (1952, 1953) เนื่องจากหลายลักษณะของงานได้พัฒนาบนพื้นฐานของการวิจัยและพัฒนาต่อเนื่อง โดยได้สร้างแบบจำลอง (model) ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ และ 8 ขั้นตอนที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความจริงซึ่งผู้แก้ปัญหาจะเข้าและออกจากกระบวนการตามระดับความพร้อมและความเข้าใจในสถานการณ์ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) เวอร์ชัน 6.1TM © 2000. Creative Problem Solving Group and Center for Creative Learning; reproduced by permission.

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจกับความท้าทาย (Understanding the Challenge) ประกอบด้วยความพยายามอย่างเป็นระบบที่จะกำหนดสร้างหรือมุ่งประเด็นไปที่ความพยายามในการแก้ปัญหาโดยในขั้นนี้จะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาที่มีความชัดเจนมากขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1) การสร้างโอกาส (Constructing Opportunities) จะรวมถึงการสร้างโอกาสทั่วไป การสรุป และการบรรยายที่เป็นประโยชน์ซึ่งจะช่วยให้ในการกำหนดทิศทางสำคัญสำหรับความพยายามในการแก้ปัญหาและทำความเข้าใจกับปัญหา

2) การค้นหาข้อมูล (Exploring Data) รวมถึงการสร้างและการตอบคำถามซึ่งนำไปสู่ข้อมูลที่สำคัญ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ผู้แก้ปัญหาพัฒนาความเข้าใจกับสภาพปัญหาในสถานการณ์ปัจจุบันซึ่งจะสามารถทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น

3) การกำหนดกรอบของปัญหา (Framing Problem) เกี่ยวข้องกับการค้นหาคำถามที่เฉพาะเจาะจงหรือคำถามเป้าหมายและมุ่งไปสู่ความพยายามที่จะค้นหาคำตอบ กล่าวคือการระบุปัญหาที่แท้จริงทำให้สามารถมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 การก่อให้เกิดความคิด (Generating Ideas) ประกอบด้วย การก่อให้เกิดทางเลือกที่หลากหลายสำหรับการตอบสนองต่อปัญหา กล่าวคือ ในขั้นตอนของการก่อให้เกิดความคิด ผู้แก้ปัญหาจะเกิดความคิดที่หลากหลายหรือคิดคล่อง (fluent thinking) คิดหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ในหลายทิศทาง ที่เป็นไปได้หรือคิดยืดหยุ่น (flexible thinking) ความคิดที่แปลกใหม่ไปจากเดิม หรือคิดริเริ่ม (original thinking) หรือความคิดละเอียดลออ (elaborative thinking) ในขั้นตอนนี้จะมีการตรวจสอบ พิจารณา รวมกลุ่ม และตัดเลือกความคิดที่สามารถคาดหวังได้

ขั้นที่ 3 การเตรียมความพร้อมสำหรับการลงมือปฏิบัติ (Preparing for Action) ผู้แก้ปัญหาจะเตรียมความพร้อมสำหรับการลงมือปฏิบัติเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับการพัฒนาทางเลือกที่คาดหวังและมีการวางแผนสำหรับการนำไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือการพัฒนาคำตอบ (Developing Solutions) และการสร้างการยอมรับ (Building Acceptance)

1) การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Developing Solutions) คือ การเลือกทางเลือกที่เหมาะสม โดยในกระบวนการนี้หากมีจำนวนทางเลือกที่สำคัญที่หลากหลายอาจจัดทำให้อยู่ในรูปที่กะทัดรัดจนสามารถจัดการได้ หากมีจำนวนทางเลือกน้อย ความท้าทายจะอยู่ที่การแก้ไขหรือการพัฒนาแต่ละทางเลือกให้มีความแข็งแกร่งมากขึ้นเท่าที่จะสามารถทำได้ ขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับความสำคัญของจำนวนตัวเลือกที่เป็นไปได้ โดยการใช้การวิเคราะห์ กลั่นกรอง จัดลำดับและประเมินทางเลือกที่หลากหลาย

2) การสร้างการยอมรับ (Building Acceptance) คือ การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ เกี่ยวข้องกับการค้นหาแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ ระบุปัจจัยที่เป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบต่อการใช้แล้วสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างประสบความสำเร็จ จุดมุ่งหมายเพื่อช่วยเตรียมความพร้อมสำหรับปรับปรุงการแก้ปัญหาให้ได้การยอมรับและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ สถานการณ์จริงและสามารถแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning Your Approach) เป็นการพิจารณาแนวความคิดการแก้ปัญหาไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การประเมินภาระหน้าที่ (Appraising Tasks) และ การออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Design Process)

1) การประเมินภาระหน้าที่ (Appraising Tasks) เป็นทางเลือกในการทำงาน (Promising Choice) ที่ผูกพันเกี่ยวข้องกับความมุ่งหมายของการแก้ปัญหา มุ่งใช้ประโยชน์จากคนทรัพยากร และวิธีการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ โดยพิจารณาจากขั้นตอนของการสร้างการยอมรับ (Building Acceptance)

2) การออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Design Process) เป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับความต้องการของบุคคลและงานเพื่อวางแผนการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยพื้นฐานของความต้องการที่แท้จริงจะสร้างความคุ้มค่าและประสิทธิผล กล่าวคือ มีการวางรายละเอียดของกิจกรรมและจัดสรรบุคคลให้สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) สังเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อใช้เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ใช้ในงานวิจัย โดยใช้ภาษาขึ้นใหม่และครอบคลุมกิจกรรมให้มีความชัดเจน โดยกล่าวว่ากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ไขสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์หรือเป็นขั้นตอนของการบรรลุความต้องการ หรือวัตถุประสงค์โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ญาณ กล่าวคือ ผู้แก้ปัญหจะใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดวิธีการแก้ปัญหาให้ลึกและมีความหลากหลายโดยปราศจากการตัดสินว่าดีหรือถูกต้องหรือไม่ จากนั้นจึงประเมินและเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้นมาวางแผนการแก้ไขปัญหานั้นเบื้องต้น บริบทและทรัพยากรที่มีอยู่และนำแผนการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ โดยเชื่อมั่นว่าสามารถแก้ปัญหาและกำกับตนเองขณะทำการแก้ปัญหาได้ เพื่อสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การเข้าถึงปัญหา เป็นขั้นตอนของการทำความเข้าใจ รับรู้ความท้าทายที่จะแก้ปัญหา จากสถานการณ์ การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างรอบด้าน การระบุปัญหาที่แท้จริงและวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถเลือกใช้ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือใช้ทุกขั้นตอนตามความชัดเจนของปัญหา ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1) การเห็นความสำคัญ เป็นขั้นตอนการระบุและอธิบายความสำคัญของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในมุมมองของตนเองและผู้อื่น การสร้างความคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

2) การสำรวจข้อมูล เป็นการศึกษารายละเอียดของสถานการณ์หรือการสืบค้นข้อมูล เพื่อให้สถานการณ์มีความชัดเจน ประกอบด้วย การศึกษาลักษณะและสาเหตุของสถานการณ์ที่เป็นปัญหา รวมถึงความเกี่ยวข้องกับปัญหาอื่น โดยใช้การสำรวจข้อมูล ประเมินและเลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

3) การระบุปัญหา เป็นการตัดสินว่าสถานการณ์ที่ศึกษานั้น ปัญหาใดเป็นปัญหาที่ต้องนำมาแก้ไขหรือเรียกว่า เป็นปัญหาที่แท้จริง พร้อมกับวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การคิดวิธีการแก้ปัญหา เป็นการคิดหาวิธีแก้ปัญหามากที่สุด โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดนั้นถูกหรือผิด ใ้หรือไม่ใช่ รวมถึงการรับวิธีการแก้ปัญหาจากแนวคิดการแก้ปัญหาของผู้อื่น

ขั้นที่ 3 การเลือกและเตรียมการ คือ การทำให้วิธีการแก้ปัญหามีความชัดเจนในการปฏิบัติมากยิ่งขึ้น โดยการประเมินวิธีการแก้ปัญหานั้นได้วิธีการที่ดีที่สุด จากนั้นจึงพิจารณาสิ่งสนับสนุนและอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นตอนนี้

1) การเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นการคัดเลือกวิธีแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา

2) การคาดการณ์ผลกระทบ เป็นการระบุเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นทั้งที่เป็นอุปสรรคและสิ่งสนับสนุนในระหว่างการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การวางแผนการแก้ปัญหา คือ การวางแผนทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความสามารถและข้อจำกัดของบุคคล รวมถึงบริบท เงื่อนไข ทรัพยากร และอุปสรรค โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การประเมินงาน เป็นการระบุแนวทางและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา ภายใต้ เงื่อนไข ข้อจำกัด บริบท ข้อมูล หรือสิ่งสนับสนุนในการแก้ปัญหา

2) การออกแบบกระบวนการ เป็นการวางขั้นตอนและกิจกรรมการแก้ปัญหาจากแนวทางและทรัพยากรที่มีอยู่และแบ่งหน้าที่สมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 การลงมือปฏิบัติ เป็นการนำแผนที่วางไว้ปฏิบัติจริง มีการกำกับตนเองในการแก้ปัญหา การเปรียบเทียบกิจกรรมและผลการแก้ปัญหากับเป้าหมายที่วางไว้ มีการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหา เมื่อการแก้ปัญหาเป็นไปตามที่วางแผนไว้ก็ให้การเสริมแรงแก่ตนเอง ซึ่งขั้นตอนนี้ประกอบด้วย

1) การลงมือปฏิบัติ เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผน สังเกต และสะท้อนระหว่างการแก้ปัญหา รวมทั้งปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

2) การเผชิญปัญหา เป็นการกำกับตนเองระหว่างการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของตน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การควบคุมและการเสริมแรง

จากการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์พบว่า เป็นกระบวนการในการแสวงหาคำตอบในการแก้ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และมีความแตกต่างแปลกใหม่ไปจากเดิมกล่าวคือ มีความคิดสร้างสรรค์สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ โดยกรมวิชาการ (2535) และ สรวงสุดา ปานสกุล (2545) กล่าวว่ากระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์มีลักษณะกระบวนการแก้ปัญหาคือคล้ายคลึงกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ การเกิดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์และการสรุปผล ซึ่งมีลักษณะเด่นประการหนึ่ง คือ การยอมรับและค้นพบคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

| | Hutchinson (1949) | Osborn (1957) | Torroance (1988) | Wallas (1965) | Aderson (1975) | Jungs (1963) | Treffinger et al. (2000) | ลิทธิชัย (2554) |
|----------------------------|--|---|--|---|--|---|--|--------------------------|
| 1.การค้นหาคความจริง | 1.ขั้นเตรียมรวบรวมข้อมูลตั้งสมมติฐาน | 1.การชี้ปัญหา-ระบุปัญหา 2.การเตรียมและรวบรวมข้อมูล | 1.การค้นพบความจริงเริ่มมีความรู้สึกสับสนวนวายอยู่ในใจ | 1.ขั้นเตรียมการรวบรวมข้อมูล | 1.สนใจและรู้สึกถึงความต้องการของจิตใจและสมอง 2.รวบรวมข้อมูล | 1.รวบรวมข้อมูล | 1.การทำความเข้าใจกับความท้าทาย 1) การสร้างโอกาส | 1. การเข้าถึงปัญหา |
| 2.การค้นหาคปัญหา | 2.ขั้นครุ่นคิดมีอารมณ์ต่างๆ เรื่องจากครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหาแต่ยังแก้ไม่ออก | 3.การวิเคราะห์ 4.การใช้ความคิดคัดเลือกข้อมูล | 2.การค้นพบปัญหาพิจารณาด้วยความรู้สึกสัมพันธ์ถึงปัญหาระดับสูง วิตกกังวล วนวนเวียนสืบสนและพบว่านั่นคือปัญหา | 2.ขั้นความคิดครุ่นระยะวนวายสืบสน แก้ไขปัญหาไม่ได้ | 3.เตรียมถึงการวางแผนโครงสร้างและรูปแบบของงาน | 2. ขบวนการทำข้อมูลให้กระจ่าง ทบทวนและวิเคราะห์ข้อมูล 3. ทำให้ใ้หวัง ยังคิดไม่ออกจึงล้มปัญหาไว้ชั่วคราว แต่ปล่อยให้จิตใจได้พักผ่อน กลไกคิดทำงาน | 2) การค้นหาข้อมูล 3) การกำหนดกรอบของปัญหา | 2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา |

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

| | Hutchinson (1949) | Osborn (1957) | Torroance (1988) | Wallas (1965) | Aderson (1975) | Jungs (1963) | Treffinger et al. (2000) | ลิทธิชัย (2554) |
|-------------------|--|---|---|--|--|---|--|-----------------------------|
| 3.การค้นพบ | 3. ขั้นตอนการเกิดของ ความคิดของตนเองเห็น วิธีการแก้ปัญหา ค้นพบคำตอบ | 5. การคิดและการทำ ให้ความคิดกระจ่างชัด ขึ้น | 3. การค้นพบคำตอบ ตั้งสมมติฐาน และ รวบรวมข้อมูลเพื่อ ทดสอบสมมติฐาน | 3. ขั้นความคิด กระจ่างชัด เรียบ เรียงข้อมูล เชื่อมโยงสิ่งต่างๆ ให้สัมพันธ์ให้เกิด ภาพพจน์ | 4. เกิดจินตนาการ | 4. คิดคำตอบได้ | 2. การก่อให้เกิด ความคิด การ ก่อให้เกิด ทางเลือกที่ หลากหลาย สำหรับการ ตอบสนองต่อ ปัญหา | 3. การเลือกและ เตรียมการ |
| 4.การค้นพบ | 4. ขั้นพิสูจน์ ตรวจสอบ ประเมินผลว่าวิธี แก้ปัญหาที่คิดใช้ได้ หรือไม่ | 6. การสังเคราะห์ กร รวบรวมบรรจุ ขึ้นส่วนต่างๆเข้า ด้วยกัน | 4. การค้นพบคำตอบ พบ คำตอบจากการทดสอบ สมมติฐาน | 4. ขั้นทดสอบและ พิสูจน์ให้เห็นจริง พิสูจน์สิ่งที่คิดได้ เพื่อนำผลที่ได้ไป ใช้ต่อไป | 5. สร้าง จินตนาการและ แสดงผลให้เห็น ชัดเจน | 3. การทดสอบ | 3. การเตรียม ความพร้อม สำหรับการลงมือ ปฏิบัติ | 4. การวางแผน การแก้ปัญหา |
| 5.การค้นพบ | 5. ขั้นการ ประเมินผล ประเมินสิ่งที่ รวบรวมคิดไว้ว่า ถูกต้องหรือไม่ | 7. การประเมินผล ประเมินสิ่งที่รวบรวม และคิดได้ว่าถูกต้อง หรือไม่ | 5. ยอมรับผลจากการ ค้นพบ ยอมรับ และ เผยแพร่ผลที่ได้อันเป็น แนวทางไปสู่การค้นสิ่ง ใหม่ต่อไป | 5. นำผลที่ได้ไปใช้ ต่อไป | 6. รวบรวม ความคิด และ แสดงออกมาเป็น รูปของผลงาน | 5. วิพากษ์วิจารณ์ ประเมินความคิดที่ได้ | 4. การวางแผน การปฏิบัติ | 5. การลงมือ ปฏิบัติ |

จากการสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์พบว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีขั้นตอนในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์ต่างๆ จำนวน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การค้นหาความจริง เป็นขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นมูลเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยมีการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย อะไร ที่ไหน ทำไมและ อย่างไร 2) การค้นหาปัญหา เป็นขั้นตีกรอบปัญหาโดยจะเป็นขั้นตอนของการพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบเหตุของปัญหาทั้งหลายแล้วจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกมูลเหตุที่มีความสำคัญที่สุดเพื่อเป็นประเด็นสำหรับการค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาต่อไป 3) การค้นหาความคิด เป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดทางเลือกที่หลากหลายแปลกใหม่ และเป็นไปได้ เน้นปริมาณการหาวิธีการคิด สำหรับการตอบสนองต่อปัญหา 4) การค้นหาคำตอบ เป็นการพิจารณาตรวจสอบ คัดเลือกแนวทางความคิดสำหรับการตัดสินใจเพื่อเลือกเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล บอกข้อดี ข้อเสียของวิธีแก้ปัญหานั้นและ 5) การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ เป็นขั้นตอนของการพัฒนาคำตอบที่ก้าวไปสู่คำตอบที่เป็นไปได้และสามารถนำคำตอบมาพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์จริงดังนั้นจะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ โดยในงานวิจัยเลือกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) ซึ่งมีความเหมาะสมและสามารถนำไปประยุกต์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

Anderson (1975) กล่าวว่า เมื่อบุคคลประสบปัญหาจะต้องใช้ความคิดและจินตนาการในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาได้ก็จะรวบรวมแนวคิดไว้เป็นประสบการณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในครั้งต่อไป โดยจะเลือกสิ่งที่ดีที่สุดจากประสบการณ์มาแก้ปัญหา หากไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้จึงใช้ความคิดสร้างสรรค์เข้ามามีส่วนร่วมในการเสนอแนวคิดใหม่

Gagne (1985) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นรูปแบบหนึ่งในการแก้ปัญหาซึ่งเกี่ยวข้องกับการผสมผสานความคิดจากความรู้ต่างๆ โดยถือว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาระดับสูง

Guilford (1967 อ้างถึงในภัทรภร แสงไชย, 2551) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เป็นผลของความคิดที่คล้ายกันโดยความคิดสร้างสรรค์จะแทรกอยู่ในช่วงวัยของการคิดแต่การแก้ปัญหาจะอยู่ในช่วงสุดท้ายของการคิด ซึ่งเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหา

Lumsdaine (1991) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานที่ทำให้คนคิดแก้ปัญหาได้โดยจะเป็นตัวช่วยปรับกระบวนการหรือวิธีแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ มีความยืดหยุ่น มีเหตุผลกับแต่ละสภาพปัญหาทำให้การแก้ปัญหาไม่เป็นสูตรสำเร็จตายตัว

จากที่กล่าวมาสรุปการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ซึ่งและกัน กล่าวคือ ในการแก้ปัญหาจะต้องมีส่วนหนึ่งของความคิดที่เป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ โดยเมื่อพบเห็นปัญหาต้องมีการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหาใหม่ๆที่มีความหลากหลายได้อย่างเหมาะสม แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 การพัฒนาแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาแบบสอวัตการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์การประเมินการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาแบบวัตความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีการศึกษางานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้เสนอเป็นลำดับดังนี้

2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามซึ่งบุคคลต้องใช้สาระความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที สถานการณ์คำถามจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาคำตอบ บางสถานการณ์เป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจจะไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่นๆก็เป็นได้ (Baroody, 1993)

2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีการพิจารณาแบ่งในมิติที่ต่างกัันดังนี้

Polya (1957) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปเชิงปริมาณวิธีการหรือคำอธิบายเหตุผล

2) ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ

Charles et. al (1987) กล่าวถึงปัญหาที่ควรสอนมี 4 ประเภท ดังนี้

1) ปัญหาขั้นตอนเดียว (One-step problem) เป็นปัญหาที่นักเรียนต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณหรือหาร

2) ปัญหาหลายขั้นตอน (Multi – step problem) เป็นปัญหาที่มีจำนวนของการดำเนินการมากกว่าหนึ่งตัว

3) ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์โดยการเลือกการดำเนินการได้ทันที แต่จะต้องใช้กระบวนการต่างๆช่วย เช่น การทำให้ปัญหาลง่ายขึ้น การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนกราฟ การเขียนแผนภาพ เป็นต้น

4) ปัญหาการประยุกต์ (Applied problem) หรือปัญหาเชิงสถานการณ์ (Situational problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามักต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหามักเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งต้องใช้วิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย

Reys et. al (1992 อ้างถึงในอาพันธ์ชนิต เจนจิต, 2546) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problem) เป็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเป็นเรื่องราว มีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อนนักและคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามักเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาแล้ว

2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน เป็นปัญหาแปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญห โดยจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์หลายอย่างเข้ามาประมวลเพื่อกำหนดวิธีแก้ปัญห

ปัญหาที่ควรนำมาใช้ในการฝึกการแก้ปัญหาล้วนใหญ่ควรมีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบหรือแนวทาง วิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี (Becker & Shimada, 1997; Hancock, 1995) แปลกใหม่ซับซ้อน นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน ดึงดูดความสนใจ ทำทลายความสามารถ เกี่ยวข้องกับชีวิต มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน มีความเชื่อมโยงกับบทเรียน สามารถหาคำตอบหรืออธิบายวิธีการหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้พื้นฐาน และบางปัญหาสามารถสอดแทรกความรู้หรือใช้เป็นสื่อจุดประกายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

ดังที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าการแบ่งประเภทปัญหาทางคณิตศาสตร์และแนวทางการเลือกปัญหาที่ควรนำมาใช้ในการฝึกการแก้ปัญหามีขึ้นอยู่กับการแบ่ง เช่น พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ความซับซ้อนของปัญหา เป็นปัญหากระบวนการ ปัญหาประยุกต์ ซึ่งเป็นทั้งปัญหาให้ค้นหาและปัญหาให้พิสูจน์ที่ต้องแสดงเหตุผลและปัญหาที่ผู้แก้ต้องใช้กระบวนการคิดระดับสูง สามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหามากหลายวิธี เพื่อเป็นการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหามathematics

2.3 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ยุทธวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยในการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จซึ่งผู้แก้ปัญหามustเลือกและประยุกต์วิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยปัญหาหนึ่งอาจจะมีแนวทางยุทธวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลาย โดยครูจะเป็นผู้แนะนำวิธีการเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมกับปัญหา ซึ่งเมื่อนักเรียนมีวุฒิภาวะมากขึ้นจะสามารถชี้เหตุผลในการตัดสินใจเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ ซึ่งยุทธวิธีแก้ปัญหาที่สำคัญได้แก่ เดาและตรวจสอบ ประเมินคำตอบ เขียนภาพหรือแผนภาพ สร้างตัวแบบ ลงมือปฏิบัติ แจกแจงรายการ สร้างตาราง ค้นหารูปแบบ นึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน ทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย ใช้ตัวแปร ให้เหตุผลและทำย้อนกลับ (Kennedy & Tipps, 1994; Polya, 1957; Rays, Snyder & Lindquist, 1995; Troutman & Lichtenberg, 1995 อ้างถึงใน อาพันธ์ชนิด เจนจิต, 2546)

1. เดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหากำหนดให้สัมพันธ์กับประสบการณ์และความรู้เดิมนำมาใช้เป็นกรอบในการเดาคำตอบของปัญหา แล้วตรวจสอบความถูกต้อง หากไม่ถูกต้องจะทำการเดาใหม่ โดยอาศัยประสบการณ์จากการเดาในครั้งแรกๆ มาเป็นข้อมูลในการสร้างกรอบในการเดาครั้งต่อไปที่มีความชัดเจนขึ้นและเข้าถึงคำตอบของปัญหาได้เร็วขึ้น โดยการเดานั้นๆจะต้องเป็นการเดาที่มีเหตุผล เพื่อให้สิ่งที่เดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

2. ประเมินคำตอบ การประเมินคำตอบจากการคิดคำนวณอย่างคร่าวๆ สามารถช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการได้ค่อนข้างรวดเร็ว และสามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคำนวณตามปกติ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ การใช้ภาพและแผนภาพจะช่วยให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น และบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้ตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. สร้างตัวแบบ ตัวแบบใช้เป็นตัวแทนของโมโนมิติและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีประโยชน์ในการแนะนำความรู้ใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจโมโนมิติ

5. วิธีลงมือปฏิบัติ จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของงานที่ลงมือปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดผ่านการกระทำด้วยตนเองทำให้เข้าใจง่ายขึ้น

6. แจกแจงรายการ เป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่กำหนดกรณีต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนด โดยนำเสนอให้เป็นระบบ มีระเบียบครบถ้วน เป็นหมวดหมู่ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาหาข้อมูลที่จะเป็นต่อการหาคำตอบของปัญหา

7. สร้างตาราง เป็นการจัดกระทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยนำเขียนลงตาราง ช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล นำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ สามารถใช้ร่วมกับวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ เช่น การเดาและตรวจสอบ

8. การค้นหาแบบรูป แบบรูปเป็นสาระสำคัญที่เด่นชัดในคณิตศาสตร์ การค้นหาและการใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

9. การนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน เป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาคิดทบทวนถึงปัญหาและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนว่าคล้ายกับปัญหาที่กำลังดำเนินการหรือไม่ ถ้าเป็นปัญหาที่คล้ายกันก็นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาใหม่

10. ทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย เนื่องจากปัญหาบางปัญหามีความซับซ้อน การทำปัญหาให้ง่ายโดยการแบ่งปัญหาแก็เป็นส่วนๆ จะช่วยให้สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาและนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหากำหนดให้

11. การใช้ตัวแปร เป็นการสมมติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น แล้วพิจารณาหาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ซึ่งบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูปสมการที่สอดคล้องกับปัญหาได้ แล้วแก้ปัญหโดยการแก้สมการและพิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการนั้น

12. การให้เหตุผล เป็นการใช้ข้อมูลต่างๆที่กำหนดในปัญหา ผนวกกับความรู้ที่ทราบมาก่อนเป็นเหตุบังคับนำไปสู่ผลซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา ซึ่งมักจะใช้ร่วมกับวิธีอื่นๆ

13. การทำย้อนกลับ เป็นวิธีเริ่มต้นจากการพิจารณาสิ่งที่ปัญหาต้องการ แล้วหาความเชื่อมโยงย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ ซึ่งเป็นการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผลที่ใช้ในการคิดวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ

การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหจะต้องใช้กระบวนการคิดแบบอเนกนัย (divergent thinking) โดยใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหาหนึ่งๆ หรืออาจจะใช้ยุทธวิธีหลายๆยุทธวิธีประกอบกัน ในการแก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความเข้าใจในยุทธวิธีในการแก้ปัญหายอย่างลึกซึ้ง เพื่อสามารถเลือกนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม

2.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

การวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์นั้น มีลักษณะเช่นเดียวกับการวัดและการประเมินการคิด มี 3 ประการคือ 1) การวัดผลของการคิด 2) การวัดกระบวนการคิด และ 3) การวัดคุณลักษณะทางการคิดของบุคคล (ทิสนา แซมณี, 2546) ส่วนการให้คะแนน Charles และคณะ (1987) ได้เสนอการประเมินผลงานแก้ปัญหของนักเรียน 3 วิธี คือ 1) การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดระดับคะแนนแยกแยะลงไปในช่วงตอนของกระบวนการแก้ปัญหา 2) การให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการกำหนดคะแนนโดยพิจารณาที่ภาพรวมของคำตอบของปัญหา ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนเกณฑ์ที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่เฉพาะเจาะจงและ

3) การให้คะแนนจากความประทับใจต่างๆไป ซึ่งมีเกณฑ์ที่แน่นอนชัดเจนจากผู้ประเมินที่มีประสิทธิภาพสูง จากความสำเร็จของการประเมินแต่ละวิธีขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากการตอบของนักเรียน

Becker และ Shimada (1997) ได้ให้ความสำคัญกับการวัดแก้ปัญหาของนักเรียน เกี่ยวกับ 1) ความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนหรือกลุ่มสร้างหรือหาได้ ซึ่งอยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง 2) ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนความแตกต่างและความหลากหลายในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนค้นพบและนำมาใช้ 3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการเป็นต้นแบบของการคิดที่แสดงถึงความเป็นผู้ริเริ่มหรือเป็นต้นแบบของการคิด 4) ความสง่างามในการคิดหรือการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา พิจารณาจากการแสดงแนวคิด หรือวิธีในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินโดยกำหนดเป็นขั้น เช่น ดีมาก ดี พอใช้และต้องแก้ไข

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2535) ได้แสดงเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ 3 ข้อ โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ดังนี้

1. การให้คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน
2. การให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการที่แตกต่างกัน ต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่ม หรือประเภทละ 1 คะแนน
3. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของผู้เรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดา (สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์, 2535)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์มีตัวชี้วัดดังนี้ 1) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หลากหลาย มีความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มในการแก้ปัญหา 2) วิธีการแก้ปัญหามีความตรงกับสภาพปัญหา 3) ตัดสินใจเลือกปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาได้ 4) วิธีการแก้ปัญหาที่เลือกมีประโยชน์ 5) วิธีการแก้ปัญหาที่เลือกเป็นเชิงบวก 6) มีเหตุผลในการเลือกปัญหา 7) มีขั้นตอนในการปฏิบัติในการแก้ปัญหา 8) สามารถแก้ปัญหาได้ภายในเวลาที่กำหนด 9) มีการรวบรวมข้อมูลในการแก้ปัญหาและ 10) ความชำนาญในการแก้ปัญหา ดังที่แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

| ที่ | ตัวชี้วัดความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ | Lee et al (2003) | Lin & Cho (2011) | Kim & Cho (2004) | Trefinger et al (2003) | ภัทรภร แสงไชย (2551) | สมปอง เพชรโรจน์ (2549) | กฤษมา นัคราจารย์ (2548) | ทิพวัลย์ พูลสวัสดิกรกิจ (2546) | สรวยสุดา ปานสกุล(2545) | ปิยานี จิตรเจริญ (2543) | ศศิกานต์ วิบูลย์ศรีรินทร์ (2543) | ศศิรัศม์ สลักขานนท์ (2540) | รวม | ร้อยละ |
|-----|---|-------------------|------------------|------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----|--------|
| 1 | นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หลากหลาย มีความคิด คล่อง คิดยืดหยุ่น คิด ริเริ่มในการแก้ปัญหา | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 12 | 100.00 |
| 2 | วิธีการแก้ปัญหามีความ ตรงกับสภาพปัญหา | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | 3 | 25.00 |
| 3 | ตัดสินใจเลือกปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาได้ | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | 6 | 50.00 |
| 4 | วิธีการแก้ปัญหาที่เลือก มีประโยชน์ | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | 6 | 50.00 |
| 5 | วิธีการแก้ปัญหาที่เลือก เป็นเชิงบวก | | | | | | | ✓ | | | | ✓ | | 2 | 16.67 |
| 6 | มีเหตุผลในการเลือก ปัญหา | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | | 4 | 33.33 |
| 7 | มีขั้นตอนในการปฏิบัติ ในการแก้ปัญหา | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | 9 | 75.00 |
| 8 | สามารถแก้ปัญหาได้ ภายในเวลาที่กำหนด | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | 6 | 50.00 |
| 9 | มีการรวบรวมข้อมูลใน การแก้ปัญหา | | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | | | 3 | 25.00 |
| 10 | ความชำนาญในการ แก้ปัญหา | | | | | | | | | | | ✓ | | 1 | 8.33 |

สำหรับจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีแนวคิดในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงขอเสนองานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

กัญญารัตน์ โคจร (2554) พัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า มีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยข้อสอบ และมีการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากข้อสอบที่เป็นสถานการณ์โดยอิงกับสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาแล้วถามเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ ประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 4 ประการ โดยมาจากทักษะความคิดสร้างสรรค์ 3 ประการ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม รวมกับการคิดอย่างมีเหตุผล

ภาวิณี บุญธิมา (2553) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมแนะแนวด้วยเทคนิคการแก้ปัญหานาคตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ 6 ขั้นตอน คือ 1) การระดมสมองเพื่อค้นพบปัญหาต่างๆ 2) การระบุปัญหาที่สำคัญ 3) การคิดวิธีการแก้ปัญหา 4) การกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินวิธีการแก้ปัญหา 5) การประเมินแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดและ 6) การนำเสนอวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งการวิจัยนี้ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูปรีด ประเมินผลแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยวัดความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มโดยแบบวัดมีทั้งที่เป็นสถานการณ์และรูปภาพ การประเมินพิจารณาจากคะแนนความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนซึ่งกำหนดคะแนน 4 ระดับ ได้แก่ 4 อยู่ในระดับดีมากที่สุด 3 อยู่ในระดับดีมาก 2 อยู่ในระดับดี 1 อยู่ในระดับพอใช้ และถ้าไม่ได้คะแนนถือว่าอยู่ในระดับของการปรับปรุงและได้อธิบายคุณภาพเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ยุพิน มงคลไทร (2550) ได้ศึกษาการใช้ผังมโนมติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้แนวทางทฤษฎีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งลักษณะแบบวัดเป็นสถานการณ์ต่างๆแล้วให้นักเรียนตอบคำถามให้ได้มากที่สุด จากนั้นจึงนำคำตอบที่ได้มาตรวจนับคะแนนตามแนวคิดของประเภทความคิดสร้างสรรค์ เช่น การตรวจความคิดคล่องโดยการพิจารณาจำนวนของคำตอบที่มากที่สุด การนับความยืดหยุ่นจากกลุ่มของคำตอบเดียวกัน เป็นต้น

วิลาวัลย์ จินวรรณ (2554) ศึกษาแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อการรู้คิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS ฉบับ 6.1) ของ Treffinger และคณะ (2005) และกำหนดเนื้อหาหรือเรื่องราวเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น จุดมุ่งหมายของการฝึกเพื่อส่งเสริมให้

ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็น 6 ขั้นตอนตามลำดับ คือ การสร้างโอกาสสำรวจข้อมูล กำหนดกรอบปัญหา ก่อกำเนิดความคิด ค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาและค้นหาการยอมรับ เนื้อหาของแบบฝึกหรือแบบทดสอบประกอบด้วยกรณีศึกษา 1 เรื่องต่อ 1 กลุ่ม โดยกรณีศึกษาแต่ละเรื่องประกอบด้วยสถานการณ์ที่มีตัวละครในเรื่องและคำถามท้ายกรณีศึกษาซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนคิดแก้ปัญหา เป็นแบบวัดที่อาศัยแนวคิดการวัดแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement) กล่าวคือเป็นการเทียบผลการวัดกับมาตรฐานหรือระดับพฤติกรรมกลุ่มหรือคนอื่นที่วัดด้วยแบบวัดเดียวกัน จุดเน้นคือเน้นทักษะที่ระบุมาตรฐานอย่างชัดเจน โดยเน้นที่ตัวบุคคลกับมาตรฐาน ได้แก่ วิเคราะห์เนื้อหาเขียนข้อความที่มีรูปแบบที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ ระบุมาตรฐานประมาณค่าความเที่ยงและความตรงและผลที่ได้อยู่ในรูปเชิงประเมิน (Evaluation Result)

สมปอง เพชรโรจน์ (2549) ที่ได้ศึกษารูปแบบการสอนบนเว็บโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ภาวะมลพิษทางอากาศ สำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งใช้แนวคิดที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยเรื่องการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมีเค้าโครงของแนวคิดคล้ายคลึงกับแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Osborns และ Parns (สมปอง เพชรโรจน์, 2549) และได้สร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบบใช้การกำหนดสถานการณ์โดยประยุกต์จากแบบทดสอบจากงานวิจัยของสรวงสุดา ปานสกุล (2545) กล่าวคือ มีการกำหนดสถานการณ์ให้ที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และให้ตอบคำถามจากนั้นจึงประเมินจากการตอบคำถาม โดยมีเกณฑ์ตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา คือ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามชนิดเขียนตอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีความแปลก หลากหลาย อยู่บนพื้นฐานของเกณฑ์ในการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ความแปลกใหม่และประโยชน์ซึ่งลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และใช้แบบบันทึกกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียน (สรวงสุดา ปานสกุล, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับทักษิณพัฒน์ ศรีขวาชัย (2546) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยโปรแกรม Microsoft word โดยปรับใช้เครื่องมือจากศศิรัศม์ สริกขานนท์ (2540) โดยใช้แบบทดสอบสถานการณ์แล้วให้นักเรียนตอบเพื่อแสดงความสามารถในด้านต่างๆ ของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แล้วประเมินคำตอบเป็น 2 ส่วน คือ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ซึ่งตรวจให้คะแนนทุกตอนที่ประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งประเมินรายคำตอบกับการนำเสนอสิ่งใหม่ ความเหมาะสม ตรงกับสภาพปัญหาและความคิดเชิงบวกที่ประเมินในภาพรวม ส่วนที่สอง เป็นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีการตรวจให้คะแนนเฉพาะในแบบทดสอบ ประกอบด้วยเกณฑ์การนำเสนอการแก้ปัญหาวงจรที่หลากหลาย การตัดสินใจเลือกปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาได้ การ

แก้ปัญหาในระยะเวลาที่กำหนด การตัดสินใจเลือกปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาได้จริง มีขั้นตอนในการปฏิบัติและมีเหตุผลในการแก้ปัญหา (ทักษิณพัฒน์ ศรีขวาชัย, 2546; ศรีรัศม์ สริกขานนท์, 2540)

สุปราณี สตาร์ตัน (2548) ศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้แนวความคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของออสบอร์นและปาร์น ใช้แบบทดสอบเลือกตอบจำนวน 24 ข้อซึ่งมาจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วถามเกี่ยวกับปัญหาที่สำคัญที่สุด สาเหตุของปัญหา การออกแบบการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง

อาพันธ์ชนิต เจนจิต (2546) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์เรื่องรูปเรขาคณิต โดยประยุกต์ใช้หลายแนวคิดรวมทั้งของเทรฟฟิงเกอร์และปาร์น โดยใช้เครื่องมือวัดที่เป็นโจทย์เรขาคณิตแบบข้อเขียน จากนั้นจึงตรวจให้คะแนนซึ่งใช้แนวคิดของชาร์ลและคณะ (Charles et al., 1987) ในการตรวจให้คะแนนแบบรูบริค 5 ระดับ คือ ไม่พยายาม (0) ถึงยอดเยี่ยม (4) ตั้งตารางที่ 2.3 และยังวัดพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คือ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ 3 ประเภท คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่ม และความคิดยืดหยุ่น

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์เรื่อง รูปเรขาคณิต (อาพันธ์ชนิด เจนจิต, 2546)

| คะแนน | ความหมาย | การแสดงการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตอย่างสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น |
|-------|-----------------|---|
| 4 | ยอดเยี่ยม | - ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนได้คำตอบของปัญหาถูกต้องสมบูรณ์ |
| 3 | ดี | - ดำเนินการตามยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องแต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไปโดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหาหรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมหาคำตอบถูกต้องแต่ดำเนินการตามยุทธวิธีได้ไม่สมบูรณ์หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมและแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหาแต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา |
| 2 | พอใช้ | - ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมแต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบหรือ - ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมแต่ดำเนินการไม่ถูกต้องและนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาดหรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อยๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนดแต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา |
| 1 | ยังต้องปรับปรุง | - แสดงวิธีหาคำตอบและมีสิ่งที่บ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการและมีแนวทางที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องหรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้และไม่คิดหายุทธวิธีอื่นหรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่จะหาเป้าหมายย่อยๆ ของปัญหาแต่ไม่ดำเนินการต่อ |
| 0 | ไม่พยายาม | ไม่แสดงการแก้ปัญหาหรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหาคัดลอกข้อมูลจากปัญหาแต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา |

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์โดยส่วนใหญ่จะใช้แบบทดสอบแบบสถานการณ์ซึ่งมีทั้งแบบเขียนตอบ โดยผู้ทดสอบประเมินจากคำตอบ หรือเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (สุปราณี สดาร์ตน์, 2548) โดยในงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นมีการใช้แนวคิดที่แตกต่างและคล้ายคลึงกันรวมทั้งแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์โดยมีการกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

แบบรูปรีค 4 และ 5 ระดับ ตามลำดับ โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ สอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบวิเคราะห์ย่อย (Analytic method) โดยมีองค์ประกอบในการให้คะแนน 3 องค์ประกอบคือ ความถูกต้อง (2 คะแนน) การ เข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด โดยในแต่ละข้อย่อยจะมี คะแนนเต็ม 5, 5, 8, 5 และ 7 คะแนนตามลำดับ โดยในข้อคำถามที่ 3 ของทุกข้อจะวัดความสามารถ ในการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย จึงมีการเพิ่มเติมองค์ประกอบย่อยในองค์ประกอบที่ 2 การเข้าใจใน สิ่งที่ต้องการวัด คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน และความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ มีคะแนนเต็ม 1 คะแนน ตามลำดับ และในข้อคำถามที่ 5 ของทุกข้อจะวัดความสามารถ ในการวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด จึงมีการเพิ่มเติมองค์ประกอบย่อยในองค์ประกอบที่ 2 การ เข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความคิดละเอียดลออ และการใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ตามลำดับ

2.5 แนวทางการพัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการวัดต้องมีความสอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ คือ ให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลายแนวทาง และสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือรูปแบบ ต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพและสถานการณ์ ซึ่งมีนักการศึกษาคณิตศาสตร์ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาคณิตศาสตร์ นักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอวิธีการวัดการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และสร้างแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Guilford และ Christensen (1967 อ้างถึงใน (วรณารถ อยู่สุข, 2555) เสนอวิธีการวัด ความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบสอบที่ Guilford และคณะคิดค้นขึ้น โดยมุ่งที่จะวัดตัวประกอบในแต่ ละส่วนของโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีทั้งหมด 3 มิติ คือ เนื้อหาที่คิด (Content) วิธีการคิด (Operation) และผลผลิตของความคิด (Product)ตามลำดับ ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวแบ่งออกเป็น แบบทดสอบย่อย 4 ชุด 11 ฉบับ โดยแบ่งเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ทางด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นลักษณะของโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) ความคิดคล่องแคล่วในการใช้คำ โดยให้เขียนคำที่ประกอบด้วยอักษรที่กำหนดให้
- 2) ความคล่องแคล่วทางความคิด โดยให้เขียนชื่อสิ่งของที่อยู่ในกลุ่มหรือประเภทเดียวกัน
- 3) ความคล่องแคล่วด้านการเชื่อมโยง โดยให้เขียนคำต่างๆ ที่มีความหมายใกล้เคียง กับคำที่กำหนดให้
- 4) ความคล่องแคล่วในการแสดงออก โดยให้เขียนประโยคที่ประกอบด้วยคำ 4 คำ และในแต่ละคำจะต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้

- 5) การใช้ประโยชน์อย่างอื่น โดยให้บอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ที่ไม่ใช่การใช้ประโยชน์ทั่วไป
- 6) การสรุปผล โดยใช้บอกเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากเหตุการณ์ที่สมมติให้
- 7) ประเภทของงานอาชีพ โดยให้บอกชื่อของอาชีพต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้
- 8) การวาดรูป โดยให้วาดรูปสิ่งของเฉพาะ โดยใช้กลุ่มของรูปที่กำหนดให้
- 9) การสเกตซ์รูป โดยให้ต่อเติมภาพร่างที่กำหนดให้ ให้เป็นรูป
- 10) การปัญหา จากโจทย์ที่กำหนดให้
- 11) การตกแต่ง โดยให้ตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

Balka (1974) ได้ศึกษาถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 6 ด้าน (Balka, 1974) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- 1) ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อมูลหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการทางตรรกศาสตร์
- 2) ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลายๆวิธี และสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีเดิมหรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 4) ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว หรือทำนายเหตุการณ์ต่างๆในอนาคตได้อย่างถูกต้อง โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้
- 5) ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

6) ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจับประเด็นสำคัญของปัญหาและการคิดวิธีแก้ปัญหา โดยการแยกแยะปัญหาเป็นปัญหาย่อยๆ เพื่อนำไปคิดหาคำตอบเป็นลำดับขั้นตอน จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

ตัวอย่างสถานการณ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ (Balka, 1974)

สมมติให้นักเรียนมีน้ำอยู่ 1 บาร์เรล และมีกระป๋องขนาด 7 และ 8 ถ้วยตวง อย่างละ 1 ใบ นักเรียนจะมีวิธีการตวงน้ำในกระป๋อง 2 ใบนี้ เพื่อให้ได้น้ำปริมาณ 9 ถ้วยตวงได้อย่างไร จงอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการตวง

จากการทำข้อสอบของนักเรียน พบว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำจะตอบว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะตวงได้ 9 ถ้วยตวงพอดี แต่จะมีนักเรียนบางส่วนตอบว่าสามารถตวงได้ 9 ถ้วยตวงพอดี และสามารถบรรยายลำดับขั้นตอนเพียง 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตวงน้ำใส่กระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 2 เทน้ำออกจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง ใส่ในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง จะเหลือน้ำอยู่ในกระป๋องเดิม 1 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 3 เทน้ำจากกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง กลับไปยังภาชนะเดิมที่ใส่น้ำอยู่และเทน้ำที่เหลืออยู่ 1 ถ้วยตวงในกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวงใส่ลงในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 4 ตวงน้ำใหม่อีก 8 ถ้วยตวง แล้วนำมารวมกับ 1 ถ้วยตวงที่มีอยู่แล้วในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง รวมน้ำจะได้น้ำทั้งหมด 9 ถ้วยตวงพอดี

จากแนวคิดที่นักเรียนตอบมา จะเห็นได้ว่า นักเรียนคนดังกล่าวไม่เทน้ำทิ้ง แต่กลับเทคืนภาชนะเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของทรัพยากร ถือได้ว่าเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่สูงมาก และมีนักเรียนบางคนที่ตอบได้แบบเดียวกันแต่แบ่งขั้นตอนได้มากกว่านี้ หรือยกคนเทน้ำทิ้ง โดยลืมนึกว่าหากสิ่งนั้นมีค่ามากกว่าน้ำจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

กรมวิชาการ (2535) ได้ระบุถึงหลักการในการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ว่า ต้องสร้างปัญหาให้ผู้ตอบได้คิดหาคำตอบได้หลายๆแบบแตกต่างกันให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งมีแบบวัดหลายลักษณะดังต่อไปนี้ (กรมวิชาการ, 2535)

1. แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

เช่น คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุด
ตัวอย่าง แดงอายุ 10 ปี ดำอายุ 8 ปี สุดาอายุ 3 ปี

คำตอบ 1. แดงแก่กว่าดำกี่ปี

2. ดำอายุแก่กว่าสุดากี่ปี

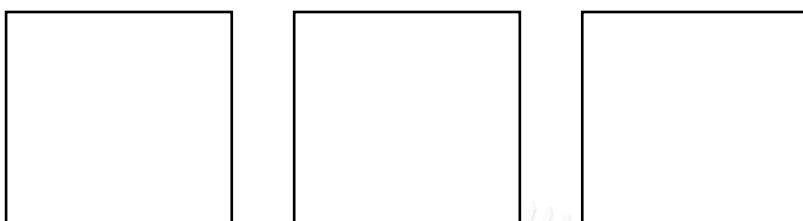
3. แดงและดำอายุรวมกันกี่ปี

4. ถ้าแดงอายุ 12 ปี ดำอายุกี่ปี ฯลฯ

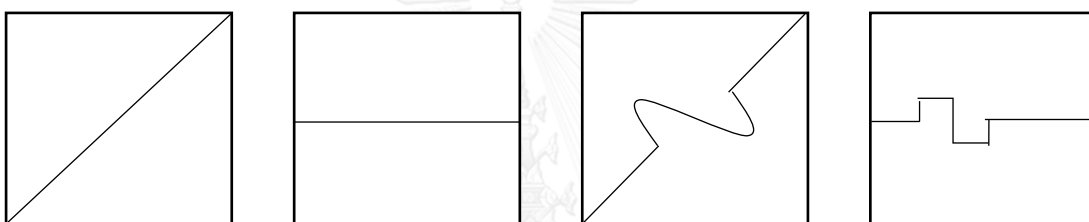
2. แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งในลักษณะหลายๆแบบแตกต่างกันให้ได้มากที่สุด

เช่น คำชี้แจง ให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูป ให้ลักษณะหลายๆแบบแตกต่างกันให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง



คำตอบ



3. แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้ ซึ่งตัวเลขที่เติมใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์ที่กำหนดให้ภายในเวลาที่กำหนด

เช่น คำชี้แจง ให้เติมตัวเลขลงใน \square ที่กำหนดตัวเลขที่เติมให้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และจะใช้ตัวเลข 5 ก็ได้ โดยผลลัพธ์จะต้องเท่ากับที่กำหนดให้ จงพยายามคิดให้รอบคอบให้ได้วิธีการมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ตัวอย่าง $\square + \square - \square = 2$

คำตอบ 1. $\square 4 + \square 2 - \square 4 = \square 2$

2. $\square 3 + \square 1 - \square 2 = \square 2$

3. $\square 8 + \square 1 - \square 7 = \square 2$

4. แบบรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งแล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟไปมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

5. แบบประกอบภาพแทนแกรม (Tangrams)เป็นการสร้างสรรค์ของจีน ประกอบด้วย กระดาษ 7 ชิ้น ประกอบกันเป็นรูปต่างๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดเช่น คำชี้แจง ให้นำ ชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่างๆได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด เป็นต้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

Balka (1975) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ซึ่งคัดเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบผลการสำรวจ พบว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้ คือ

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

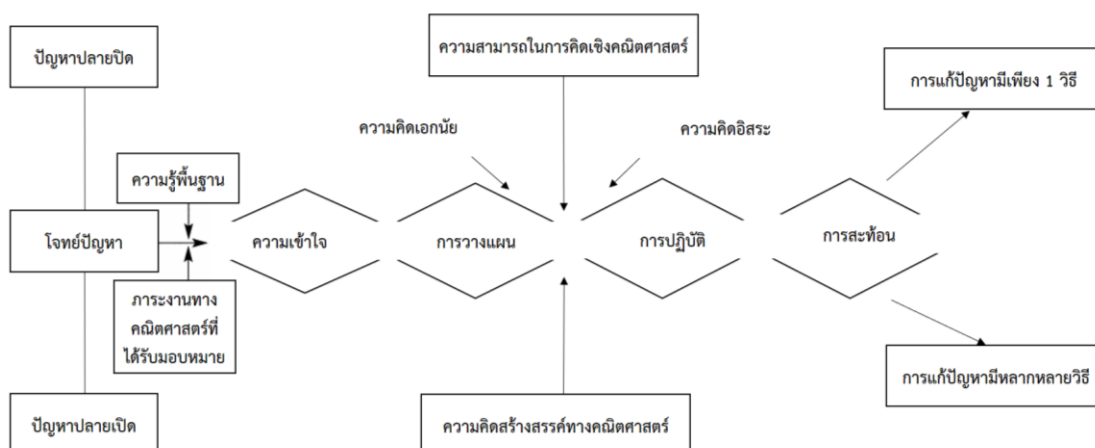
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น

5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

Kim และ Cho (2004) ได้พัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Mathematical Creative Problem Solving Ability Test: MCPSAT)เป็นแบบสอบที่พิจารณาองค์ประกอบ 4 ขั้นตอน คือ 1) ความเข้าใจปัญหา (understanding of problems) 2) การวางแผนในการแก้ปัญหา (Planning to solve the problem) 3) ปฏิบัติตามแผน (execution of the plan) และ 4) สะท้อนคิดคำตอบ (reflection of the answer)โดยกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอนเป็นการประสานกันระหว่างความสามารถทางการคิดคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และความรู้ที่เป็นประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถใช้ทั้งความคิดแบบอเนกนัยและเอกนัย โดยมีกระบวนการในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Balka, 1974; Hancock, 1995; Isaksen & Treffinger, 2004; Polya, 1957) ดังแผนภาพที่ 2.2



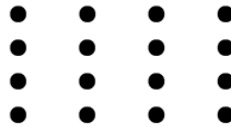
ภาพที่ 2.2 กรอบมโนทัศน์ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ (Kim et al., 2003)

แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นแบบสอบปลายเปิดที่ต้องการให้นักเรียนแสดงคำตอบที่หลากหลายและส่วนที่สองเป็นแบบสอบปลายปิดที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยในส่วนแรกจะวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณา 4 องค์ประกอบ คือ 1) ความคิดคล่อง พิจารณาจากจำนวนคำตอบ 2) คิดยืดหยุ่น พิจารณาจากหมวดหมู่หรือประเภทของคำตอบที่ถูกต้อง 3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความคิดที่แปลกใหม่จากคนอื่น และ 4) คิดแก้ปัญหา พิจารณาจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่หลากหลาย พบว่าในส่วนแรกและส่วนที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach coefficients) ระหว่าง .55-.76 และ .67 - .74 ตามลำดับ

Lee, Hwang และ Seo (2003) ได้พัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบซึ่งสามารถใช้ในการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพื่อทดสอบและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (gifted) จำนวน 53 คนและนักเรียนปกติทั่วไปจำนวน 409 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมนักเรียนทั้งหมด 462 คนโดยใช้แบบทดสอบ Open-ended problem จำนวน 5 ข้อโดยข้อความพัฒนาจาก Becker & Shimada (1997); Haylock (1984), Kim et al. (1997) โดย

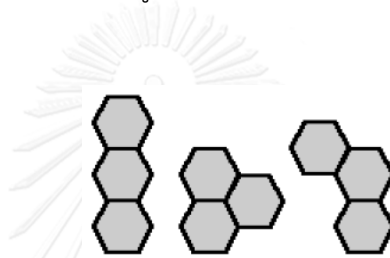
ปัญหา 16 จุด (Sixteen dot problem)

จากภาพด้านล่างมีจุดทั้งหมด 16 จุด ซึ่งแต่ละจุดจัดเรียงห่างกัน 1 เซนติเมตร ให้ลากเส้นเชื่อมจุดที่ทำให้เกิดภาพที่มีพื้นที่เท่ากับ 2 ตารางเซนติเมตรให้ได้จำนวนมากที่สุด (ถ้าภาพสองภาพหรือมากกว่าสองภาพที่มีการทับซ้อนกันสนิทพอดีหรือพลิกภาพแล้วเป็นภาพเดิมนับให้เป็น 1 ภาพ)



ปัญหาหกเหลี่ยมด้านเท่า (Regular hexagon problem)

จากภาพด้านล่างเป็นการแสดงภาพรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า 3 แผ่นที่มีการต่อกันเป็นภาพเดียวได้ 3 วิธี

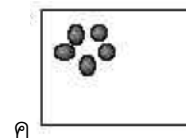
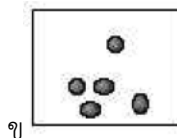
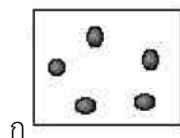


(ถ้าภาพสองภาพหรือมากกว่าสองภาพที่มีการทับซ้อนกันสนิทพอดีหรือพลิกภาพแล้วเป็น

ภาพเดิมนับให้เป็น 1 ภาพ เช่น  และ  ถือเป็นภาพเดียวกัน)

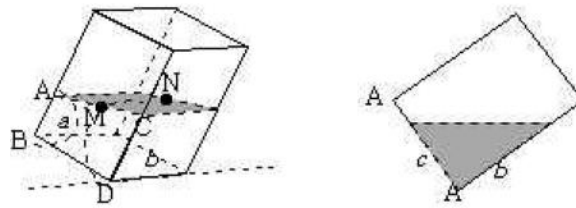
ปัญหาลูกแก้ว (Marble problem)

นักเรียน 3 คน คือ ก, ข และ ค โยนลูกแก้ว 5 ลูกดังภาพที่ปรากฏ ซึ่งในเกมนี้ผู้ชนะคือนักเรียนที่โดนลูกแก้วทั้ง 5 ลูกลงในน้ำแล้วมีระยะห่างระหว่างลูกแก้วน้อยที่สุด จากภาพแสดงแสดงระยะห่างระหว่างลูกแก้วจากมากไปหาน้อย คือ ก ข และ ค ตามลำดับ จงหาวิธีในการโยนลูกแก้วให้ได้จำนวนวิธีมากที่สุดที่แสดงระดับการกระจายของลูกแก้ว



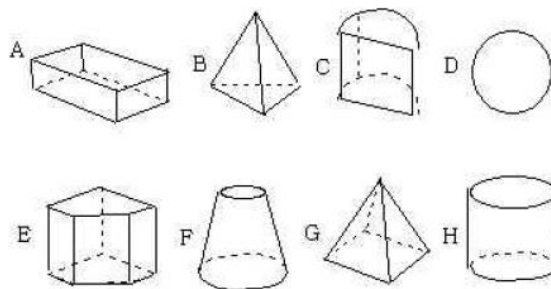
ปัญหาน้ำในภาชนะ (Water-flask problem)

ภาชนะโปร่งใสรูปปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งบรรจุน้ำไว้จำนวนหนึ่ง เมื่อภาชนะถูกวางลงบนโต๊ะเอียง ภาพที่เกิดขึ้นที่ผิวน้ำจะแสดงรูปทรงต่างๆและขนาดที่หลากหลายขึ้นอยู่กับระดับการเอียงของภาชนะ จงวาดภาพที่เป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นทั้งหมดโดยคำนึงถึงขนาดและรูปร่างที่เป็นไปได้



ปัญหาการแยกประเภทรูปทรงที่หลากหลาย (Classifying several solid figure problems)

ให้พิจารณารูปทรงที่แสดงดังภาพ เลือกร้อยละ 1 ภาพหรือมากกว่า 1 ภาพที่แสดงลักษณะคล้ายกันและเขียนอธิบายลักษณะแต่ละภาพลงในตาราง



| ลักษณะ | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ซึ่งปัญหาทั้ง 5 ข้อเป็นเครื่องมือสำคัญในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยให้เวลารวมทั้งสิ้น 50 นาทีในการนำเสนอคำตอบที่หลากหลายและแปลกใหม่ โดยข้อคำถามทั้งหมดจะถูกนำมาวิเคราะห์และจัดบันทึก โดยรูปแบบการตอบที่เหมือนกันจะถูกจำแนก และคะแนนความสามารถเสนอคำตอบเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยแบบสอบที่จัดทำขึ้นนั้น เป็นแบบสอบที่ประกอบด้วยการวัด 3 องค์ประกอบ คือ 1) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) โดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบโดยให้คะแนนตามจำนวนคำตอบ เช่น เขียนคำตอบจำนวนสูงสุดที่ได้คือ 15 คำตอบจะได้คะแนน 15 คะแนน เป็นต้น 2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) โดยพิจารณาจากจำนวนของประเภทในการตอบ โดยในการเสนอคำตอบที่หลากหลายหมวดหมู่สูงสุดคือ 5 หมวดหมู่ และ 3) ความคิดริเริ่ม (Originality) โดยพิจารณาจากความแปลกใหม่ของคำตอบโดยคำตอบที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับนักเรียนคนอื่นๆ จะได้คะแนนมากกว่าคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่นโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามร้อยละของการตอบซ้ำผลของการวิเคราะห์การตรวจให้คะแนนจำนวน 5 ข้อพบว่าแบบสอบมีค่าความเที่ยง (reliability) โดยพิจารณาจาก item-internal consistence reliability หรือค่าความสอดคล้องภายในด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ .80 โดยใช้โมเดลการ

ตอบสนองข้อสอบของราสซ์แบบ 1 พารามิเตอร์และมีค่าความตรง(validity) เป็น 1.05 1.10 .85 .90 และ 1.08 ตามลำดับ และมีค่าความยาก (difficulty) เป็น -0.22 -0.41 0.23 0.40 และ -0.01 ตามลำดับ และมีค่าอำนาจจำแนก(discriminant)เป็น 0.73 0.73 0.67 0.51 0.56 ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาจากค่าความตรง ความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก เป็นไปตามมาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าแบบสอบสามารถนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ ผลการวิเคราะห์แบบสอบพบเปิดพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของแต่ละข้อกับทั้งฉบับอยู่ระหว่าง 0.69–0.74 และได้มีการให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคตเกี่ยวกับคะแนนความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และได้กล่าวว่าแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ควรนำมาใช้ในโรงเรียนสำหรับการสอนคณิตศาสตร์เนื่องจากจะเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และการคิดแบบอนกนัย (Divergent thinking) อีกด้วย และการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ open-ended จะช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยปัญหาในแต่ละข้อมีแนวทางการทำให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

สำรวจ สัมฤทธิ์มิตร (2551) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 6 ข้อและตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามโครงสร้างอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนนและคู่มือการใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษากระบี่ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน มีรายละเอียดของแบบทดสอบคือ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความคล่องแคล่วในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความยืดหยุ่นในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดความคิดละเอียดลออในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลของการศึกษาปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความคล่องแคล่วในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26-0.40 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.64-0.87 ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติมีคะแนนปกติตั้งแต่ T_{22} ถึง T_{73} แบบทดสอบวัดความยืดหยุ่นในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.66 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.62 มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.50-0.83 ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติมีคะแนนปกติตั้งแต่ T_{20} ถึง T_{80} แบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.73 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.66 มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.49-0.79 ระหว่างคะแนนราย

ข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติมีคะแนนปกติตั้งแต่ T_{24} ถึง T_{75} และแบบทดสอบวัดความคิดละเอียดลออในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.48-0.79 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.48-0.79 ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติมีคะแนนปกติตั้งแต่ T_{27} ถึง T_{70}

ผู้วิจัยได้ศึกษาและสังเคราะห์แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 2.4



ตารางที่ 2.4 แสดงการสังเคราะห์แบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| นักวิจัย | แบบสอบ | องค์ประกอบในการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Guildford(1957) | | | | จำนวน(ข้อ) | ทฤษฎีการทดสอบ | ความเที่ยง | กลุ่มตัวอย่าง | จำนวน (คน) |
|-----------------------|--|--|-----------------|----------------|-------------------|------------|---------------|--|---|------------|
| | | ความคิดคล่อง | ความคิดยืดหยุ่น | ความคิดริเริ่ม | ความคิดละเอียดลออ | | | | | |
| Balka (1974) | The Creative Ability in Mathematics Test (CAMT) | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | 6 | CTT | Cronbach's alpha $\alpha = .86$ | นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 | 500 |
| Lee, Hwang, Seo(2003) | Test for mathematical creative problem solving ability(MCPSAT) | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | 5 | IRT | Cronbach's alpha $\alpha = .80$ | นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 462 |
| Kim and Cho(2004) | MCPSAT Part 1 : openproblems | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | 8-9 | IRT | Cronbach's alphaที่แบ่งตามระดับการศึกษาตั้งแต่ .55 ถึง .76 | นักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา | |
| | Part 2 : closed problems | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | 16 | IRT | Cronbach's alphaที่แบ่งตามระดับการศึกษาตั้งแต่ .67 ถึง .74 | | |

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

| นักวิจัย | แบบทดสอบ | องค์ประกอบในการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Guildford(1957) | | | | จำนวน(ข้อ) | ทฤษฎีการทดสอบ | ความเที่ยง | กลุ่มตัวอย่าง | จำนวน (คน) |
|-------------------------------------|---|--|-----------------|----------------|-------------------|------------|---------------|------------------------------------|---|------------|
| | | ความคิดคล่อง | ความคิดยืดหยุ่น | ความคิดริเริ่ม | ความคิดละเอียดลออ | | | | | |
| Mann (2005) | The Creative Ability in Mathematics Test (CAMT) develop by Balka (1974) | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | 6 | CTT | Cronbach's alpha $\alpha = .72$ | นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 | 89 |
| Lin and Cho (2011) | The MCPSAT (H. Kim et al., 2003) | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | 8 | CTT | Cronbach's alpha $\alpha = .73$ | นักเรียนได้หวั่นชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 | 409 |
| สำรวจ สัมฤทธิ์ มิตร (2551) | ฉบับที่ 1แบบทดสอบวัดความคล่องแคล่วในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | 6 | CTT | 0.64-0.87 | นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 | 400 |
| | ฉบับที่ 2แบบทดสอบวัดความยืดหยุ่นในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | 6 | | 0.50-0.83 | | |
| | ฉบับที่ 3แบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | 6 | | 0.49-0.78 | | |
| | ฉบับที่ 4แบบทดสอบวัดความละเอียดลออในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | 6 | | 0.48-0.79 | | |

ในการศึกษารูปแบบการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในการวิจัยในครั้งนี้พบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาแสดงเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งดัดแปลงมาจากแนวคิดของ Torrance โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น ละความคิดริเริ่ม (กรมวิชาการ, 2535; สมศักดิ์ สินธุเวชชัย, 2535)

1. การให้คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนนตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. การให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของผู้เรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คำตอบที่มีความถี่จากกลุ่มตั้งแต่ร้อยละ 2-4.99 จะได้ 1 คะแนน ถ้าเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มจะได้ 2 คะแนน ถ้าความถี่เกินกว่าร้อยละ 5 จะไม่ถือว่าเป็นความคิดริเริ่ม หรือให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบ ตามวิธีของ Cropley (1966 อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2535) คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมากๆ ก็จะทำให้คะแนนน้อยหรือไม่ให้คะแนนเลย ถ้าคำตอบยิ่งซ้ำกันกับคนอื่น หากคำตอบไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย จะได้คะแนนมากขึ้น

Quellmalz (1985 อ้างถึงใน ภัทรภร แสงไชย, 2551) กล่าวว่า แบบสอบแบบเลือกตอบเป็นการวัดทักษะเฉพาะด้าน ไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และเสนอแนะลักษณะเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะการคิดระดับสูง ไว้ดังนี้

1. ปัญหาที่ถามเป็นปัญหาสำคัญและเกิดได้บ่อย
2. วัดทักษะรวมๆ ไม่แยกทักษะเป็นส่วนๆ
3. กำหนดปัญหาที่ไม่มีทางเลือก หรือวิธีแก้ปัญหาหลายๆทาง
4. กำหนดรูปแบบคำถามที่ให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้
5. กำหนดคำถามให้มีการเชื่อมโยงความคิดและสรุปทั่วไป
6. พัฒนางานที่เกี่ยวกับการประเมินการคิดระดับสูงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

Tradif และ Sternberg (1988 อ้างถึงใน ภัทรภร แสงไชย, 2551) ได้สรุปว่าผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ต้องเป็นผลงานใหม่ ซึ่งไม่เป็นการเลียนแบบหรือเป็นผลผลิตที่มีอยู่แล้ว ซึ่งสอดคล้องกับ ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2546) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ที่ใหม่แปลกแตกต่างจากเดิมอาจเกิดจากการคิดปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้ว หรือการใช้จินตนาการการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมาโดยเป็นการคิดมุ่งแก้ปัญหา และเป็นการคิดที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ ดังนั้นในการประเมินผลงานว่าเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องการตั้งเกณฑ์เพื่อพิจารณาในเรื่องของการใช้ประโยชน์ (useful) และ ความใหม่ (newness) ซึ่งสอดคล้องกับ Young (1985) และได้จำเป็นเป็นลักษณะย่อยของความแปลกใหม่ ได้แก่ ใหม่ในฐานะต้นคิด (new as original) ใหม่จากกลุ่มอ้างอิง (new as statistically infrequency) และใหม่จากลักษณะที่แตกต่างจากแนวทางทั่วไป (new as a change from the regular way) นอกจากนี้ยังได้เสนอเกณฑ์ในการประเมินผลงานว่าจะต้องมีคุณค่า (value serve) ด้วย โดยประเมินจาก คุณค่าของผู้สร้างผลงาน (value to the creator) และคุณค่าต่อผู้อื่น (value to others)

Besemer และ Triffinger (1981 อ้างถึงใน ภัทรภร แสงไชย, 2551) ได้เสนอทฤษฎีการวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการประเมินผลงานในรูปแบบเมตริกการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์จากผลงาน (The Creative Product Analysis Matrix or CPAM) โดยได้สรุปรวบรวมข้อมูลจากทฤษฎีบทความ และงานวิจัยที่กล่าวถึงเกณฑ์ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์จากผลงานมากกว่า 90 ชิ้น ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินมากถึง 125 เกณฑ์ แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผลงาน ประกอบด้วย 3 มิติ (dimensions) จำแนกเป็น 14 ประเภท (categories)

Amabile (1989) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาว่าสิ่งหรือคำตอบใดเป็นความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ต้องเป็นสิ่งใหม่แตกต่างจากที่เคยทำหรือเคยพบเห็นมาก่อน (novelty)
2. ต้องเป็นสิ่งที่ถูกต้องเหมาะสม (approximately) นำไปสู่ความสำเร็จที่ตั้งไว้ด้วยความหมายและเป็นไปในทางที่ถูกต้อง (positive way)

Moran (2009 อ้างถึงใน อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555) ได้ศึกษาการวัดและการประเมินความคิดสร้างสรรค์ในวัยเยาว์ โจทย์ส่วนใหญ่มักเน้นความคิดคล่อง (fluency) แต่คำตอบมีความหลากหลาย ความแปลกใหม่ เช่น ครูอาจถามนักเรียนว่า “เห็นสีแดงแล้วนึกถึงอะไรบ้าง” โดยอาจคิดว่า นักเรียนพูดถึงแอปเปิ้ล รถ แต่นักเรียนอาจจะตอบอีสุกอีใส มือที่เย็นเยียบ ซึ่งเป็นคำตอบที่นึกไม่ถึง การประเมินจึงขึ้นอยู่กับวิธีถามและเมื่อได้คำตอบจากผู้เรียนก็ควรพิจารณาคำตอบที่แตกต่าง หลากหลายตามเกณฑ์ความคิดสร้างสรรค์มากกว่าคำถามปลายปิด

อาพันธ์ชนิต เจนจิต (2546) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตอย่างสร้างสรรค์ และพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ประกอบด้วย ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ โดยมีการตรวจให้คะแนนผลของการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตอย่างสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน และการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตอย่างสร้างสรรค์โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบพิจารณาองค์รวม และมีเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีการให้คะแนนพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาต่างๆ ได้แก่ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ

จากการพิจารณาแนวทางการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงสรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือในการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ควรเป็นแบบอัตนัย ซึ่งจะสามารถวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งดัดแปลงมาจากแนวคิดของ Torrance ได้ทั้ง 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด

ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มซึ่งจะต้องมีความหลากหลายอยู่บนพื้นฐานของเกณฑ์ในการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ความแปลกใหม่และประโยชน์

ตอนที่ 3 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง

แบบสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเป็นแบบสอบความเรียงมีชื่อเรียกอีกชื่อว่าแบบสอบอัตนัย (essay test) เป็นแบบสอบที่ต้องการให้ผู้สอบเขียนคำตอบขึ้นเอง โดยธรรมชาติเป็นคำตอบที่ไม่ใช่จะถูกต้องเพียงคำตอบเดียว หรือแบบเดียว ความถูกต้องและคุณภาพของคำตอบต้องได้รับการตัดสินโดยผู้ที่มีความรู้และทักษะเนื้อหาที่ถามเป็นอย่างดี ซึ่งลักษณะเด่นของแบบสอบความเรียง คือ ให้อิสระแก่ผู้สอบในการแสดงความคิด (Coffman, 1971) จึงเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวัดและประเมินผลการศึกษาเพราะเป็นแบบสอบ ที่ให้อิสระในการตอบแก่ผู้สอบ และสามารถวัดผู้สอบได้หลายด้าน (โชติกา ภาชีผล, 2556) รวมถึงสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสูงได้ ส่งเสริมการจัดระเบียบความคิด การประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์ใหม่และความคิดสร้างสรรค์ จากผลงานวิจัยเปรียบเทียบแบบสอบความเรียงกับแบบทดสอบปรนัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้แบบทดสอบเรียงความเป็นเครื่องมือในการวัดผลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ใช้การวัดผลแบบปรนัย (Bergman 1981 อ้างถึงใน สุพรรณสุกมลสันต์ 2540) แต่อย่างไรก็ตามการวัดประเมินนักเรียนด้วยแบบสอบประเภทดังกล่าวยังมีปัญหาเรื่องของความเที่ยง (Reliability) ของคะแนนที่ได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับผู้ตรวจเป็นหลัก จากการวิจัยของ Godshalk, Swineford และ Coffman (1966) พบว่าค่าความเที่ยงของข้อสอบเรียงความ 1 ข้อ เมื่อใช้ผู้ตรวจ 5 คน เป็น 0.40 แต่ถ้าใช้ 5 ข้อและตรวจคนเดียวจะมีค่าเป็น 0.25 ซึ่งการที่แบบสอบเรียงความมีค่าความเที่ยงต่ำเกิดจากสาเหตุสำคัญ 3 ประการ คือ 1) คำถามมีน้อยไม่ครอบคลุมเนื้อหา 2) ความไม่จำเพาะเจาะจงของคำถาม และ 3) ความเป็นอัตนัยของการตรวจที่เกิดจากตัวแปรต่างๆที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มุ่งทดสอบ (R.L. Ebel & Frisbie, 1986) เช่น การที่ผู้ตรวจรู้จักประวัติการเรียนของผู้สอบ ลายมือ ความสวยงาม การสะกดและความบกพร่องในด้านไวยากรณ์ เป็นต้น (Chase, 1979) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจุดอ่อนที่สำคัญที่สุดคือการให้คะแนน (Stiggins, 1994; บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547) การตรวจยังมีความเป็นอัตนัย (subjective) คะแนนที่ได้จึงแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของผู้ตรวจ (Bachman, Lynch, Mason, & Maureen, 1993; Linacre, 1993; Lunz, Wright, & Linacre, 1990; Smith & Kulikowich, 2004; Turner, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับ Mehrens and Lehmann, 1972 ที่กล่าวว่าเพื่อให้การตรวจแบบสอบมีความเที่ยงเพิ่มขึ้นผู้ตรวจควรใช้วิธีการตรวจที่เหมาะสมใช้เกณฑ์การตรวจกับนักเรียนทุกคน มีการออกแบบกฎเกณฑ์ในการให้คะแนน (scoring rubric) การฝึกหรือการอบรมผู้ตรวจ (Lane & et al., 1996) และควบคุมแหล่ง

ความคลาดเคลื่อนเช่น ข้อสอบ ผู้ตรวจ โดยใช้ผู้ตรวจหลายๆคนในการตรวจข้อสอบแต่ละข้อแต่ละข้อ แล้วจึงหาคะแนนเฉลี่ย (R.L. Ebel, 1951; Rudner, 1992) และไม่ควรใช้ผู้ตรวจเพียงคนเดียวเพราะจะทำให้ขาดความเที่ยงตรงในการให้คะแนน จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจจะทำให้ความเที่ยงสูงขึ้น (Brennan et al., 1995; Sudweed et al., 2005; Swartz & et al., 1999) ดังนั้น เพื่อให้การตรวจมีความเที่ยงเพิ่มมากขึ้น จะต้องมีการออกแบบวิธีการตรวจให้คะแนน และใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความเป็นปรนัยในการตรวจ ซึ่งสอดคล้องกับ William and Irvin (1973) ที่เสนอให้ผู้ตรวจควรเลือกใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่เหมาะสม และใช้เกณฑ์ในการตรวจนั้นๆกับนักเรียนทุกคน รวมถึงควรมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อให้การตรวจแบบสอบในลักษณะดังกล่าวมีความเที่ยงเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Mehrens and Lehmann (1972) ที่ได้เสนอแนะว่า การตรวจจะมีความเที่ยงเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ตรวจปฏิบัติตามหลักการดังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด คือ 1) ใช้วิธีการตรวจที่เหมาะสมที่ชัดเจน 2) การตรวจต้องมุ่งเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวกับผลการเรียนที่มุ่งทดสอบเท่านั้น 3) ระมัดระวังเรื่องนิสัยของผู้ตรวจที่อาจมีอิทธิพลต่อคะแนน 4) ต้องใช้เกณฑ์การตรวจกับนักเรียนทุกคนอย่างคงเส้นคงวา

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงพบว่า มีนักวัดและประเมินผลทางการศึกษาหลายคนได้เสนอวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงไว้ด้วยกันหลายวิธี และวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการตรวจให้คะแนนแบบสอบประเภทความเรียงมากที่สุดมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี (Charles & Richard, 1990; R.L. Ebel, 1951; Mehrens & Lehmann, 1973; Oosterhof, 2003; William & Irvin, 1973) คือ

3.1 วิธีวิเคราะห์ย่อย (analytic method) มหาวิทยาลัย

วิธีนี้เป็นการวิเคราะห์รายละเอียดเป็นองค์ประกอบย่อย โดยจะแยกออกเป็นประเด็นย่อยๆ ตามองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น การสื่อสาร ความถูกต้องทางคณิตศาสตร์หรือความสมบูรณ์และลักษณะอื่นๆที่คิดว่าจะมีความสำคัญ เป็นต้น และมีการกำหนดการให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบย่อยในแง่ของคุณภาพของคำตอบ จากนั้นจะนำคะแนนของแต่ละประเด็นมารวมเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ ซึ่งการกำหนดองค์ประกอบที่คาดหวังจะช่วยให้ผู้ ให้คะแนนสามารถให้คะแนนได้อย่างคงที่ และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบเฉพาะที่คาดหวังของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ส่วนใหญ่แล้วพบว่าวิธีการให้คะแนนแบบนี้ใช้เวลานานและสร้างความเหนื่อยล้า หากข้อสอบมีปริมาณมาก

ข้อดีของการตรวจให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบทำให้เกิดการพิจารณาขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่ไม่ใช่พิจารณาเพียงคำตอบ เป็นวิธีการกำหนดคุณค่าของงานด้วยตัวเลขที่ชัดเจน ทำให้ได้รับข้อมูลที่มีรายละเอียดซึ่งเป็นการแสดงถึงจุดด้อยและจุดเด่นของผู้เรียนในแต่ละ

องค์ประกอบ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเน้นหรือปรับปรุงจุดที่นักเรียนต้องปรับปรุงแก้ไขได้ และสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการวางแผนและปรับปรุงการเรียนการสอนอีกด้วย(Nitko, 1996; ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544)

จากการศึกษาพบว่ามีการศึกษาหลายคนได้เสนอองค์ประกอบเฉพาะที่คาดหวังไว้อย่างหลากหลาย ดังเช่น Charles et. al (1987 cited in Stenmark, 1991) ได้เสนอองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ คือ 1) ความเข้าใจในปัญหา 2) การวางแผนแก้ไขปัญหา 3) การได้มาซึ่งคำตอบ ดังที่แสดงในตารางที่ 2.5

Tuckman (1975 cited in Kubiszyn & Borich, 2003) ได้ระบุเกณฑ์การตรวจให้คะแนนสำหรับคำถามปลายเปิดไว้ 3 องค์ประกอบสำคัญ คือ 1) เนื้อหา (Context) การใช้เกณฑ์เนื้อหาในการให้คะแนนจะช่วยชี้ถึงความถูกต้องและความเพียงพอของเนื้อหาความรู้ที่ผู้ตอบพึงมีในกรอบของคำถามที่ต้องการ เนื่องจากความรู้ด้านเนื้อหาสาระเป็นรากฐานในการพัฒนาความคิด 2) การเรียบเรียง (Organization) เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการตอบคำถามในแบบสอบอัตนัย โดยทั่วไปจะพิจารณา ส่วนประกอบของคำตอบ 3 ส่วน คือ บทนำ เนื้อความ และสรุป นอกจากนั้นอาจจะพิจารณาตั้งเกณฑ์อื่นๆเฉพาะ ขึ้นมา รวมถึงการสะกดคำ หรือไวยากรณ์ ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการสื่อสารกับผู้ตรวจ ดังนั้นหากจะใช้เกณฑ์นี้ในการตรวจให้คะแนนควรมีการชี้แจงเกณฑ์คะแนนให้ผู้ตอบทราบล่วงหน้า 3) กระบวนการ (Process) เกณฑ์ในกระบวนการนี้จะพิจารณา 3 ประการ คือ 3.1) ความแม่นยำหรือความถูกต้องของเหตุผล คือ การเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ได้จริง โดยสังเกตจากแนวทางการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ดังนั้นผู้ตรวจควรกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไว้ก่อนและเปิดใจกว้างเมื่อพบคำตอบใหม่ที่ไม่ตรงกับที่ความหวัง และต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของผู้ตอบอย่างรอบคอบ 3.2) ความสมบูรณ์และความสอดคล้องของคำตอบ คือ เหตุผลที่ผู้ตอบนำมาสนับสนุนการตอบมีความเหมาะสมเพียงใด และ 3.3) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้ตอบในการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่าเป้าหมายของการวัดด้วยแบบสอบอัตนัย คือ เพื่อวัดทักษะในด้านการ นำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินผล หรือการรวมทักษะต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2538) และนอกจากนี้การแสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน การให้เหตุผล การยกตัวอย่างสนับสนุน การจัดระเบียบใน การเขียน วิธีที่ใช้เขียนคำตอบ ความสมบูรณ์ของคำตอบ การจัดวางรูปแบบ การตอบ ได้ตรงประเด็น ความเข้าใจในปัญหา การวางแผน การแก้ปัญหา การได้มาซึ่งคำตอบ ก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่มีการนำมาใช้ในการตรวจให้คะแนนดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์ประกอบ

| องค์ประกอบ | เกณฑ์การให้คะแนน |
|----------------------|---|
| 1. ความเข้าใจในปัญหา | 1 ไม่เข้าใจปัญหา 2 เข้าใจปัญหาผิดบางส่วนหรือตีความผิด 3 เข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ชัดเจน |
| 2. การวางแผนแก้ปัญหา | 1 ไม่มีการวางแผนหรือวางแผนไม่ถูกต้อง 2 วางแผนถูกต้องบางส่วน 3 วางแผนแล้วนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง |
| 3. การได้มาซึ่งคำตอบ | 1 ไม่ตอบหรือได้คำตอบที่มาจากวางแผนที่ผิด 2 เขียนคำตอบผิด หรือคำนวณผิดพลาด 3 คำตอบถูกต้อง |

ที่มา: Charles .et al (1987, cited in Stenmark, 1991)

3.2 วิธีประเมินรวม (holistic method)

วิธีนี้เป็นการตรวจที่เน้นภาพรวมหรือองค์รวมทั้งหมด โดยการนำเอาประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มุ่งทดสอบมารวมกันแล้วให้คะแนน วิธีนี้จึงไม่กำหนดหรือระบุคะแนนแยกแยะไปถึงองค์ประกอบหรือประเด็นต่างๆ ต้องอาศัยความประทับใจโดยภาพรวมในการตรวจให้คะแนน ผู้ตรวจจะใช้วิธีการอ่านคำตอบครั้งแรกอย่างรวดเร็วเพื่อสร้างความประทับใจอย่างกว้างๆต่อคำตอบ แต่ละคำตอบและใช้มาตรฐานบางอย่างในการกำหนดระดับของคำตอบเพื่อแบ่งคำตอบออกเป็นกลุ่มๆตามระดับคุณภาพของคำตอบที่แตกต่างกันออกไป เช่น ดีมาก ดี พอใช้ อ่อน เป็นต้น หลังจากนั้นผู้ตรวจก็จะตรวจคำตอบโดยการพิจารณาทีละกอง แล้วให้คะแนนตามลำดับคุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการตรวจวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพสำหรับข้อสอบที่มีจำนวนมาก และยังเป็นโอกาสให้มีการพิจารณาการตอบของนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาในการตรวจน้อย รวดเร็วและง่ายต่อการนำไปใช้งาน อย่างไรก็ตามแม้ว่าวิธีการตรวจประเภทนี้จะทำให้การให้คะแนนมีความเที่ยงสูง แต่ยากต่อการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบเกี่ยวกับเหตุผลของการได้คะแนนในแต่ละข้อ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม

| ระดับคะแนน | รายละเอียดของแต่ละระดับคะแนน |
|------------|---|
| 4 | แสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ คำนวณถูกต้อง มีขั้นตอนในการแก้สมการที่ถูกต้องสมบูรณ์ |
| 3 | แสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์เกือบสมบูรณ์ มีข้อผิดพลาดในการคำนวณเล็กน้อย มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาถูกต้อง |
| 2 | แสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน การคำนวณส่วนใหญ่ผิดพลาด มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ผิดพลาด |
| 1 | แสดงถึงความเข้าใจเพียงเล็กน้อย มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมากในความคิด ทางคณิตศาสตร์ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ผิด |

ที่มา: The Online Teacher Resource (2009, online)

ในการเลือกเกณฑ์การให้คะแนนโดยวิธีแบบรวมหรือวิธีวิเคราะห์ย่อยต่างมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน ดังนั้นควรเลือกให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและลักษณะของผู้เรียน โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีประเมินรวม (Holistic method) ในการวัดความสามารถในการปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกฎเกณฑ์การให้คะแนนที่มีประสิทธิภาพเมื่อข้อสอบมีจำนวนมาก เป็นมิตรกับผู้ตอบและมีความเหมาะสมกับแบบสอบความเรียงที่ใช้วัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และยังเป็นกฎเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้ง่าย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย (Nitko, 1996) และจุดสำคัญของการให้คะแนนขึ้นอยู่กับข้อกำหนดขอบเขตของคำตอบให้ละเอียด มีความชัดเจน จะช่วยให้การตรวจวิธีนี้ง่ายต่อการให้คะแนนและมีความน่าเชื่อถือ (Charles & Richard, 1990; William & Irvin, 1973)

ตอนที่ 4 คุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง

การพัฒนาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยจะมีความเกี่ยวข้องอยู่กับคุณภาพของการตรวจแบบสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาคุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบความเรียง เนื่องจากแบบสอบความเรียง มีความเป็นอัตนัยสูง ดังนั้นผู้ตรวจต้องมีเหตุผลในการตรวจ โดยการมีเกณฑ์ในการให้คะแนน จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยพบว่า มีนักการศึกษาหลายจำนวนมากที่ศึกษาสิ่งที่ส่งผลต่อความเที่ยงของการตรวจให้คะแนน อาทิ การศึกษาถึงผลของลายมือของผู้สอบที่ส่งผลต่อการให้คะแนนของผู้ตรวจ พบว่า ลักษณะลายมือมีผลต่อคะแนน โดยกระดาษคำตอบที่เขียนด้วยลายมือสวยจะได้รับคะแนนสูงกว่ากระดาษคำตอบที่เขียนด้วยลายมือไม่สวย (Schuyler & William, 1972) ในขณะที่ภูมิหลังของผู้ตรวจ เช่น ตำแหน่งทางวิชาการ เพศ ก็ส่งผลต่อ ความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนแบบสอบทั้งสิ้น และวิธีการตรวจที่ทำให้คะแนนที่ได้มีความสอดคล้องกันระหว่างผู้ตรวจมาก

ที่สุด คือ การตรวจแบบวิธีวิเคราะห์ย่อยและวิธีประเมินรวมที่ตรวจให้เสร็จเป็นรายข้อ (จิราพร อัครสมพงษ์, 2536) นอกจากนั้นการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียงมักจะเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจกล่าวคือ เมื่อมีผู้ตรวจจำนวน 2 คนเป็นผู้ตรวจ คะแนนที่ได้ในแต่ละข้อจะแตกต่างกัน หรือแม้แต่ให้ครูคนเดียวกันตรวจให้คะแนนโดยตรวจให้คะแนนต่างเวลากันคะแนนที่ได้ก็แตกต่างกันเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการหาความเที่ยงของผู้ตรวจให้คะแนน ทั้งความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra-rater reliability) และความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจมากกว่า 1 คน (inter-rater reliability) Kubiszyn and Borich (2003) ได้กล่าวถึง การปรับปรุงความเที่ยงในการตรวจ ให้คะแนนแบบสอบความเรียงไว้ คือ เริ่มต้นควรเขียนข้อคำถามให้ดี ซึ่งแบบสอบที่ไม่กำหนดความยาวในการตอบจะทำให้การตรวจมีความเที่ยงต่ำ ดังนั้นจึงควรใช้คำถามจำกัดคำตอบหลายข้อๆ แทนคำถามที่ให้ตอบแบบให้ขยายคำตอบเพียงข้อเดียว และควรมีคู่มือในการตรวจที่มีการกำหนดเกณฑ์การตอบไว้ล่วงหน้า นอกจากนั้นในขณะที่ตรวจควรปิดชื่อนักเรียนเพื่อป้องกันการลำเอียงในการตรวจให้คะแนนและควรใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเป็นข้อๆคือ ให้คะแนนคำถามเดียวกันจนครบทุกคน ซึ่งสอดคล้องกับ Lindvall and Nitko (1975) ที่ได้กล่าวว่า ถ้าข้อสอบมีหลายข้อควรตรวจข้อแรกของทุกคนก่อนแล้วจึงตรวจข้อต่อไปในลักษณะเดิม เพื่อให้ผู้ตรวจสามารถกำหนดเกณฑ์เดียวกันได้และสามารถลด halo effect ของคำตอบแต่ละข้อที่จะมีต่อกันได้ นอกจากนี้ยังควรฝึกชื่อผู้ตรวจเนื่องจากอาจจะได้รับอิทธิพลของความประทับใจที่เกิดจากการรู้จักกันกับผู้ตอบ และประการสำคัญควรมีการตรวจซ้ำคำตอบที่ตรวจในตอนแรก เพื่อตรวจดูว่าใช้เกณฑ์เดียวกันอย่างสม่ำเสมอหรือไม่

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะพบว่าผู้ตรวจและจำนวนผู้ตรวจเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญ ดังนั้นคุณภาพของการตรวจให้คะแนนเป็นผลจากการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจที่สอดคล้องกันระหว่างผู้ตรวจหลายคน (inter rater reliability) และระหว่างคะแนนที่ได้ในแต่ละครั้งของผู้ตรวจคนเดียวกัน (intra rater reliability)

ตอนที่ 5 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory เป็นทฤษฎีสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัด ที่แสดงประสิทธิภาพ การสรุปอ้างอิงผลของการวัดที่ได้จากแบบสอบไปยังคะแนนเฉลี่ยที่ผู้สอบแต่ละคนควรได้รับ ภายใต้สถานการณ์สอบหรือเงื่อนไขต่างๆของการวัดหรือแหล่งความคลาดเคลื่อนต่างๆได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแบบวัดให้มีระดับความเที่ยงที่ต้องการภายใต้สถานการณ์ทดสอบที่ต้องการนำแบบวัดไปใช้ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ผู้วิจัยจำนำเสนอประเด็นดังต่อไปนี้ คือ ความเป็นมาของทฤษฎี แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง การออกแบบฟาเซต ตามลำดับ

5.1 ความเป็นมาของทฤษฎี

ในอดีตการศึกษาความเที่ยงและวิธีการประเมินค่าความเที่ยงของแบบสอบใช้หลักการของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) หรือ CTT ซึ่งคะแนนของการวัด (X) ได้มาจากการรวมกันระหว่างคะแนนจริง (T) กับคะแนนจากแหล่งความคลาดเคลื่อน (E) ซึ่งถือว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนของการวัดมีลักษณะเป็นหนึ่งเดียวที่แบ่งแยกไม่ได้ (Unique error) จึงทำให้มีข้อจำกัดสำหรับการศึกษาค่าความเที่ยงของแบบวัดหรือแบบสอบที่จะต้องทำการวิเคราะห์ภายใต้แหล่งความคลาดเคลื่อนครั้งละ 1 แหล่ง เช่น การศึกษาความคลาดเคลื่อนจากช่วงเวลาของการทดสอบ สามารถวิเคราะห์ได้จากความเที่ยงของการสอบซ้ำ (Test-retest reliability) การศึกษาความคลาดเคลื่อนจากความยาวของข้อสอบ สามารถวิเคราะห์ได้จากสูตรความเที่ยงของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown formula) เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีนักทฤษฎีหลายคนพยายามศึกษาถึงแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดที่สามารถประมาณค่าแยกกันภายใต้การวิเคราะห์ โดยเริ่มต้นใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) มาใช้ในการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบและในเวลาต่อมา Cronbach และคณะ (1963 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสิ, 2555) ได้มีการพัฒนาทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory ซึ่งเป็นครั้งแรกเพื่อประเมินค่าความเที่ยงทั่วไปของการทดสอบหรือเงื่อนไขการวัดแบบต่างๆ ซึ่งทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดเป็นทฤษฎีที่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งความคลาดเคลื่อนของผลการวัดอย่างเป็นระบบภายใต้เงื่อนไขและสถานการณ์ของการวัด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแบบสอบหรือแบบวัดให้มีระดับความเที่ยงตามต้องการวัดได้

5.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดมาจากข้อจำกัดของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) พบว่าความคลาดเคลื่อนรวมทุกแหล่งที่ไม่สามารถระบุหรือแบ่งแยกได้ (Single error source) ซึ่งตามหลักของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมพบว่า ความผันแปรของคะแนนที่สังเกตได้ (σ_x^2) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ความผันแปรของคะแนนจริง (σ_T^2) ซึ่งเป็นความแตกต่างที่แท้จริงระหว่างบุคคลและความผันแปรของคะแนนความคลาดเคลื่อน (σ_E^2) นอกจากนี้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมไม่ได้ให้ความสนใจต่อสถานการณ์หรือเงื่อนไขการวัด และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเงื่อนไขของการวัดซึ่งสามารถส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการวัด ในขณะที่ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแยกส่วนความคลาดเคลื่อน (Error) จากหลายแหล่ง (Multiple error sources) ซึ่งประกอบด้วย ความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (Systematic sources) และความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random source) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังภาพที่ 3.1

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

σ_s^2 σ_e^2
 Systematic Random
 error variance error variance

ภาพที่ 2.3 การแยกส่วนความคลาดเคลื่อนใน G-Theory (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

นอกจากนี้ G-Theory ได้เสนอวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบจากแหล่งต่างๆ อันเป็นสถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัด รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเงื่อนไขของการวัด จึงทำให้ทราบและสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนได้ตรงประเด็น ซึ่งจะส่งผลให้สัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดสูงขึ้น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังนั้น G-Theory จึงเป็นวิธีการประเมินความน่าเชื่อถือหรือความเที่ยงของเครื่องมือวัดผล และเป็นกลยุทธ์ของการออกแบบการวัดให้ได้ผลการวัดที่มีความน่าเชื่อถือ หรือความเที่ยงสูงถึงระดับที่ต้องการเพื่อนำผลไปใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

5.3 แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Theory) เป็นทฤษฎีทางสถิติของการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดในสถานการณ์การวัดผลลักษณะต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายของการนำเครื่องมือไปใช้ ซึ่งความหมายของผลการวัด คือ ความถูกต้องของการสรุปอ้างอิง (Generalization) จากคะแนนที่สังเกตได้ไปยังคะแนนจริงของบุคคล โดยคะแนนจริงเป็นคะแนน

เฉลี่ยที่พึงได้ของผู้สอบแต่ละคน จากการทดสอบภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดที่ยอมรับได้ทั้งหมด โดยการศึกษาความน่าเชื่อถือของผลการวัดตามแนวทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Theory) อยู่บนพื้นฐานของข้อตกลงเบื้องต้น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังต่อไปนี้

1. คุณลักษณะที่มุ่งวัดของแต่ละบุคคล เช่น ความรู้ ทักษะ ทักษะ หรือคุณลักษณะอื่นๆ ซึ่งเป็นเป้าหมายของการวัดซึ่งจะต้องเป็นค่าที่อยู่ในสภาวะคงที่ (Steady state)
2. ผู้สอบแต่ละบุคคลมีผลคะแนนแตกต่างกันตามการวัดในแต่ละสถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัด เนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง โดยองค์ประกอบด้านวุฒิภาวะและการเรียนรู้ระหว่างการวัดไม่เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากการวัด
3. เมื่อพิจารณาผู้สอบทั้งกลุ่ม ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ประกอบด้วยความแปรปรวนของคะแนนจริง ซึ่งเป็นความแตกต่างที่แท้จริงของแต่ละบุคคล ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

นอกจากนี้คะแนนที่ได้จากการวัดภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขเดียวกันด้วยแบบสอบชุดเดียว และการทำข้อสอบเพียงครั้งเดียว ตามแนวคิดของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Theory) คะแนนที่ได้จะไม่สามารถให้ความน่าเชื่อถือได้อย่างเต็มที่ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) เนื่องจากคะแนนที่ได้จะไม่เป็นตัวแทนที่ดีของคะแนนจริงซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลายๆ สถานการณ์ด้วยแบบสอบหลายๆชุด และการทำสอบหลายๆครั้ง เนื่องจากผู้สอบคนเดียวเมื่อทำการทดสอบหลายๆครั้งในหลายสถานการณ์ มักจะได้คะแนนในแต่ละครั้งแตกต่างกัน ความไม่คงเส้นคงวาของคะแนนเกิดจากความคลาดเคลื่อนของผลการวัด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ซึ่ง G-Theory จะพิจารณาถึงแหล่งความคลาดเคลื่อนพหุ (Multiple sources of error) กล่าวคือสามารถวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากหลายแหล่งพร้อมกัน จึงเป็นส่วนช่วยให้ผู้บริหารการทดสอบสามารถตัดสินใจได้ว่าควรใช้สถานการณ์หรือเงื่อนไขการวัดแบบใดจึงจะทำให้ได้คะแนนที่น่าเชื่อถือตามระดับที่ต้องการ จากผลการวิเคราะห์ด้วย G-Theory จะให้ค่าสัมประสิทธิ์เชิงสรุปที่แสดงถึงความน่าเชื่อถือของคะแนนที่ได้จากผลการวัด (Level of dependability) เรียกว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Coefficient) ซึ่งคล้ายกับสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability Coefficient) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

5.4 คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดมีความจำเป็นในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้อง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังนี้

1. ประชากร (Population) หมายถึง สิ่งที่มีงวัดทั้งหมด ในสถานการณ์การทดสอบทั่วไป สิ่งที่มีงวัดคือ บุคคลหรือผู้ทำข้อสอบ

2. เอกภพ (Universe) หมายถึง เงื่อนไขของการวัดทั้งหมดที่สนใจ กลุ่มเงื่อนไขของการวัดซึ่งเป็นองค์ประกอบที่คาดว่าจะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการวัด เช่น ความยาวของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ จำนวนครั้งของการทดสอบ จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน เป็นต้น

3. ฟาเซต (Facet) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขของการวัดซึ่งองค์ประกอบที่คาดว่าจะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการวัด เช่น ความยาวของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ จำนวนครั้งของการทดสอบ จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน เป็นต้น ซึ่งอาจเป็นองค์ประกอบสุ่มหรือองค์ประกอบเจาะจง ถ้าเงื่อนไขการวัดเลือกมาอย่างเฉพาะเจาะจงจากองค์ประกอบที่ศึกษา แปลว่าผู้ศึกษาสามารถทำการสรุปอ้างอิงความเที่ยงของแบบสอบไปยังองค์ประกอบเฉพาะระดับของเงื่อนไขที่เลือกมาศึกษาเท่านั้น แต่ถ้าเงื่อนไขการวัดได้รับการสุ่มเพื่อเป็นตัวแทนองค์ประกอบที่ศึกษา แสดงว่าผู้ศึกษาสามารถทำการสรุปอ้างอิงความเที่ยงของแบบสอบ ไปยังระดับต่างๆขององค์ประกอบที่ศึกษาได้

4. เงื่อนไขของการวัด (condition of measurement) หมายถึง ระดับขององค์ประกอบที่ทำให้ได้ค่าสังเกตในการวัดครั้งหนึ่งๆ เช่น จำนวนผู้ตรวจอาจกำหนดเป็น 2, 3, 4 คน

5. เอกภพของการสรุปอ้างอิง (Universe of Generalization) หมายถึง การวัดที่ครอบคลุมเงื่อนไขที่สนใจทั้งหมด ซึ่งเป็นเงื่อนไขของการวัดที่เป็นเป้าหมายของการสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบ

6. การศึกษา G (G-Study) และการศึกษา D (D-Study)

6.1 การศึกษา G (Generalizability study) คือการสรุปอ้างอิงผลจากการศึกษาตัวอย่างของการวัดตามเงื่อนไขที่สนใจ และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งต่างๆที่สนใจเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการวางแผนการตัดสินใจศึกษา D

6.2 การศึกษา D (Decision study) คือการใช้ข้อมูลจาก G-Study ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เฉพาะของการตัดสินใจ และการเลือกใช้แบบสอบตามสถานการณ์ต่างๆของการวัด ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความเที่ยงของแบบสอบของการวัดด้วยสถานการณ์ต่างๆ

7. รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ แบ่งเป็น 3 แบบ ดังนี้

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

7.2 ความสัมพันธ์แบบแฝง (Nested) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันสัญลักษณ์ที่ใช้คือ “:” อ่านว่า nested within

7.3 ความสัมพันธ์แบบผสม (Confounded) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแบบไขว้และแฝงผสมกัน

8. ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์และสัมพัทธ์ (Absolute and Relative Error Variance)

ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CCT) คะแนนจริงของผู้สอบ (True score : T_p) คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบสอบคู่ขนาน ดังนั้นความแปรปรวนของคะแนนจริงจึงเป็นความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการค่าเฉลี่ยของการสอบซ้ำนั้น และความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้เป็นผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) 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_i}) ของ G - Theory จะถูกแยกเป็นความคลาดเคลื่อนของฟาเซตหรือกลุ่มเงื่อนไขของการวัด (E_i) และความคลาดเคลื่อนจากแหล่งที่เหลืออื่นๆ (e_{p_i}) ส่วนความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ เป็นผลรวมจากความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ($\sigma^2_{\mu_p}$ หรือ σ_p^2) และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆ ของการวัด ($\sigma^2_{E_i}$) และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่นๆ ($\sigma^2_{e_p}$) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังนี้

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

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

สำหรับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆ ของการวัดสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

8.1 ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute error variance; σ^2_{ABS} หรือ σ^2_{Δ}) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่างๆ ยกเว้น $\sigma^2_{\mu_p}$ หรือ σ_p^2)

8.2 ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative error variance; σ^2_{REL} หรือ σ^2_{δ}) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่างๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอบ (p)

9. สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient)

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient or ρ_i^2) เป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับความแปรปรวนของค่าคาดหวังของคะแนนที่สังเกตได้ ดังนี้

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

ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆของการวัดมี 2 ประเภท จึงทำให้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมี 2 ประเภท (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังนี้

9.1 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ_{Abs}^2) เมื่อคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์บอกค่าความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์การตัดสินใจที่ขึ้นอยู่กับคะแนนของผู้สอบตามลำพัง ไม่มีการเปรียบเทียบภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม

9.2 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ_{Rel}^2) เมื่อคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์บอกค่าความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์การตัดสินใจที่มีการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างผู้สอบ

5.5 การออกแบบฟาเซต

การออกแบบฟาเซต หมายถึง การออกแบบเงื่อนไขในสิ่งที่เราต้องการศึกษาซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบฟาเซตดังนี้

1. การออกแบบการวัดแบบไขว้ (crossed design)

1.1 การออกแบบการวัดแบบไขว้ กรณี 1 องค์ประกอบ (One-Facet Crossed Design, p x i design) การออกแบบเอกภาพหนึ่งฟาเซตหรือหนึ่งองค์ประกอบ มีลักษณะเฉพาะสอดคล้องกับสถานการณ์ของการทดสอบตามแนวทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) เช่น การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของคะแนนจากแบบสอบที่ระดับความยาว ไปยังความน่าเชื่อถือของคะแนนจากแบบสอบที่มีระดับความยาวที่แตกต่างกัน เช่น แบบสอบที่มีความยาว 5 10 15 20 30 ข้อ เป็นต้น

สำหรับ G-Theory ใช้คะแนนเฉลี่ยของบุคคลในการทำข้อสอบ 1 ข้อ เป็นคะแนนที่สังเกตได้ของแต่ละบุคคล ทำให้การคำนวณต่างๆ สะดวกขึ้นและคะแนนดังกล่าวยังสามารถแปลงเป็นคะแนนรวมได้โดยไม่สูญเสียรายละเอียด เช่น ผู้สอบทุกคนในประชากรตอบแบบสอบถามที่ประกอบด้วยข้อสอบทุกระดับความยาวในเอกภาพ ดังนั้นคะแนนที่สังเกตได้ของแต่ละคน (X_{pi}) สามารถแสดงแยกส่วนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} X_{pi} &= \mu && \text{[ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของทั้งหมด]} \\ &+ \mu_p - \mu && \text{[อิทธิพลของบุคคล]} \\ &+ \mu_i - \mu && \text{[อิทธิพลของข้อสอบ]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + X_{pi} - \mu_p - \mu_i + \mu \quad \text{[ส่วนที่เหลือ หรือ } e_{pi}\text{]} \\
 \text{เมื่อ } \mu & = \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดจากประชากรในเอกภพ (Grand mean)} \\
 \mu_p & = \text{คะแนนเอกภพของแต่ละคน} \\
 \mu_i & = \text{คะแนนเฉลี่ยรายข้อ}
 \end{aligned}$$

จะพบว่า อิทธิพลอื่นที่ต่างไปจากค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean) มีการกระจายเกิดขึ้นแต่ค่าเฉลี่ย ทั้งหมดมีค่าคงที่จึงมีค่าความแปรปรวนเป็นศูนย์

การแจกแจงที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และมีความแปรปรวน (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

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

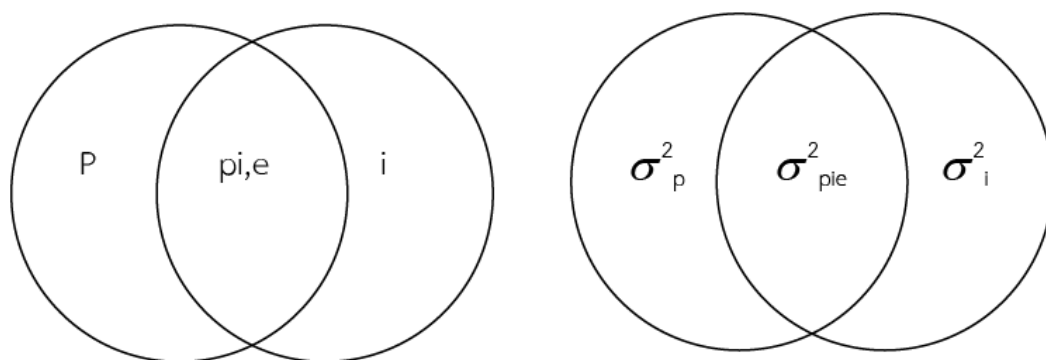
ค่าเฉลี่ยและองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบสอบจะมีค่าเฉลี่ยรายข้อเป็นศูนย์ และองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบสอบ ใช้สัญลักษณ์ σ_i^2 อิทธิพลสุดท้ายคือ ส่วนที่เหลือ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็น $\sigma_{pi,e}^2$

จะได้ว่าความแปรปรวนของคะแนนสังเกตเป็นผลรวมของ 3 องค์ประกอบความแปรปรวนข้างต้น ดังนี้

$$\sigma_{x_{pi}}^2 = \sigma_p^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{pi,e}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } \sigma_{x_{pi}}^2 & \text{ คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกต } (x_{pi}) \\
 \sigma_p^2 & \text{ คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ } (\mu_p) \\
 \sigma_i^2 & \text{ คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยรายข้อ } (\mu_i) \\
 \sigma_{pi,e}^2 & \text{ คือ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ } (e_{pi})
 \end{aligned}$$

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) จึงเป็นแหล่งความแปรปรวนร่วมกันดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.4 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ $p \times i$ (one facet, $p \times i$ design)

1.2 กรณีการวัดที่มีสององค์ประกอบแบบไขว้ (two – facet, $p \times r \times o$ design)

คะแนนสังเกตของบุคคลในข้อสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆ ดังนี้

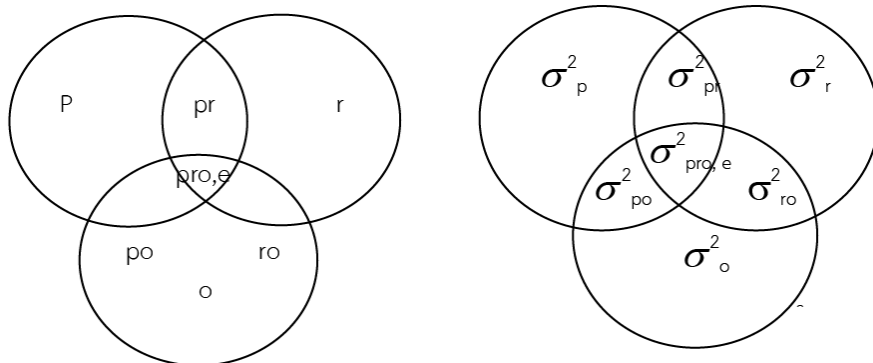
$$\begin{aligned}
 X_{pi} = & \mu && \text{[ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของทั้งหมด]} \\
 & + \mu_p - \mu && \text{[อิทธิพลของบุคคล]} \\
 & + \mu_i - \mu && \text{[อิทธิพลของข้อสอบ]} \\
 & + \mu_o - \mu && \text{[อิทธิพลของสถานการณ์]} \\
 & + \mu_{pr} - \mu_p - \mu_r + \mu && \text{[ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับผู้ตรวจ]} \\
 & + \mu_{po} - \mu_p - \mu_o + \mu && \text{[ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสถานการณ์]} \\
 & + \mu_{ro} - \mu_r - \mu_o + \mu && \text{[ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับสถานการณ์]} \\
 & + X_{pro} - \mu_{po} - \mu_{pr} - \mu_{ro} + \mu_p + \mu_r + \mu_o - \mu && \text{[อิทธิพลของส่วนที่เหลือ]}
 \end{aligned}$$

แต่ละองค์ประกอบยกเว้นค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean) นั้นมีการกระจาย นั่นคือพฤติกรรมของผู้สอบเปลี่ยนไปผู้ตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละการกระจายมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีความแปรปรวน ความแปรปรวนทั้งหมดของเอกภพและประชากร จึงเป็นผลรวมขององค์ประกอบความแปรปรวน 7 ส่วน ดังนี้

$$\sigma^2_{(X_{pro})} = \sigma_p^2 + \sigma_i^2 + \sigma_o^2 + \sigma_{pr}^2 + \sigma_{ro}^2 + \sigma_{pro,e}^2$$

| | | |
|-------|--------------------|--|
| เมื่อ | σ_{pro}^2 | คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกต |
| | σ_p^2 | คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพของผู้สอบ (μ_p) |
| | σ_r^2 | คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจ (μ_r) |
| | σ_o^2 | คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของสถานการณ์การสอบแต่ละครั้ง (μ_o) |
| | σ_{pr}^2 | คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับผู้ตรวจ (μ_o) |
| | σ_{po}^2 | คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับสถานการณ์ของการสอบแต่ละครั้ง |
| | σ_{ro}^2 | คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับ สถานการณ์ของการสอบแต่ละครั้ง |
| | $\sigma_{pro,e}^2$ | คือ ความแปรปรวนของคะแนนคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ (e_{pro}) |

เขียนแผนภาพได้ดังภาพที่ 2.5



แหล่งความแปรปรวน

(Source of variation)

องค์ประกอบของความแปรปรวน

(Variance component)

ภาพที่ 2.5 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสององค์ประกอบแบบไขว้ $p \times r \times o$ (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 ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆ ดังนี้

$$X_{pi} = \mu + \mu_p - \mu + X_{pi} - \mu_p$$

[ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของทั้งหมด]
[อิทธิพลของบุคคล]
[ส่วนที่เหลือ]

การออกแบบแบบแฝง (nested i : p design) จะไม่ได้จำแนกเทอมออกมาเป็นอิทธิพลของแบบสอบ โดยอิทธิพลของแบบสอบเป็นส่วนหนึ่งของเทอมส่วนที่เหลือ เนื่องจากบุคคลทำแบบสอบต่างข้อกัน จึงไม่สามารถประมาณค่าอิทธิพลของแบบสอบได้อย่างอิสระจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับแบบสอบได้ สามารถเขียนอยู่ในอีกรูปได้เพื่อแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของแบบสอบเป็นส่วนหนึ่งของส่วนที่เหลือ ดังนี้

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

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

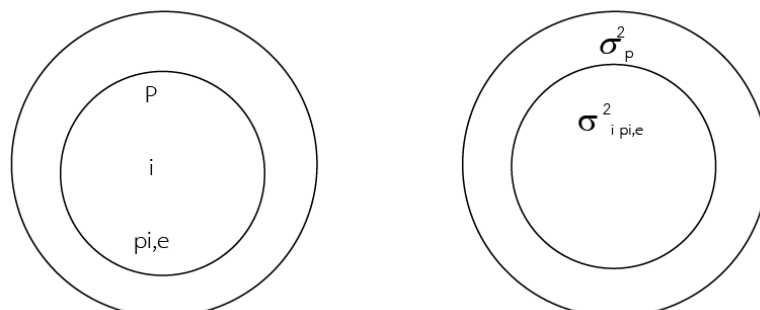
$$\sigma_{i,pi,e}^2 = E_p E_i (X_{pi} - \mu_p)^2$$

จากองค์ประกอบความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของข้อสอบนั้นรวมอยู่กับอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและแบบสอบ ซึ่งมีแหล่งของความแปรปรวนที่ไม่เป็นระบบหรือไม่สามารถวัดได้รวมอยู่ด้วยเช่นกัน

ดังนั้น ความแปรปรวนของคะแนนสังเกตได้ (X_{pi}) ของบุคคลและแบบสอบทั้งหมดจึงเป็นผลรวมขององค์ประกอบความแปรปรวนสององค์ประกอบ ดังนี้

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

เขียนแผนภาพได้ดังภาพ 2.6



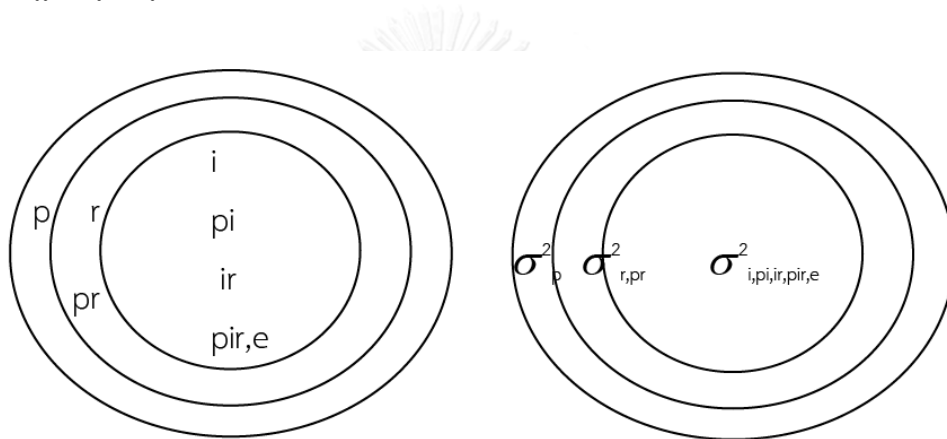
ภาพที่ 2.6 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่งองค์ประกอบแบบแฝง เมื่อ i แฝงใน p (one facet, i:p design)

2.2 กรณีการวัดที่มีสององค์ประกอบแบบแฝง เช่นกรณี i : r : p (two facet, i : r : p design) คะแนนสังเกตของบุคคลในแบบสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 X_{pi} &= \mu \\
 &+ \mu_p - \mu \\
 &+ \mu_{pr} - \mu_p \\
 &+ \mu_{pir} - \mu_{pr} \\
 &+ X_{pir} - \mu_{pir}
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{X_{pi}}^2 = \sigma_p^2 + \sigma_{r,pr}^2 + \sigma_{i,pi,ir,pir,e}^2$$

เขียนแผนภาพได้ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสององค์ประกอบแบบแฝง กรณี i : r : p (two facet, i : r : p design)

3. กรณีออกแบบการวัดแบบผสม (confounded design) เช่น กรณี (o : p) × r design

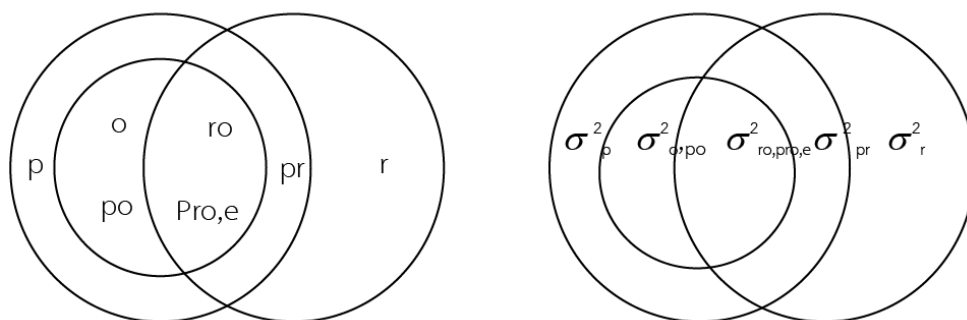
คะแนนสังเกตของบุคคลในแบบสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพล มาจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้

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

และ

$$\sigma_{X_{pro}}^2 = \sigma_p^2 + \sigma_r^2 + \sigma_{op}^2 + \sigma_{pr}^2 + \sigma_{ro,pro,e}^2$$

เขียนแผนภาพได้ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสององค์ประกอบแบบผสมกรณี (o : p) × r (two – facet, (o : p) × r design)

จากการศึกษาทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory เป็นทฤษฎีที่ขยายแนวคิดมาจากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนั้นสามารถประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ได้จากการวัดบริบทเดียวกันและจากการวิเคราะห์เพียงครั้งเดียว ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงโดยเน้นไปที่องค์ประกอบความแปรปรวนของแต่ละแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด สามารถแบ่งตัดสินใจออกเป็น 2 ลักษณะคือ การตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (relative decision) และการตัดสินใจเชิงสมบูรณ์ (absolute decision) และสามารถประมาณน้ำหนักของแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมด (G-Study) และสามารถนำข้อมูลหรือสารสนเทศที่ได้มาใช้ในการออกแบบการวัดในครั้งต่อไป เพื่อเป็นการลดความคลาดเคลื่อนของการวัดให้น้อยลง (D-Study) ซึ่งเป็นการออกแบบการวัดเพื่อก่อให้เกิดความคุ้มค่าทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา และยังสามารถออกแบบการวัดได้หลายรูปแบบทั้งการออกแบบการวัดแบบไขว้ (crossed design) การออกแบบการวัดแบบแฝง (Nested design) และกรณีออกแบบการวัดแบบผสม (confounded design)

จากการศึกษางานวิจัย (น้ำผึ้ง อินทะเนตร, 2554; วนิดา ภู่อี่ยม, 2559; สาวิตรี จุ้ยทอง, 2554) พบว่ามีการนำทฤษฎีนี้ไปอย่างกว้างขวางในหลายลักษณะ เช่น การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหาการเขียน การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นต้น ซึ่งการวัดเหล่านี้เป็นการวัดทางจิตวิทยาที่มักเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดจากหลายแหล่งและส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของผลการวัดจึงมีการนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดไปใช้ในการประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ และเป็นการศึกษาว่าแหล่งใดเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนหลัก ผลการวิจัยให้ผลสอดคล้องกันว่า ผู้ตรวจให้คะแนนเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความเที่ยงของคะแนน และมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง นอกจากนี้ผู้วิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นยังเสนอว่าควรมีผู้ตรวจให้คะแนนมากกว่าหนึ่งคน แต่จำนวนผู้ตรวจที่

เหมาะสมยังมีการนำเสนอที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่ในวงการทางการศึกษาผู้ตรวจที่ให้คะแนนข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคนจะเป็นการตรวจที่ใช้เวลามาก และในการปฏิบัติจริงของการวัดและประเมินในระดับชั้นเรียนต่างมีจำนวนครูผู้สอนที่จำกัดและนักเรียนมีจำนวนมาก ทั้งนี้รูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือการตรวจให้คะแนนนั้นมีหลากหลายรูปแบบจะสามารถนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการวางแผนการตรวจให้คะแนนได้ เช่น แบบไขว้ แบบแฝง แบบผสมซึ่งจะช่วยลดเวลาในการตรวจให้คะแนนได้

5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด เป็นทฤษฎีสำหรับการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดพฤติกรรมในสถานการณ์ต่างๆ คะแนนที่ได้มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์แบบแยกส่วนความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนออกเป็นความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบกับความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม จึงทำให้ทราบแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญ เพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนตรงประเด็น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) อันนำไปสู่การตัดสินใจเลือกใช้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของการวัดในระดับที่ต้องการ โดยทฤษฎีนี้ต้องการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของคะแนนที่สังเกตได้ จากแบบสอบที่ทำการวัดในเงื่อนไขหรือสถานการณ์ต่างๆ ของการทดสอบไปยังคะแนนจริง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของการทดสอบที่จะใช้มิได้หลากหลายขึ้นอยู่กับกรออกแบบ ซึ่งทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดนี้ เสนอโมเดลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Coefficient) ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบโดยสามารถคำนวณและแปลความหมายได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของผลการวัดสำหรับใช้ตัดสินใจหรือเปรียบเทียบ (Relative decision) และความน่าเชื่อถือของผลการวัดสำหรับตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (Absolute decision) จากการวิจัยในประเทศมีผู้นำ G-Theory มาวิเคราะห์ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนน จำนวนผู้ตรวจประสบการณ์ของผู้ตรวจ จำนวนข้อสอบ จำนวนชิ้นงาน (วนิดา ภู่อี่ยม, 2559; อุษณีย์ บัวศิริพันธ์, 2542)

Chen et al. (2007) ทดสอบการใช้ทฤษฎีสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดในการประเมินผลงานทางด้านการเขียน เพื่อทดสอบความตรงของเครื่องมือวัดความสามารถทางการเขียนของนักเรียนโดยใช้จำนวนงานเขียนในปริมาณจำกัดโดยมีการระบุวิธีหัวข้อที่จะให้เขียน (writing prompt) กับนักเรียนทราบโดยในงานวิจัยนี้มีทั้ง 4 งานเขียน และผลจากการศึกษาพบว่า ควรจะมีบทความงานเขียน 3-5 ความเรียงที่มีความเที่ยงในการตัดสินใจความสามารถทางด้านการเขียนของนักเรียน

Lane et al. (1996) ได้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความเที่ยงของการประเมินผลงานของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาจากเครื่องมือประเมินความรู้แบบ

QUASAR ชื่อว่า QCAI ซึ่งเป็นชุดของข้อคำถามปลายเปิด (Open-Ended) ที่เป็นการประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นที่วิธีการตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวม (Holistic) และมีกฎเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubric) แล้วจึงใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงตรวจสอบความสอดคล้องภายในของข้อสอบและภายในผู้ตรวจโดยมีรูปแบบจำนวน 3 รูปแบบคือ 1) pxt คือ ผู้สอบทำข้อสอบทุกข้อ 2) p x t x r คือ ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อและผู้ตรวจแต่ละคน ตรวจข้อสอบทุกข้อ และ 3) (p : s) x t ผู้สอบที่แนบอยู่ในแต่ละโรงเรียนทำข้อสอบทุกข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม GENOVA ผลการวิจัยพบว่า ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผู้ตรวจมีค่าน้อย เนื่องจากการให้รายละเอียดเกี่ยวกับกฎเกณฑ์การให้คะแนนและตัวอย่างการตอบของนักเรียน รวมทั้งการฝึกฝนวิธีที่ตรวจให้คะแนนกับผู้ตรวจถูกต้องเพียงพอ ค่าความเที่ยงที่ได้จากการศึกษา D-study แบบสัมบูรณ์พบว่า เมื่อจำนวนนักเรียนเท่ากับ 350 คน ค่าสัมประสิทธิ์อยู่ระหว่าง 0.80-0.97 ขึ้นอยู่กับชุดข้อสอบและระดับชั้น

Swartz et al. (1999) ศึกษาการประมาณค่าความเที่ยงของคะแนนงานเขียนโดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ด้วยวิธีการตรวจแบบรวม (Holistic) และ แบบย่อย (Analytic) ของแบบสอบมาตรฐาน (Standardized) และแบบสอบที่ไม่ใช่มาตรฐาน (Nonstandardized) ที่ครูใช้ในการวัดประเมินในห้องเรียนตนเอง เพื่อดูอิทธิพลของจำนวนผู้ตรวจและชนิดชนิดของการตัดสินใจที่มีต่อความเที่ยงของคะแนน พบว่าความเที่ยงเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนผู้ตรวจเพิ่มมากขึ้นและต้องใช้ผู้ตรวจจำนวน 4 คนจึงจะทำให้ความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของ Nunnally (Nunnally 's criterion, 1967 ; cited in Swartz et al., 1999) คือ 0.90 เมื่อพิจารณา ค่าความเที่ยงของการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative decisions) ของผู้ตรวจ 3 คน ของวิธีการตรวจแบบรวมเป็น 0.94 และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบย่อยอยู่ในช่วง 0.71-0.97 การใช้ผู้ตรวจต่ำกว่า 3 คน จะทำให้ความเที่ยงต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่าความเที่ยงของการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (Absolute decision) มีความสอดคล้องกับค่าความเที่ยงของการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์

แดง กลางท่าไค้ (2531) ได้ประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการหาค่าความเที่ยงของการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา รูปแบบในการศึกษานั้น ผู้เชี่ยวชาญทุกคนประเมินความตรงของข้อสอบว่า วัดตรงจุดประสงค์เพียงใด รูปแบบการวัดในการศึกษา คือ $i \times (r : s)$ โดยผู้เชี่ยวชาญทุกคนประเมินข้อสอบทุกข้อ และผู้เชี่ยวชาญถูกสุ่มจากโรงเรียนแต่ละโรงเรียนเท่าๆกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซตและประเมินเชิงเนื้อหาชนิด 5 มาตรา พบว่าข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในโรงเรียนและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับโรงเรียน เป็นแหล่งความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อการประเมินค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ และรูปแบบการวัด ที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นของการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญสูงสุดสำหรับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบ $i \times (r : s)$ และสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของสมาชิก

ทั้งหมดในเอกภพของตัวประกอบ แต่ละตัวที่พอจะหาได้ คือ ข้อสอบอย่างน้อย 9 ข้อ และผู้เชี่ยวชาญไม่เกิน 9 คน ต่อโรงเรียนโดยการสุ่มจากโรงเรียนอย่างน้อย 7 โรงเรียน จึงจะได้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถืออย่างน้อย .80 และการเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างของตัวประกอบแต่ละตัว ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวประกอบที่ต้องการสรุปอ้างอิง จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขนาดตัวอย่างของตัวประกอบอื่น และการสรุปอ้างอิงผลการวัดไปยังเอกภพจำกัด จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงกว่าการสรุปอ้างอิงผลการวัดเอกภพสูงกว่าการสรุปอ้างอิงสูงกว่าการสรุปอ้างอิงผลการวัดไปยังเอกภพไม่จำกัด

ไพรัตน์ วงษ์นาม (2533) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของวิธีการตรวจ การชี้แจง และการรู้ผลการเรียนของผู้ตอบ ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดของแบบสอบความเรียง ที่วัดความสามารถในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข่าวและเหตุการณ์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ข้อสอบความเรียงจำนวน 5 ข้อละครึ่งจำนวน 20 คน สุ่มแบ่งผู้ตรวจออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มหนึ่งตรวจวิธีประเมินรวม กลุ่มที่ 2 ตรวจวิธีวิเคราะห์ในแต่ละวิธีทำการตรวจจำนวน 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ตรวจโดยใช้ประสบการณ์เดิมของผู้ตรวจ ครั้งที่ 2 ตรวจตามวิธีการได้รับการชี้แจงโดยไม่รู้ผลการเรียนของผู้ตอบ และ ครั้งที่ 3 ตรวจตามการได้รับการชี้แจงและรู้ผลการเรียนของผู้ตรวจ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบที่ 1 เมื่อสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของข้อสอบและผู้ตรวจพร้อมกัน ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดของแบบสอบความเรียงที่ตรวจโดยวิธีประเมินรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3328-0.4782 และตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3348-0.5895 และรูปแบบที่ 2 เมื่อสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของผู้ตรวจอย่างเดียว พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดของแบบสอบความเรียงที่ตรวจโดยวิธีประเมินรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.4743-0.6865 และตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5985-0.7761 และวิธีการตรวจ การชี้แจง และการรู้ผลการเรียนของผู้ตอบต่างกันไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดทั้งสองรูปแบบ และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของผลการตรวจตามที่ได้รับการชี้แจงมีค่าสูงกว่าการตรวจโดยใช้ประสบการณ์เดิม เฉพาะกรณีที่ผู้ตรวจที่ได้รับการฝึกอบรมไม่รู้ผลการเรียนของผู้ตอบเท่านั้น ถ้ารู้ผลการเรียนของผู้ตอบ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจะไม่แตกต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการตรวจที่ผู้ตรวจไม่รู้ประวัติการเรียนของผู้ตอบ มีค่าสูงกว่าการตรวจที่ผู้ตรวจรับรู้ประวัติการเรียนของผู้ตอบ และพบว่าวิธีการตรวจ จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงไม่น้อยกว่า 0.50 คือ วิธีการตรวจวิเคราะห์ตามที่ได้รับชี้แจงและผู้ตรวจไม่รู้ผลการเรียนของผู้ตอบ ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 6 ข้อ จำนวนผู้ตรวจอย่างน้อย 5 ข้อ สำหรับรูปแบบที่ 1 เมื่อสรุป

อ้างอิงไปยังเอกภพของข้อสอบและผู้ตรวจพร้อมกัน และผู้ตรวจ 5 คนและข้อสอบ 5 ข้อ สำหรับรูปแบบที่ 2 เมื่อสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของผู้ตรวจอย่างเดียว

ทัตมณี ชูขวัญ (2548) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินแผนผังมโนทัศน์ด้วยวิธีของโนแวกและโกวิน และวิธีของบอลท์ และเปรียบเทียบคุณภาพของการประเมินเมื่อตรวจด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจาก ความตรงตามสภาพ ความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ ความเที่ยงที่แทนด้วยสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและวิเคราะห์จำนวนผู้ประเมินและจำนวนแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุนทรารีวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 1 จำนวน 220 คน และผู้ประเมินที่ตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ด้วยวิธีของโนแวกและโกวิน และวิธีของบอลท์ รวม 4 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ และแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ตรวจสอบความตรงตามสภาพ และความตรงเชิงโครงสร้างด้วยเมทริกซ์พหุลักษณะพหุวิธี โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows วิเคราะห์ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบด้วยโปรแกรม MULTLOG และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงด้วยโปรแกรม GENOVA ผลการวิจัยพบว่า 1) เกณฑ์การให้คะแนนของโนแวกและโกวิน พิจารณาจากแผนผังมโนทัศน์ในด้านคุณภาพ 4 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านจะมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน คือ (1) ประพจน์ (2) การจัดลำดับขั้นตอน (3) การเชื่อมระหว่างมโนทัศน์และ (4) ตัวอย่าง และเกณฑ์การให้คะแนนของบอลท์ พิจารณาจากแผนผังมโนทัศน์ในด้านการจัดแผนผังมโนทัศน์ 6 คะแนน และความถูกต้อง 4 คะแนน 2) การเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (2.1) ค่าความตรงตามสภาพของคะแนนการประเมินแผนผังมโนทัศน์ เมื่อตรวจให้คะแนนด้วยวิธีของโนแวกและโกวินมีค่าสูงกว่าการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีของบอลท์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2.2) แผนผังมโนทัศน์เมื่อตรวจให้คะแนนด้วยวิธีของโนแวกและโกวิน และการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีของบอลท์ มีความตรงเชิงโครงสร้างทั้งสองวิธี (2.3) ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ ของวิธีการให้คะแนนของโนแวกและโกวินมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบโดยเฉลี่ยสูงกว่าวิธีการให้คะแนนของบอลท์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2.4) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนการประเมินแผนผังมโนทัศน์ เมื่อตรวจให้คะแนนด้วยวิธีของโนแวกและโกวินมีค่าสูงกว่าการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีของบอลท์ 3) จำนวนผู้ประเมินและจำนวนแผนผังที่เหมาะสม ที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมเมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเพื่อนำไปใช้อิงเกณฑ์ เท่ากับ 0.8 พบว่าวิธีการให้คะแนนของโนแวกและโกวินต้องให้ผู้ประเมินจำนวน 2 คน และจำนวนแผนผังมโนทัศน์จำนวน 8 ผัง หรือผู้ประเมิน 1 คน แผนผังมโนทัศน์ 12 แผนผัง และวิธีการให้คะแนนของบอลท์ต้องให้ผู้ประเมิน

4 คน และจำนวนแผนผังมโนทัศน์ 12 แผนผัง หรือผู้ประเมิน 3 คน แผนผังมโนทัศน์ 16 แผนผัง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติว่าจะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอน (ทัตมณี ชูขวัญ, 2548)

ชาญวิทย์ จรัสสุทธิอิศร (2545) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่เชื่อถือได้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน และมีผู้ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 คน และศึกษาการตรวจให้คะแนนสองรูปแบบ คือ รูปแบบที่ผู้ตรวจทุกคนตรวจแบบทดสอบทุกทักษะของผู้เข้าสอบทุกคน และรูปแบบที่ผู้ตรวจทุกคนตรวจทุกคนตรวจแบบทดสอบทุกทักษะเฉพาะผู้เข้าสอบบางคน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิง รูปแบบที่ผู้ตรวจทุกคนตรวจแบบทดสอบทุกทักษะของผู้เข้าสอบทุกคน เท่ากับ 0.7052 และรูปแบบที่ผู้ตรวจทุกคนตรวจแบบสอบเฉพาะทักษะผู้เข้าสอบบางคน เท่ากับ 0.6432 ทดสอบความแตกต่างของการตรวจให้คะแนนทั้งสองรูปแบบแล้วพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปวีณา ปีอาทิศย์ (2545) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงซึ่งแทนด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงของคะแนนการประเมินงานเขียนจากผู้ประเมิน 4 คน เมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม (holistic scoring rubric) และผู้ประเมินจำนวน 4 คนที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) และเพื่อหาจำนวนผู้ประเมินและจำนวนงานเขียนที่เหมาะสมเมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมหรือเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ผลงานการเขียนวิชาภาษาไทย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 117 ผลงาน และผู้ประเมินจำนวน 8 คน ที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม และเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยก ผลการวิจัยพบว่า ภายใต้ชิ้นงานจำนวน 117 ชิ้นงาน ผู้ประเมินจำนวน 4 คน เมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม ค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเท่ากับ 0.71848 และเมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเท่ากับ 0.81410 และถ้าต้องการใช้ผู้ประเมิน 1 คนและกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงของเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมเป็น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 ใช้จำนวนชิ้นงานอย่างน้อย 4, 8, 16 และ 28 ชิ้น ตามลำดับ ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเป็น 0.2, 0.4 ใช้จำนวนชิ้นงานน้อยกว่า 4 ชิ้น และ 0.8 ใช้จำนวนชิ้นงานอย่างน้อย 12 ชิ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติว่าจะเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสมกับการเรียนการสอน

ดวงใจ สีเขียว (2549) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการประเมินนิสิต/นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูตามแนวคิดการประเมินแบบ 360 องศา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงของการประเมินความก้าวหน้าที่มีการประเมิน 4 ครั้ง โดยผู้ประเมิน 4 แหล่งๆ ละ 2 คน พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิง เท่ากับ 0.7082 ส่วนการประเมินผลสุรूपรวม/สอบสอนที่มีการประเมิน 2 ครั้ง โดยผู้ประเมิน 2 แหล่งๆ ละ 2 คน พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงเท่ากับ 0.6123

दारุวรรณ ศรีแก้ว (2557) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการประเมินทักษะการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แฟ้มสะสมงาน ความเที่ยงของคะแนนรวมเมื่อใช้ภาระงาน จำนวน 4 ภาระงาน และ ผู้ประเมิน จำนวน 4 คน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเชิงสัมพัทธ์ เท่ากับ .846 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเชิงสัมบูรณ์ เท่ากับ .745 รูปแบบการประเมินทักษะการพูดภาษาอังกฤษ พบว่า เมื่อใช้ภาระงานจำนวน 4 ภาระงาน ได้แก่ การสัมภาษณ์ การนำเสนอปากเปล่า การเล่านิทาน และการบรรยายภาพ สามารถใช้ผู้ประเมินจำนวน 2 คน และมีความเที่ยงในการประเมินของคะแนนรวมในระดับที่สูง คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเชิงสัมพัทธ์ เท่ากับ .939 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเชิงสัมบูรณ์ เท่ากับ .925 สำหรับรูปแบบการตรวจให้คะแนนพบว่า การประเมินที่ผู้ประเมินตรวจให้คะแนนเฉพาะภาระงานมีความน่าเชื่อถือสูงกว่าการให้ผู้ประเมินทุกคนตรวจให้คะแนนซ้ำกันทุกภาระงาน

มาฆพันธ์ อ๋านาคิล (2557) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกันโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปล้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด โดยมีวิธีการตรวจให้คะแนน 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 ผลการวิจัยพบว่าวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมี 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด และการจัดเรียงเรียงความคิด ผลการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า วิธีการให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อคำถามและแนวคำตอบ intra rater reliability และ inter rater reliability มีค่าสูง และผลเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน พบว่าแบบสอบที่พัฒนาขึ้น โดยมีจำนวนเหตุการณ์ 5 เหตุการณ์นั้น แบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยมีค่าสัมประสิทธิ์สัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) สูงที่สุด รองลงมาคือแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox และสุดท้ายคือ แบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti และการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปล้างอิง โดยมีเงื่อนไขในการวัดคือ จำนวนเหตุการณ์ ซึ่งแบบสอบในแต่ละฉบับจะมีจำนวนเหตุการณ์ ดังนี้ คือ 7, 9, 11, 13 และ 15 เหตุการณ์ พบว่า ความเที่ยงของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มีค่าความเที่ยงสูงสุดในทุกเงื่อนไขจำนวนเหตุการณ์ และมีค่าความเที่ยงสูงขึ้นเมื่อจำนวนเหตุการณ์เพิ่มขึ้น

สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์ (2552) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนามาตรฐานการประเมินอภิमान สำหรับประเมินรายงานผลการประเมินคุณภาพภายใน ของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยันและสัมพันธ์การสรุปอ้างอิง ผลการวิจัยพบว่า 1) มาตรฐานการประเมินอภิमान ประกอบด้วย 5 มาตรฐานคือ ความตรงของการประเมิน อรรถประโยชน์ จริยธรรมในการประเมิน ความน่าเชื่อถือของนักประเมิน และประสิทธิผลต้นทุน รวม 38 ตัวบ่งชี้ 2) คุณภาพของมาตรฐานการประเมินอภิमान มีความตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด โดยสามารถจำแนกคุณภาพรายงานผลการประเมินคุณภาพภายในออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ และความเที่ยงแบบสัมพันธ์การสรุปอ้างอิง เมื่อใช้นักประเมินอภิमान 1, 2, 3 คน ประเมินรายงานผลการประเมินคุณภาพภายใน จำนวน 3 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.542, 0.689, และ 0.758 ตามลำดับ หากประเมินรายงานฯ 5 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.663, 0.787, และ 0.839 ตามลำดับ ประเมินรายงาน 7 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.734, 0.838, และ 0.880 ตามลำดับ และประเมินรายงานฯ 9 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.780, 0.869, และ 0.904 ตามลำดับ 3) ผลการประเมินอภิमानของรายงานผลการประเมินคุณภาพภายในของสถาบันอุดมศึกษาอยู่ในระดับดี โดยมาตรฐานที่มีผลการประเมินในระดับดีคือ ความน่าเชื่อถือของนักประเมิน อรรถประโยชน์ จริยธรรมในการประเมิน และความตรงของการประเมิน ส่วนมาตรฐานประสิทธิผลต้นทุนมีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2540) ได้พัฒนาแนวทางที่เหมาะสมในการใช้แฟ้มสะสมงาน ประเมินผลการเรียนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษโดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ผลการวิจัยพบว่า การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงานมีคุณภาพตามเกณฑ์ตัดสินคุณภาพของลินน์และคณะในระดับมากทุกรายการ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่แทนค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ เท่ากับ .94 ค่าความเที่ยงของผู้ให้คะแนนจำนวน 2 คนเท่ากับ .97 ค่าความเที่ยงของคะแนนที่ได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .6517

พรรณี เจียมสุขบุตร (2543) ได้พัฒนาเปรียบเทียบค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและอสมการ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คนและ 3 คน โดยใช้วิธีการตรวจแบบวิธีรวม และวิธีการวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า ความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการตรวจให้คะแนนด้วยจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.92 และ 0.96 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวมที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คนและ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.97 และ 0.98 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์ (2543) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน คือ การตรวจให้คะแนนแบบประเมิน

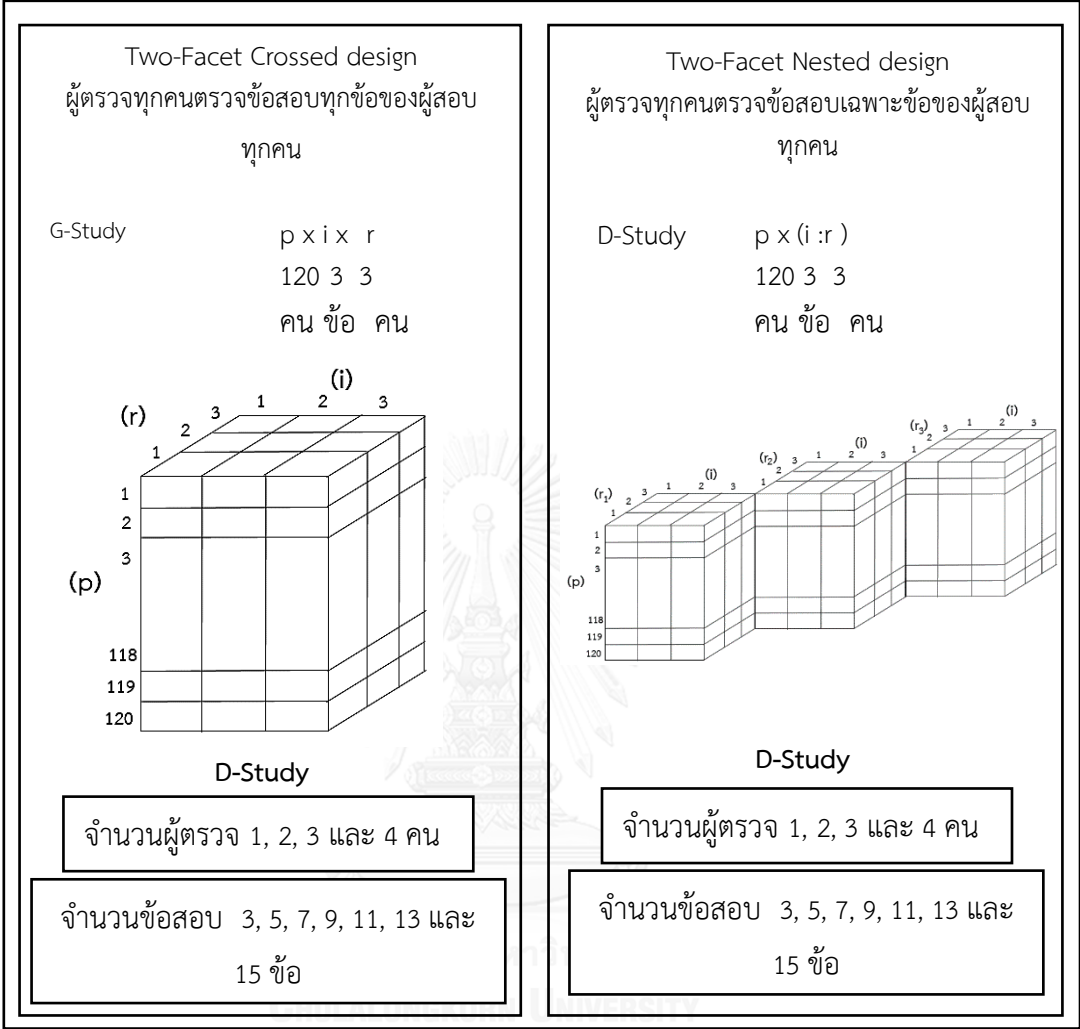
รวมโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ตรวจเองและการตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวมโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีค และมีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน คือ 3, 4, 5 และ 6 คน และผู้ตรวจมีประสบการณ์ต่างกัน คือ ผู้ตรวจที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี และผู้ตรวจที่มีประสบการณ์ไม่เกิน 5 ปี ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อผู้ตรวจมีประสบการณ์เหมือนกัน มีค่าความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อมีวิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้ตรวจมีประสบการณ์ต่างกัน เมื่อมีวิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ (ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช, 2540; ชาญวิทย์ จรัสสุทธิอิสร์, 2545; ดวงใจ สีเขียว, 2549; ดารุวรรณ ศรีแก้ว, 2557; ทัดมณี ชูขวัญ, 2548; ปวีณา ป้ออาทิตย์, 2545; พรรณี เจียมสุบุตร, 2543; มาฆพันธ์ อำนาคิล & กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์, 2557; อุษณีย์ บัวศิริพันธ์, 2542) พบว่า มีการนำทฤษฎีการสรุปร่างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดไปใช้อย่างกว้างขวางหลายลักษณะ อาทิ การวัดประเมินผลการปฏิบัติ การวัดประเมินทางการพูด การเขียน การแก้โจทย์ปัญหา เป็นต้น ซึ่งการวัดและประเมินผลต่างๆ อาจจะมี ความคลาดเคลื่อนหลายของคะแนนหลายแหล่ง และมีปัญหาในเรื่องของความเที่ยงของคะแนนอันเนื่องมาจากผู้ตรวจ เช่นแบบทดสอบแบบความเรียงหรืออัตนัยสามารถวัดทักษะด้านการคิดแก้ปัญหา และสามารถเขียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างอิสระ ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวัดและประเมินผลในรายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น จึงได้มีการนำทฤษฎีนี้มาใช้ทั้งในการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ว่าแหล่งใดเป็นความคลาดเคลื่อนหลักและประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิง ผลการวิจัยสอดคล้องกันในหลายประเด็น เช่น ผู้ตรวจให้คะแนนเป็นแหล่งของความคลาดเคลื่อนที่สำคัญ ส่งผลต่อความเที่ยงของคะแนน การเพิ่มจำนวนผู้ตรวจมากขึ้น จะส่งผลให้ความเที่ยงเพิ่มมากขึ้น โดยนักวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้เสนอแนะถึงจำนวนผู้ตรวจว่าควรใช้ผู้ตรวจมากกว่า 1 คนแต่จำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสมนั้นผลการศึกษายังมีข้อแตกต่างกัน และงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการศึกษากรณีที่ผู้ตรวจให้คะแนนข้อสอบทุกข้อของนักเรียนทุกคน ซึ่งจะทำให้เปลืองทรัพยากรมาก ทั้งในแง่ของเวลาและปัจจัยอื่นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาหาความเที่ยงของแบบสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ว่าจะมีความเที่ยงเป็นอย่างไรถ้ามีจำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจต่างกัน ภายใต้การออกแบบพาเซตที่ต่างกันโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปร่างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตได้ (Treffinger et al., 2005; ภัทรภร แสงไชย, 2551; อรรธรณ ต้นสุวรรณรัตน์, 2552) ซึ่งการสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์ต้องมีการออกแบบสอบเป็นข้อคำถามปลายเปิด (Kim et al., 2003; Lee, Hwang, & Seo, 2003) เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถหาคำตอบและสื่อสารวิธีการแก้ปัญหาของตน ได้แสดงทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผล การสื่อสาร การแก้ปัญหา และแสดงความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังคงมีปัญหาในเรื่องของความเที่ยงต่ำ สิ้นเปลืองเวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจมาก (Chui & Wolfe, 2002; Coffman, 1971) และจุดอ่อนที่สำคัญที่สุดคือ การให้คะแนน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547) ความเป็นอัตนัยของการให้คะแนน (subjective) คะแนนที่ได้จึงแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของผู้ตรวจ Bachman, Lynch & Mason, 1993; Linacre, 1993; Turner, 2003; Lunz, Wright & Linacre, 1990; Smith & Kulikowich, 2004 อ้างถึงใน น้ำผึ้ง อินทเนตร (2554) ซึ่งสอดคล้องกับ Mehrens and Lehmann (1973) ที่กล่าวว่าเพื่อให้การตรวจแบบสอบมีความเที่ยงเพิ่มขึ้นผู้ตรวจควรใช้วิธีการตรวจที่เหมาะสมใช้เกณฑ์การตรวจกับนักเรียนทุกคน มีการออกแบบกฎเกณฑ์ในการให้คะแนน (scoring rubric) และควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อน เช่น ข้อสอบ ผู้ตรวจ โดยใช้ผู้ตรวจหลายๆคนในการตรวจข้อสอบแต่ละข้อแต่ละข้อแล้วจึงหาคะแนนเฉลี่ย ดังนั้นในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) ของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือผู้ตรวจตรวจทุกข้อของผู้สอบทุกคนและผู้ตรวจตรวจเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน ภายใต้จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน และเปรียบเทียบความเที่ยงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร สามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังแผนภาพที่ 9

แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง



ความเที่ยง (สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง) ของแบบสอบวัดความสามารถใน
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แผนภาพที่ 9 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบ 2 ฟาเซต ได้แก่ จำนวนข้อสอบ (i) และจำนวนผู้ตรวจ (r) ตามทฤษฎีการสรุปล้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด และมีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) และผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) และเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปล้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด โดยแบบสอบที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบสอบประเภทความเรียง ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 21,371 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1, 2558)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 120 คน การกำหนดขนาดตัวอย่างจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ซึ่งสามารถนำไปใช้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงได้อย่างมั่นใจ Smith, 1978 อ้างถึงใน สุพัฒน์ สุขมลสันต์, 2540 ได้เสนอขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่ใช้ในการศึกษาทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ $n_p \times n_i \times n_r$ ควรมีอย่างน้อย 1,000 ค่า ดังนั้นผู้วิจัยจึงข้อกำหนดจำนวนผู้สอบ (n_p) 120 คน จำนวนข้อสอบ (n_i) 3 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ (n_r) 3 คน ได้ขนาดของตัวอย่าง $120 \times 3 \times 3 = 1,080$ ค่าซึ่งเป็นไปตามกฎเกณฑ์ของ Smith (1978) จะได้ขนาดตัวอย่าง 120 คน โดยมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มดังนี้

1. กลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ (Try out) จำนวน 60 คน เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จากโรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์” โดยให้นักเรียนทำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ

| โรงเรียน | ห้องเรียน | จำนวน (คน) |
|---|-----------|------------|
| โรงเรียนบางมดวิทยา “สี่สุทวารจวนอุปถัมภ์” | ห้อง 3/1 | 30 |
| | ห้อง 3/8 | 30 |
| รวม | | 60 |

2. กลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลจริง ซึ่งได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) โดยมีการคำนวณขนาดตัวอย่างและสุ่มตัวอย่างดังนี้

2.1 คำนวณขนาดตัวอย่างตามกฎเกณฑ์ของ Smith (1978) ที่ได้เสนอขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่ใช้ในการศึกษาทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ $n_p \times n_i \times n_r$ ครมมีอย่างน้อย 1,000 ค่า ดังนั้นผู้วิจัยจึงข้อกำหนดจำนวนผู้สอบ (n_p) 120 คน จำนวนข้อสอบ (n_i) 3 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ (n_r) 3 คน ได้ขนาดของตัวอย่าง $120 \times 3 \times 3 = 1,080$ ค่าซึ่งเป็นไปตามกฎเกณฑ์ของ Smith (1978) จะได้ขนาดตัวอย่าง 120 คน

2.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 67 โรงเรียน ซึ่งได้ตัวอย่างจากการสุ่มหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งชั้นโรงเรียนโดยมีขนาดของโรงเรียนเป็นตัวแปรสำหรับแบ่งชั้น ใช้จำนวนนักเรียนเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มขนาดโรงเรียน คือ ขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก แล้วจึงทำการสุ่มโรงเรียนอย่างง่าย โดยมีเกณฑ์การพิจารณาโรงเรียนของตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 แบบสหศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และความสามารถของผู้เรียน และเป็นโรงเรียนที่มีความต้องการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงผู้บริหารและครูมีความสนใจในการดำเนินการทดลองได้ และได้แสดงการแบ่งตามขนาดของโรงเรียนและจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 3.2

ขั้นตอนที่ 2 ทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจึงได้ตัวอย่างที่มาจากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 3 โรง ขนาดใหญ่ จำนวน 2 โรง และโรงเรียนขนาดกลางจำนวน 1 โรง โรงเรียนละ 20 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ชื่อโรงเรียนจากการสุ่มด้วยโปรแกรมการสุ่ม (www.random.org) ดังนั้นจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 120 คน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 จำนวนประชากรโรงเรียน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ปีการศึกษา 2558

| ขนาดโรงเรียน | จำนวนโรงเรียนทั้งหมด (โรง) | จำนวนโรงเรียนที่เป็นไปตามเกณฑ์ (โรง) |
|--|----------------------------|--------------------------------------|
| ใหญ่พิเศษ (จำนวนนักเรียนตั้งแต่ 2,500 คนขึ้นไป) | 19 | 13 |
| ใหญ่ (จำนวนนักเรียนระหว่าง 1,500-2,499 คน) | 19 | 14 |
| กลาง (จำนวนนักเรียนระหว่าง 500-1,499 คน) | 24 | 23 |
| เล็ก (จำนวนนักเรียนระหว่าง 0-500 คน) | 5 | 4 |
| รวม | 67 | 54 |

ตารางที่ 3.3 จำแนกกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน

| ขนาดโรงเรียน | ชื่อโรงเรียน | จำนวนนักเรียนรวม | จำนวนห้องเรียนม.3 | จำนวนนักเรียน ม.3 | จำนวนตัวอย่าง |
|--------------|----------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| ใหญ่พิเศษ | บางปะกอกวิทยาคม | 2,906 | 10 | 466 | 20 |
| | มัธยมวัดสิงห์ | 3,114 | 14 | 593 | 20 |
| | รัตนโกสินทร์สมโภช บางขุนเทียน | 3,349 | 12 | 569 | 20 |
| ใหญ่ | จันทร์ประดิษฐาราม วิทยาคม | 2,075 | 10 | 391 | 20 |
| | อิสลามวิทยาลัยแห่ง ประเทศไทย | 2,027 | 9 | 378 | 20 |
| กลาง | ฤทธิณรงค์รอน | 866 | 6 | 183 | 20 |
| รวม | | | | | 120 |

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบสอบถามแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบสอบถามเรียง ที่ได้จากการสุ่มจำนวนข้อสอบ 3 ข้อตามสาระการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ สาระที่ 1 ความน่าจะเป็น สาระที่ 2 พีชคณิต และสาระที่ 3 จำนวนและการดำเนินการและการสุ่มผู้ตรวจจำนวน 3 คน คือ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 10 ปีหรือมีตำแหน่งวิทยฐานะระดับชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไปจำนวน 2 คน

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ

แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การสร้างแบบสอบถามแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีการกำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ให้สอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งสามารถวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

| ชื่อ | สาระ | มาตรฐาน | จุดประสงค์การเรียนรู้ | แกนกลาง | กระบวนการแก้ปัญหา | ข้อคำถาม | | |
|------|------|---------|-----------------------|---------|-------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | เดิน | กลับมา | จุดเริ่มต้น | ค 5.2 | 1. อธิบายได้ว่าเหตุการณ์ที่ | • โอกาสของ | • ชั้นทำความเข้าใจ | 1.1 รวบรวมข้อมูล |
| | | | | ม.2/1 | กำหนดให้ เหตุการณ์ใด | เหตุการณ์ | ปัญหา | 1.2 ระบุปัญหา |
| | | | | | เกิดขึ้นแน่นอน เหตุการณ์ใด | | | |
| | | | | | ไม่เกิดขึ้นแน่นอน และ | | | |
| | | | | | เหตุการณ์ใดมีโอกาสเกิดขึ้น | | | |
| | | | | | ได้มากกว่ากัน | | | |
| | | | | ค 5.2 | 2. ทาคำน่าจะเป็นของ | • การทดลองสุ่มและ | • ชั้นเตรียมการเพื่อ | 1.4 การเตรียมการ |
| | | | | ม.3/1 | เหตุการณ์จากการทดลอง | เหตุการณ์ | นำไปสู่การปฏิบัติ | เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ |
| | | | | | สุ่มที่ผลแต่ละตัวมีโอกาส | • ความน่าจะเป็น | • ชั้นวางแผนแล้วปฏิบัติ | 1.5 การวางแผนแล้ว |
| | | | | | เกิดขึ้นเท่าๆ กันและใช้ | ของเหตุการณ์ | ตามแนวคิด | ปฏิบัติตามแนวคิด |
| | | | | | ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็น | • การใช้ความรู้ | | |
| | | | | | เป็นใน การคาดการณ์ได้ | เกี่ยวกับความน่าจะเป็น | | |
| | | | | | อย่างสมเหตุผล | เป็นการ | | |
| | | | | | | คาดการณ์ | | |

ครูประจำชั้น ๒๒

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

| ชื่อ | สาระ | มาตรฐาน | จุดประสงค์การเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | กระบวนการแก้ปัญหา | ข้อคำถาม |
|------|----------------------------------|----------------|--|---|---|---|
| | | | | แกนกลาง | อย่างสร้างสรรค์ | |
| 2 | กระปุก ของ เด็กชาย มนัส | ค 4.3 ม.3/5 | 1. แก้วระบบการเรียงเส้น | <ul style="list-style-type: none"> ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และนำไปใช้แก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ | <ul style="list-style-type: none"> ชั้นทำความเข้าใจ ปัญหา | 1.1 รวบรวมข้อมูล |
| | | | 2. หาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์จากการทดลองสุ่มที่ผลแต่ละตัวมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆกันและใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล | <ul style="list-style-type: none"> ชั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> 1.2 ระบุปัญหา 1.3 การสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา | |
| 2 | กระปุก ของ เด็กชาย มนัส | ค 5.2 ม.3/1 | 2. หาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์จากการทดลองสุ่มที่ผลแต่ละตัวมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆกันและใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล | <ul style="list-style-type: none"> การทดลองสุ่มและเหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ การใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล | <ul style="list-style-type: none"> ชั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ ชั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด | <ul style="list-style-type: none"> 1.4 การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ 1.5 การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด |
| | | | | | | |

3. การเลือกสาระที่จะนำมาสร้างแบบสอบและข้อคำถาม

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งมีเนื้อหาและรายละเอียดที่แตกต่างกัน และสร้างแบบสอบความเรียงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ข้อสอบที่นำมาสร้างแบบสอบควรจะเป็นข้อสอบที่มีวิธีการคิดในการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี ผู้วิจัยจึงได้กำหนดข้อสอบให้ครอบคลุมกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกเนื้อหาที่มีความน่าสนใจและมีความเหมาะสมกับเนื้อหา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 5 ส่วน คือ

- 1) ความสามารถวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อแยกแยะและระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
- 2) ความสามารถบอกปัญหาที่สำคัญภายในกรอบของปัญหาที่เป็นข้อเท็จจริงว่าเหตุการณ์ใดคือปัญหา
- 3) ความสามารถหาวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
- 4) ความสามารถพิจารณาตรวจสอบ คัดเลือกแนวทางการคิดสำหรับการตัดสินใจ เพื่อเลือกเป็นแนวทางในการแก้ปัญหามีเหตุผลและสามารถพัฒนาคำตอบที่ก้าวไปสู่อำนาจที่เป็นไปได้และสามารถนำคำตอบมาพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง
- 5) ความสามารถในการวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด

ผู้วิจัยสร้างข้อสอบ เมื่อนักเรียนอ่านข้อคำถามแล้ว นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยกลยุทธ์วิธีต่างๆที่หลากหลาย โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบจำนวน 3 ข้อและแต่ละข้อมีคำถามย่อยวัดกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยมีการปรับกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) โดยข้อคำถามในแต่ละข้อคำถามย่อยจะวัดกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ 4 ขั้นตอนคือ 1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา 2. การสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา 3. ขั้นการเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ 4. ขั้นการวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด โดยในข้อคำถามที่ 1 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ข้อคำถามที่ 2 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 3 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการหาวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา ข้อคำถามที่ 4 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการวางแผนในการเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ และข้อคำถามที่ 5 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ตารางโครงสร้างของแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์

| ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ ข้อที่ | การทำความเข้าใจ (รวบรวม ข้อมูล) | การทำความเข้าใจ (ระบุปัญหา) | การสร้าง แนวคิดที่ หลากหลายใน การแก้ปัญหา | การเตรียมการ เพื่อนำไปสู่ การปฏิบัติ | การวางแผน แล้วปฏิบัติ ตามแนวคิด |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| 1 | ข้อคำถามที่ 1.1 | ข้อคำถามที่ 1.2 | ข้อคำถามที่ 1.3 | ข้อคำถามที่ 1.4 | ข้อคำถามที่ 1.5 |
| 2 | ข้อคำถามที่ 2.1 | ข้อคำถามที่ 2.2 | ข้อคำถามที่ 2.3 | ข้อคำถามที่ 2.4 | ข้อคำถามที่ 2.5 |
| 3 | ข้อคำถามที่ 3.1 | ข้อคำถามที่ 3.2 | ข้อคำถามที่ 3.3 | ข้อคำถามที่ 3.4 | ข้อคำถามที่ 3.5 |

4. กำหนดรูปแบบของแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การสร้างคู่มือการตรวจให้คะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน และแบบบันทึกคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4.1 ผู้วิจัยออกแบบรูปแบบของแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับจากอรรถรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ที่ออกแบบแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีลักษณะดังนี้

ตัวอย่างแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของอรรถรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552)

ปัญหา : นิ่งกับน้ำมีเงินรวมกัน 360 บาท ถ้านิ่งมีเงินเพิ่มขึ้นอีก 40 บาทจะทำให้อัตราส่วนของจำนวนเงินนึ่งต่อจำนวนเงินของน้ำเป็น 3: 5 จงหาจำนวนเงินในตอนแรกของนึ่งและน้ำ

1. ให้นักเรียนพิจารณาหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา (ขั้นทำความเข้าใจปัญหา)

แนวคำตอบ : สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ นิ่งกับน้ำมีเงินรวมกัน 360 บาท ถ้านิ่งมีเงินเพิ่มขึ้นอีก 40 บาทจะทำให้อัตราส่วนของจำนวนเงินนึ่งต่อจำนวนเงินของน้ำเป็น 3: 5

สิ่งที่โจทย์ถาม คือ จำนวนเงินในตอนแรกของนึ่งและน้ำ

ตัวอย่างแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ
อรรณณ ตันสุวรรณรัตน์ (2552) (ต่อ)

2. ให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด แล้วบันทึกวิธีการทั้งหมดที่ได้เสนอไว้ (ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา)

แนวคำตอบ: ใช้อัตราส่วน การคูณไขว้ หลักการเท่ากัน การเดาคำตอบ การวาดภาพ การให้เหตุผล การสร้างสมการ เป็นต้น

3. ให้นักเรียนพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีว่าต้องดำเนินการอย่างไร แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบในการเลือก (ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ)
4. ให้นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกแล้วมาพิจารณาไตร่ตรองรอบคอบอีกครั้งจากนั้นดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่เลือก พร้อมทั้งประเมินความถูกต้องของกระบวนการและคำตอบที่ได้ด้วย (วางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด)

4.2 การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนและคู่มือการตรวจ

งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การสร้างเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบรูบริค โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (Analytic method) ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อคำถามอยู่ในคู่มือการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4.3 การเลือกผู้ตรวจที่จะเป็นผู้ตรวจให้คะแนน

4.3.1 การคัดเลือกผู้ตรวจ งานวิจัยในครั้งนี้เลือกผู้ตรวจจำนวน 3 คน คือ

1. ผู้วิจัย 2. ครุสอนวิชาคณิตศาสตร์และมีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 10 ปีหรือมีวิทยฐานะระดับชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไปจำนวน 2 คน

4.3.2 ในการวิจัยครั้งนี้มีเงื่อนไขการทดสอบที่สำคัญ 2 ปัจจัย คือ จำนวนข้อสอบ (i) และจำนวนผู้ตรวจ (r) ที่มีผลต่อความเที่ยงของแบบสอบ

การศึกษา G-study เพื่อศึกษาเชิงสรุปอ้างอิงด้วยการออกแบบและวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจาก 2 แหล่ง คือ จำนวนข้อสอบ (i) และ จำนวนผู้ตรวจ (r)

ประชากร: ผู้สอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (P)

เอกภพ: เงื่อนไขการทดสอบที่สำคัญ 2 ปัจจัย

ฟาเซต 1 : จำนวนข้อสอบ (i)

ฟาเซต 2 : จำนวนผู้ตรวจ (r)

การออกแบบ: $p \times i \times r$

ซึ่งสอดคล้องกับ Shavelson and Webb (2003) ที่เสนอว่าควรใช้แบบไขว้ในการศึกษาเพื่อหลีกเลี่ยงอิทธิพลแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นจากการออกแบบอื่นๆ ส่วน D-study สามารถใช้ข้อมูลจากการออกแบบ G-study แบบไขว้มาศึกษาแบบอื่นๆได้ และในการศึกษาแบบ G-study ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงสรุปอ้างอิงด้วยการออกแบบและวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งต่างๆที่สนใจ โดยในที่นี่ในการศึกษา (G-study) เป็นการศึกษาเชิงสรุปอ้างอิงด้วยการออกแบบและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจาก 2 แหล่ง คือ ผู้วิจัยทำการสุ่มผู้สอบซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 120 คน เพื่อให้ทำข้อสอบจำนวน 3 ข้อและการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 3 คน

4.4 การตรวจให้คะแนน

งานวิจัยครั้งนี้มีผู้ตรวจให้คะแนนจำนวน 3 คน โดยผู้ตรวจคนที่หนึ่งคือ ผู้วิจัยและครูสอนวิชาคณิตศาสตร์และมีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 10 ปีหรือมีวิทยฐานะระดับชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไปจำนวน 2 คน โดยก่อนที่ผู้ตรวจทั้ง 3 คนจะทำการตรวจแบบสอบ ผู้วิจัยได้อธิบายการตรวจ เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละวิธี รวมถึงตัวอย่างการตรวจให้คะแนนแก่ผู้ตรวจ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการให้คะแนนของผู้ตรวจ พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการตรวจให้คะแนน ดังนี้

4.4.1 ให้ตรวจคำตอบทีละข้อของนักเรียนทุกคน กล่าวคือ หากกำลังตรวจข้อคำถามที่ 1.1 ของข้อที่ 1 ก็ควรตรวจข้อคำถามที่ 1.1 ของข้อที่ 1 ของนักเรียนทุกคนจนจบ แล้วจึงเริ่มตรวจข้อคำถามที่ 1.2 ของข้อที่ 1 โดยครูห้ามตรวจข้อสอบให้เสร็จเป็นรายบุคคล

4.4.2 ให้มีความคงเส้นคงวาในการตรวจ เกณฑ์การให้คะแนนจะเหมือนกัน สำหรับทุกๆคำตอบ ครูบางคนอาจจะให้คะแนนค่อนข้างน้อยสำหรับคำตอบของคนแรกๆ แต่จะให้คะแนนมากขึ้นสำหรับคำตอบของนักเรียนคนหลังๆ ทั้งๆที่คำตอบนั้นเป็นแนวเดียวกัน ดังนั้น ผู้ตรวจต้องอ่านคำตอบและประเมินค่าคุณภาพคำตอบไว้ล่วงหน้าก่อนตรวจจริง

4.4.3 เวลาตรวจห้ามดูชื่อนักเรียน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติต่อการให้คะแนน

4.4.4 เวลาตรวจ ห้ามนำลายมือของผู้ตอบมามีส่วนในการให้คะแนน

4.4.5 พยายามเขียนข้อแนะนำและแก้ไขข้อผิดพลาดบางประการของนักเรียนลงในกระดาษคำตอบ เพื่อให้นักเรียนรู้ว่าตนเองบกพร่องตรงไหน

4.5 การบันทึกคะแนน

เมื่อผู้ตรวจตรวจให้คะแนนจะต้องบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น (ภาคผนวก)

4.6 การหาความตรงเชิงเนื้อหา

เมื่อผู้วิจัยสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมแนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแล้ว ผู้วิจัยนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 7 คน เป็นผู้ตรวจความตรงเชิงเนื้อหาของเหตุการณ์ ข้อคำถาม แนวทางคำตอบ และเกณฑ์การให้คะแนน โดยกำหนดผู้ทรงคุณวุฒิไว้ดังนี้

1) ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษา คือ ผู้ที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษา และมีความรู้และประสบการณ์ทางด้าน การวัดและประเมินผลการศึกษาไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 3 คน

2) ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนวิชาคณิตศาสตร์ คือ ผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปีหรือครูผู้มีความรู้ระดับชำนาญการ (คศ.3) ขึ้นไป หรืออาจารย์ระดับอุดมศึกษาในสาขาการสอนคณิตศาสตร์ รวมจำนวน 4 คน

โดยผู้วิจัยหาความตรงเชิงเนื้อหา โดยสร้างแบบฟอร์มการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ประเมินว่าข้อคำถามในแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้หรือไม่ แนวคำตอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามและถูกต้องหรือไม่และเกณฑ์การให้คะแนนมีความสอดคล้องกับแนวคำตอบหรือไม่ โดยกำหนดระดับความสอดคล้องของข้อคำถามกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1 = สอดคล้อง 0 = ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง และ -1 = ไม่สอดคล้อง จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence : IOC) โดยกำหนดเกณฑ์ความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ≥ 0.5 ถือว่าเป็นข้อคำถามที่มีความเหมาะสม และสำหรับข้อคำถามใดที่มีค่าระดับความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ < 0.5 ผู้วิจัยจะต้องนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิต่อไปเพื่อให้ข้อคำถามมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ได้

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) การวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแนวการเขียนคำตอบ การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแนวการเขียนคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ analytic method โดยค่าความสอดคล้องที่ใช้เป็นค่าที่ได้

จากการตัดสินความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ข้อคำถามที่มีความตรงเชิงเนื้อหาจะต้องมีค่าความสอดคล้อง ≥ 0.5 ดังตารางที่ 3.6 3.7 และ 3.8 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3.6 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 3 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยคำถามย่อย จำนวน 15 ข้อคำถาม กับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) มีระดับความสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงได้ข้อมูลโดยสรุปว่า ข้อสอบที่นำมาสร้างข้อคำถามควรมีการปรับสถานการณ์ให้มีความเชื่อมโยงและปรับสำนวนคำพูดในข้อคำถาม



ตารางที่ 3.6 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อความกับ
กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ
Isaksen (2000)

| ข้อ | ข้อความที่ | IOC | ข้อเสนอแนะ |
|-----|--|------|---|
| 1 | 1.1 (การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้) | 0.86 | ปรับข้อความให้มีความ เชื่อมโยง ปรับสำนวน คำพูดในข้อความ |
| | 1.2 (การระบุประเด็นปัญหา) | 1.00 | - |
| | 1.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย) | 1.00 | - |
| | 1.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | 1.00 | - |
| | 1.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | 1.00 | - |
| 2 | 1.1 (การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้) | 0.86 | ปรับสำนวนคำพูดในข้อ คำถาม |
| | 1.2 (การระบุประเด็นปัญหา) | 1.00 | - |
| | 1.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย) | 1.00 | - |
| | 1.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | 1.00 | - |
| | 1.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | 1.00 | - |
| 3 | 1.1 (การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้) | 0.86 | ปรับสำนวนคำพูดในข้อ คำถาม |
| | 1.2 (การระบุประเด็นปัญหา) | 1.00 | - |
| | 1.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย) | 1.00 | - |
| | 1.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | 1.00 | - |
| | 1.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | 1.00 | - |

ตารางที่ 3.7 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการเขียนคำตอบ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแนวการเขียนคำตอบ พบว่า แนวการเขียนคำตอบในแต่ละข้อคำถามในแต่ละข้อที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 15 ข้อคำถาม มีระดับความสอดคล้องกับข้อคำถามเมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่าแนวการเขียนคำตอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถาม และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ได้ข้อมูลโดยสรุปว่า ควรเพิ่มเติมการเขียนอธิบายวิธีการพอสั่งเขปในข้อคำถามที่ 1.3 2.3 และ 3.3 นอกจากการเขียนวิธีเพียงอย่างเดียว และในข้อคำถามที่ 1.4 2.4 และ 3.4 ควรมีการเพิ่มเติมขั้นตอนลงไป เพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจลักษณะการเขียนตอบ

ตารางที่ 3.7 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการเขียนคำตอบ

| ข้อ | ข้อคำถามที่ | IOC | ข้อเสนอแนะ |
|-----|--|------|--|
| 1 | 1.1 (การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้) | 1.00 | - |
| | 1.2 (การระบุประเด็นปัญหา) | 1.00 | - |
| | 1.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย) | 1.00 | ควรเป็นขั้นที่เขียนอธิบายวิธีการพอสั่งเขป นอกจากการเขียนวิธีเพียงอย่างเดียว |
| | 1.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | 1.00 | ควรเป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนอาจจะมีการบังคับการเขียน เพื่อให้เข้าใจตรงกันโดยการใส่คำว่า ขั้นที่ ลงไป |
| | 1.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | 0.86 | การสร้างตารางจะต้องมีการจัดระบบความคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ไม่เช่นนั้นจะไม่แตกต่างไปจากการเดาคำตอบและตรวจสอบ |

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความที่ | IOC | ข้อเสนอแนะ |
|-----|--|------|--|
| 2 | 2.1 (การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้) | 1.00 | - |
| | 2.2 (การระบุประเด็นปัญหา) | 1.00 | - |
| | 2.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย) | 1.00 | ควรเป็นขั้นที่เขียนอธิบายวิธีการพอสั่งเขป นอกจากการเขียนวิธีเพียงอย่างเดียว |
| | 2.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | 1.00 | ควรเป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนอาจจะมีการบังคับการเขียน เพื่อให้เข้าใจตรงกันโดยการใส่คำว่า ขั้นที่ ลงไป |
| | 2.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | 0.86 | การสร้างตารางจะต้องมีการจัดระบบความคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ไม่เช่นนั้นจะไม่แตกต่างไปจากการเดาคำตอบและตรวจสอบ |

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

| ข้อ | ข้อคำถามที่ | IOC | ข้อเสนอแนะ |
|-----|--|------|--|
| 3 | 3.1 (การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้) | 1.00 | - |
| | 3.2 (การระบุประเด็นปัญหา) | 1.00 | - |
| | 3.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย) | 1.00 | ควรเป็นขั้นที่เขียนอธิบายวิธีการพอสั่งเขป นอกจากการเขียนวิธีเพียงอย่างเดียว |
| | 3.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | 1.00 | ควรเป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนอาจจะมีการบังคับการเขียน เพื่อให้เข้าใจตรงกันโดยการใส่คำว่า ขั้นที่ ลงไป |
| | 3.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | 0.86 | การสร้างตารางจะต้องมีการจัดระบบความคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ไม่เช่นนั้นจะไม่แตกต่างไปจากการเดาคำตอบ และตรวจสอบ |

ตารางที่ 3.8 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแนวการเขียนคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแนวการเขียนคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) พบว่า แนวคำตอบในแต่ละข้อคำถามของแต่ละข้อ และวิธีการให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 3 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามย่อยรวม 15 ข้อคำถาม มีระดับความสอดคล้องกับข้อคำถามเมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่าแนวการเขียนคำตอบมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ได้ข้อมูลโดยสรุปว่า ควรมีการปรับคำอธิบายเกณฑ์ในส่วนของความคิดคล่องให้มีจุดเชื่อมต่อระหว่างระดับคะแนน 2 คะแนนและ 1 คะแนน โดยภาพรวมเกณฑ์การประเมินมีความละเอียดเฉพาะเจาะจง ครอบคลุม

แต่อาจจะต้องคำนึงเพิ่มเติมในการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยครูผู้สอนควรมีประสบการณ์ในการสอนที่มีความครอบคลุม เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับสภาพจริง และควรเพิ่มรายละเอียดให้มีความแตกต่างระหว่างความถูกต้องและความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด รวมทั้งเพิ่มเติมคำอธิบายของคำว่า บางส่วนให้ชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่อให้เวลาการนำไปใช้จะทำให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการให้คะแนน



ตารางที่ 3.8 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแนวการ
เขียนคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย
(analytic method)

| ข้อ | ข้อความที่ | องค์ประกอบ | ระดับ คะแนน | คำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ analytic method | | | |
|--|--|--|----------------|--|---|------|---|
| | | | | IOC | ข้อเสนอแนะ | | |
| 1 เดินกลับมา จุดเริ่มต้น (ความน่าจะเป็น) | 1.1 (การทำ ความเข้าใจ ปัญหา : รวบรวมข้อมูล) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - | | |
| | | | 1 | 1.00 | ปรับคำอธิบายเกณฑ์ขยายความคำว่า บางส่วน ให้ชัดเจน | | |
| | | | 0 | 1.00 | - | | |
| | | | 2 | 1.00 | - | | |
| | | การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | 1.00 | - | | |
| | | | 1 | 0.86 | ปรับคำอธิบายเกณฑ์ขยายความคำว่า บางส่วน ให้ชัดเจน | | |
| | | | 0 | 1.00 | - | | |
| | | | 1 | 1.00 | - | | |
| | | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - | | |
| | | | 0 | 1.00 | - | | |
| | | | 2 | 1.00 | - | | |
| | | | 0 | 1.00 | - | | |
| | | 1.2 (การทำ ความเข้าใจ ปัญหา : ระบุ ปัญหา) | ความถูกต้อง | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | | | 1 | 1.00 | - |
| 0 | 0.86 | | | | - | | |
| 2 | 0.86 | | | | - | | |
| การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | | | 0.86 | - | | |
| | 1 | | | 0.86 | ปรับคำอธิบายเกณฑ์ขยายความคำว่า บางส่วน ให้ชัดเจน | | |
| | 0 | | | 0.86 | - | | |
| | 1 | | | 1.00 | - | | |
| การจัดเรียง ความคิด | 1 | | | 1.00 | - | | |
| | 0 | | | 1.00 | - | | |
| | 2 | | | 1.00 | - | | |
| | 0 | | | 1.00 | - | | |
| 1.3 (การสร้าง แนวคิดที่ หลากหลายใน การแก้ปัญหา) | ความถูกต้อง | | | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | | | 1 | 1.00 | - |
| | | 0 | 1.00 | | - | | |
| | | 2 | 0.86 | | ปรับคำอธิบายเกณฑ์ให้ชัดเจนมีจุดเชื่อมต่อ ระหว่างระดับคะแนน 2 คะแนนและ 1 คะแนน | | |
| | | ความคิดคล่อง | 1 | 0.86 | ปรับคำอธิบายเกณฑ์ให้ชัดเจนมีจุดเชื่อมต่อ ระหว่างระดับคะแนน 2 คะแนนและ 1 คะแนน | | |
| | | | 0 | 1.00 | - | | |
| | | | 2 | 0.86 | ปรับคำอธิบายคำว่ากลุ่มในให้ชัดเจน | | |
| | | | 1 | 0.86 | ปรับคำอธิบายคำว่ากลุ่มในเกณฑ์ให้ชัดเจน | | |
| | | คิดริเริ่ม | 0 | 0.86 | ปรับคำอธิบายคำว่ากลุ่มในเกณฑ์ให้ชัดเจน | | |
| | | | 1 | 1.00 | - | | |
| | | | 0 | 1.00 | - | | |
| | | | 2 | 1.00 | - | | |

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

| ชื่อ | ข้อความคำ | องค์ประกอบ | ระดับ คะแนน | คำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ analytic method | | |
|---|--|---|----------------------------------|--|------------|--|
| | | | | IOC | ข้อเสนอแนะ | |
| 1 เติ กลับมา จุดเริ่มต้น (ความ น่าจะเป็น) | 1.3 (การสร้าง แนวคิดที่ หลากหลายใน การแก้ปัญหา) | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - | |
| | | | 0 | 1.00 | - | |
| | 1.4 (การ เตรียมการเพื่อ นำไปสู่การ ปฏิบัติ) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - | |
| | | | 1 | 1.00 | - | |
| | | | 0 | 1.00 | - | |
| | | | การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | 1.00 | - |
| | | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | | 0 | 1.00 | - |
| | | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - | |
| | | | 0 | 1.00 | - | |
| | | 1.5 (การ วางแผนแล้ว ปฏิบัติตาม แนวคิด) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | | 0 | 1.00 | - |
| | | | คิด ละเอียดลออ | 2 | 1.00 | - |
| | | | | 1 | 1.00 | อธิบายความหมายของคำว่าคิด ละเอียดลออเพิ่มเติม |
| | | | 0 | 1.00 | - | |
| การใช้แนวคิด เชิงคณิตศาสตร์ | 2 | | 1.00 | - | | |
| | 1 | | 1.00 | - | | |
| 0 | 1.00 | | - | | | |
| การจัดเรียง ความคิด | 1 | | 1.00 | - | | |
| | 0 | 1.00 | - | | | |

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

| ชื่อ | ข้อความคำถามที่ | องค์ประกอบ | ระดับ คะแนน | คำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ analytic method | |
|--|--|----------------------------------|----------------|---|------------|
| | | | | IOC | ข้อเสนอแนะ |
| 2 กระปุกของ เด็กชาย มนัส (พิชคณิต) | 2.1 (การทำ ความเข้าใจ ปัญหา : รวบรวมข้อมูล) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | | การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 0.86 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| | 2.2 (การทำ ความเข้าใจ ปัญหา : ระบุ ปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | | การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | 0.86 | - |
| 1 | | | 0.86 | ปรับคำอธิบายเกณฑ์ขยายความคำว่า บางส่วน ให้ชัดเจน | |
| 0 | | | 0.86 | - | |
| การจัดเรียง ความคิด | | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| 2.3 (การสร้าง แนวคิดที่ หลากหลายใน การแก้ปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - | |
| | | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| | | ความคิดคล่อง | 2 | 0.86 | - |
| | | | 1 | 0.86 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | คิดยืดหยุ่น | 2 | 0.86 | - | |
| | | 1 | 0.86 | - | |
| | | 0 | 0.86 | - | |
| | คิดริเริ่ม | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - | |
| 0 | | 1.00 | - | | |

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

| ชื่อ | ข้อความที่ | องค์ประกอบ | ระดับ คะแนน | คำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ analytic method | |
|--|--|----------------------------------|----------------|---|------------|
| | | | | IOC | ข้อเสนอแนะ |
| 2 กระปุกของ เด็กชาย มนัส (พิชคณิต) | 2.4 (การ เตรียมการเพื่อ นำไปสู่การ ปฏิบัติ) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | | การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| | | | | | |
| | 2.5 (การ วางแผนแล้ว ปฏิบัติตาม แนวคิด) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| คิด ละเอียดลออ | | 2 | 1.00 | - | |
| | | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| การใช้แนวคิด เชิงคณิตศาสตร์ | | 2 | 1.00 | - | |
| | | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| การจัดเรียง ความคิด | | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

| ชื่อ | ข้อความคำถามที่ | องค์ประกอบ | ระดับ คะแนน | คำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ analytic method | |
|--|--|----------------------------------|----------------|--|------------|
| | | | | IOC | ข้อเสนอแนะ |
| 3 ปากกาของ ครูสมศรี (ความน่าจะเป็น) | 3.1 (การทำ ความเข้าใจ ปัญหา : รวบรวมข้อมูล) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | | การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | | | | | |
| | 3.2 (การทำ ความเข้าใจ ปัญหา : ระบุ ปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | | การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | 0.86 | - |
| | | | 1 | 0.86 | - |
| | | | 0 | 0.86 | - |
| การจัดเรียง ความคิด | | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| | | | | | |
| 3.3 (การสร้าง แนวคิดที่ หลากหลายใน การแก้ปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - | |
| | | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| | | ความคิดคล่อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | 0 | 1.00 | - |
| | คิดยืดหยุ่น | 2 | 0.86 | - | |
| | | 1 | 0.86 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |
| | คิดริเริ่ม | 1 | 0.86 | - | |
| | | 0 | 0.86 | - | |
| | | | | | |
| | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - | |
| | | 0 | 1.00 | - | |

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความที่ | องค์ประกอบ | ระดับ คะแนน | คำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ analytic method | | |
|--------------------------------|---|---|----------------------------------|--|------------|------|
| | | | | IOC | ข้อเสนอแนะ | |
| 3 | 3.4 (การ ปากกาของ ครูสมศรี (ความน่าจะเป็น) เตรียมการเพื่อ นำไปสู่การ ปฏิบัติ) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - | |
| | | | 1 | 1.00 | - | |
| | | | 0 | 1.00 | - | |
| | | | การเข้าใจในสิ่ง ที่ต้องการวัด | 2 | 1.00 | - |
| | | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | | 0 | 1.00 | - |
| | | การจัดเรียง ความคิด | 1 | 1.00 | - | |
| | | | 0 | 1.00 | - | |
| | | 3.5 (การ วางแผนแล้ว ปฏิบัติตาม แนวคิด) | ความถูกต้อง | 2 | 1.00 | - |
| | | | | 1 | 1.00 | - |
| | | | | 0 | 1.00 | - |
| | | | | คิด ละเอียดลออ | 2 | 1.00 |
| 1 | 1.00 | | | | - | |
| 0 | 1.00 | | | | - | |
| การใช้แนวคิด เชิงคณิตศาสตร์ | 2 | | | 1.00 | - | |
| | 1 | | | 1.00 | - | |
| | 0 | | | 1.00 | - | |
| การจัดเรียง ความคิด | 1 | | | 1.00 | - | |
| | 0 | | | 1.00 | - | |

4.7 การทดลองใช้แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยนำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” จำนวน 60 คน จากนั้นนำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนแบบสอบดังกล่าว จากนั้นนำคะแนนไปหาค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ คะแนนเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Maximum) คะแนนต่ำสุด (Minimum) ของแต่ละข้อ และนำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ส่งให้ครูที่ปฏิบัติการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปีหรือมีวิทยฐานะระดับชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไป จำนวน 2 คน เป็นผู้ตรวจ และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ โดย

วิเคราะห์คุณภาพแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงให้เป็นไปตามเกณฑ์ อีกทั้งปรับให้ข้อคำถามมีความชัดเจน ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และเวลาในการทำแบบสอบให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ดังตารางที่ 3.9 และ ตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าความยาก (p)

| ค่าความยาก (p) | ความหมาย |
|--------------------|--|
| 0.0 – 0.19 | ข้อคำถามข้อนั้นยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง) |
| 0.2 – 0.39 | ข้อคำถามนั้นค่อนข้างยาก |
| 0.4 – 0.59 | ข้อคำถามนั้นยากพอเหมาะอยู่ในเกณฑ์ดี |
| 0.6 – 0.79 | ข้อคำถามข้อนั้นค่อนข้างง่าย |
| 0.8 – 1.00 | ข้อนั้นง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง) |

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนก (r)

| ค่าอำนาจจำแนก (r) | ความหมาย |
|-----------------------|---|
| ต่ำกว่า 0.00 | ข้อคำถามข้อนั้นจำแนกผู้สอบได้ต่ำมาก (ควรตัดทิ้ง) |
| 0.01 – 0.19 | ข้อคำถามนั้นจำแนกผู้สอบได้ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง |
| 0.20 – 0.29 | ข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนกปานกลาง |
| 0.30 – 0.39 | ข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนกดี |
| 0.40 ขึ้นไป | ข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนกดีมาก |

จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกแบบสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ แบบสอบในแต่ละข้อควรมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้มีความเหมาะสม จากนั้นนำข้อสอบมารวบรวมเป็นแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (โชติกา ภาชีผล, 2556; กมลวรรณ ดงธนากานนท์, 2557; ศิริชัย กาญจนวาลี, 2555)

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง (r_{tt}) รวมถึงพิจารณาความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบ โดยผู้วิจัยนำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” จำนวน 60 คน จากนั้นนำมา

ตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาคุณภาพตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเที่ยง (r_{tt}) ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.11

จากตารางที่ 3.11 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบพบว่า ข้อที่ 1 มีค่าความยากเท่ากับ 0.68 แสดงว่า ข้อที่ 1 ค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.31 แสดงว่า ข้อที่ 1 มีความสามารถในการจำแนกผู้สอบได้ดี และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.52 ข้อที่ 2 มีค่าความยากเท่ากับ 0.73 แสดงว่า ข้อที่ 2 ค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.31 แสดงว่า ข้อที่ 2 มีความสามารถในการจำแนกผู้สอบได้ดี และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.57 ข้อที่ 3 มีค่าความยากเท่ากับ 0.60 แสดงว่า ข้อที่ 3 ค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.35 แสดงว่า ข้อที่ 3 มีความสามารถในการจำแนกผู้สอบได้ดี และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.59 แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าความยาก เท่ากับ 0.67 แสดงว่าแบบสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนก เท่ากับ 0.32 แสดงว่า ข้อสอบมีความสามารถในการจำแนกผู้สอบได้ และมีความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.71

ตารางที่ 3.11 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกลุ่มทดลอง (try out)

| ข้อ | วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) | | |
|-------------|---|------|----------|
| | p | r | r_{tt} |
| 1 | 0.68 | 0.31 | 0.52 |
| 2 | 0.73 | 0.31 | 0.57 |
| 3 | 0.60 | 0.35 | 0.59 |
| รวมทั้งฉบับ | 0.67 | 0.32 | 0.71 |

จากตารางที่ 3.12 ค่าสถิติพื้นฐานของการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ได้จากกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้ง 3 สถานการณ์ จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย 60.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.61 คะแนน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบ

สอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำได้อยู่ในระดับสูงกว่าครึ่งหนึ่งของแบบสอบ

ตารางที่ 3.12 ค่าสถิติพื้นฐานของการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ได้จากกลุ่มทดลอง

| ข้อ | ข้อคำถามที่ | วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) | | | |
|--------------------|-------------|--|--------------|--------------|--------------|
| | | MAX | MIN | M | SD |
| 1 | 1.1 | 5.00 | 0 | 3.57 | 1.38 |
| | 1.2 | 5.00 | 1.00 | 3.45 | 1.47 |
| | 1.3 | 8.00 | 0 | 5.88 | 1.76 |
| | 1.4 | 5.00 | 0 | 2.68 | 1.35 |
| | 1.5 | 7.00 | 0 | 4.88 | 2.06 |
| | รวม | 30.00 | 6.00 | 20.47 | 4.75 |
| 2 | 2.1 | 5.00 | 1.00 | 4.20 | 1.41 |
| | 2.2 | 5.00 | 0 | 4.83 | 0.72 |
| | 2.3 | 8.00 | 0 | 4.43 | 2.21 |
| | 2.4 | 5.00 | 0 | 3.81 | 1.63 |
| | 2.5 | 7.00 | 0 | 3.77 | 1.43 |
| | รวม | 29.00 | 9.00 | 22.63 | 4.39 |
| 3 | 3.1 | 5.00 | 0 | 3.48 | 1.67 |
| | 3.2 | 5.00 | 2.00 | 4.73 | 0.82 |
| | 3.3 | 8.00 | 0 | 4.43 | 2.21 |
| | 3.4 | 5.00 | 0 | 2.12 | 1.69 |
| | 3.5 | 6.00 | 0 | 2.13 | 1.99 |
| | รวม | 26.00 | 6.00 | 16.90 | 5.37 |
| รวมทั้งฉบับ | | 79.00 | 29.00 | 60.00 | 11.61 |

ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนที่ตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่เก็บข้อมูลกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ที่เป็นกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ จำนวน 60 คน มาให้ผู้ตรวจจำนวน 3 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ทางการสอนมากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการ หรือ คศ.2 ตรวจแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้ตรวจทั้ง 3 คนจะทำการตรวจแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระต่อกัน และสำหรับผู้ตรวจคนที่ 1 คือ ผู้วิจัยทำการตรวจแบบสอบทั้งหมดจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนนทั้งหมด 2 ครั้งและคะแนนที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 คนที่ 2 และคนที่ 3 มาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน โดยใช้สถิติบรรยาย คือ คะแนนเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Max) คะแนนต่ำสุด (Min) ของแต่ละข้อ ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.13

จากตารางที่ 3.13 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยมีได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้ง 3 ข้อ จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย คือ 57.83 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 11.81 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำแบบสอบได้คะแนนสูงสุด คือ 78.00 คะแนน คะแนนต่ำสุด คือ 25.50 คะแนน และเมื่อพิจารณาการให้คะแนนของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง พบว่า ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทั้งสองครั้ง ใกล้เคียงกัน แสดงว่า ไม่ว่าผู้ตรวจจะตรวจแบบสอบวิธีการตรวจให้คะแนนวิเคราะห์ย่อยกี่ครั้งก็จะได้คะแนนใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 3.13 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบถามวัดความสามารณ์ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ห้อยที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 ครั้ง

| ชื่อ | ผู้ตรวจคนที่ 1 | | | | | | คะแนนเฉลี่ย | | | | | |
|--------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ตรวจครั้งที่ 1 | | | | | | ตรวจครั้งที่ 2 | | | | | |
| | MAX | MIN | M | SD | MAX | MIN | SD | MAX | MIN | M | SD | |
| 1 | 30.00 | 6.00 | 20.47 | 4.75 | 27.00 | 6.00 | 18.60 | 4.89 | 28.50 | 6.00 | 19.54 | 4.82 |
| 2 | 29.00 | 9.00 | 22.63 | 4.40 | 27.00 | 10.00 | 19.83 | 4.35 | 28.00 | 9.50 | 21.23 | 4.38 |
| 3 | 26.00 | 6.00 | 16.90 | 5.37 | 26.00 | 5.00 | 17.22 | 5.33 | 26.00 | 5.50 | 17.06 | 5.35 |
| รวมทั้งฉบับ | 79.00 | 29.00 | 60.00 | 11.61 | 77.00 | 22.00 | 55.65 | 12.00 | 78.00 | 25.50 | 57.83 | 11.81 |

ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra-rater reliability) ผู้วิจัย นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้ตรวจ คือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 60 ชุด จำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มาหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 3.14

จากตารางที่ 3.14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว แต่ตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.70 ถึง 0.92 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแต่ละข้อ พบว่าข้อที่ 1.5 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.92 และข้อที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.92 รองลงมาคือ ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ คือ 0.91 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจซึ่งทำการตรวจให้คะแนนทั้ง 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยไม่ว่าผู้ตรวจจะตรวจให้คะแนนทั้งหมดกี่ครั้ง คะแนนที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 3.14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว

| ข้อ | M ₁ | SD ₁ | M ₂ | SD ₂ | r _{xy} |
|----------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1.1 | 3.57 | 1.38 | 3.00 | 1.38 | 0.73** |
| 1.2 | 3.45 | 1.47 | 3.10 | 1.56 | 0.89** |
| 1.3 | 5.88 | 1.76 | 5.50 | 2.08 | 0.81** |
| 1.4 | 2.68 | 1.35 | 2.58 | 1.20 | 0.76** |
| 1.5 | 4.88 | 2.06 | 4.45 | 2.29 | 0.92** |
| ข้อที่ 1 | 20.47 | 4.75 | 18.60 | 4.89 | 0.87** |
| 2.1 | 4.20 | 1.41 | 4.20 | 1.39 | 0.91** |
| 2.2 | 4.83 | 0.72 | 3.88 | 0.64 | 0.70** |
| 2.3 | 6.02 | 1.84 | 5.60 | 2.10 | 0.84** |
| 2.4 | 3.82 | 1.63 | 3.38 | 1.88 | 0.73** |
| 2.5 | 3.77 | 1.43 | 2.77 | 1.18 | 0.70** |

ตารางที่ 3.14 (ต่อ)

| ข้อ | M ₁ | SD ₁ | M ₂ | SD ₂ | r _{xy} |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| ข้อที่ 2 | 22.63 | 4.40 | 19.83 | 4.35 | 0.83** |
| 3.1 | 3.48 | 1.67 | 3.93 | 1.29 | 0.80** |
| 3.2 | 4.73 | 0.82 | 4.68 | 0.77 | 0.80** |
| 3.3 | 4.43 | 2.21 | 4.05 | 2.45 | 0.84** |
| 3.4 | 2.12 | 1.69 | 2.38 | 1.49 | 0.81** |
| 3.5 | 2.13 | 1.99 | 2.17 | 1.6 | 0.82** |
| ข้อที่ 3 | 16.90 | 5.37 | 17.22 | 5.33 | 0.92** |
| รวมทั้งฉบับ | 60.00 | 11.61 | 55.65 | 12.00 | 0.91** |

จากการสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระความน่าจะเป็น พีชคณิต และจำนวนและการดำเนินการ โดยมี การกำหนดรูปแบบของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ ปรับมาจากอรรถพร ดันสุวรรณ์รัตน์ (2552) และสร้างแนวคำตอบ เกณฑ์การให้คะแนนแบบ วิเคราะห์ย่อย (analytic method) จากนั้นตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบไปทดลองใช้ในกลุ่มทดลอง และนำผล ที่ได้มาปรับปรุงพัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อนำแบบสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และวิธีการตรวจให้คะแนนไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัย ได้จัดทำคู่มือการใช้แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ขึ้น โดยมีคำชี้แจงการใช้คู่มือ การอธิบายความสำคัญของแบบ สอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนน และการบันทึกคะแนน รวมทั้งตัวอย่างแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แนวคำตอบ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และแบบบันทึกคะแนน ซึ่งจะปรากฏอยู่ในภาคผนวก

4.8 การเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2559 โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวม ข้อมูลดังนี้

4.8.1 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงโรงเรียนเพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.8.2 ผู้วิจัยประสานขอความร่วมมือจากครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างเพื่อเตรียมการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.8.3 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงเรียนตามที่แสดงในตารางที่ 3.3 โดยผู้วิจัยจะต้องชี้แจงวัตถุประสงค์ในการวิจัย พร้อมทั้งอธิบายวิธีการตอบตามคำแนะนำให้นักเรียนเข้าใจ **การวิเคราะห์ข้อมูล**

1. การวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนในแบบสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรม B-Index

2. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจจากผู้ตรวจ คือ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปีหรือมีวิทยฐานะระดับชำนาญการ (คศ. 2) ขึ้นไป จำนวน 2 คน มาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) คะแนนสูงสุด (maximum) คะแนนต่ำสุด (minimum)

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากผู้ตรวจ 1 คน คือ ผู้วิจัยที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับและตรวจสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson' s Product Moment Correlation)

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

| | | | |
|-------|----------|-----|------------------------------------|
| เมื่อ | r_{xy} | แทน | สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน |
| | X | แทน | คะแนนที่ตรวจจากผู้ตรวจคนที่ 1 |
| | Y | แทน | คะแนนที่ตรวจจากผู้ตรวจคนที่ 2 |
| | N | แทน | จำนวนผู้สอบ |

นำคะแนนจากผู้ตรวจที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระกัน มาวิเคราะห์หาความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ (inter rater reliability) จำนวน 3 คนขึ้นไป ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ (Kendall' s Rank Correlation Coefficient) (กมลวรรณ ตังธนภานนท์, 2557)

$$W = 1 - \frac{12 \sum D^2}{k^2 n(n^2 - 1)}$$

| | | | |
|-------|-----|-----|---|
| เมื่อ | W | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ |
| | D | แทน | ผลต่างระหว่างผลรวมอันดับที่แต่ละคนกับค่าเฉลี่ยของผลรวมอันดับที่ |
| | k | แทน | จำนวนผู้ตรวจ (3 และ 4 คน) |
| | n | แทน | จำนวนผู้สอบ |

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง (3-WAY ANOVA) จากการสุ่มตัวอย่างนักเรียน 120 คน โดยให้ทำแบบสอบจำนวน 3 ข้อ และตรวจโดยผู้ตรวจจำนวน 3 คน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ประเด็นคือ

3.1 การศึกษาเชิงสรุปร่าง (G-Study) ที่มีการออกแบบ Two-Facet Crossed Design คือ $p \times i \times r$ เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Coefficient) โดยมีรูปแบบการนำเสนอ G-Study สำหรับ $p \times i \times r$ design ดังตารางที่ 3.15 โดยค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ คำนวณจากค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Factorial Design $p \times i \times r$ ในการประมาณค่าความแปรปรวนจากค่าเฉลี่ยกำลังสอง

สูตรคำนวณค่าเฉลี่ยของกำลังสองของความเบี่ยงเบน (Means Square of Deviation) หรือ MS_{α}

$$MS_{\alpha} = \frac{SS_{\alpha}}{df_{\alpha}}$$

| | | | |
|-------|---------------|-----|--|
| เมื่อ | MS_{α} | แทน | ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบน |
| | SS_{α} | แทน | ผลรวมกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบน |
| | df_{α} | แทน | ชั้นแห่งความเป็นอิสระที่สอดคล้องกับผลขององค์ประกอบ |

สูตรคำนวณหาค่าความแปรปรวน (σ^2_{α})

$$\sigma^2_{pir} = MS_{pir}$$

$$\sigma^2_{pi} = \frac{1}{n_r} (MS_{pi} - MS_{pir})$$

$$\sigma^2_{pr} = \frac{1}{n_i} (MS_{pr} - MS_{pir})$$

$$\sigma^2_{ir} = \frac{1}{n_p} (MS_{ir} - MS_{pir})$$

$$\sigma^2_r = \frac{1}{n_p n_i} (MS_r - MS_{pr} - MS_{ir} + MS_{pir})$$

$$\sigma^2_i = \frac{1}{n_p n_r} (MS_i - MS_{ir} - MS_{pi} + MS_{pir})$$

$$\sigma^2_p = \frac{1}{n_i n_r} (MS_p - MS_{pi} - MS_{pr} + MS_{pir})$$

ตารางที่ 3.15 G- Study สำหรับ $p \times i \times r$ design

| SOURCE OF VARIATION | DF | VARIANCE COMPONENT | ESTIMATED VARIANCE COMPONENT |
|---------------------|-------------------------|--------------------|---|
| P | n_p-1 | σ_p^2 | $\sigma_{pir,e}^2 + n_i\sigma_{pr}^2 + n_r\sigma_{pi}^2 + n_i n_r \sigma_p^2$ |
| I | n_i-1 | σ_i^2 | $\sigma_{pir,e}^2 + n_r\sigma_{pi}^2 + n_p\sigma_{ir}^2 + n_p n_r \sigma_i^2$ |
| R | n_r-1 | σ_r^2 | $\sigma_{pir,e}^2 + n_i\sigma_{pr}^2 + n_p\sigma_{ir}^2 + n_p n_i \sigma_r^2$ |
| PI | $(n_p-1)(n_i-1)$ | σ_{pi}^2 | $\sigma_{pir,e}^2 + n_r\sigma_{pi}^2$ |
| PR | $(n_p-1)(n_r-1)$ | σ_{pr}^2 | $\sigma_{pir,e}^2 + n_i\sigma_{pr}^2$ |
| IR | $(n_i-1)(n_r-1)$ | σ_{ir}^2 | $\sigma_{pir,e}^2 + n_p\sigma_{ir}^2$ |
| RESIDUAL (PIR) | $(n_p-1)(n_i-1)(n_r-1)$ | $\sigma_{pir,e}^2$ | $\sigma_{pir,e}^2$ |
| TOTAL | $(n_p)(n_i)(n_r)-1$ | | |

3.2 การศึกษาเชิงตัดสลับใจ (D-Study) สำหรับ $P \times I \times R$ Design จากการเลือกใช้แบบสอบในเงื่อนไขการทดสอบ 2 แห่ง คือ จำนวนข้อสอบ (I) และจำนวนผู้ตรวจ (R) โดยมีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อและจำนวนผู้ตรวจ 1, 2, 3 และ 4 คนตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 D-Study สำหรับ $p \times i \times r$ design

| EFFECT | ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS IN D-STUDY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|
| | n'_r | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | n'_i | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| $\hat{\sigma}_p^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\hat{\sigma}_I^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\hat{\sigma}_R^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\hat{\sigma}_{PI}^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\hat{\sigma}_{PR}^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\hat{\sigma}_{IR}^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\hat{\sigma}_{PIR}^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ERROR VARIANCE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G-Coefficient | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.3 การศึกษาเชิงตัดสินใจ (D-Study) สำหรับ $P \times (I : R)$ Design จากการเลือกใช้แบบสอบในเงื่อนไขการทดสอบ 2 แหล่ง คือ จำนวนข้อสอบ (I) และจำนวนผู้ตรวจ (R) โดยมีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อและจำนวนผู้ตรวจ 1, 2, 3 และ 4 คนตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 D-Study สำหรับ $p \times (i : r)$ design

| EFFECT | | ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS IN D-STUDY | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|
| | | n_r | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | | |
| $p \times i \times r$ design | $p \times (i \times r)$ design | n_j | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| σ_p^2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_I^2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_R^2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_{PI}^2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_{PR}^2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_{IR}^2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_{PIR}^2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ERROR VARIANCE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G-Coefficient | | | | | | | | | | | | | | | | |

เพื่อสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ไปยังคะแนนจริงในสถานการณ์ของการวัด 2 เงื่อนไข คือ จำนวนข้อสอบ (i) และ จำนวนผู้ตรวจ (r) เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ G ของสถานการณ์ต่างๆของการทดสอบและพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ G ของการออกแบบ Two-Facet Nested Design : $p \times (i : r)$ โดยการคำนวณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆของ $p \times (i : r)$ ดังตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.18 การประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆของ $p \times (i: r)$

| Effect | Expected Mean Squares |
|--------|--|
| P | σ_p^2 |
| R | σ_r^2 |
| i: r | $\sigma_{i:r}^2 = \sigma_i^2 + \sigma_{ir}^2$ |
| pr | σ_{pr}^2 |
| pi: r | $\sigma_{pi:r}^2 = \sigma_{pi}^2 + \sigma_{pir}^2$ |

3.4 เปรียบเทียบค่าความเที่ยง (สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง : G- Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน คือ 1) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน ($p \times i \times r$) 2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน ($p \times (i: r)$) โดยมีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน ด้วยวิธีการของพิทแมน (Pittman)

$$t = \frac{(r_{it_1} - r_{it_2})\sqrt{(N-2)}}{\sqrt{4(1-r_{it_1})(1-r_{it_2})(1-r_{x_1x_2}^2)}} \quad , (df= n-2)$$

| | | | |
|-------|--------------|-----|--|
| เมื่อ | t | แทน | การแจกแจงแบบที |
| | r_{it_1} | แทน | ค่าความเที่ยงของแบบสอบเมื่อมีการออกแบบการตรวจให้คะแนนด้วยการออกแบบแบบที่ 1 |
| | r_{it_2} | แทน | ค่าความเที่ยงของแบบสอบเมื่อมีการออกแบบการตรวจให้คะแนนด้วยการออกแบบแบบที่ 2 |
| | N | แทน | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง |
| | $r_{x_1x_2}$ | แทน | สหสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบการตรวจให้คะแนนด้วยการออกแบบแบบที่ 1 กับ 2 |

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) โดยใช้สูตรของ Brennan (1983)

$$\rho_{Rel}^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_{Rel}^2}$$

| | | | |
|-------|------------------|-----|---|
| เมื่อ | ρ_{Rel}^2 | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงสัมพัทธ์ (Relative G- coefficient) |
| | σ_p^2 | แทน | ความแปรปรวนคะแนนเอกภาพ |
| | σ_{Rel}^2 | แทน | ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ |

$$\rho_{Abs}^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_{Abs}^2}$$

| | | | |
|-------|------------------|-----|---|
| เมื่อ | ρ_{Abs}^2 | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงสัมบูรณ์ (Absolute G- coefficient) |
| | σ_p^2 | แทน | ความแปรปรวนคะแนนเอกภพ |
| | σ_{Abs}^2 | แทน | ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ |



บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความเที่ยงแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประเมินค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2) ประเมินค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ 2.1) ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) 2.2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) 3) เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด โดยมีตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จำนวน 120 คน

ในบทนี้ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของคะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ

2.1 ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design)

2.2 ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design)

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของคะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ตอนที่ 1 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.1 ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนที่ตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยนำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่เก็บข้อมูลกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน มาให้ผู้ตรวจจำนวน 3 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ทางการสอนมากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการ (คศ.2) ตรวจแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน โดยผู้ตรวจทั้ง 3 คนจะทำการตรวจแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระต่อกัน และผู้ตรวจทุกคนทำการตรวจแบบสอบทั้งหมดจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1, 2 และ 3 ที่ตรวจให้คะแนนทั้งหมด 2 ครั้งและคะแนนที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 คนที่ 2 และคนที่ 3 มาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน โดยใช้สถิติบรรยาย คือ คะแนนเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Max) คะแนนต่ำสุด (Min) ของแต่ละข้อ

จากตารางที่ 4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ได้คะแนนจากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 3 คน พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ข้อ จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย 48.40 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.33 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำแบบสอบได้คะแนนสูงสุด คือ 75.33 คะแนน คะแนนต่ำสุด คือ 20.00 คะแนน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวอาจสรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำได้อยู่ในระดับร้อยละ 53.78 ของคะแนนเต็ม และเมื่อพิจารณาการให้คะแนนของผู้ตรวจทั้ง 3 คน พบว่า ผู้ตรวจคนที่ 1 คนที่ 2 และคนที่ 3 ให้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 57.01 57.62 และ 46.70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของการตรวจให้คะแนนแบบสอบถามในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห้อย (analytic method) ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 3 คน

| ข้อ | คำถาม | วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห้อย (analytic method) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------|---|------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|
| | | ผู้ตรวจคนที่ 1 | | | | | ผู้ตรวจคนที่ 2 | | | | | ผู้ตรวจคนที่ 3 | | | | | คะแนนเฉลี่ย | | |
| | | MIN ₁ | MAX ₁ | M ₁ | SD ₁ | MIN ₂ | MAX ₂ | M ₂ | SD ₂ | MIN ₃ | MAX ₃ | M ₃ | SD ₃ | MIN | MAX | M | SD | | |
| 1 | 1.1 | 0.00 | 5.00 | 3.38 | 1.13 | 0.00 | 5.00 | 3.18 | 1.48 | 0.00 | 5.00 | 2.83 | 1.56 | 0.00 | 5.00 | 3.13 | 1.39 | | |
| | 1.2 | 0.00 | 5.00 | 3.27 | 1.77 | 0.00 | 5.00 | 3.82 | 1.38 | 0.00 | 5.00 | 2.73 | 1.72 | 0.00 | 5.00 | 3.27 | 1.62 | | |
| | 1.3 | 0.00 | 8.00 | 4.40 | 2.35 | 0.00 | 8.00 | 4.53 | 2.29 | 0.00 | 8.00 | 3.63 | 2.33 | 0.00 | 8.00 | 4.19 | 2.32 | | |
| | 1.4 | 0.00 | 5.00 | 1.99 | 1.31 | 0.00 | 5.00 | 0.78 | 1.01 | 0.00 | 5.00 | 0.93 | 0.84 | 0.00 | 5.00 | 1.23 | 1.05 | | |
| | 1.5 | 0.00 | 7.00 | 4.08 | 2.41 | 0.00 | 7.00 | 4.19 | 2.38 | 0.00 | 7.00 | 2.76 | 2.10 | 0.00 | 7.00 | 3.68 | 2.30 | | |
| | รวม | 4.00 | 29.00 | 17.12 | 4.99 | 1.00 | 30.00 | 16.37 | 4.84 | 3.00 | 27.00 | 12.87 | 4.97 | 2.67 | 28.67 | 15.45 | 4.93 | | |
| 2 | 2.1 | 0.00 | 5.00 | 4.48 | 0.99 | 1.00 | 5.00 | 4.53 | 1.09 | 0.00 | 5.00 | 4.25 | 1.37 | 0.33 | 5.00 | 4.42 | 1.15 | | |
| | 2.2 | 0.00 | 5.00 | 3.84 | 0.89 | 0.00 | 5.00 | 4.75 | 1.06 | 0.00 | 5.00 | 3.66 | 0.97 | 0.00 | 5.00 | 4.08 | 0.97 | | |
| | 2.3 | 0.00 | 8.00 | 4.68 | 2.34 | 0.00 | 8.00 | 4.65 | 2.46 | 0.00 | 8.00 | 4.14 | 2.58 | 0.00 | 8.00 | 4.49 | 2.46 | | |
| | 2.4 | 0.00 | 5.00 | 2.96 | 1.72 | 0.00 | 6.00 | 2.48 | 1.91 | 0.00 | 5.00 | 1.91 | 2.02 | 0.00 | 5.33 | 2.45 | 1.88 | | |
| | 2.5 | 0.00 | 7.00 | 2.39 | 1.27 | 0.00 | 7.00 | 3.35 | 1.74 | 0.00 | 6.00 | 1.71 | 1.36 | 0.00 | 6.67 | 2.48 | 1.46 | | |
| | รวม | 5.00 | 27.00 | 18.35 | 4.63 | 5.00 | 30.00 | 19.75 | 5.42 | 4.00 | 26.00 | 16.21 | 5.07 | 4.67 | 27.67 | 18.10 | 5.04 | | |
| 3 | 3.1 | 0.00 | 5.00 | 3.89 | 1.31 | 0.00 | 5.00 | 3.72 | 1.57 | 0.00 | 5.00 | 3.23 | 1.86 | 0.00 | 5.00 | 3.61 | 1.58 | | |
| | 3.2 | 0.00 | 5.00 | 4.68 | 1.00 | 0.00 | 5.00 | 4.61 | 1.15 | 0.00 | 5.00 | 4.32 | 1.40 | 0.00 | 5.00 | 4.54 | 1.18 | | |
| | 3.3 | 0.00 | 8.00 | 3.03 | 2.13 | 0.00 | 8.00 | 2.69 | 2.03 | 0.00 | 7.00 | 1.83 | 1.66 | 0.00 | 7.67 | 2.52 | 1.94 | | |
| | 3.4 | 0.00 | 5.00 | 2.05 | 1.90 | 0.00 | 5.00 | 1.44 | 1.67 | 0.00 | 4.00 | 0.56 | 0.89 | 0.00 | 4.67 | 1.35 | 1.49 | | |
| | 3.5 | 0.00 | 7.00 | 2.18 | 2.23 | 0.00 | 7.00 | 3.28 | 2.95 | 0.00 | 7.00 | 1.90 | 1.77 | 0.00 | 7.00 | 2.45 | 2.32 | | |
| | รวม | 0.00 | 25.00 | 15.84 | 4.63 | 0.00 | 27.00 | 15.74 | 4.89 | 0.00 | 27.00 | 12.96 | 4.96 | 0.00 | 26.33 | 14.85 | 4.83 | | |
| | รวมทั้งสิ้น | 20.00 | 75.00 | 51.31 | 10.82 | 24.00 | 80.00 | 51.86 | 11.26 | 16.00 | 71.00 | 42.03 | 11.92 | 20.00 | 75.33 | 48.40 | 11.33 | | |

1.2 ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability)

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้ตรวจ คือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 120 ชุด จำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย มาหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 4.2 4.3 และ 4.4

จากตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว แต่ตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.669 ถึง 0.980 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแต่ละข้อพบว่าข้อที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.919 และรองลงมาคือ ข้อที่ 2 และข้อ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน คือ 0.916 และ 0.802 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ คือ 0.930 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนที่ 1 ที่ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยผู้ตรวจคนที่ 1

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจคนที่ 1 ที่ทำการตรวจจำนวน 2 ครั้ง

| ข้อ | ผู้ตรวจคนที่ 1 | | | | r_{xy} |
|----------|----------------|-------------|----------------|-------------|---------------|
| | ตรวจครั้งที่ 1 | | ตรวจครั้งที่ 2 | | |
| | M_1 | SD_1 | M_2 | SD_2 | |
| 1.1 | 3.38 | 1.13 | 3.26 | 1.28 | .900** |
| 1.2 | 3.27 | 1.77 | 3.28 | 1.70 | .793** |
| 1.3 | 4.40 | 2.35 | 4.12 | 2.36 | .931** |
| 1.4 | 1.99 | 1.31 | 1.73 | 1.22 | .759** |
| 1.5 | 4.08 | 2.41 | 4.14 | 2.40 | .980** |
| ข้อที่ 1 | 17.12 | 4.99 | 16.53 | 4.99 | .919** |
| 2.1 | 4.48 | 0.99 | 4.38 | 1.05 | .901** |
| 2.2 | 3.84 | 0.89 | 3.92 | 0.76 | .849** |
| 2.3 | 4.68 | 2.34 | 4.52 | 2.38 | .908** |
| 2.4 | 2.96 | 1.72 | 2.72 | 1.83 | .842** |

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| ข้อ | ผู้ตรวจคนที่ 1 | | | | r_{xy} |
|-------------|----------------|--------|----------------|--------|----------|
| | ตรวจครั้งที่ 1 | | ตรวจครั้งที่ 2 | | |
| | M_1 | SD_1 | M_2 | SD_2 | |
| ข้อที่ 2 | 18.35 | 4.63 | 18.18 | 4.64 | .916** |
| 3.1 | 3.89 | 1.31 | 3.99 | 1.30 | .924** |
| 3.2 | 4.68 | 1.00 | 4.68 | 1.09 | .907** |
| 3.3 | 3.03 | 2.13 | 2.79 | 2.17 | .783** |
| 3.4 | 2.05 | 1.90 | 1.89 | 1.96 | .746** |
| 3.5 | 2.18 | 2.23 | 2.28 | 2.45 | .669** |
| ข้อที่ 3 | 15.84 | 4.63 | 15.63 | 4.85 | .802** |
| รวมทั้งฉบับ | 51.31 | 10.82 | 50.33 | 11.48 | .930** |

** $p < .01$

จากตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว แต่ตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.786 ถึง 0.985 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแต่ละข้อ พบว่าข้อที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.945 และรองลงมาคือ ข้อที่ 3 และข้อ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน คือ 0.912 และ 0.910 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ คือ 0.960 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนที่ 2 ที่ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยผู้ตรวจคนที่ 2

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน
ที่ได้จากการตรวจคนที่ 2 ที่ทำการตรวจจำนวน 2 ครั้ง

| ข้อ | ผู้ตรวจคนที่ 2 | | | | r_{xy} |
|-------------|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| | ตรวจครั้งที่ 1 | | ตรวจครั้งที่ 2 | | |
| | M_1 | SD_1 | M_2 | SD_2 | |
| 1.1 | 3.18 | 1.48 | 3.21 | 1.50 | .907** |
| 1.2 | 3.82 | 1.38 | 3.55 | 1.62 | .897** |
| 1.3 | 4.53 | 2.29 | 4.24 | 2.26 | .891** |
| 1.4 | 0.78 | 1.01 | 1.23 | 1.26 | .786** |
| 1.5 | 4.19 | 2.38 | 4.17 | 2.41 | .933** |
| ข้อที่ 1 | 16.37 | 4.84 | 16.40 | 4.78 | .910** |
| 2.1 | 4.53 | 1.09 | 4.47 | 1.09 | .963** |
| 2.2 | 4.75 | 1.06 | 4.35 | 1.00 | .809** |
| 2.3 | 4.65 | 2.46 | 4.66 | 2.43 | .945** |
| 2.4 | 2.48 | 1.91 | 2.58 | 1.84 | .901** |
| 2.5 | 3.35 | 1.74 | 3.00 | 1.52 | .861** |
| ข้อที่ 2 | 19.75 | 5.42 | 19.05 | 5.05 | .945** |
| 3.1 | 3.72 | 1.57 | 3.74 | 1.57 | .985** |
| 3.2 | 4.61 | 1.15 | 4.66 | 1.10 | .962** |
| 3.3 | 2.69 | 2.03 | 2.78 | 2.15 | .904** |
| 3.4 | 1.44 | 1.67 | 1.77 | 1.93 | .809** |
| 3.5 | 3.28 | 2.95 | 2.78 | 2.68 | .902** |
| ข้อที่ 3 | 15.74 | 4.89 | 15.72 | 4.98 | .912** |
| รวมทั้งฉบับ | 51.86 | 11.26 | 51.17 | 11.45 | .960** |

**p < .01

จากตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียว แต่ตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.688 ถึง 0.985 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในและข้อ พบว่าข้อที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.924 และรองลงมาคือ ข้อที่ 2 และข้อ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน คือ 0.916 และ 0.896 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ คือ 0.924 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนที่ 3 ที่ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยผู้ตรวจคนที่ 3

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจคนที่ 3 ที่ทำการตรวจจำนวน 2 ครั้ง

| ข้อ | ผู้ตรวจคนที่ 3 | | | | r_{xy} |
|-------------|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| | ตรวจครั้งที่ 1 | | ตรวจครั้งที่ 2 | | |
| | M_1 | SD_1 | M_2 | SD_2 | |
| 1.1 | 2.83 | 1.56 | 2.76 | 1.65 | .942** |
| 1.2 | 2.73 | 1.72 | 2.99 | 1.71 | .919** |
| 1.3 | 3.63 | 2.33 | 3.96 | 2.40 | .933** |
| 1.4 | 0.93 | 0.84 | 0.93 | 0.94 | .939** |
| 1.5 | 2.76 | 2.10 | 3.19 | 2.20 | .896** |
| ข้อที่ 1 | 12.87 | 4.97 | 14.18 | 5.15 | .896** |
| 2.1 | 4.25 | 1.37 | 4.31 | 1.36 | .962** |
| 2.2 | 3.66 | 0.97 | 4.03 | 1.13 | .845** |
| 2.3 | 4.14 | 2.58 | 4.22 | 2.59 | .922** |
| 2.4 | 1.91 | 2.02 | 2.17 | 1.98 | .831** |
| 2.5 | 1.71 | 1.36 | 2.24 | 1.60 | .759** |
| ข้อที่ 2 | 16.21 | 5.07 | 16.96 | 5.51 | .916** |
| 3.1 | 3.23 | 1.86 | 3.50 | 1.79 | .916** |
| 3.2 | 4.32 | 1.40 | 4.36 | 1.37 | .985** |
| 3.3 | 1.83 | 1.66 | 2.25 | 1.85 | .793** |
| 3.4 | 0.56 | 0.89 | 0.97 | 1.29 | .705** |
| 3.5 | 1.90 | 1.77 | 2.51 | 2.32 | .688** |
| ข้อที่ 3 | 12.96 | 4.96 | 13.59 | 5.04 | .953** |
| รวมทั้งฉบับ | 42.03 | 11.92 | 44.73 | 12.21 | .924** |

**p < .01

1.3 ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter-rater reliability)

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการสอบแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้ตรวจจำนวน 3 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) จำนวน 2 คน ที่ตรวจแบบสอบจำนวน 120 ฉบับ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) มาหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 4.5 4.6 และ 4.7

จากตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน ได้แก่ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มี

ประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) คนที่ 1 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีค่านัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.807 ถึง 0.897 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแต่ละข้อ พบว่าข้อที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.897 และรองลงมาคือ ข้อที่ 1 และข้อ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน คือ 0.813 และ 0.807 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ คือ 0.925 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนที่ 1 และผู้ตรวจคนที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีความสอดคล้องกันระหว่างผู้ตรวจคนที่ 1 และผู้ตรวจคนที่ 2 ผู้ตรวจคนที่ 1 และผู้ตรวจคนที่ 3 และผู้ตรวจคนที่ 2 และผู้ตรวจคนที่ 3

ตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) คนที่ 1

| ข้อ | ผู้ตรวจคนที่ 1 | | ผู้ตรวจคนที่ 2 | | r_{xy} |
|--------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| | M_1 | SD_1 | M_2 | SD_2 | |
| 1 | 17.12 | 4.99 | 16.37 | 4.84 | .813** |
| 2 | 18.35 | 4.63 | 19.75 | 5.42 | .897** |
| 3 | 15.84 | 4.63 | 15.74 | 4.89 | .807** |
| รวมทั้งฉบับ | 51.31 | 10.82 | 51.86 | 11.26 | .925** |

** $p < .01$

จากตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน ได้แก่ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) คนที่ 2 ซึ่งถือเป็นผู้ตรวจคนที่ 3 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีค่านัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.729 ถึง 0.841 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแต่ละข้อ พบว่าข้อที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.841 และรองลงมาคือ ข้อที่ 1 และข้อ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน คือ 0.834 และ 0.729 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ คือ 0.874 และเมื่อ

พิจารณาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนที่ 1 และผู้ตรวจคนที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยไม่ว่าผู้ใดตรวจให้คะแนน คะแนนที่ได้ก็จะมีค่าใกล้เคียง

ตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) คนที่ 2

| ข้อ | ผู้ตรวจคนที่ 1 | | ผู้ตรวจคนที่ 3 | | r_{xy} |
|--------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| | M_1 | SD_1 | M_2 | SD_2 | |
| 1 | 17.12 | 4.99 | 12.87 | 4.97 | .834** |
| 2 | 18.35 | 4.63 | 16.21 | 5.07 | .841** |
| 3 | 15.84 | 4.63 | 12.96 | 4.96 | .729** |
| รวมทั้งฉบับ | 51.31 | 10.82 | 42.03 | 11.92 | .874** |

** $p < .01$

จากตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน ได้แก่ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) คนที่ 2 ซึ่งถือเป็นผู้ตรวจคนที่ 3 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีค่านัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.819 ถึง 0.846 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแต่ละข้อ พบว่าข้อที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.846 และรองลงมาคือ ข้อที่ 3 และข้อ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน คือ 0.826 และ 0.819 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ คือ 0.898 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนที่ 1 และผู้ตรวจคนที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยไม่ว่าผู้ใดตรวจให้คะแนน คะแนนที่ได้ก็จะมีค่าใกล้เคียง

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2)คนที่1และ 2

| ข้อ | ผู้ตรวจคนที่ 2 | | ผู้ตรวจคนที่ 3 | | r_{xy} |
|--------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| | M_1 | SD_1 | M_2 | SD_2 | |
| 1 | 16.37 | 4.84 | 12.87 | 4.97 | .846** |
| 2 | 19.75 | 5.42 | 16.21 | 5.07 | .819** |
| 3 | 15.74 | 4.89 | 12.96 | 4.96 | .826** |
| รวมทั้งฉบับ | 51.86 | 11.26 | 42.03 | 11.92 | .898** |

**p < .01

จากตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ (Kendall's Rank Correlation Coefficient) ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจทั้ง 3 คน ได้แก่ ผู้วิจัย และครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) จำนวน 2 คน โดยเป็นผู้ตรวจคนที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ (Kendall's Rank Correlation Coefficient) ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 3 คน มีค่าที่สำคัญที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ (Kendall's Rank Correlation Coefficient) ในข้อที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.721 ในผู้ตรวจคนที่ 2 และ 3 และรองลงมาคือ 0.712 ในผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 และ 0.681 ในผู้ตรวจคนที่ 1 และ 3 ในข้อที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.756 ในผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 และรองลงมาคือ 0.691 ในผู้ตรวจคนที่ 2 และ 3 และ 0.655 ในผู้ตรวจคนที่ 2 และ 3 ในข้อที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.642 ในผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 และรองลงมาคือ 0.621 ในผู้ตรวจคนที่ 2 และ 3 และ 0.503 ในผู้ตรวจคนที่ 1 และ 3 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ คือ 0.773 ในผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 และรองลงมาคือ 0.716 ในผู้ตรวจคนที่ 2 และ 3 และ 0.694 ในผู้ตรวจคนที่ 1 และ 3

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ (Kendall's Rank Correlation Coefficient) ของคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบสอบของผู้ตรวจทั้ง 3 คน ได้แก่ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) จำนวน 2 คน โดยเป็นผู้ตรวจคนที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

| | ผู้ตรวจคนที่ 1 | ผู้ตรวจคนที่ 2 | ผู้ตรวจคนที่ 3 |
|---|----------------|----------------|----------------|
| ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ ข้อที่ 1 | | | |
| ผู้ตรวจคนที่ 1 | | .712** | .681** |
| ผู้ตรวจคนที่ 2 | | | .721** |
| ผู้ตรวจคนที่ 3 | | | |
| ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ ข้อที่ 2 | | | |
| ผู้ตรวจคนที่ 1 | | .756** | .691** |
| ผู้ตรวจคนที่ 2 | | | .655** |
| ผู้ตรวจคนที่ 3 | | | |
| ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ ข้อที่ 3 | | | |
| ผู้ตรวจคนที่ 1 | | .642** | .503** |
| ผู้ตรวจคนที่ 2 | | | .621** |
| ผู้ตรวจคนที่ 3 | | | |
| ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนดอลล์ รวมทั้งฉบับ | | | |
| ผู้ตรวจคนที่ 1 | | .773** | .694** |
| ผู้ตรวจคนที่ 2 | | | .716** |
| ผู้ตรวจคนที่ 3 | | | |

**p < .01

1.4 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยให้นักเรียนจำนวน 120 คน ทำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ข้อ และให้ผู้ตรวจ คือ ผู้วิจัย และครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) จำนวน 2 คน รวมเป็น 3 คนเป็นคนที่ตรวจให้คะแนนตามคู่มือการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาหาความเที่ยงของแบบสอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อและจำนวนผู้ตรวจ 3 คน ได้ออกแบบการวัดเป็นแบบ Two-Facet Design โดยมีรูปแบบการวัดเป็น $p \times i \times r$ เมื่อ p แทน ผู้สอบ i แทน ข้อสอบและ r แทน ผู้ตรวจ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน 3 ทาง (3-WAY ANOVA) ปรากฏผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 4.9 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์พบว่า ความแปรปรวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 30.777 ประกอบด้วย ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละข้อ (σ^2_i) เท่ากับ 2.768 คิดเป็นร้อยละ 8.99 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของผู้สอบ (σ^2_p) ซึ่งเป็นความแปรปรวนจริงของคะแนน (Universe score) เท่ากับ 9.187 คิดเป็นร้อยละ 29.85 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจแต่ละคน (σ^2_r) เท่ากับ 3.245 คิดเป็นร้อยละ 10.54 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อสอบ (σ^2_{pi}) เท่ากับ 10.856 คิดเป็นร้อยละ 35.27 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจแต่ละครั้ง (σ^2_{pr}) เท่ากับ 0.058 คิดเป็นร้อยละ 0.19 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบของผู้ตรวจแต่ละคน (σ^2_{ir}) เท่ากับ 0.388 คิดเป็นร้อยละ 1.26 ของความแปรปรวนทั้งหมด และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ ($\sigma^2_{pir, e}$) ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 3 แหล่ง เท่ากับ 4.275 คิดเป็นร้อยละ 13.89 ของความแปรปรวนทั้งหมด

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจาก G-Study ($p \times i \times r$) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อ จำนวนผู้ตรวจ 3 คน

| SOURCE OF VARIANCE | DF | SS | MS | ESTIMATED VARIANCE COMPONENT | % OF TOTAL VARIANCE |
|--------------------|-------------|------------------|----------|------------------------------|---------------------|
| P | 119 | 14244.578 | 119.702 | 9.187 | 29.85 |
| I | 2 | 2159.906 | 1079.953 | 2.768 | 8.99 |
| R | 2 | 2438.117 | 1219.058 | 3.245 | 10.54 |
| PI | 238 | 8768.983 | 36.844 | 10.856 | 35.27 |
| PR | 238 | 1058.772 | 4.449 | 0.058 | 0.19 |
| IR | 4 | 203.311 | 50.828 | 0.388 | 1.26 |
| PIR, e | 476 | 2035.133 | 4.275 | 4.275 | 13.89 |
| TOTAL | 1079 | 30908.800 | | 30.777 | 100.00 |

ตอนที่ 2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ

2.1 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจสอบข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design)

การวิเคราะห์เป็นการนำข้อมูลจาก G-Study มาสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยมีความประสงค์เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพื่เพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิง โดยมีเงื่อนไขในการวัด 2 เงื่อนไข คือ จำนวนข้อสอบ ซึ่งแบบสอบแต่ละฉบับจะมีจำนวนข้อ คือ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1, 2, 3 และ 4 คน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.10

จากตารางที่ 4.10 ผลการศึกษา D (D-Study of $p \times i \times r$ design) ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เมื่อจำนวนข้อสอบของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน คือ จำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อและจำนวนผู้ตรวจ 1, 2, 3 และ 4 คน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (G - Coefficient for relative Decisions) ในข้อที่มีผู้ตรวจจำนวน 1 คน ($n'_r = 1$) ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.6430 เป็น 0.7487, 0.8054, 0.8408, 0.8650, 0.8826 และ 0.8960 ตามลำดับ หากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G - Coefficient for Absolute Decisions) ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.4943 เป็น 0.5690, 0.6083, 0.6327, 0.6492, 0.6611 และ 0.6702 ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (G - Coefficient for relative Decisions) ในข้อที่มีผู้ตรวจจำนวน 2 คน ($n'_r = 2$) ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.6782 เป็น 0.7776, 0.8297, 0.8619, 0.8836, 0.8993 และ 0.9112 ตามลำดับ หากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G - Coefficient for Absolute Decisions) ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.5686 เป็น 0.6548, 0.7004, 0.7285, 0.7476, 0.7614 และ 0.7719 ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (G - Coefficient for relative Decisions) ในข้อที่มีผู้ตรวจจำนวน 3 คน ($n'_r = 3$) ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.6908 เป็น 0.7877, 0.8382, 0.8691, 0.8900, 0.9050 และ 0.9164 ตามลำดับ หากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การสรุป

อ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.5986 เป็น 0.6895, 0.7375, 0.7672, 0.7874, 0.8020 และ 0.8130 ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (G – Coefficient for relative Decisions) ในข้อที่มีผู้ตรวจจำนวน 4 คน ($n'_r = 4$) ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.6972 เป็น 0.7929, 0.8425, 0.8728, 0.8932, 0.9079 และ 0.9190 ตามลำดับ หากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.6148 เป็น 0.7083, 0.7577, 0.7882, 0.8089, 0.8239 และ 0.8353 ตามลำดับ



ตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาด (D-Study of p x i x r design)

| EFFECT | ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS IN D-STUDY | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | n _r | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | n _i | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 15 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | |
| $\sigma^2_{p=}$ | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 |
| $\sigma^2_{i=}$ | 2.7682 | 0.9227 | 0.5536 | 0.3955 | 0.3076 | 0.2517 | 0.2129 | 0.1845 | 0.9227 | 0.5536 | 0.3955 | 0.3076 | 0.2517 | 0.2129 | 0.1845 | 0.1845 |
| $\sigma^2_{r=}$ | 3.2446 | 3.2446 | 3.2446 | 3.2446 | 3.2446 | 3.2446 | 3.2446 | 3.2446 | 1.6223 | 1.6223 | 1.6223 | 1.6223 | 1.6223 | 1.6223 | 1.6223 | 1.6223 |
| $\sigma^2_{pi=}$ | 10.8563 | 3.6188 | 2.1713 | 1.5509 | 1.2063 | 0.9869 | 0.8351 | 0.7238 | 3.6188 | 2.1713 | 1.5509 | 1.2063 | 0.9869 | 0.8351 | 0.7238 | 0.7238 |
| $\sigma^2_{pr=}$ | 0.0577 | 0.0577 | 0.0577 | 0.0577 | 0.0577 | 0.0577 | 0.0577 | 0.0577 | 0.0289 | 0.0289 | 0.0289 | 0.0289 | 0.0289 | 0.0289 | 0.0289 | 0.0289 |
| $\sigma^2_{ir=}$ | 0.3879 | 0.1293 | 0.0776 | 0.0554 | 0.0431 | 0.0353 | 0.0298 | 0.0259 | 0.0647 | 0.0388 | 0.0277 | 0.0216 | 0.0176 | 0.0149 | 0.0129 | 0.0129 |
| $\sigma^2_{pir=}$ | 4.2755 | 1.4252 | 0.8551 | 0.6108 | 0.4751 | 0.3887 | 0.3289 | 0.2850 | 0.7126 | 0.4275 | 0.3054 | 0.2375 | 0.1943 | 0.1644 | 0.1425 | 0.1425 |
| ERROR | σ^2_{δ} | 5.1016 | 3.0841 | 2.2194 | 1.7390 | 1.4333 | 1.2217 | 1.0665 | 4.3602 | 2.6277 | 1.8852 | 1.4726 | 1.2101 | 1.0284 | 0.8951 | 0.8951 |
| VARIANCE | σ^2_{Δ} | 9.3983 | 6.9599 | 5.9149 | 5.3343 | 4.9649 | 4.7091 | 4.5215 | 6.9699 | 4.8424 | 3.9306 | 3.4241 | 3.1017 | 2.8786 | 2.7149 | 2.7149 |
| G-COEFFICIENT | p^2_{δ} | 0.6430 | 0.7487 | 0.8054 | 0.8408 | 0.8650 | 0.8826 | 0.8960 | 0.6782 | 0.7776 | 0.8297 | 0.8619 | 0.8836 | 0.8993 | 0.9112 | 0.9112 |
| | p^2_{Δ} | 0.4943 | 0.5690 | 0.6083 | 0.6327 | 0.6492 | 0.6611 | 0.6702 | 0.5686 | 0.6548 | 0.7004 | 0.7285 | 0.7476 | 0.7614 | 0.7719 | 0.7719 |

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

| EFFECT | ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS IN D-STUDY | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | n_r | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | n_i | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| $\sigma^2_{p=}$ | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 | 9.1872 |
| $\sigma^2_{I=}$ | 2.7682 | 0.9227 | 0.5536 | 0.3955 | 0.3076 | 0.2517 | 0.2129 | 0.1845 | 0.9227 | 0.5536 | 0.3955 | 0.3076 | 0.2517 | 0.2129 | 0.1845 | 0.1845 |
| $\sigma^2_{R=}$ | 3.2446 | 1.0815 | 1.0815 | 1.0815 | 1.0815 | 1.0815 | 1.0815 | 1.0815 | 0.8112 | 0.8112 | 0.8112 | 0.8112 | 0.8112 | 0.8112 | 0.8112 | 0.8112 |
| $\sigma^2_{PI=}$ | 10.8563 | 3.6188 | 2.1713 | 1.5509 | 1.2063 | 0.9869 | 0.8351 | 0.7238 | 3.6188 | 2.1713 | 1.5509 | 1.2063 | 0.9869 | 0.8351 | 0.7238 | 0.7238 |
| $\sigma^2_{PR=}$ | 0.0577 | 0.0192 | 0.0192 | 0.0192 | 0.0192 | 0.0192 | 0.0192 | 0.0192 | 0.0144 | 0.0144 | 0.0144 | 0.0144 | 0.0144 | 0.0144 | 0.0144 | 0.0144 |
| $\sigma^2_{IR=}$ | 0.3879 | 0.0431 | 0.0259 | 0.0185 | 0.0144 | 0.0118 | 0.0099 | 0.0086 | 0.0323 | 0.0194 | 0.0139 | 0.0108 | 0.0088 | 0.0075 | 0.0065 | 0.0065 |
| $\sigma^2_{PIR=}$ | 4.2755 | 0.4751 | 0.2850 | 0.2036 | 0.1584 | 0.1296 | 0.1096 | 0.0950 | 0.3563 | 0.2138 | 0.1527 | 0.1188 | 0.0972 | 0.0822 | 0.0713 | 0.0713 |
| ERROR | σ^2_{δ} | 4.1131 | 2.4755 | 1.7737 | 1.3838 | 1.1357 | 0.9640 | 0.8380 | 3.9895 | 2.3995 | 1.7180 | 1.3394 | 1.0985 | 0.9318 | 0.8094 | 0.8094 |
| VARIANCE | σ^2_{Δ} | 6.1604 | 4.1366 | 3.2692 | 2.7873 | 2.4807 | 2.2684 | 2.1127 | 5.7557 | 3.7837 | 2.9385 | 2.4690 | 2.1702 | 1.9633 | 1.8116 | 1.8116 |
| G-COEFFICIENT | ρ^2_{δ} | 0.6908 | 0.7877 | 0.8382 | 0.8691 | 0.8900 | 0.9050 | 0.9164 | 0.6972 | 0.7929 | 0.8425 | 0.8728 | 0.8932 | 0.9079 | 0.9190 | 0.9190 |
| | ρ^2_{Δ} | 0.5986 | 0.6895 | 0.7375 | 0.7672 | 0.7874 | 0.8020 | 0.8130 | 0.6148 | 0.7083 | 0.7577 | 0.7882 | 0.8089 | 0.8239 | 0.8353 | 0.8353 |

2.2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design)

การวิเคราะห์เป็นการนำข้อมูลจาก G-Study มาสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยมีความประสงค์เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิง โดยมีเงื่อนไขในการวัด 2 เงื่อนไข คือ จำนวนข้อสอบ ซึ่งแบบสอบแต่ละฉบับจะมีจำนวนข้อ คือ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1, 2, 3 และ 4 คน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.11

จากตารางที่ 4.11 ผลการศึกษา D (D-Study of $p \times (i : r)$ design) ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เมื่อจำนวนข้อสอบของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน คือ จำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อและจำนวนผู้ตรวจ 1, 2, 3 และ 4 คน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินเชิงสัมพัทธ์ (G - Coefficient for relative Decisions) ในข้อที่มีผู้ตรวจจำนวน 1 คน ($n'_r = 1$) ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.6430 เป็น 0.7487, 0.8054, 0.8408, 0.8650, 0.8826 และ 0.8960 ตามลำดับ หากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินเชิงสัมบูรณ์ (G - Coefficient for Absolute Decisions) ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.4943 เป็น 0.5690, 0.6083, 0.6327, 0.6492, 0.6611 และ 0.6702 ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินเชิงสัมพัทธ์ (G - Coefficient for relative Decisions) ในข้อที่มีผู้ตรวจจำนวน 2 คน ($n'_r = 2$) ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.7822 เป็น 0.8563, 0.8922, 0.9135, 0.9276, 0.9377 และ 0.9451 ตามลำดับ หากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินเชิงสัมบูรณ์ (G - Coefficient for Absolute Decisions) ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.6616 เป็น 0.7253, 0.7565, 0.7750, 0.7873, 0.7960 และ 0.8025 ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินเชิงสัมพัทธ์ (G - Coefficient for relative Decisions) ในข้อที่มีผู้ตรวจจำนวน 3 คน ($n'_r = 3$) ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.8438 เป็น 0.8994, 0.9255, 0.9406, 0.9506, 0.9576 และ 0.9627 ตามลำดับ หากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินเชิงสัมบูรณ์ (G - Coefficient for Absolute Decisions) ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.7457 เป็น 0.7984, 0.8233, 0.8378, 0.8474, 0.8541 และ 0.8591 ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินเชิงสัมพัทธ์ (G - Coefficient for relative Decisions) ในข้อที่มีผู้ตรวจจำนวน 4 คน ($n'_r = 4$) ตรวจให้คะแนน

แบบสอบที่มีจำนวนข้อ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อ ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.8781 เป็น 0.9226, 0.9430, 0.9548, 0.9625, 0.9678 และ 0.9718 ตามลำดับ หากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.7963 เป็น 0.8408, 0.8614, 0.8732, 0.8810, 0.8864 และ 0.8904 ตามลำดับ



ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

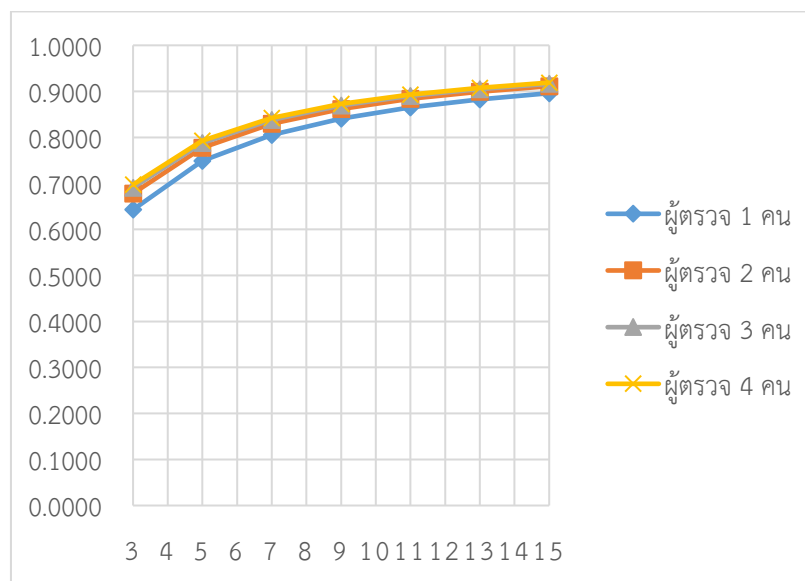
จากการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีจำนวนข้อ 3 ข้อ และมีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน คือ 1) ผู้วิจัย 2) ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไป จำนวน 2 คน ที่มีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน 2 แบบ คือ 1) ผู้ตรวจทุกคนตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Crossed Design : $P \times I \times R$) และ 2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Nested Design : $P \times (I : R)$)

จากตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$ เพื่อแสดงความแตกต่างของความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของสถานการณ์ต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจเป็นเงื่อนไข โดยมีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน พบว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Nested Design : $P \times (I : R)$) มีค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Crossed Design : $P \times I \times R$) ในทุกๆกรณีที่มีจำนวนผู้ตรวจและจำนวนข้อสอบสูงขึ้น

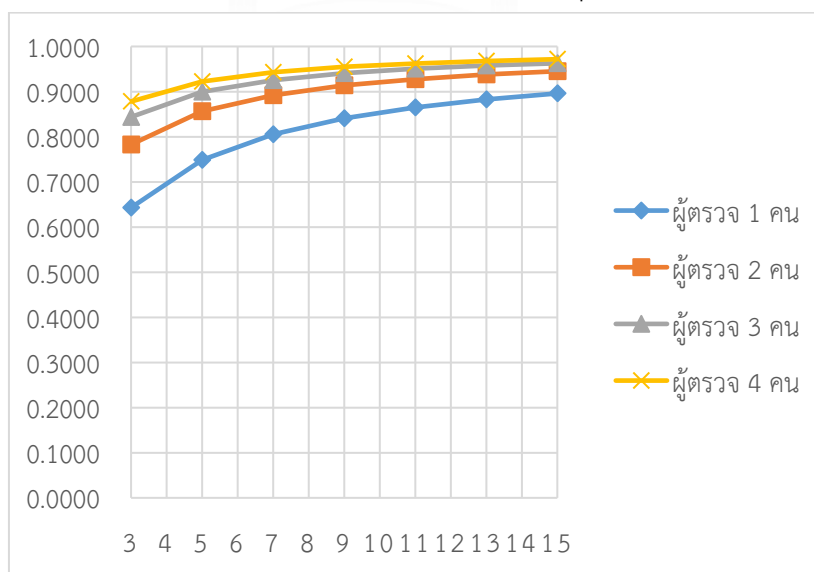
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($p^2\delta$) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของ สำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($p^2\Delta$) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Design | n_r | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | n_i | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 15 |
| | $p^2\delta$ | 0.6430 | 0.7487 | 0.8054 | 0.8408 | 0.8650 | 0.8826 | 0.8960 | 0.8960 | 0.8960 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8297 | 0.8619 | 0.8836 | 0.8836 | 0.8836 | 0.9112 |
| | $p^2\Delta$ | 0.4943 | 0.5690 | 0.6083 | 0.6327 | 0.6492 | 0.6611 | 0.6702 | 0.6782 | 0.6782 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.7004 | 0.7285 | 0.7476 | 0.7476 | 0.7476 | 0.7719 |
| | $p \times \delta$ | 0.6430 | 0.7487 | 0.8054 | 0.8408 | 0.8650 | 0.8826 | 0.8960 | 0.8960 | 0.8960 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8826 | 0.8922 | 0.9135 | 0.9276 | 0.9276 | 0.9276 | 0.9451 |
| | $p^2\Delta$ | 0.4943 | 0.5690 | 0.6083 | 0.6327 | 0.6492 | 0.6611 | 0.6702 | 0.6616 | 0.6616 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.6611 | 0.7253 | 0.7565 | 0.7750 | 0.7873 | 0.7960 | 0.8025 |

เพื่อแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบการศึกษาที่ต่างกันทั้ง 2 รูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยนำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้นดังแสดงในแผนภาพที่ 4.1 และแผนภาพที่ 4.2

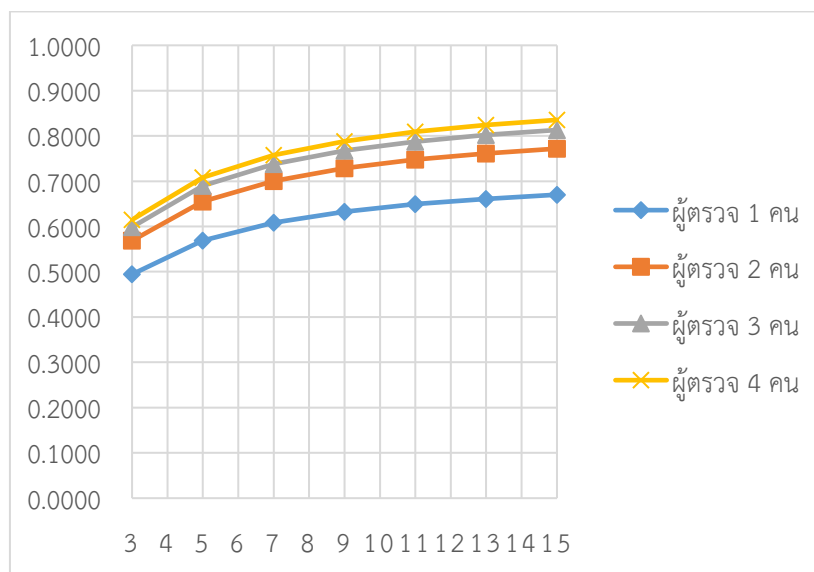


ภาพที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (G – Coefficient for Relative Decisions) ที่มีการออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times i \times r$

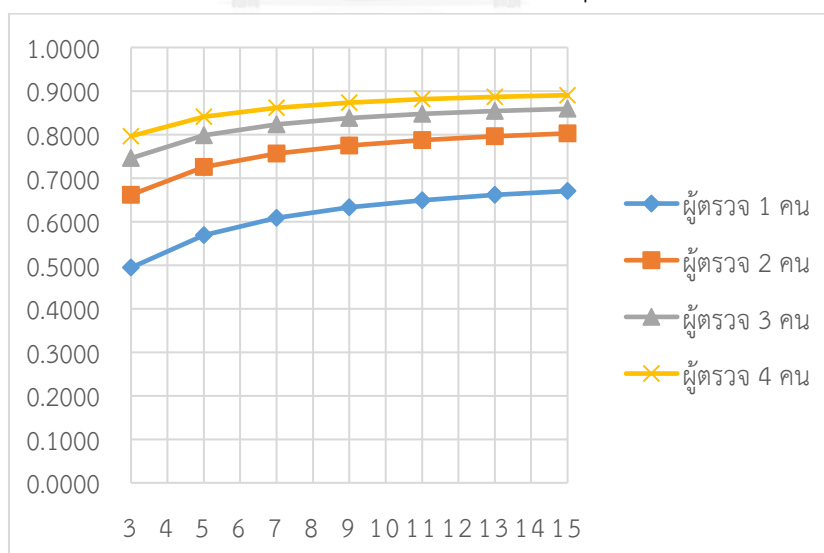


ภาพที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (G – Coefficient for Relative Decisions) ที่มีการออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times (i : r)$

เพื่อแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบการศึกษาที่ต่างกันทั้ง 2 รูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยนำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้นดังแสดงในแผนภาพที่ 4.3 และแผนภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ที่มีการออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times i \times r$



ภาพที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G – Coefficient for Absolute Decisions) ที่มีการออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times (i : r)$

จากตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$ เมื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อ (i) และจำนวนผู้ตรวจ (r) เป็นเงื่อนไข ในสถานการณ์ที่มีจำนวนข้อสอบ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อและผู้ตรวจที่มีจำนวน 1, 2, 3 และ 4 คน ตามลำดับ โดยมีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน พบว่าแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Nested Design : $P \times (I: R)$) มีความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Crossed Design : $P \times I \times R$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t=6.530$, $p=.000$) โดยมีค่าความเที่ยงสัมพันธ์กันในระดับ .807 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($\rho^2\Delta$) พบว่า การออกแบบการศึกษา $p \times (i : r)$ สูงกว่า $p \times i \times r$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t=6.435$, $p=.000$) โดยมีค่าความเที่ยงสัมพันธ์กันในระดับ .895

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือ : G- coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน

| การออกแบบ | ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง | $r_{x_1 r_{x_2}}$ | t | p |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------|---------|------|
| $P \times (I: R)$ - | $\rho^2\delta$ | .807 | 6.530** | .000 |
| $P \times I \times R$ | $\rho^2\Delta$ | .895 | 6.435** | .000 |

** $p < .01$

จากตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($\rho^2\Delta$) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) มากกว่า 0.70 เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจเป็นเงื่อนไข โดยมีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน พบว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Crossed Design : $P \times I \times R$) มีความเที่ยงสูงกว่า 0.70 ในกรณีที่มีจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 2 คน ($n'_r = 2$) ด้วยแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 7 ข้อขึ้นไป ($n'_i = 7$) โดยจะได้

ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์และเชิงสัมบูรณ์เท่ากับ 0.8297 และ 0.7004 ตามลำดับ หากในกรณีที่มีจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 3 คน ($n'_r = 3$) ด้วยแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 7 ข้อขึ้นไป ($n'_i = 7$) โดยจะได้ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์และเชิงสัมบูรณ์เท่ากับ 0.8382 และ 0.7375 ตามลำดับ และหากในกรณีที่มีจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 4 คน ($n'_r = 4$) ด้วยแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 5 ข้อขึ้นไป ($n'_i = 5$) โดยจะได้ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์และเชิงสัมบูรณ์เท่ากับ 0.7929 และ 0.7083 ตามลำดับ และแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตโดยผู้ตรวจตรวจสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Nested Design : $P \times (I: R)$) มีความเที่ยงสูงกว่า 0.70 ในกรณีที่มีจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 2 คน ($n'_r = 2$) ด้วยแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 5 ข้อขึ้นไป ($n'_i = 5$) โดยจะได้ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์และเชิงสัมบูรณ์เท่ากับ 0.8563 และ 0.7253 ตามลำดับ หากจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 3 คน ($n'_r = 3$) ด้วยแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อขึ้นไป ($n'_i = 3$) โดยจะได้ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์และเชิงสัมบูรณ์เท่ากับ 0.8438 และ 0.7457 ตามลำดับ หากจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 4 คน ($n'_r = 4$) ด้วยแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อขึ้นไป ($n'_i = 3$) โดยจะได้ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์และเชิงสัมบูรณ์เท่ากับ 0.8781 และ 0.7963 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_G) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_Δ) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) มากกว่า 0.80 เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจเป็นเงื่อนไข โดยมีการออกแบบพาเซตที่ต่างกัน พบว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบพาเซตโดยผู้ตรวจตรวจสอบข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Crossed Design : $P \times I \times R$) มีความเที่ยงสูงกว่า 0.80 ในกรณีที่มีจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 1, 2, 3 และ 4 คน ตามลำดับ พบว่าค่าความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์สูงกว่า 0.80 เมื่อมีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ข้อขึ้นไป มีค่า 0.8054, 0.8297, 0.8384 และ 0.8425 ตามลำดับ และค่าความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์สูงกว่า 0.80 ในสถานการณ์ที่มีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 13 ข้อ ผู้ตรวจ 3 คน และ 11 ข้อ ผู้ตรวจ 4 คน มีค่า 0.8020 และ 0.8089 ตามลำดับ และแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบพาเซตโดยผู้ตรวจตรวจสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two Facet Nested Design : $P \times (I: R)$) มีความเที่ยงสูงกว่า 0.80 พบว่าค่าความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์สูงกว่า 0.80 เมื่อมีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ข้อ ผู้ตรวจ 1 คน มีค่า 0.8054 จำนวนข้อมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อ ผู้ตรวจ 2 คน มีค่า 0.8563 จำนวนข้อมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ข้อขึ้นไปในผู้ตรวจ 3 คน และ 4 คน มีค่า 0.8438 และ 0.8781 ตามลำดับ และค่าความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์สูงกว่า 0.80 ในสถานการณ์ที่มีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 15 ข้อ ผู้ตรวจ 2 คน และ 7 ข้อ ผู้ตรวจ 3 คน และ 5 ข้อ ผู้ตรวจ 4 คน มีค่า 0.8025, 0.8233 และ 0.8408 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($\rho^2\Delta$) ระหว่างการออกแบบการศึกษา $p \times i \times r$ กับ $p \times (i : r)$ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสุบ
 อ้างอิง (G- Coefficient) มากกว่า 0.80

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Design | n_r | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | n_i | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| $p \times i \times r$ | $\rho^2\delta$ | 0.8054 | 0.8408 | 0.8650 | 0.8826 | 0.8960 | 0.7776 | 0.8297 | 0.8619 | 0.8836 | 0.8993 | 0.9112 |
| | $\rho^2\Delta$ | 0.6083 | 0.6327 | 0.6492 | 0.6611 | 0.6702 | 0.6548 | 0.7004 | 0.7285 | 0.7476 | 0.7614 | 0.7719 |
| $p \times (i : r)$ | $\rho^2\delta$ | 0.8054 | 0.8408 | 0.8650 | 0.8826 | 0.8960 | 0.8563 | 0.8922 | 0.9135 | 0.9276 | 0.9377 | 0.9451 |
| | $\rho^2\Delta$ | 0.6083 | 0.6327 | 0.6492 | 0.6611 | 0.6702 | 0.7253 | 0.7565 | 0.7750 | 0.7873 | 0.7960 | 0.8025 |
| Design | n_r | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | n_i | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| $p \times i \times r$ | $\rho^2\delta$ | 0.6908 | 0.7877 | 0.8382 | 0.8691 | 0.8900 | 0.9050 | 0.9164 | 0.6972 | 0.7929 | 0.8425 | 0.8728 |
| | $\rho^2\Delta$ | 0.5986 | 0.6895 | 0.7375 | 0.7672 | 0.7874 | 0.8020 | 0.8130 | 0.6148 | 0.7083 | 0.7577 | 0.7882 |
| $p \times (i : r)$ | $\rho^2\delta$ | 0.8438 | 0.8994 | 0.9255 | 0.9406 | 0.9506 | 0.9576 | 0.9627 | 0.8781 | 0.9226 | 0.9430 | 0.9548 |
| | $\rho^2\Delta$ | 0.7457 | 0.7984 | 0.8223 | 0.8378 | 0.8474 | 0.8541 | 0.8591 | 0.7963 | 0.8408 | 0.8614 | 0.8732 |

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ 1) ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) 2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) และเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 120 คน โดยคำนวณขนาดตัวอย่างตามกฎเกณฑ์ของ Smith (1978) ที่ได้เสนอขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่ใช้ในการศึกษาทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ $n_p \times n_i \times n_r$ ควรมีอย่างน้อย 1,000 ค่า ดังนั้นผู้วิจัยจึงข้อกำหนดจำนวนผู้สอบ (n_p) 120 คน จำนวนข้อสอบ (n_i) 3 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ (n_r) 3 คน ได้ขนาดของตัวอย่าง $120 \times 3 \times 3 = 1,080$ ค่าซึ่งเป็นไปตามกฎเกณฑ์ของ Smith (1978) จะได้ขนาดตัวอย่าง 120 คน และเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัด ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของโรงเรียนตัวอย่างโดยเลือกโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 6 โรงเรียนโดยมีเกณฑ์การพิจารณาโรงเรียนของตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาแบบสหศึกษา ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ และละความสามารถของผู้เรียน และเป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารและครูมีความสนใจและให้ความร่วมมือด้านการบริหารจัดการ อำนวยความสะดวกและอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลได้ ซึ่งจากเกณฑ์ที่กำหนดทำให้ได้โรงเรียนที่เป็นไปตามเกณฑ์จำนวน 54 โรงเรียน โดยผู้วิจัยสุ่มเก็บตัวอย่างจากนักเรียนทั้งหมด 6 โรง แบ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 3 โรง ขนาดใหญ่ 2 โรงและขนาดเล็ก 1 โรง สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ข้อ โดยแต่ละข้อจะมีข้อคำถามย่อยจำนวน 5 ข้อคำถาม การสร้างข้อคำถามจะสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) ดังนั้น ข้อคำถามที่ 1 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ข้อคำถามที่ 2 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา ข้อคำถามที่ 3 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย ข้อคำถามที่ 4 ของทุกข้อจะวัด

ความสามารถในการเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ และ ข้อคำถามที่ 5 ของทุกข้อจะวัดความสามารถในการวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (2) คู่มือการตรวจให้คะแนนแบบการวิเคราะห์ย่อย (analytic method) องค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละข้อประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ความถูกต้อง (2 คะแนน) การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และการจัดเรียงเรียงความคิด (1 คะแนน) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์แตกต่างกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร จากการเก็บข้อมูลตัวอย่างจำนวน 120 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 3 ข้อ จากผู้ตรวจคือ 1) ผู้วิจัย 2) ครูที่ปฏิบัติการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีวิทยฐานะตำแหน่งชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไป จำนวน 2 คน มาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Maximum) คะแนนต่ำสุด (Minimum) และวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย จากผู้ตรวจคนที่ 1 คือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับ และตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) ด้วยสถิติ Pearson's Product Moment Correlation และนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยจากผู้ตรวจจำนวน 3 คน คือ 1) ผู้วิจัย 2) ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) จำนวน 2 คน มาจับคู่วิเคราะห์หาความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter rater reliability) ด้วยสถิติ Pearson's Product Moment Correlation และวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีการออกแบบวิธีการวัดที่มี 2 facets (G-Coefficient for Two Facet Design) ได้แก่ จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) โดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง : G- Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ภายใต้จำนวนข้อ คือ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 ข้อและจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน คือ 1, 2, 3 และ 4 คน มาหาผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง

สร้างสรรค์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน และนำผลจากการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน มาหาผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 รูปแบบ คือ 1) แบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ($p \times i \times r$) คือ นักเรียนทุกคนทำแบบสอบทุกข้อ และแบบสอบทุกข้อจะต้องถูกตรวจด้วยผู้ตรวจทั้ง 3 คนและ 2) แบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design)) ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ($p \times (i : r)$) และเปรียบเทียบความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G- coefficient) ของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1) สรุปผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีต่อผลสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบ 2 ฟาเซตได้แก่ จำนวนข้อ (i) และจำนวนผู้ตรวจ (r) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด 2) สรุปผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ 2.1) ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) 2.2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) และ 3) สรุปผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด แต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. สรุปผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีต่อผลสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง(G-coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบ 2 ฟาเซตได้แก่ จำนวนข้อสอบ(i) และจำนวนผู้ตรวจ(r) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง โดยภาพรวมพบว่าคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในระดับร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 3 คน โดยภาพรวมพบว่า แบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย

48.40 คะแนน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำได้อยู่ในระดับร้อยละ 53.78 ของคะแนนเต็ม และเมื่อพิจารณาการให้คะแนนของผู้ตรวจทั้ง 3 คน พบว่า ผู้ตรวจคนที่ 1 คนที่ 2 และคนที่ 3 ให้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 57.01 57.62 และ 46.70 ของคะแนนเต็ม

1.2 ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนภายในผู้ตรวจคนเดียว (intra-rater reliability) คือ ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้ตรวจคนที่ 1 ผู้ตรวจคนที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นครูปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป (คศ.2) ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 120 ฉบับ จำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลางถึง สูง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจที่ตรวจให้คะแนนทั้ง 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้นนั้น มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนโดยไม่ว่าผู้ตรวจจะตรวจให้คะแนนทั้งหมดกี่ครั้ง คะแนนที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกัน

1.3 ความเที่ยงระหว่างการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 3 คน (inter-rater reliability) คือ 1) ผู้วิจัย 2) ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปี หรือครูที่มีวิทยฐานะชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไป จำนวน 2 คน ที่ตรวจแบบสอบจำนวน 120 ฉบับ ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยตามคู่มือการตรวจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เมื่อจับคู่พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนที่ 1 และผู้ตรวจคนที่ 2 ผู้ตรวจคนที่ 1 และผู้ตรวจคนที่ 3 และผู้ตรวจคนที่ 2 และผู้ตรวจคนที่ 3 พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจทั้ง 3 คนมีค่าใกล้เคียงกัน จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ตรวจด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน โดยไม่ว่าผู้ตรวจคนใดตรวจให้คะแนน คะแนนที่ได้มีความสอดคล้องกัน

1.4 การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีต่อผลสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบ 2 ฟาเซต ได้แก่ จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน พบว่าความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อสอบ (σ^2_{pi}) มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) มากที่สุด ต่อมาคือความแปรปรวนของผู้สอบ (σ^2_p) ซึ่งเป็นความแปรปรวนจริงของคะแนน (Universe score) และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ ($\sigma^2_{pir, e}$) ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 3 แหล่ง คือ ผู้สอบ ข้อสอบและผู้ตรวจ มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ตามลำดับ และความแปรปรวนที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) น้อยที่สุด คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจแต่ละครั้ง (σ^2_{pr})

2) สรุปผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ 2.1) ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) 2.2) ผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design)

2.1 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) หรือ $(p \times i \times r)$ จากการสรุปผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยใช้การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ตามหลักของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงที่จำนวนข้อสอบต่างกัน (3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15) และจำนวนผู้ตรวจต่างกัน (1, 2, 3 และ 4) พบว่า เมื่อจำนวนข้อสอบเพิ่มขึ้นและจำนวนผู้ตรวจเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (relative coefficient) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (absolute coefficient) จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (relative coefficient) มีค่ามากกว่า 0.70 ทุกกรณี ในทุกจำนวนผู้ตรวจที่ตรวจให้คะแนนจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อขึ้นไป และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (absolute coefficient) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 2 และ 3 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ข้อขึ้นไป และผู้ตรวจจำนวน 4 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อขึ้นไป ตามลำดับ

2.2 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) หรือ $(p \times (i : r))$ จากการสรุปผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยใช้การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ตามหลักของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงที่จำนวนข้อสอบต่างกัน (3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15) และจำนวนผู้ตรวจต่างกัน (1, 2, 3 และ 4) พบว่า เมื่อจำนวนข้อสอบเพิ่มขึ้นและจำนวนผู้ตรวจเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (relative coefficient) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (absolute coefficient) เพิ่มขึ้นด้วย โดยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (relative coefficient) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 1 คนตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อขึ้นไปและผู้ตรวจจำนวน 2, 3 และ 4 คนมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (relative coefficient) มากกว่า 0.70 ทุกกรณี และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (absolute coefficient) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อจำนวนผู้ตรวจเริ่มต้นที่ 2 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อ

ขึ้นไป และผู้ตรวจจำนวน 3 คนและ 4 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ข้อขึ้นไป ตามลำดับ

3) สรุปผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

3.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่เท่ากัน พบว่า การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) หรือ (p x i x r) สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) มีค่ามากกว่า 0.70 ทุกกรณี และพบว่า

ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 1 คน เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบจาก 3 ข้อ เป็น 5 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) เพิ่มจาก 0.6430 เป็น 0.7487 แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($\rho^2\Delta$) มีค่าน้อยกว่า 0.70 ทุกกรณี

ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 2 คน เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบจาก 3 ข้อ เป็น 5 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) เพิ่มจาก 0.6782 เป็น 0.7776 และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($\rho^2\Delta$) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อมีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ข้อขึ้นไป

ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 3 คน เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบจาก 3 ข้อ เป็น 5 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) เพิ่มจาก 0.6908 เป็น 0.7877 และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($\rho^2\Delta$) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อมีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ข้อขึ้นไป และ

ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 4 คน เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบจาก 3 ข้อ เป็น 5 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) เพิ่มจาก 0.6972 เป็น 0.7929 และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($\rho^2\Delta$) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อมีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อขึ้นไป และ

ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ($\rho^2\delta$) มีค่ามากกว่า 0.80 เมื่อมีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ข้อขึ้นไปในกรณีที่มีผู้ตรวจ 1, 2, 3 และ 4 คน จะมีค่า 0.8054, 0.8297, 0.8384 และ 0.8425 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ($\rho^2\Delta$) มีค่ามากกว่า 0.80 ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 3 คน ตรวจ

จำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 13 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) เพิ่มขึ้นเป็น 0.8020 และในกรณีผู้ตรวจจำนวน 4 คน ตรวจสอบจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 11 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) เพิ่มขึ้นเป็น 0.8089

3.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิง (G- Coefficient) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่เท่ากัน การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) หรือ ($p \times (i : r)$) สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อมีผู้ตรวจอย่างน้อย 1 คน ตรวจสอบให้คะแนนแบบสอบจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อขึ้นไป และพบว่า

ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 1 คน เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบจาก 3 ข้อ เป็น 5 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) เพิ่มจาก 0.6430 เป็น 0.7487 แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) มีค่าน้อยกว่า 0.70 ทุกกรณี

ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 2 คน เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบจาก 3 ข้อ เป็น 5 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) เพิ่มจาก 0.7827 เป็น 0.8563 และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อมีจำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อขึ้นไป

ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 3 คน เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบจาก 3 ข้อ เป็น 5 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นโดยค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) เพิ่มจาก 0.8438 เป็น 0.8994 และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) มีค่ามากกว่า 0.70 ทุกกรณี และ

ในกรณีผู้ตรวจจำนวน 4 คน เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบจาก 3 ข้อ เป็น 5 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นโดยค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) เพิ่มจาก 0.8781 เป็น 0.9226 และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) มีค่ามากกว่า 0.70 ทุกกรณี และ

ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) มีค่ามากกว่า 0.80 เมื่อผู้ตรวจ 1 คน ตรวจสอบให้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ข้อ จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) เพิ่มขึ้นเป็น 0.8054 เมื่อผู้ตรวจ 2 คน ตรวจสอบให้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อ จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) เพิ่มขึ้นเป็น 0.8563 และเมื่อผู้ตรวจ 3 คนและ 4 คน ตรวจสอบให้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ข้อจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการ

ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{δ}) เพิ่มขึ้นเป็น 0.8438 และ 0.8781 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) มีค่ามากกว่า 0.80 ในกรณีผู้ตรวจ 2 คน ตรวจให้คะแนน จำนวนข้อสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 15 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 3 คน ตรวจให้คะแนน 7 ข้อและจำนวนผู้ตรวจ 4 คนตรวจให้คะแนน จำนวนข้อมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ข้อ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{Δ}) เป็น 0.8025, 0.8233 และ 0.8408 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นการอภิปรายที่น่าสนใจ ดังนี้

1. ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีต่อผลสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient) ของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบ 2 พาเซตได้แก่ จำนวนข้อสอบ (i) และจำนวนผู้ตรวจ (r) ที่ต่างกัน ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด สรุปผลได้ข้อค้นพบว่า ในการศึกษา G (G-study) ที่มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (p) จำนวนข้อสอบ (i) และจำนวนผู้ตรวจ (r) ที่มีการออกแบบการตรวจโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) หรือ $p \times i \times r$ พบว่า แหล่งความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงคือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อสอบมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) มากที่สุด ซึ่งแสดงว่า ผู้สอบมีความสามารถในการทำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อต่างกัน เนื่องจากข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยสาระในการวัด 3 สาระ โดยข้อที่ 1 วัดความรู้ความเข้าใจในสาระความน่าจะเป็น ข้อที่ 2 วัดความรู้ความเข้าใจในสาระพีชคณิตและข้อที่ 3 วัดความรู้ความเข้าใจในสาระจำนวนและการดำเนินการ จึงอาจส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบ ซึ่งสอดคล้องกับวินดา ภู่อี่ยม (2550) ซึ่งกล่าวว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระหว่างผู้สอบกับข้อสอบมีผลต่อนักเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในแต่ละสาระต่างกัน ต่อมา คือ ความแปรปรวนของผู้สอบซึ่งแสดงว่า ความสามารถความรู้และความเข้าใจในการทำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้สอบหรือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่ละคนมีความแตกต่างกันจึงส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 3 แหล่ง คือ ผู้สอบ ข้อสอบและผู้ตรวจ มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ซึ่งแสดงว่ายังมีปัจจัยอื่นๆนอกเหนือจากผู้สอบ จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง และความแปรปรวนที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) น้อยที่สุด คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจแต่ละครั้ง ซึ่งแสดงว่า ผู้ตรวจมีความสามารถในการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้สอบทุกคนได้ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากเกณฑ์การให้คะแนนมีลักษณะแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ในแต่ละประเด็นย่อยๆของข้อคำถาม ทำให้มีความเป็นปรนัย

จากคำกล่าวของ Hopskin and Stanley (1981) ที่ว่า การตรวจให้คะแนนโดยใช้วิธีตรวจแบบวิเคราะห์ย่อย จะให้ความเที่ยงสูงกว่าวิธีการตรวจแบบภาพรวม ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการตรวจแบบวิเคราะห์ย่อยจะมีระบบการให้คะแนนที่ชัดเจนมีการแยกเป็นประเด็นย่อยๆตามองค์ประกอบ และยังมีกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละส่วน ซึ่งข้อดีคือ คะแนนที่ได้มีความน่าเชื่อถือ การแบ่งคะแนนทำให้ง่ายต่อการตรวจทำให้ผู้ประเมินสามารถใช้เกณฑ์การให้คะแนนได้ค่อนข้างเป็นปรนัย

2) ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบการตรวจให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ ผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) และผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) สรุปผลได้ข้อค้นพบดังนี้

2.1) การออกแบบฟาเซตการวัดแบบผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) หรือ $pxixr$ มีค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) มากกว่า 0.70 ขึ้นไปเมื่อผู้ตรวจจำนวน 1, 2, 3 หรือ 4 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 5 ข้อ และมีค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) มากกว่า 0.80 ขึ้นไปเมื่อผู้ตรวจจำนวน 1, 2, 3 หรือ 4 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 7 ข้อและมีค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) มากกว่า 0.70 ขึ้นไปเมื่อผู้ตรวจจำนวน 2 คน หรือ 3 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 7 ข้อ และผู้ตรวจจำนวน 4 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 5 ข้อ และค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) มากกว่า 0.80 ขึ้นไปเมื่อผู้ตรวจจำนวน 3 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 13 ข้อและผู้ตรวจจำนวน 4 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 11 ข้อ

2.2) การออกแบบฟาเซตการวัดแบบผู้ตรวจตรวจแบบสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) หรือ $px(i:r)$ มีค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) มากกว่า 0.70 ขึ้นไปเมื่อผู้ตรวจจำนวน 1 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 5 ข้อ และผู้ตรวจจำนวน 2 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 3 ข้อ และมีค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) มากกว่า 0.80 ขึ้นไปเมื่อผู้ตรวจจำนวน 1 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 7 ข้อ ผู้ตรวจจำนวน 2 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 5 ข้อและค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) มากกว่า 0.70 ขึ้นไปเมื่อผู้ตรวจจำนวน 2 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 5 ข้อ และค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) มากกว่า 0.80 ขึ้นไปเมื่อผู้ตรวจจำนวน 2 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 15 ข้อและผู้ตรวจจำนวน 3 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 7 ข้อ และผู้ตรวจจำนวน 4 คน ตรวจให้คะแนนอย่างน้อย 5 ข้อ

3) ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจต่างกันตามทฤษฎีการสุบอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด สรุปผลได้ข้อค้นพบว่า การตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสุบอ้างอิง

(G-Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการออกแบบฟาเซตการวัดแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคนมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) สูงกว่าการออกแบบฟาเซตการวัดแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของแบบสอบที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Ebel (1972), Mehrens and Lehmann (1973), อ้างถึงในอุษณีย์ บัวศิริพันธ์, (2543) ซึ่งกล่าวว่า ควรตรวจให้คะแนนมากกว่า 1 คน และใช้คะแนนเฉลี่ยเป็นคะแนนความสามารถของผู้สอบ ซึ่งจะได้ผลการวัดที่มีความเที่ยงสูงขึ้น และสอดคล้องกับสุพัตน์ สุกมลสันต์ (2540) ที่กล่าวว่า การตรวจให้คะแนนข้อสอบความเรียง ผู้ตรวจที่ตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคนจะทำให้ภาระงานในการตรวจน้อยกว่าการที่ต้องตรวจข้อสอบทุกข้อของทุกคน จึงมีโอกาสที่จำให้ผลการตรวจมีความคงที่และสอดคล้องกันมากกว่าซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Nested Design) หรือ $px(i:r)$ จะมีค่าสูงกว่าการออกแบบการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Crossed Design) หรือ $pxixr$

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การนำแบบสอบวัดความสามารถในกาแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ผู้วิจัยเสนอแนะแนวทางไว้ ดังนี้

1. แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบสอบที่มีความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีคุณภาพด้านความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม จึงเหมาะกับการนำไปใช้ในการส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. การทำแบบสอบโดยทั่วไปในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้สอบจะมีความเคยชินกับรูปแบบข้อคำถามที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางการแก้ปัญหาโดยทั่วไป และบางครั้งไม่คุ้นชินกับการเขียนตอบที่เป็นลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรมีการจัดการเรียนการสอนโดยนำแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการหรือรูปแบบการเขียนตอบตรงกัน

3. การตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นควรใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจแบบสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน ($px(i:r)$) เนื่องจากจะส่งผลต่อค่าความเที่ยงสูงกว่าการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน ($pxixr$) เนื่องจากการตรวจจำนวนข้อที่น้อยลงจะเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจให้คะแนน และเมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจและจำนวนข้อสอบจะทำให้มีค่าความเที่ยงเพิ่มขึ้นตามลำดับ

4. การเลือกวิธีการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคน ($pxixr$) เพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (G-Coefficient for Relative

Decisions : ρ^2_{δ}) มากกว่า 0.80 ควรเลือกใช้ในสถานการณ์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 1 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 7 ข้อ และสำหรับการเลือกวิธีการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน ($\rho_{x(i:r)}$) ควรเลือกใช้ในสถานการณ์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน ตรวจให้คะแนนจำนวน 5 ข้อ ซึ่งการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์จะทำให้สามารถพิจารณาความสามารถของผู้สอบได้ว่า ผู้สอบคนใดมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับใด

5. การเลือกวิธีการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบทุกข้อของผู้สอบทุกคนเพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G-Coefficient for Relative Decisions : ρ^2_{Δ}) มากกว่า 0.80 ควรเลือกใช้ในสถานการณ์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 13 ข้อ และสำหรับการเลือกวิธีการตรวจให้คะแนนแบบผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคน ควรเลือกใช้ในสถานการณ์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน ตรวจให้คะแนนแบบสอบจำนวน 7 ข้อ ซึ่งการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์จะทำให้สามารถพิจารณาความสามารถของผู้สอบได้ว่า ผู้สอบคนใดมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูงเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการส่วนเข้าแข่งขันทักษะกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปผู้วิจัยอาจศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในด้านอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยง เป็นต้น

2. การศึกษานี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างข้อคำถามที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) ซึ่งในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาโดยใช้แนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ที่น่าสนใจยิ่งขึ้น

3. การสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ควรมีการศึกษาองค์ประกอบอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เช่น ประสิทธิภาพของผู้ตรวจ จำนวนมวลเนื้อหาในแต่ละสาระ จำนวนครั้งของการวัดซ้ำ หรือศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการวัดที่ใช้การออกแบบในรูปแบบอื่นๆ หรือศึกษาองค์ประกอบต่างๆ เพิ่มเติมยิ่งขึ้น เพื่อให้แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความเที่ยงมากยิ่งขึ้น เช่น การเปรียบเทียบการออกแบบ $p \times i \times o$ คือ ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบจำนวน i ข้อ จำนวน o ครั้ง กับ $p \times (i : o)$ คือ ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบจำนวน i ข้อจำนวน o ครั้งโดยแต่ละครั้งใช้ข้อสอบต่างชุดกัน เมื่อกำหนดให้ o คือ จำนวนครั้งในการทดสอบซ้ำ

4. การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่มีการออกแบบเอกภาพที่มากกว่าสององค์ประกอบและมีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน เช่น ผู้สอบ (p) จำนวนข้อสอบ (i) จำนวนของการ

ทดสอบซ้ำ (o) และ จำนวนผู้ตรวจ (r) ที่มีการออกแบบ $p \times (i : o) \times r$ กล่าวคือ ผู้สอบแต่ละคนทำแบบสอบ i ข้อและทำข้อสอบจำนวน o ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งของการทดสอบใช้ข้อสอบต่างกัน และผู้ตรวจ r คนเป็นคนตรวจให้คะแนน เป็นต้น

4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ใช้เกณฑ์การให้คะแนนโดยพิจารณาจากการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายนอกเหนือจากการคาดเดาคำตอบ หรือสุ่มตัวเลขเพียงอย่างเดียว ซึ่งในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์โดยพิจารณาจากความแปลกใหม่ของคำตอบ ความแปลกใหม่ของวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ เป็นต้น

5. การสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างแบบสอบที่อิงตามเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงทำให้ความหลากหลายในการตอบคำถามหรือวิธีการได้มาซึ่งคำตอบมีความหลากหลายลดลง ดังนั้นในงานวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาแบบสอบที่มีวิธีการแก้ปัญหาหรือมีจำนวนคำตอบที่หลากหลาย เป็นต้น



รายการอ้างอิง

- Anderson, B. F. (1975). *Cognitive psychology: the study of knowing, learning and thinking*. New York: Academic Press.
- Arbesman, M., & Puccio, G. (2001). Enhanced quality thorough creative problem solving. *Journal of Nursing Administration*, 31, 176-178.
- Bachman, L. F., Lynch, B. K., Mason, & Maureen. (1993). Investigating Variability in Tasks and Rater Judgments in a Performance Test of Foreign Language Speaking. Retrieved August 20, 2015, from Cambridge, England <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED368154.pdf>
- Balka, D. S. (1974). *The development of an instrument to measure creative ability in mathematics*. Unpublished doctoral dissertation: Univ. of Missouri, Columbia.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving Reasoning and Communicating K-8 Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publisher Company.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A new Proposal for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Brennan, R. L., Gao, X., & Colton, D. A. (1995). Generalizability Analysis Work Key Listening and Writing. *Educational and Psychological Measurement*, 55(2), 157-176.
- Charles, D. H., & Richard, L. A. (1990). *Classroom measurement and evaluation*. F.E. Peacock.
- Chase, C. I. (1979). The Impact of Achievement Expectations and Handwriting Quality of Scoring Essay Tests. *Journal of Educational Measurement*, 16, 39-42.
- Chui, W. T., & Wolfe, E. W. (2002). A Method for Analyzing Sparse Data Matrices in The Generalizability Theory Framework. . *Applied Psychological Measurement*, 26(3), 321-338.
- Coffman, W. E. (1971). *Essay Examinations*. In R.C. Thorndike (Ed.), *Educational Measurement* Washington, DC: American Council on Education.

- D'Zurilla, T. J., & Goldfriend, M. R. (1971). Problem-solving and behavior modification. *Journal of Abnormal Psychology, 78*, 107-126.
- Ebel, R. L. (1951). Estimation of Reliability of Rating. *Psychometrika, 16*, 407-424.
- Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1986). *Essential of Educational Measurement*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Hancock, L. C. (1995). Enhancing Mathematics Learning with Open-Ended Questions. *The Mathematics Teacher, 88*(6), 496-499.
- Hopkins, C. D., & Antes, R. (1990). *Classroom Measurement and Evaluation*. : Itasca, IL.
- Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (2004). Celebrating 50 Years of Reflective Practice: Versions of Creative Problem Solving. *Journal of Creative Behavior, 38*(2), 75-101.
- Kim, H., Cho, S., & Ahn, D. (2003). Development of mathematical creative problem solving ability test for identification of the gifted in math. *Gifted Educational International, 8*, 164-175.
- Lane, S., & et al. (1996). Generalizability and Validity of Mathematics Performance Assessment. *Journal of Education Measurement, 33*(1), 71-92.
- Lee, K. S., Hwang, D., & Seo, J. J. (2003). A Development of the Test for Mathematical Creative Problem Solving Ability. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D Research in Mathematical Education, 7*(3), 163-189.
- Lewin, J. E., & Reed, C. A. (1998). *Creative problem solving in occupational therapy*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers.
- Linacre, J. H. (1993). *Generalizability Theory and Many-Facet Rasch Measurement*. Georgia.
- Lumsdaine, E. (1991). *Creative problem solving: Thinking skills for a changing world*. New York: McGrawHill.
- Lunz, M. E., Wright, B. D., & Linacre, J. M. (1990). Measuring the Impact of Judge Severity on Examination Score. *Applied Measurement in Education, 3*(4), 331-345.

- Mehrens, W. A., & Lehmann, I. J. (1973). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Mitchell, W. E., & Kowalik, T. F. (1990). Creative Problem Solving. Retrieved August 26, 2015 http://www.geocities.ws/jdkilp/Creative_Problem_Solving.pdf
- Nitko, A. J. (1996). *Educational Assessment of Student* Englewood Cliffs, NJ: Merrill.
- Oosterhof, A. (2003). *Developing and using classroom assessment*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Osborn, A. F. (1957). *Applied the imagination: principles and procedures of creative thinking*. New York: Scibner.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. Princeton. NJ: Princeton University.
- Rudner, L. M. (1992). Reducing Errors Due to the Use of Judges: Practical Assessment. *Research & Evaluation*, 3(3).
- Schuyler, W. H., & William, G. B. (1972). An interaction between graders' handwriting clarity and the neatness of examination papers. Retrieved 2015, 28 August http://www.jstor.org/stable/1161688?seq=1#page_scan_tab_contents
- Smith, E. V., & Kulikowich, J. M. (2004). An Application of Generalizability Theory and Many-Facet Rasch Measurement Using A Complex Problem-Solving Skills Assessment. *Educational and Psychological Measurement*, 64(4), 617-639.
- Stiggins, R. J. (1994). *Student-Centered Classroom Assessment*. New York: Maxwell Macmillan College.
- Sudweed, R. R., Reeve, S., & Bradshaw, W. S. (2005). A Comparison of Generalizability Theory and Many-Facet Rash Measurement in an Analysis of College Sophomore Writing. *Assessment Writing*, 9(3), 239-261.
- Swartz, C. M., & 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
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (2000). Creative problem solving (CPS Version 6.1TM) A contemporary framework for managing change. Retrieved 2015, August 18 <http://www.creativelearning.com/>

- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (2005). Creative problem solving: The History Development and Implications for Gifted Education and Talent Development Retrieved 2015, August 18 <http://gcq.sagepub.com/>
- Turner, J. (2003). Examining an Art Portfolio Assessment Using a Many- Facet Rasch Measurement Model. Retrieved August 25, 2015 <http://search.proquest.com/docview/305343181>
- Wallach, M. A., & Kogan, N. . (1965). *Modes of Thinking in young Children*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- William, A. M., & Irvin, J. L. (1973). *Measurement and evaluation in education and psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2554). สอน “ทักษะแก้ปัญหา” ให้เด็กไทย. Retrieved from <http://www.kriengsak.com>
- โชติกา ภาชีผล. (2556). การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กมลวรรณ ดังธณกานนท์. (2557). การวัดและการประเมินทักษะการปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมวิชาการ. (2535). ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรมวิชาการ. (2541). เอกสารเสริมความรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา อันดับที่ 9 เรื่อง การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กัญญารัตน์ โคจร. (2554). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสาร มข. สาขามนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์, 1(2), 1-20.
- จิราพร อัครสมพงษ์. (2536). การเปรียบเทียบความสอดคล้องของคะแนนแบบสอบถามเรียงจากผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ชัยฤทธิ์ ศิลาดเดช. (2540). การพัฒนาแฟ้มสะสมงานในการประเมินผลการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (การศึกษาดุขฎิบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ชาญวิทย์ จรัสสุทธิอิสร. (2545). การพัฒนากฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย

- ดวงใจ สีเขียว. (2549). การพัฒนาระบบการประเมินนิสิต/นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ตามแนวคิดการประเมินแบบ 360 องศา โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ดารุวรรณ ศรีแก้ว. (2557). การพัฒนารูปแบบการประเมินทักษะการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แฟ้มสะสมงาน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือแบบพหุตัวแปร. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ทักษิณพัฒน์ ศรีวาชชัย. (2546). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยโปรแกรม *Micro worlds*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ทัตมณี ชูขวัญ. (2548). การเปรียบเทียบคุณภาพของการประเมินความคิดรวบยอดวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีที่แตกต่างกัน. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ทศนา เขมณี. (2546). การพัฒนากระบวนการคิด: แนวทางที่หลากหลายสำหรับครู. วารสารราชบัณฑิตยสถาน, 28(1), 38-54.
- น้ำผึ้ง อินทะเนตร. (2554). การศึกษาคุณลักษณะของคะแนนแบบทดสอบปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์เมื่อจำนวนผู้ตรวจและรูปแบบการตรวจให้คะแนนต่างกัน โดยใช้โมเดลการสรุปอ้างอิงและโมเดลหลายองค์ประกอบของราล์ช. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2547). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2546). ความคิดสร้างสรรค์: พรสวรรค์ที่พัฒนาได้. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (การศึกษาดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ปวีณา ป้ออาทิตย์. (2545). การศึกษาจำนวนผู้ประเมินและจำนวนงานเขียนที่เหมาะสมเมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ต่างกัน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- พรรณี เจียมสุขบุตร. (2543). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.

- ภัทรภร แสงไชย. (2551). การวิเคราะห์ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิง ทฤษฎีสามศรกับรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารครู ศาสตร์, 4(1), 758-772.
- มาฆพันธ์ อำนาคิล, & กมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2557). การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบ อัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนน ที่แตกต่างกันภายใต้จำนวนเหตุการณ์ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎี การสรุปอ้างอิงความ น่าเชื่อถือของผลการวัด. *An Online Journal of Education*, 10(1), 459-473.
- วนิดา ภู่อี่ยม. (2559). การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความ คลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเมินนิยมกับแบบสองระดับ. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- วรรณารถ อยู่สุข. (2555). ก้าวพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และ วงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์.วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ครุศาสตรมหา บัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ศรียุทธ์ สรียกานนท์. (2540). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์ แรนซ์. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. CHULALONGKORN UNIVERSITY
- สมปอง เพชรโรจน์. (2549). การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบสืบสอบเพื่อการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ภาวะมลพิษทางอากาศสำหรับนิสิต ปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , บัณฑิตวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ. (2544). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช.
- สมศักดิ์ สินธุเวชชัย. (2535). ความคิดสร้างสรรค์. หลักการทฤษฎีการเรียนการสอน การวัดผล ประเมินผล. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สรวงสุตา ปานสกุล. (2545). การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้อัตนัยการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบ ร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิต วิทยาลัย.

- สาวิตรี จุ้ยทอง. (2554). การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบของชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 23(1), 110-121.
- สิทธิชัย ชมพูปาทย. (2554). การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์. มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย
- อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์
- อาพันธ์ชนิต เจนจิต. (2546). กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์บัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, คณะศึกษาศาสตร์
- อุษณีย์ บัวศิริพันธ์. (2542). การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจ จำนวนผู้ตรวจ และประสบการณ์ของผู้ตรวจแตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านกรวัดและประเมินผลการศึกษา

1. รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนากานนท์
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตดิษฐ์ ละออปักษิณ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. คุณครูประเสิร์ฐ สว่างวงศ์ธรรม ตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ (คศ. 3)
ครูหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์”
3. คุณครูเริงชัย สติตพรบรรพต ตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ (คศ. 3)
ครูหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน
4. คุณครูฉาย สุปงกช ตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ (คศ. 3)
ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์”



ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



คู่มือการใช้แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



นางสาวชนิสรา สงวนไว้
ศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี
(อาจารย์ที่ปรึกษา)

เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับจิตต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา
ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2558

ความเป็นมาของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การพัฒนาคนเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้า ดังนั้นระบบการศึกษาที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพจะช่วยพัฒนาศักยภาพและความสามารถของคนรวมถึงคุณลักษณะต่างๆให้มีคุณภาพด้วย การปลูกฝังให้เยาวชนเติบโตเป็นบุคคลที่มีคุณภาพและอยู่ในสังคมได้จะต้องมีการจัดการศึกษาที่พัฒนาให้เยาวชนรู้จักคิดและแก้ปัญหา ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่สำคัญต่อการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ซึ่งกล่าวไว้ในมาตรา 24 ว่าให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จึงเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพของเยาวชน อีกทั้งความก้าวหน้าทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง และด้านการศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีความเฉพาะเจาะจงหรือปัญหาที่มีความซับซ้อนมากได้ ดังนั้นความจำเป็นในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์จึงถือเป็นแนวทางการพัฒนาคน เพื่อให้มีการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาได้หลากหลายแปลกใหม่ หรือมีความคิดสร้างสรรค์ในการคิดแก้ปัญหา ได้แก่ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ สามารถคิดวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ภัทรกร แสงไชย, 2551; อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์, 2552; อาพันธ์ชนิต เจนจิต, 2546)

ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ได้มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้ที่มีชื่อเสียงในการคิดค้นคือ Treffinger et al.(2005) ได้เสนอองค์ประกอบและขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่องซึ่งปัจจุบันแผนกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เป็นเวอร์ชันที่ 6.1 ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่โดยอาศัยการจินตนาการและการคิดพิจารณาอย่างละเอียดขณะเดียวกันได้ให้คำนิยามการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ว่าเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยผ่านกรอบทฤษฎีทางการวิเคราะห์การแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนโดยสรุปคือ ทำความเข้าใจกับปัญหา ตัดสินปัญหา หาแนวทางแก้ไข ประเมินข้อมูลและหาวิธีการแก้ปัญหา และในส่วนของ Arbesman and Paccio (2001) กล่าวว่า การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Arbesman & Puccio, 2001)

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ทักษะ

การคิดและเครื่องมือการคิดเพื่อหาวิธีการคิดเพื่อค้นหาวิธีการหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีโครงสร้างของกระบวนการที่ใช้จินตนาการ การวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (อาพันธ์ชนิต เจนจิต, 2546) โดยแนวคิดของ Treffinger, Isaksen และ Dorval (2000) ได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) เตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) และวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) (Treffinger et al., 2000) ซึ่งอดีตการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เริ่มต้นจาก Balka (1974) ที่สร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อตอบปัญหาในสถานการณ์โลกจริง (Balka, 1974) และในเวลาต่อมาได้มีการพัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Mathematics Creative Problem Solving Ability Test: MCPSAT) ในประเทศเกาหลี (Kim et al., 2003) โดยการออกแบบสอบเป็นข้อคำถามปลายเปิด (open-ended problems) จำนวน 5 ข้อเพื่อทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน พบว่ามีค่าความเที่ยง .80 และมีการพิจารณาค่า internal validity ต่อมา Kim et al. (2003) ได้พัฒนาข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 8 ข้อ พบว่ามีผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของแบบสอบ โดยการหาค่าความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha method) มีค่า .73 โดยในการพิจารณาการตรวจให้คะแนนประกอบด้วย การให้คะแนนความคิด 3 ส่วนคือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม

จากการที่กล่าวมาข้างต้นการทดสอบการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องให้นักเรียนแสดงความคิดและเขียนแสดงวิธีการคิด กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จึงจำเป็นต้องมีการสร้างข้อสอบแบบสร้างคำตอบ เพราะเป็นแบบสอบที่ให้อิสระในการแสดงความคิด ส่งเสริมการจัดระเบียบความคิด การประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์ใหม่และความคิดสร้างสรรค์ได้ดีกว่าข้อสอบรูปแบบอื่น อีกทั้งสร้างได้ง่าย และเป็นเครื่องมือที่มีความตรงเชิงประจักษ์ในด้านการวัดความสามารถใช้ภาษาในการเขียนได้เป็นอย่างดี (Hopkins & Antes, 1990; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) การสร้างข้อสอบแบบสร้างคำตอบจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ปัจจุบันนิยมนำมาใช้วัดประเมิน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงออกได้หลากหลาย ทั้งคำตอบวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในสถานการณ์สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยการพัฒนาวิธีการหาคำตอบ และสื่อสารวิธีการแก้ปัญหาของตนซึ่งจะต้องมีการแสดงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ จึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผล การสื่อสาร การแก้ปัญหา และแสดงความคิดสร้างสรรค์ แม้ข้อสอบแบบสร้างคำตอบจะเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ แต่ยังคงมีปัญหาในเรื่องของความเที่ยงต่ำ สิ้นเปลืองเวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจมาก (Chui & Wolfe, 2002;

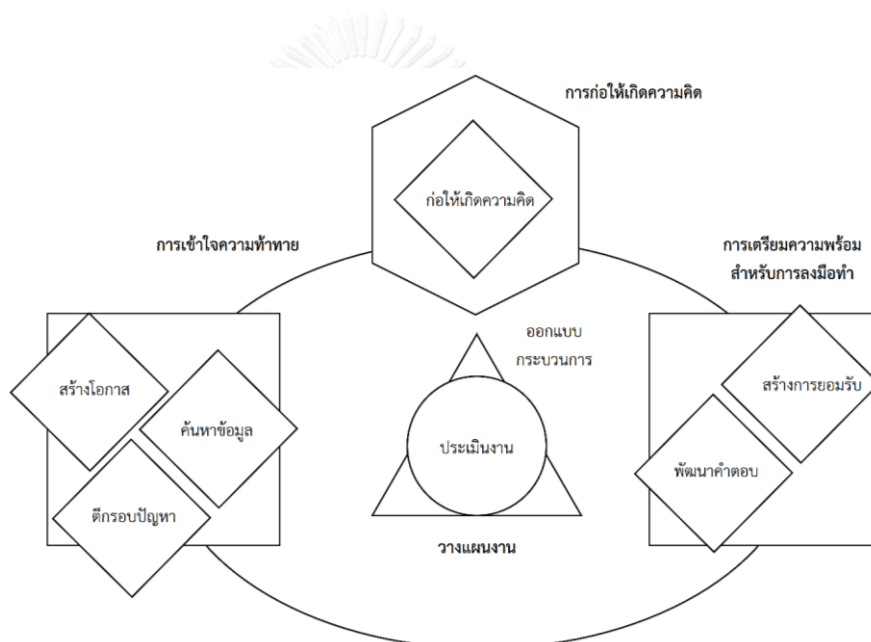
Coffman, 1971) และจุดอ่อนที่สำคัญที่สุดคือการใช้คะแนน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547) ความเป็นอัตนัยของการให้คะแนน (subjective) คะแนนที่ได้จึงแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของผู้ตรวจ Bachman, Lynch & Mason, 1993; Linacre, 1993; Turner, 2003; Lunz, Wright & Linacre, 1990; Smith & Kulikowich, 2004 อ้างถึงใน น้ำผึ้ง อินทเนตร (2554) ซึ่งสอดคล้องกับ Mehrens and Lehmann (1973) ที่กล่าวว่าเพื่อให้การตรวจแบบสอบมีความเที่ยงเพิ่มขึ้นผู้ตรวจควรใช้วิธีการตรวจที่เหมาะสมใช้เกณฑ์การตรวจกับนักเรียนทุกคน มีการออกแบบกฎเกณฑ์ในการให้คะแนน (scoring rubric) และควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อน เช่น ข้อสอบ ผู้ตรวจ โดยใช้ผู้ตรวจหลายๆคนในการตรวจข้อสอบแต่ละข้อแต่ละข้อแล้วจึงหาคะแนนเฉลี่ย (Mehrens & Lehmann, 1973) จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจจะทำให้ความเที่ยงสูงขึ้น (Brennan et al., 1995; Sudweed et al., 2005; Swartz & et al., 1999) แต่จำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสมยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดเนื่องจากผลการศึกษายังพบข้อแตกต่าง

ด้วยเหตุที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาค่าความเที่ยงของแบบสอบเมื่อมีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกัน ภายใต้จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด โดยผู้วิจัยศึกษาเงื่อนไขการทดสอบที่สำคัญ 2 ปัจจัย ได้แก่ จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจ พิจารณาค่าความเที่ยงจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability coefficient) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้เกี่ยวข้องในการเลือกใช้จำนวนข้อสอบ จำนวนผู้ตรวจและรูปแบบการออกแบบการตรวจให้คะแนนที่ให้ค่าความเที่ยงของคะแนนเหมาะสมประหยัดเวลาในการตรวจ จำนวนผู้ตรวจที่เพียงพอเหมาะสมและการนำไปใช้ที่สามารถให้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริงในทางปฏิบัติ เพื่อเป็นสารสนเทศประกอบการตัดสินใจในการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป

แบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น พัฒนามตามตัวชี้วัดพฤติกรรมและขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Problem Solving) ตามแนวคิดของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000)

Treffinger, Selby และ Isaksen (2004, 2005 อ้างถึงใน Triffinger et al., 2007) ได้พัฒนา กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์โดยอาศัยแนวคิดของ Osborn (1952, 1953) เนื่องจากหลาย ลักษณะของงานได้พัฒนามบนพื้นฐานของการวิจัยและพัฒนาต่อเนื่อง โดยได้สร้างแบบจำลอง (model) ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ และ 8 ขั้นตอนที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความจริงซึ่งผู้ แก้ปัญหาจะเข้าและออกจากกระบวนการตามระดับความพร้อมและความเข้าใจในสถานการณ์ ดังภาพ ที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) เวอร์ชัน 6.1™ © 2000. Creative Problem Solving Group and Center for Creative Learning; reproduced by permission.

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจกับความท้าทาย (Understanding the Challenge) ประกอบด้วย ความพยายามอย่างเป็นระบบที่จะกำหนดสร้างหรือมุ่งประเด็นไปที่ความพยายามในการแก้ปัญหาโดยในขั้นนี้จะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาที่มีความชัดเจนมากขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1) การสร้างโอกาส (Constructing Opportunities) จะรวมถึงการสร้างโอกาสทั่วไป การสรุป และการบรรยายที่เป็นประโยชน์ซึ่งจะช่วยในการกำหนดทิศทางสำคัญสำหรับความพยายามในการแก้ปัญหาและทำความเข้าใจกับปัญหา

2) การค้นหาข้อมูล (Exploring Data) รวมถึงการสร้างและการตอบคำถามซึ่งนำไปสู่ข้อมูลที่สำคัญ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ผู้แก้ปัญหาพัฒนาความเข้าใจกับสภาพปัญหาในสถานการณ์ปัจจุบันซึ่งจะสามารถทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น

3) การกำหนดกรอบของปัญหา (Framing Problem) เกี่ยวข้องกับการค้นหาคำถามที่เฉพาะเจาะจงหรือคำถามเป้าหมายและมุ่งไปสู่ความพยายามที่จะค้นหาคำตอบ กล่าวคือการระบุปัญหาที่แท้จริงทำให้สามารถมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 การก่อให้เกิดความคิด (Generating Ideas) ประกอบด้วย การก่อให้เกิดทางเลือกที่หลากหลายสำหรับการตอบสนองต่อปัญหา กล่าวคือ ในขั้นตอนของการก่อให้เกิดความคิด ผู้แก้ปัญหาจะเกิดความคิดที่หลากหลายหรือคิดคล่อง (fluent thinking) คิดหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ในหลายทิศทาง ที่เป็นไปได้หรือคิดยืดหยุ่น (flexible thinking) ความคิดที่แปลกใหม่ไปจากเดิม หรือคิดริเริ่ม (original thinking) หรือความคิดละเอียดลออ (elaborative thinking) ในขั้นตอนนี้จะมีการตรวจสอบ พิจารณา รวมกลุ่ม และตัดเลือกความคิดที่สามารถคาดหวังได้

ขั้นที่ 3 การเตรียมความพร้อมสำหรับการลงมือปฏิบัติ (Preparing for Action) ผู้แก้ปัญหาจะเตรียมความพร้อมสำหรับการลงมือปฏิบัติเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับการพัฒนาทางเลือกที่คาดหวังและมีการวางแผนสำหรับการนำไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การพัฒนาคำตอบ (Developing Solutions) และการสร้างการยอมรับ (Building Acceptance)

1) การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Developing Solutions) คือ การเลือกทางเลือกที่เหมาะสม โดยในกระบวนการนี้หากมีจำนวนทางเลือกที่สำคัญที่หลากหลายอาจจัดทำให้อยู่ในรูปแบบที่กะทัดรัดจนสามารถจัดการได้ หากมีจำนวนทางเลือกน้อย ความท้าทายจะอยู่ที่การแก้ไขหรือการพัฒนาแต่ละทางเลือกให้มีความแข็งแกร่งมากขึ้นเท่าที่จะสามารถทำได้ ขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับความสำคัญของจำนวนตัวเลือกที่เป็นไปได้ โดยการใช้การวิเคราะห์ กลั่นกรอง จัดลำดับและประเมินทางเลือกที่หลากหลาย

2) การสร้างการยอมรับ (Building Acceptance) คือ การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ เกี่ยวข้องกับการค้นหาแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ ระบุปัจจัยที่เป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบต่อการใช้แล้วสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างประสบความสำเร็จ จุดมุ่งหมายเพื่อช่วยเตรียมความพร้อมสำหรับปรับปรุงการแก้ปัญหาให้ได้การยอมรับและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ สถานการณ์จริงและสามารถแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning Your Approach) เป็นการพิจารณาแนวคิดการแก้ปัญหาไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การประเมินภาระหน้าที่ (Appraising Tasks) และ การออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Design Process)

1) การประเมินภาระหน้าที่ (Appraising Tasks) เป็นทางเลือกในการทำงาน (Promising Choice) ที่ผูกพันเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหา มุ่งใช้ประโยชน์จากคน

ทรัพยากร และวิธีการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ โดยพิจารณาจากขั้นตอนของการสร้างการยอมรับ (Building Acceptance)

2) การออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Design Process) เป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับความต้องการของบุคคลและงานเพื่อวางแผนการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยพื้นฐานของความต้องการที่แท้จริงจะสร้างความคุ้มค่าและประสิทธิผล กล่าวคือ มีการวางรายละเอียดของกิจกรรมและจัดสรรบุคคลให้สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

แบบสอวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอประเภทความเรียงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นที่เป็นโดยเป็นข้อคำถามปลายเปิดที่มุ่งวัดกระบวนการเชิงพฤติกรรมที่มุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่โดยให้นักเรียนเขียนอธิบาย แสดงเหตุผล หรือแสดงวิธีการหาคำตอบที่มีวิธีการหรือขั้นตอนที่ชัดเจน หลากหลายและแปลกใหม่ เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยใช้เนื้อหาในการสร้างจำนวน 3 สาระ คือ สาระที่ 1 ความน่าจะเป็น สาระที่ 2 พีชคณิต และสาระที่ 3 จำนวนและการดำเนินการ ซึ่งสามารถวิเคราะห์มาตรฐาน จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง และเนื้อหาที่สอดคล้องกับพฤติกรรมในกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งสอดคล้องกับ
กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

| ข้อ | สาระ | มาตรฐาน | จุดประสงค์การเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ แกนกลาง | กระบวนการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ | ข้อคำถาม |
|------------------------------------|---------------|----------------|--|--|--|---|
| 1 เดิน กลับมา จุดเริ่มต้น | ความน่าจะเป็น | ค 5.2 ม.2/1 | 1. อธิบายได้ว่า เหตุการณ์ที่ กำหนดให้ เหตุการณ์ใดเกิดขึ้น แน่นอน เหตุการณ์ ใดไม่เกิดขึ้นแน่นอน และเหตุการณ์ใดมี โอกาสเกิดขึ้นได้ มากกว่ากัน | <ul style="list-style-type: none"> โอกาสของ เหตุการณ์ | <p>ขั้นทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>ขั้นสร้างแนวคิด ที่หลากหลายใน การแก้ปัญหา</p> | <p>1.1 รวบรวม ข้อมูล</p> <p>1.2 ระบุ ปัญหา</p> <p>1.3 การ สร้าง แนวคิดที่ หลากหลาย ในการ แก้ปัญหา</p> |
| | | ค 5.2 ม.3/1 | 2. หาความน่าจะเป็น ของเหตุการณ์จาก การทดลองสุ่มที่ผล แต่ละตัวมีโอกาส เกิดขึ้นเท่าๆ กัน และใช้ความรู้ เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ คาดการณ์ได้อย่าง สมเหตุสมผล | <ul style="list-style-type: none"> การทดลอง สุ่มและ เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของ เหตุการณ์ การใช้ความรู้ เกี่ยวกับความ น่าจะเป็นใน การ คาดการณ์ | <p>ขั้นเตรียมการ เพื่อนำไปสู่การ ปฏิบัติ</p> <p>ขั้นวางแผนแล้ว ปฏิบัติตาม แนวคิด</p> | <p>1.4 การ เตรียมการ เพื่อนำไปสู่ การปฏิบัติ</p> <p>1.5 การ วางแผน แล้วปฏิบัติ ตามแนวคิด</p> |
| 2 กระปุก ของเด็กชาย มนัส | พีชคณิต | ค 4.3 ม.3/5 | 1. แก่ระบบสมการเชิง เส้นสองตัวแปร และนำไปใช้ แก้ปัญหา พร้อม ทั้งตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของ คำตอบ | <ul style="list-style-type: none"> ระบบสมการเชิง เส้นสองตัวแปร และการนำไปใช้ | <p>ขั้นทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>ขั้นสร้างแนวคิด ที่หลากหลายใน การแก้ปัญหา</p> | <p>2.1 รวบรวม ข้อมูล</p> <p>2.2 ระบุ ปัญหา</p> <p>2.3 การ สร้าง แนวคิดที่ หลากหลาย ในการ แก้ปัญหา</p> |

| ข้อ | สาระ | มาตรฐาน | จุดประสงค์การเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ แกนกลาง | กระบวนการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ | ข้อคำถาม |
|-------------------------------|----------------------|----------------|---|---|---|--|
| | | | | | ขั้นเตรียมการ เพื่อนำไปสู่การ ปฏิบัติ | 2.4 การ เตรียมการ เพื่อนำไปสู่ การปฏิบัติ |
| | | | | | ขั้นวางแผนแล้ว ปฏิบัติตาม แนวคิด | 2.5 การ วางแผน แล้วปฏิบัติ ตามแนวคิด |
| 3 ปากกา ของครู สมศรี | จำนวนและการดำเนินการ | ค 1.2 ม.1/1 | 1. บวก ลบ คูณ ทหาร จำนวนเต็ม และ นำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของ คำตอบ อธิบายผลที่ เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การ หาร และบอก ความสัมพันธ์ของการ บวกกับการลบ การ คูณกับการหารของ จำนวนเต็ม นำความรู้ และสมบัติเกี่ยวกับ จำนวนเต็มไปใช้ใน การแก้ปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> การบวก การ ลบ การคูณ และการหาร จำนวนเต็ม โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับ จำนวนเต็ม | ขั้นทำความเข้าใจปัญหา | 3.1 รวบรวม ข้อมูล 3.2 ระบุ ปัญหา |
| | | | | | ขั้นสร้างแนวคิด ที่หลากหลายใน การแก้ปัญหา | 3.3 การ สร้าง แนวคิดที่ หลากหลาย ในการ แก้ปัญหา |
| | | ค 1.4 ม.1/1 | 2. นำความรู้และสมบัติ เกี่ยวกับจำนวนเต็ม ไปใช้ในการ แก้ปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> ท.ร.ม. และ ค.ร.น. ของ จำนวนนับ และการ นำไปใช้ การนำความรู้ และสมบัติ เกี่ยวกับ จำนวนเต็มไป ใช้ | ขั้นเตรียมการ เพื่อนำไปสู่การ ปฏิบัติ | 3.4 การ เตรียมการ เพื่อนำไปสู่ การปฏิบัติ |
| | | | | | ขั้นวางแผนแล้ว ปฏิบัติตาม แนวคิด | 3.5 การ วางแผน แล้วปฏิบัติ ตามแนวคิด |

-ตัวอย่างแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3-



แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปีการศึกษา

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

โรงเรียน.....

เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
 สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา
 ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2558

**คำชี้แจงแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3**

1. แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 3 สถานการณ์ จำนวน 10 หน้า คะแนน เวลา 120 นาที 90 คะแนน โดยให้ผู้สอบเป็นผู้บริหารเวลาด้วยตนเอง
2. เขียนกระบวนการคิดและคำตอบให้ชัดเจน ใช้สัญลักษณ์และเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง เหมาะสมและกรรณาเขียนคำตอบด้วยลายมืออ่านง่าย ชัดเจน
3. หากกระตาคำตอบไม่เพียงพอสามารถขอกระตาคำตอบเพิ่มจากกรรมการคุมสอบ
4. แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 3 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยข้อคำถามย่อยจำนวน 5 ข้อคำถาม ดังนี้

ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 0 ก็ตัวกันแน่

แมนและเหมียวไปฟาร์มแห่งหนึ่ง ฟาร์มแห่งนี้มีการเลี้ยงทั้งหมูและไก่รวมกัน แมนและเหมียวต้องการอยากรบว่ามีหมูและไก่อย่างละกี่ตัว จึงได้พยายามช่วยกันนับจำนวนสัตว์ทั้งสองชนิด แต่ทั้งหมูและไก่ไม่ยอมอยู่นิ่งให้นับ แมนและเหมียวจึงสอบถามเจ้าของฟาร์มที่อยู่บริเวณนั้น

แมน : ในฟาร์มนี้มีหมูและไก่อย่างละกี่ตัวหรือครับ

เจ้าของฟาร์ม : หนูลองหาคำตอบเองดูนะจ๊ะ ว่ามีหมูและไก่ในฟาร์มนี้้อย่างละกี่ตัว แต่ที่แน่ๆในฟาร์มนี้มีหมูและไก่รวมกันทั้งหมดมี 47 ตัว ถ้านับขาหมูและขาไก่รวมกันจะได้ 118 ขา

เหมียว : ขอบคุณค่ะ เดี่ยวเหมียวกับแมนจะช่วยกันหาคำตอบค่ะ

คำถามที่ 0.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากเหมียวและแมนจะแก้ปัญหานี้ให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (5 คะแนน)




- แนวทางการเขียนตอบ**
1. จำนวนหมูและไก่รวมกันทั้งหมด 47 ตัว
 2. จำนวนขาหมูและขาไก่รวมกันทั้งหมด 118 ขา
 3. ขาหมูมี 4 ขา
 4. ขาไก่มี 2 ขา

คำถามที่ 0.2 สิ่งที่เจ้าของฟาร์มต้องการให้แมนและเหมียวช่วยกัน**หาคำตอบ** คืออะไร (5 คะแนน)
แนวทางการเขียนตอบ ในฟาร์มนี้มีจำนวนหมูและไก่อย่างละกี่ตัว

คำถามที่ 0.3 หากนักเรียนเป็นแมนและเหมียว นักเรียนจะ**เสนอแนวทางการแก้ปัญหา**นี้อย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาให้ **มากที่สุด** พร้อมเขียนอธิบาย**แนวทางการแก้ปัญหานั้นๆ**พอสังเขป

(การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน) (8 คะแนน)

แนวทางการเขียนตอบ

1. การเขียนรูปแทนตัวหมูและไก่เพื่อนับตัวและขาของสัตว์ทั้งสองชนิด โดยใช้รูป  แทน ไก่ 1 ตัวและ  แทนหมู 1 ตัว จากนั้นเขียนรูป  ทั้งหมด 47 ตัว จากนั้นวาดขาเพิ่มที่ละ 2 ขา เพื่อแทนหมู 1 ตัว จนนับขาได้ครบตามที่กำหนด
2. การคาดเดาคำตอบโดยเริ่มสมมติจำนวนหมูหรือไก่ขึ้นไปเรื่อยๆ จนทำให้มีจำนวนหมูและไก่รวมกัน 47 ตัวและมีจำนวนขาเท่ากับ 118 ขา
3. การสร้างตารางแสดงจำนวนหมูและไก่ โดยจะต้องทำให้ จำนวนหมูและไก่รวมกันเท่ากับ 47 ตัวและตารางแสดงจำนวนขาหมูและขาไก่ โดยให้มีจำนวนขา รวมกันเท่ากับ 118 ขา
4. การสร้างสมการและแก้สมการจากจำนวนหมูและไก่รวมกันได้ 47 ตัวและจำนวนขาหมูและขาไก่รวมกันได้ 118 ขา

***หมายเหตุ การเขียนตอบในคำถามที่ 0.3 นักเรียนจะต้องเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาพอสังเขป หากเขียนแต่เพียงแนวทางอย่างเดียว เช่น การเขียนรูป แต่ไม่อธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆต่อ จะมีผลต่อการให้คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามที่ 0.4 หากนักเรียนเป็นแมนและเหมียวจะเลือก**แนวทางการแก้ปัญหา**เพียง 1 วิธี จากข้อคำถามที่ 0.3 นักเรียนจะเลือก**แนวทางการแก้ปัญหา**แบบใด พร้อม**เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา**พอสังเขป (5 คะแนน)

แนวทางการเขียนตอบ เลือกแนวทางที่ 3 การสร้างตารางแสดงจำนวนหมูและไก่ โดย

ขั้นที่ 1 สุ่มตัวเลขแทนจำนวนของหมูและไก่ที่คาดว่าจะเป็นไปได้ โดยต้องรวมกันเท่ากับ 47 ตัว

ขั้นที่ 2 นำตัวเลขที่สุ่มแทนจำนวนหมูและไก่ในขั้นที่ 1 มาคำนวณหาจำนวนขา และทำซ้ำในขั้นตอนที่ 1 และ 2 เช่นนี้จนได้จำนวนขาหมูและไก่รวมกันเท่ากับ 118 ขา

***หมายเหตุ นักเรียนสามารถเลือกแนวคิดใดก็ได้ที่คิดว่าเหมาะสมและสามารถนำ**แนวทางการแก้ปัญหา**นั้นไปเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ในข้อคำถามที่ 0.5 ได้

คำถามที่ 0.5 หากนักเรียนเป็นแมวและเหมียวจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดที่เลือกไว้ในข้อคำถามที่ 0.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน) (7 คะแนน)

แนวทางการเขียนตอบ

การสร้างตารางแสดงจำนวนหมูและไก่ โดยทราบว่าจำนวนหมูและไก่รวมกันทั้งหมดเท่ากับ 47 ตัว และจำนวนขาหมูและไก่รวมกันทั้งหมดเท่ากับ 137 ขา

| ครั้งที่ | หมู (ตัว) | ไก่ (ตัว) | ขาหมู (ขา) | ขาไก่ (ขา) | รวมขาทั้งหมด | ผลสรุป (118 ขา) |
|----------|-----------|-----------|---------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 30 | 17 | $30 \times 4 = 120$ | $17 \times 2 = 34$ | $120 + 34 = 154$ | ✗ (มากเกินไป) |
| 2 | 20 | 27 | $20 \times 4 = 80$ | $27 \times 2 = 54$ | $80 + 54 = 134$ | ✗ (มากเกินไป) |
| 3 | 10 | 37 | $10 \times 4 = 40$ | $37 \times 2 = 74$ | $40 + 74 = 114$ | ✗ (น้อยเกินไป) |
| 4 | 12 | 35 | $12 \times 4 = 48$ | $35 \times 2 = 70$ | $48 + 70 = 118$ | ✓ |

จากตารางจะพบว่า หมูมีจำนวน 12 ตัว และ ไก่มีจำนวน 35 ตัว จึงจะทำให้มีจำนวนขาเท่ากับ 118 ขา

ตอบ หมู 12 ตัว และ ไก่ 35 ตัว

สถานการณ์ที่ 1 เดินกลับมาจุดเริ่มต้น

คุณพ่อกำลังถือเหรียญบาท 1 เหรียญอยู่ในมือและถามคำถามลูกสาวว่า

คุณพ่อ : หากพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง เหรียญจะออกหน้าอะไรได้บ้าง

หนูดี : เหรียญก็จะออกหน้าได้สองแบบ ไม่น่าหัวก็น่าก้อยค่ะ

คุณพ่อ : แล้วถ้าพ่อให้การโยนเหรียญของพ่อสัมพันธ์กับการก้าวขา คือ ถ้าพ่อโยนเหรียญ 1

เหรียญจำนวน 1 ครั้ง ปรากฏว่าเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว แต่

ถ้าเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว หนูดีช่วยคิดหน่อยว่า

ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกหนูดีแล้ว พ่อจะกลับมายืน ณ

จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยอนเหรียญไปแล้ว

หนูดี : ได้ค่ะ คุณพ่อ



คำถามที่ 1.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากหนูดีจะแก้ปัญหาเรื่องการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญของคุณพ่อให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

คำถามที่ 1.2 สิ่งที่คุณพ่อต้องการให้หนูดีผู้เป็นลูกสาวช่วยหาคำตอบคืออะไร

คำถามที่ 1.3 หากนักเรียนเป็นหนูดี นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาให้มากที่สุด พร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

คำถามที่ 1.4 หากนักเรียนเป็นหนูดี ซึ่งจะต้องเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อ
คำถามที่ 1.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา
พอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่.....

ขั้นตอนที่ 1.....

คำถามที่ 1.5 หากนักเรียนเป็นมะลิจะแสดงวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 1.4
อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ.....

สถานการณ์ที่ 2 กระจุกของเด็กชายม้นัส

เนื่องในวันเกิดของคุณแม่ เด็กชายม้นัสจึงตัดสินใจทุบกระจุกของตนเองเพื่อจะนำเงินไปซื้อของขวัญให้คุณแม่ ปรากฏว่าภายในกระจุกออมสินเต็มไปด้วยเหรียญสามชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท ขณะนั้นมะลิเดินผ่านมาและถามพืมนัสว่า

มะลิ : พืมนัสทำอะไรอยู่คะ

ม้นัส : พี่กำลังนับเหรียญอยู่จ้ะ ตอนนี้พืมนัสนับเหรียญทั้งหมดแล้วพบว่า มี 22 เหรียญ คิดเป็นเงิน 107 บาท

น้องมะลิลองทายดูว่าพืมนัสจะมีเหรียญแต่ละชนิด จำนวนเท่าใดบ้าง



คำถามที่ 2.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากมะลิจะแก้ปัญหของพืมนัสให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

คำถามที่ 2.2 สิ่งพืมนัสต้องการให้มะลิผู้เป็นน้องสาวช่วยหาคำตอบ คืออะไร

คำถามที่ 2.3 หากนักเรียนเป็นมะลิ นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาให้มากที่สุด พร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

คำถามที่ 2.4 หากนักเรียนเป็นมะลิ ซึ่งจะต้อง**เลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธี** จากข้อคำถามที่ 1.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อม**เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา**พอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่.....

ขั้นตอนที่ 1.....

คำถามที่ 2.5 หากนักเรียนเป็นมะลิจะ**แสดงวิธีการแก้ปัญหา**ตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 2.4 อย่างไร

(การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน : คำตอบมีมากกว่า 1 คำตอบ)

.....หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ.....

สถานการณ์ที่ 3 ปากกาของครูสมศรี

เนื่องในวันครบรอบโรงเรียน 50 ปี ทางโรงเรียนจึงจัดให้มีกิจกรรม open house เพื่อเชิญชวนนักเรียนในระดับประถมศึกษาเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมและเพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนภายนอกได้เข้ามาศึกษาบรรยากาศภายในโรงเรียนมากยิ่งขึ้น ครูสมศรีเป็นครูสอนวิชาภาษาอังกฤษได้รับมอบหมายให้เป็นหัวหน้าจัดซุ้มกิจกรรม และมีปากกาเป็นของรางวัลอยู่จำนวนหนึ่ง ครูสมศรีจึงมอบหมายให้เด็กชายณเดชเป็นคนแจกปากกาให้กับเด็กๆที่มาเข้าร่วมกิจกรรม และพบว่า

| | |
|--|-----------------------------|
| ถ้านำปากกาไปแจกให้เด็กกลุ่มที่หนึ่งคนละ 3 ด้าม | จะเหลือปากกาอยู่ 1 ด้าม |
| ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สองคนละ 4 ด้าม | จะเหลือปากกาอยู่ 3 ด้าม และ |
| ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สามคนละ 5 ด้าม | จะเหลือปากกาอยู่ 4 ด้าม |

ครูสมศรีจึงถามเด็กชายณเดชว่า ถ้าแจกปากกาให้กับเด็กๆแล้วเหลือปากกาตามจำนวนที่ครูบอกจะมีปากกาอย่างน้อยที่สุดกี่ด้าม และจะต้องจ่ายเงินอย่างน้อยที่สุดกี่บาท หากปากกาด้ามละ 5 บาท



คำถามที่ 3.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากเด็กชายณเดชจะแก้ปัญหานี้ให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

คำถามที่ 3.2 สิ่งที่ครูสมศรีต้องการให้เด็กชายณเดชช่วยหาคำตอบ คืออะไร

คำถามที่ 3.3 หากนักเรียนเป็นเด็กชายณเดช นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหานี้อย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหามากที่สุด พร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานี้ๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

คำถามที่ 3.4 หากนักเรียนเป็นเด็กชายณเดช ซึ่งจะต้องเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธี จากข้อคำถามที่ 3.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด **พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป**

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่.....

ขั้นตอนที่ 1.....

คำถามที่ 3.5 หากนักเรียนเป็นเด็กชายณเดชจะ**แสดงวิธีการแก้ปัญหา**ตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 3.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)

.....หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ.....

คู่มือการตรวจให้คะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นจำนวน 3 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์จะมีข้อคำถามย่อย 5 ข้อคำถามที่สอดคล้องตามแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ของ Treffinger, Selby และ Isaksen (2000) โดยแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้มีความชัดเจนมากขึ้น โดยจะต้องทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่ต้องพิจารณา จากนั้นรวบรวมข้อมูลที่ได้ โดยมีตัวชี้วัดพฤติกรรมจากความสามารถในการบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และระบุประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโจทย์ที่กำหนดให้ได้ ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1 และ 3.2

2. ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องเสนอแนวทางแก้ปัญหาหลากหลายวิธี ซึ่งอาจจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างออกไปจากเดิมหรือเป็นวิธีการต่อยอดวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม โดยมีตัวชี้วัดพฤติกรรมจากความสามารถในการบอกความสามารถในการหาวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา โดยพิจารณาจากความคิดคล่อง คิยยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3

3. ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่ได้เสนอไว้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3 ว่าควรจะใช้วิธีการแก้ปัญหาใดจึงจะเหมาะสมที่สุด และมีการเขียนขั้นตอนการวางแผนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ โดยมีตัวชี้วัดพฤติกรรมจากความสามารถในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาและการเขียนขั้นตอนการวางแผนได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.4, 2.4 และ 3.4

4. ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในขั้นที่ 3 ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.4, 2.4 และ 3.4 ไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง โดยเริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย วิเคราะห์เป้าหมาย จนบรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหา ต้องทบทวนความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและวิธีการเลือกใช้ และมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยมีตัวชี้วัดพฤติกรรมคือ สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกแล้วมาพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือก พร้อมทั้งประเมินความถูกต้องของกระบวนการและตรวจสอบผลลัพธ์ได้ โดยพิจารณาจากความคิดละเอียดลออและการใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งตรงกับข้อคำถามที่ 1.5, 2.5 และ 3.5

แบบสอวัตความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) มีเกณฑ์การให้คะแนน 3 องค์ประกอบ คือ **1. ความถูกต้อง (2 คะแนน)**

2. การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด (2 คะแนน) และ 3. การจัดเรียงความคิด (1 คะแนน) ซึ่งวิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยแต่ละชุดจะใช้ตรวจคำถามแต่ละข้อเท่านั้น เป็นไปตามตารางที่ 2 ตารางที่ 2 องค์ประกอบการให้คะแนน

| ข้อ | ข้อคำถามที่ | องค์ประกอบ | คะแนน | |
|---|--|------------------------------|--------------|---|
| 1 เดินกลับมา จุดเริ่มต้น (ความน่าจะเป็น) หน้า 24-35 | 1.1 (การทำความเข้าใจปัญหา : รวบรวมข้อมูล) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 1.2 (การทำความเข้าใจปัญหา : ระบุปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 1.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | ความคิดคล่อง | 2 |
| | | | คิดยืดหยุ่น | 2 |
| | | คิดริเริ่ม | 1 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 1.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 1.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | ความถูกต้อง | 2 | |
| การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | | คิดละเอียดลออ | 2 | |
| | | การใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | 2 | |
| การจัดเรียงความคิด | | 1 | | |
| รวม | | | 30 | |
| 2 กระปุกของ เด็กชายมนัส (พีชคณิต) หน้า 36-50 | 2.1 (การทำความเข้าใจปัญหา : รวบรวมข้อมูล) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 2.2 (การทำความเข้าใจปัญหา : ระบุปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 2.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | ความคิดคล่อง | 2 |
| | | | คิดยืดหยุ่น | 2 |
| คิดริเริ่ม | | 1 | | |
| การจัดเรียงความคิด | 1 | | | |
| ความถูกต้อง | | | 2 | |

| ข้อ | ข้อคำถามที่ | องค์ประกอบ | คะแนน | |
|------------------------------|--|-------------------------------------|----------------------------|---|
| 2 | 2.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 2.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | คิดละเอียดลออ | 2 |
| | | | การใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | 2 |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| รวม | 30 | | | |
| 3 | 3.1 (การทำความเข้าใจปัญหา : รวบรวมข้อมูล) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 3.2 (การทำความเข้าใจปัญหา : ระบุปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 3.3 (การสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | ความคิดคล่อง | 2 |
| | | | คิดยืดหยุ่น | 2 |
| | | | คิดริเริ่ม | 1 |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | 3.4 (การเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ) | ความถูกต้อง | 2 | |
| | | การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | 2 | |
| | | การจัดเรียงความคิด | 1 | |
| | | 3.5 (การวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด) | ความถูกต้อง | 2 |
| การเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด | | | คิดละเอียดลออ | 2 |
| | การใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | | 2 | |
| การจัดเรียงความคิด | 1 | | | |
| รวม | 30 | | | |
| รวมทั้งฉบับ | | | 90 | |

**นิยามศัพท์เฉพาะขององค์ประกอบในการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

องค์ประกอบในการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคำนิยามศัพท์ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบหลายประเภท
และหลายทิศทาง ดังนั้นคะแนนความคิดคล่องซึ่งพิจารณาจากข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3 ของแต่
ละข้อ ตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นดังนั้น
คะแนนความคิดคล่อง คือ คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนวิธีการหาคำตอบ โดยให้คะแนนตามคู่มือ
การตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีเกณฑ์การให้
คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยไม่คำนึงว่าวิธีการหาคำตอบนั้น
จะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบหลายประเภท
และหลายทิศทาง ดังนั้นคะแนนความยืดหยุ่นซึ่งพิจารณาจากข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3 ของแต่
ละข้อ ตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นดังนั้น
คะแนนความยืดหยุ่น คือ คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนประเภทของวิธีการหาคำตอบที่ไม่ได้อยู่ใน
ทิศทางเดียวกัน หรือคำตอบที่อยู่ในประเภทต่างกัน โดยให้คะแนนตามคู่มือการตรวจให้คะแนนแบบ
สอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย
(analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยไม่คำนึงว่าวิธีการหาคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดสิ่งแปลกใหม่ไม่ซ้ำใครซึ่ง
พิจารณาจากข้อคำถามที่ 1.3, 2.3 และ 3.3 ของแต่ละข้อ ตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่าง
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นดังนั้นคะแนนความคิดริเริ่ม คือ คะแนนที่ได้โดย
พิจารณาจากการตอบคำถามโดยไม่ใช้วิธีการคาดเดาคำตอบ หรือสุ่มตัวเลข โดยให้คะแนนตามคู่มือ
การตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีเกณฑ์การให้
คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบโดยมีการ
นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ครอบคลุมละเอียดชัดเจน มีความ
รอบคอบในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาจำกัด ดังนั้นคะแนนความคิดละเอียดลออซึ่งพิจารณาจากข้อ
คำถามที่ 1.5, 2.5 และ 3.5 ของแต่ละข้อตามตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่
ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ดังนั้นคะแนนความคิดละเอียดลออ คือ คะแนนที่ได้จากการนำเสนอวิธีการ
แก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดชัดเจน โดยให้คะแนนตามคู่มือการตรวจ
ให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ
วิเคราะห์ย่อย (analytic method) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยไม่คำนึงว่าวิธีการหาคำตอบนั้นจะซ้ำกับ
ผู้อื่นหรือไม่

5. การใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง องค์ประกอบที่นักเรียนสามารถแสดง
กระบวนการจัดการด้านจำนวน ข้อมูล นิพจน์ พีชคณิต สมการ หรือโดยประยุกต์แนวคิดหลักที่นำไปสู่
การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับปัญหาที่ถูกเปลี่ยนให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

สถานการณ์ที่ 1 เดินกลับมาจุดเริ่มต้น

คุณพ่อกำลังถือเหรียญบาท 1 เหรียญอยู่ในมือและถามคำถามลูกสาวว่า

คุณพ่อ : หากพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง เหรียญจะออกหน้าอะไรได้บ้าง

หนูดี : เหรียญก็จะออกหน้าได้สองแบบ ไม่น่าหัวก็น่าก้อยค่ะ

คุณพ่อ : แล้วถ้าพ่อให้การโยนเหรียญของพ่อสัมพันธ์กับการก้าวขา คือ ถ้าพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญจำนวน 1 ครั้ง ปรากฏว่าเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว แต่ถ้าเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว หนูดีช่วยคิดหน่อยว่า ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกหนูดีแล้ว พ่อจะกลับมายืน ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยอนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งเป็นเท่าใด

หนูดี : ได้ค่ะ คุณพ่อ



คำถามที่ 1.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากหนูดีจะแก้ปัญหาเรื่องการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญของคุณพ่อให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

แนวทางการเขียนตอบ

1. พ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ หากเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว
2. พ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ หากเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว
3. พ่อโยนเหรียญจำนวน 4 ครั้งแล้วต้องกลับมายืนตำแหน่งเดิม

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 1.1

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|---|---|--|
| ความถูกต้อง | <p>นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวคำตอบ คือ</p> <p>1. พ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ หากเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว</p> <p>2. พ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ หากเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว</p> <p>3. พ่อโยนเหรียญจำนวน 4 ครั้งแล้ว ต้องกลับมายืนตำแหน่งเดิม</p> | <p>นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> ตามแนวคำตอบ กล่าวคือ ตอบถูก 2 ข้อใน 3 ข้อ อย่างถูกต้อง ครบถ้วน <u>หรือ</u> บางข้อขาด รายละเอียดที่สำคัญของข้อมูล เช่น พ่อโยนเหรียญตามเงื่อนไข ซึ่งขาดรายละเอียดของเงื่อนไข <u>หรือ</u> พ่อโยนเหรียญ 4 ครั้ง แต่ขาดการกล่าวว่าการกลับมายืนตำแหน่งเดิม เป็นต้น</p> | <p>นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ตอบถูกเพียง 1 ข้อใน 3 ข้อ อย่างถูกต้องครบถ้วน <u>หรือ</u> ตอบถูก 2 ข้อใน 3 แต่ทุกข้อขาดรายละเอียดที่สำคัญของข้อมูล <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม</p> |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา | <p>แสดงให้เห็นว่านักเรียนบอกในสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการเขียนเพื่อสื่อสารถึงการโยนเหรียญสัมพันธ์กับการก้าวขาโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 4 ครั้ง การกลับมายืนตำแหน่งเดิม และไม่กล่าวถึงข้อมูลอื่นๆที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้แก้ปัญหา</p> | <p>แสดงให้เห็นว่านักเรียนบอกในสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ กล่าวคือ เขียนบอกสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญได้ อย่างน้อย 1 ข้อใน 3 ข้อแต่ขาดรายละเอียด <u>หรือ</u> มีการรวบรวมข้อมูลอื่นๆที่ไม่เกี่ยวข้องร่วมด้วย เช่น ความน่าจะเป็น โยนเหรียญ 1 เหรียญ 1 ครั้ง เป็นต้น</p> | <p>แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถบอกในสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญในการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม</p> |

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|----------------------|---------|---|--|
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 1.2 สิ่งที่คุณพ่อต้องการให้หนูดีผู้เป็นลูกสาวช่วย **หาคำตอบ** คืออะไร

แนวทางการเขียนตอบ

1. ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกหนูดีแล้ว พ่อจะกลับมายืน ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยืนเหยียดไปแล้ว 4 ครั้ง



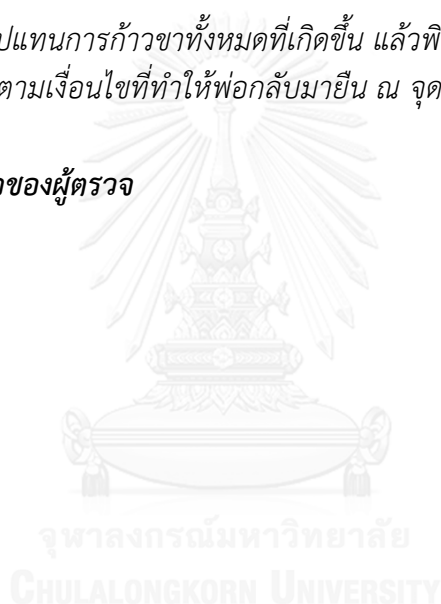
เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 1.2

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|--|---|--|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวคำตอบ คือ ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกหนูดีแล้ว พ่อจะกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยोनเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> ตามแนวคำตอบ คือ บอกเพียงหาความน่าจะเป็น <u>แต่</u> ขาดการบอกเงื่อนไข <u>หรือ</u> ใช้คำอื่นๆที่สื่อถึงความน่าจะเป็น เช่น โอกาส เป็นต้น | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ไม่ถูกต้อง ตรงประเด็น เช่น พ่อจะกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยोनเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งเป็นเท่าใด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา | แสดงให้เห็นว่านักเรียนบอกในสิ่งที่ เป็นประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึง การหาความน่าจะเป็น <u>หรือ</u> ใช้คำอื่นๆที่สื่อถึงความน่าจะเป็น เช่น โอกาส เป็นต้น | แสดงให้เห็นว่านักเรียนบอกในสิ่งที่ เป็นประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงข้อมูลสำคัญ แต่ขาดความตรงประเด็น เช่น พ่อจะกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยोनเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งเป็นเท่าใด โยนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งเป็นเท่าใด เป็นต้น | แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถบอกในสิ่งที่ เป็นประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง เช่น <u>กล่าวคือ</u> มีการบอกปัญหาอื่นๆที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น การขึ้นหน้าของเหรียญ การก้าวขา เป็นต้น <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| การเรียบเรียงความคิด | ----- --- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 1.3 หากนักเรียนเป็นหนูดี นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอะไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาให้มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

แนวทางการเขียนตอบ

1. การสร้างแผนภาพต้นไม้ จากการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พ็อกกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยื่นเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง
 2. การสร้างแผนภาพต้นไม้ จากการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พ็อกกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยื่นเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง
 3. การคาดเดาคำตอบ โดยสุ่มการเขียนการก้าวขาทั้งหมดที่เกิดขึ้น แล้วพิจารณาการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พ็อกกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยื่นเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง
 4. การวาดรูป โดยวาดรูปแทนการก้าวขาทั้งหมดที่เกิดขึ้น แล้วพิจารณาการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พ็อกกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยื่นเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง
- หรือ อื่นๆ โดยใช้ดุลพินิจของผู้ตรวจ



เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 1.3

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|---|---|--|--|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีการอธิบายขั้นตอนสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาพอสังเขปได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวคำตอบทุกข้อที่นำเสนอ เช่น การสร้างแผนภาพต้นไม้ จากการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พอลกลับมาเป็น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากโยนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งกล่าวคือ จะต้องมีการอธิบายแนวทางเพิ่มเติมอย่างถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ทุกข้อที่นำเสนอ | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีการอธิบายขั้นตอนสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาพอสังเขป <u>บางส่วน</u> ตามแนวคำตอบ กล่าวคือ เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แต่เขียนอธิบายขั้นตอนในบางข้อไม่ครบถ้วน <u>หรือ</u> ขาดความชัดเจน | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว และขาดการเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาทุกข้อที่นำเสนอ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงแนวคิดที่หลากหลาย โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็นย่อย คือ คิด ค่ล่อง คิดยืดหยุ่นและ คิดริเริ่ม | คิดค่ล่อง | | |
| | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายมากกว่าหรือเท่ากับ 2 แนวทางขึ้นไป เช่น การสร้างแผนภาพต้นไม้ การคาดเดาคำตอบ การวาดรูป เป็นต้น โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของแนวทางการแก้ปัญหา | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายอย่างน้อย 2 แนวทาง เช่น การสร้างแผนภาพต้นไม้ การคาดเดาคำตอบ เป็นต้น โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของแนวทางการแก้ปัญหา | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 แนวทาง เช่น การสร้างแผนภาพต้นไม้ เป็นต้น โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของแนวทางการแก้ปัญหา <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| | คิดยืดหยุ่น | | |
| | นักเรียนเสนอกลุ่มแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป จากแนวคำตอบ กล่าวคือจำนวนประเภทของวิธีการหาคำตอบที่ไม่ได้อยู่ในทิศทางเดียวกันมากกว่า 2 ประเภทขึ้นไป <u>หรือ</u> คำตอบที่อยู่ในประเภทต่างกันมากกว่า 2 ประเภทขึ้นไป | นักเรียนเสนอกลุ่มแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 2 กลุ่มจากแนวคำตอบ กล่าวคือจำนวนประเภทของวิธีการหาคำตอบที่ไม่ได้อยู่ในทิศทางเดียวกันเท่ากับ 2 ประเภท หรือคำตอบที่อยู่ในประเภทต่างกัน 2 ประเภท | นักเรียนเสนอกลุ่มแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 กลุ่มจากแนวคำตอบ เช่น การสุ่ม การคาดเดาคำตอบนับเป็น 1 กลุ่ม กล่าวคือประเภทของวิธีการหาคำตอบอยู่ในทิศทางเดียวกัน <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| คิดริเริ่ม | | | |
| ----- | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย นอกเหนือจากการคาดเดาคำตอบ หรือสุ่มตัวเลขเพียงอย่างเดียว | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้การคาดเดาคำตอบ หรือสุ่มตัวเลขเพียงอย่างเดียว | |

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|----------------------|---------|---|--|
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> เขียนเฉพาะแนวทางการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว ขาดการอธิบายความ <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 1.4 หากนักเรียนเป็นหนูดี ที่จะต้องเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 1.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป **แนวทางการเขียนตอบ**

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบใดก็ได้ตามความคิดเห็นของผู้ตอบ
กรณี que เลือกแบบที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้ จากการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยอนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้ของเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นจากการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 4 ครั้ง

ขั้นที่ 2 หาจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น

ขั้นที่ 3 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น

กรณี que เลือกแบบที่ 2 การสร้างแผนภาพต้นไม้ จากการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยอนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้จากการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญ จากการก้าวขาจำนวน 4 ครั้งที่เกิดขึ้นจากการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 4 ครั้ง

ขั้นที่ 2 หาจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น

ขั้นที่ 3 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น

กรณี que เลือกแบบที่ 3 การคาดเดาคำตอบ โดยสุ่มการเขียนการก้าวขาทั้งหมดที่เกิดขึ้น แล้วพิจารณาการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยอนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง

ขั้นที่ 1 เดาและเขียนเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นจากการโยนเหรียญสัมพันธ์กับการก้าวขา จากการโยนเหรียญ 1 เหรียญจำนวน 4 ครั้ง

ขั้นที่ 2 หาจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น

ขั้นที่ 3 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพอกกลับมา ยีน ณ จุดเริ่มต้น

กรณี que เลือกแบบที่ 4 การวาดรูป โดยวาดรูปแทนการก้าวขาทั้งหมดที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 1 วาดรูปเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นจากการโยนเหรียญล้มพันกับการก้าวขา จากการโยนเหรียญ 1 เหรียญจำนวน 4 ครั้ง

ขั้นที่ 2 หาจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพ่อกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น

ขั้นที่ 3 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพ่อกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น

หรือ อื่นๆ โดยใช้ดุลพินิจของผู้ตรวจ

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 1.4

| องค์ประกอบ/คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|---|--|---|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก จะต้องมีการเขียนขั้นตอนการวางแผนในการแก้ปัญหาย่อยอย่างชัดเจนและถูกต้อง เช่น กรณีที่เลือกแบบที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้ มีขั้นตอนการแก้ปัญหา คือ ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้ของเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นจากการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 4 ครั้ง ขั้นที่ 2 หาจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพ่อกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น ขั้นที่ 3 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพ่อกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น กล่าวคือ ในขั้นตอนสุดท้ายสามารถสื่อสารเพื่อหาความน่าจะเป็นได้ | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง <i>บางส่วน</i> ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกตามแนวคำตอบ เช่น กรณีที่เลือกแบบที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้แต่ขาดการอธิบายการวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา หรือ เขียนอธิบาย <i>แต่</i> ขาดความชัดเจน <i>แต่</i> ในขั้นตอนสุดท้ายสามารถสื่อสารเพื่อหาความน่าจะเป็นได้ | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา <i>แต่</i> ในขั้นตอนสุดท้ายไม่สามารถสื่อสารเพื่อหาความน่าจะเป็นได้ <i>หรือ</i> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจในแนวทางการแก้ปัญหาย่อยอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงขั้นตอน <i>หรือ</i> การวางแผนวิธีการได้มาซึ่งคำตอบตามหลักคณิตศาสตร์ | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจในแนวทางการแก้ปัญหาย่อยอย่างถูกต้อง <i>บางส่วน</i> หรือ ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงขั้นตอน หรือการวางแผนวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ <i>แต่</i> ไม่ถูกต้องตามหลักการ ไม่ชัดเจน <i>หรือ</i> ไม่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนขั้นตอนตามแนวทางการแก้ปัญหาได้ <i>หรือ</i> ไม่มีการตอบคำถาม เช่น สร้างแผนภาพต้นไม้ วาดรูป เดาคำตอบ เป็นต้น |

| องค์ประกอบคะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|----------------------|---------|---|--|
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <i>หรือ</i> เขียนเฉพาะแนวทางการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว ขาดการอธิบายความ <i>หรือ</i> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 1.5 หากนักเรียนเป็นมะลิจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 1.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)

แนวทางการเขียนตอบ

แสดงวิธีการแก้ปัญหา ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้ตอบเลือกในข้อคำถามที่ 1.4

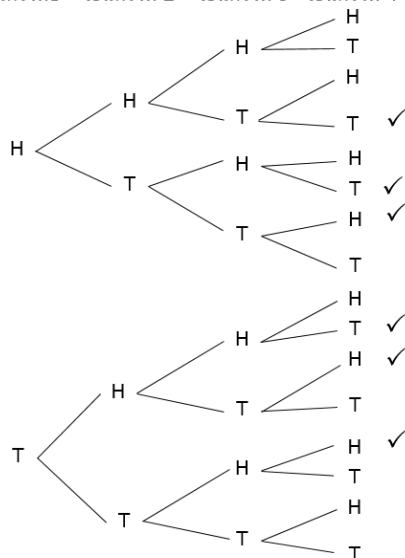
กรณีที่เลือกแบบที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้ จากการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พอกกลับมา

ยื่น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยื่นเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้ของเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นจากการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 4 ครั้ง ให้ $H =$ หัว $T =$ ก้าว ซ้าย

$T =$ ก้อย $T =$ ขวา

โยนครั้งที่ 1 โยนครั้งที่ 2 โยนครั้งที่ 3 โยนครั้งที่ 4



จำนวนเหตุการณ์ทั้งหมดมี 16 เหตุการณ์

ขั้นที่ 2 หาจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพอกกลับมายื่น ณ จุดเริ่มต้น

คือ HHTT, HTHT, HTTH, THHT, THTH, TTHH จำนวน 6 เหตุการณ์

ขั้นที่ 3 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพอกกลับมายื่น ณ จุดเริ่มต้น คือ $\frac{6}{16} = \frac{3}{8}$

ตอบ $\frac{6}{16}$ หรือ $\frac{3}{8}$

กรณี que เลือกแบบที่ 2 การสร้างแผนภาพต้นไม้ จากการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พ่อกลับมา ยิน ณ จุดเริ่มต้น หลังจาก que โยนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้ง

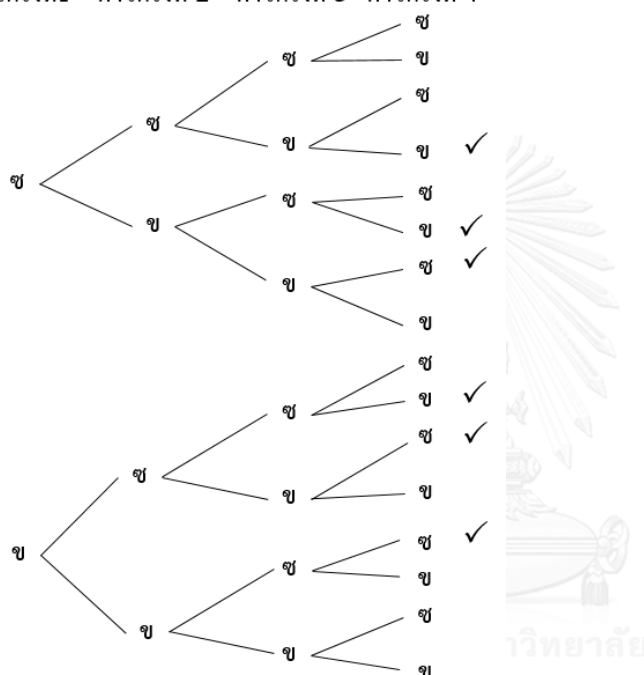
มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภาพต้นไม้จากการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญ จากการก้าวขาจำนวน 4 ครั้งที่เกิดขึ้นจากการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 4 ครั้ง

ให้ ซ = ก้าว ซ้าย แสดงว่าต้องออกหัว

ข = ก้าว ขวา แสดงว่าต้องออกก้อย

ก้าวครั้งที่ 1 ก้าวครั้งที่ 2 ก้าวครั้งที่ 3 ก้าวครั้งที่ 4



ขั้นที่ 2 หาจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพ่อกลับมา ยิน ณ จุดเริ่มต้น คือ ซซซซ, ซซซข, ซซขซ, ซซขข, ซขซซ, ซขซข, ขซซซ จำนวน 6 เหตุการณ์

ขั้นที่ 3 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพ่อกลับมา ยิน ณ จุดเริ่มต้น คือ $\frac{6}{16} = \frac{3}{8}$

ตอบ $\frac{6}{16}$ หรือ $\frac{3}{8}$

กรณี que เลือกแบบที่ 3 การคาดเดาคำตอบ โดยสุ่มการเขียนการก้าวขาทั้งหมดที่เกิดขึ้น แล้วพิจารณาการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญแล้วพิจารณาตามเงื่อนไขที่ทำให้พ่อกลับมา ยิน ณ จุดเริ่มต้น หลังจาก que ก้าวขาไปแล้ว 4 ครั้ง

ขั้นที่ 1 เดาและเขียนเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการโยนเหรียญสัมพันธ์กับการก้าวขา จากการโยนเหรียญ 1 เหรียญจำนวน 4 ครั้ง

รูปแบบที่ 1 - ขวา : ขวา : ขวา : ขวา

รูปแบบที่ 2 - ขวา : ขวา : ขวา : ซ้าย

รูปแบบที่ 3 - ขวา : ขวา : ซ้าย : ขวา

รูปแบบที่ 4 - ขวา : ซ้าย : ขวา : ขวา

รูปแบบที่ 5 - ซ้าย : ขวา : ขวา : ขวา

รูปแบบที่ 6 - ขวา : ขวา : ซ้าย : ซ้าย

รูปแบบที่ 7 - ขวา : ซ้าย : ซ้าย : ขวา

รูปแบบที่ 8 - ซ้าย : ซ้าย : ขวา : ขวา

รูปแบบที่ 9 - ขวา : ซ้าย : ซ้าย : ขวา

รูปแบบที่ 10 - ซ้าย : ขวา : ซ้าย : ขวา

รูปแบบที่ 11 - ซ้าย : ขวา : ขวา : ซ้าย

รูปแบบที่ 12 - ขวา : ซ้าย : ซ้าย : ซ้าย

รูปแบบที่ 13 - ซ้าย : ขวา : ซ้าย : ซ้าย

รูปแบบที่ 14 - ซ้าย : ซ้าย : ขวา : ซ้าย

รูปแบบที่ 15 - ซ้าย : ซ้าย : ซ้าย : ขวา

รูปแบบที่ 16 - ซ้าย : ซ้าย : ซ้าย : ซ้าย

หรือ อาจจะใช้สูตรเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นเป็น $2^4 = 16$ รูปแบบ

ขั้นที่ 2 หากจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพ่อกลับมายืน ณ จุดเริ่มต้น

รูปแบบที่ 1 - ขวา : ซ้าย : ซ้าย : ขวา

รูปแบบที่ 2 - ซ้าย : ขวา : ขวา : ซ้าย

รูปแบบที่ 3 - ขวา : ซ้าย : ขวา : ซ้าย

รูปแบบที่ 4 - ซ้าย : ขวา : ซ้าย : ขวา

รูปแบบที่ 5 - ขวา : ขวา : ซ้าย : ซ้าย

รูปแบบที่ 6 - ซ้าย : ซ้าย : ขวา : ขวา

ขั้นที่ 3 หากความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพ่อกลับมายืน ณ จุดเริ่มต้น คือ $\frac{6}{16} = \frac{3}{8}$

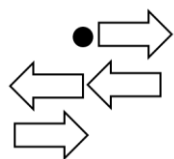
ตอบ $\frac{6}{16}$ หรือ $\frac{3}{8}$

กรณีที่เลือกแบบที่ 4 การวาดรูป โดยวาดรูปแทนการก้าวขาทั้งหมดที่เกิดขึ้น

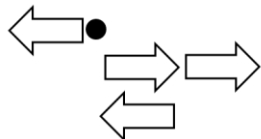
ขั้นที่ 1 วาดรูปเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นจากการโยนเหรียญสัมพันธ์กับการก้าวขา จากการโยนเหรียญ 1 เหรียญจำนวน 4 ครั้ง หรือ อาจจะใช้สูตรเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นเป็น $2^4 = 16$ รูปแบบ

ขั้นที่ 2 หากจำนวนเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จะทำให้คุณพ่อกลับมายืน ณ จุดเริ่มต้น

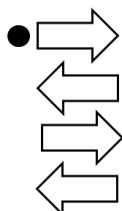
รูปแบบที่ 1 - ขวา : ซ้าย : ซ้าย : ขวา



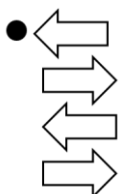
รูปแบบที่ 2 - ซ้าย : ขวา : ขวา : ซ้าย



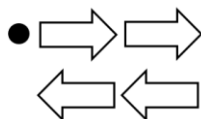
รูปแบบที่ 3 - ขวา : ซ้าย : ขวา : ซ้าย



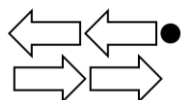
รูปแบบที่ 4 - ซ้าย : ขวา : ซ้าย : ขวา



รูปแบบที่ 5 - ขวา : ขวา : ซ้าย : ซ้าย



รูปแบบที่ 6 - ซ้าย : ซ้าย : ขวา : ขวา



ขั้นที่ 3 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะทำให้คุณพ่อกลับมาเย็น ณ จุดเริ่มต้น คือ $\frac{6}{16} = \frac{3}{8}$

ตอบ $\frac{6}{16}$ หรือ $\frac{3}{8}$

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 1.5

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|---|---|---|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหา สอดคล้องกับการเลือกแนวทางการหาคำตอบในข้อ 1.4 และสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน คือ ความน่าจะเป็นเท่ากับ $\frac{6}{16}$ หรือ $\frac{3}{8}$ | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับการเลือกแนวทางการหาคำตอบในข้อ 1.4 แต่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน หรือ นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหา สอดคล้องกับข้อ 1.4 แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง หรือ หาคำตอบได้แต่ไม่ครบถ้วน เช่น พ่อจะสามารถกลับมายืนที่จุดเริ่มต้นได้ 6 วิธี เป็นต้น | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับการเลือกแนวทางการหาคำตอบในข้อ 1.4 และไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจาก 2 ประเด็นย่อย คือ ความคิดละเอียดลออ และการใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | ความคิดละเอียดลออ | | |
| | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกในข้อ 1.4 กล่าวคือ มีความละเอียดลออในการแสดงวิธีทำ คือในการคิดหาคำตอบมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ครอบคลุม ละเอียด ชัดเจน มีความรอบคอบในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาจำกัด และมีการสรุปคำตอบทุกครั้ง | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอนได้ <u>บางส่วน</u> กล่าวคือ ทำเสร็จในขั้นตอนที่ 1 และ 2 แต่ขาดความครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกในข้อ 1.4 กล่าวคือ ขาดความละเอียดลออในการแสดงวิธีทำ หรือ เขียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดลออแต่ยังไม่เสร็จครบถ้วนจนได้มาซึ่งคำตอบ หรือ เขียนแสดงวิธีทำจนได้มาซึ่งคำตอบ แต่ ขาดการสรุปคำตอบที่ถูกต้อง | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอนได้ หรือ ทำได้เฉพาะในขั้นตอนที่ 1 แต่ขาดการอธิบายความเพิ่มเติม หรือ ไม่มีการตอบคำถาม |
| | การใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | | |
| | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลได้ถูกต้อง <u>บางส่วน</u> แต่ ไม่ตรงประเด็น | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องคือ ไม่มีการกล่าวถึงเหตุผล หรือ ไม่แสดงแนวคิด |

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|----------------------|---------|---|---|
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน หรือ ไม่ตอบคำถาม |

สถานการณ์ที่ 2 กระเป๋าของเด็กชายมนัส

เนื่องในวันเกิดของคุณแม่ เด็กชายมนัสจึงตัดสินใจทุบกระเป๋าของตนเองเพื่อจะนำเงินไปซื้อของขวัญให้คุณแม่ ปรากฏว่าภายในกระเป๋ามีเหรียญสามชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาทขณะนั้นมะลิเดินผ่านมาและถามพืมนัสว่า

มะลิ : พืมนัสทำอะไรอยู่คะ

มนัส : พืกำลังนับเหรียญอยู่จ๊ะ ตอนนี้พืนับเหรียญทั้งหมดแล้วพบว่ามี 22 เหรียญ คิดเป็นเงิน 107 บาท น้องมะลิลองหายดูว่าพืน่าจะมีเหรียญแต่ละชนิดจำนวนเท่าใดบ้าง



คำถามที่ 2.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากมะลิจะแก้ปัญหของพืมนัสให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

แนวทางการเขียนตอบ

1. มีเหรียญอยู่ 3 ชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท
2. มีเหรียญทั้งสามชนิดรวมกัน จำนวน 22 เหรียญ
3. รวมเหรียญคิดเป็นเงิน 107 บาท

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อคำถามที่ 2.1

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|---|---|--|
| ความถูกต้อง | <p>นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวคำตอบคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> มีเหรียญอยู่ 3 ชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท มีเหรียญทั้งสามชนิดรวมกัน จำนวน 22 เหรียญ รวมเหรียญคิดเป็นเงิน 107 บาท | <p>นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u>ตามแนวคำตอบ กล่าวคือ ตอบถูก 2 ข้อใน 3 ข้อ อย่างถูกต้อง ครบถ้วน <u>หรือ</u> บางข้อขาดรายละเอียดที่สำคัญของข้อมูล เช่น จำนวนเหรียญ จำนวนเงิน ชนิดเหรียญ เป็นต้น</p> | <p>นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ตอบถูกเพียง 1 ข้อใน 3 ข้อ อย่างถูกต้องครบถ้วน <u>หรือ</u> ตอบถูก 2 ข้อใน 3 แต่ทุกข้อขาดรายละเอียดที่สำคัญของข้อมูล <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม</p> |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา | <p>แสดงให้เห็นว่า นักเรียนบอกในสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ กล่าวคือ มีการเขียนเพื่อสื่อถึงกล่าวถึงจำนวนเหรียญแต่ละชนิดและจำนวนเงินทั้งหมด ชนิดของเหรียญ และไม่กล่าวถึงข้อมูลอื่น ๆ ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้แก้ปัญหา</p> | <p>แสดงให้เห็นว่า นักเรียนบอกในสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ กล่าวคือ เขียนบอกสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญได้ 2 ข้อใน 3 ข้อแต่ขาดรายละเอียด <u>หรือ</u> มีการรวบรวมข้อมูลอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น ราคาของขวัญคุณแม่ มนัสทุบกระปุก เหรียญทั้งสามชนิดมีจำนวนเท่าใด เป็นต้น <u>หรือ</u> เป็นข้อมูลที่ทราบกันโดยทั่วไป เช่น เหรียญห้าบาท มีมูลค่า 5 บาท เป็นต้น</p> | <p>แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถบอกในสิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญในการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม</p> |
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 2.2 สิ่งที่มีนัยต้องการให้มะลิผู้เป็นน้องสาว **ช่วยหาคำตอบ**คืออะไร

แนวทางการเขียนตอบ

มีเหรียญ 3 ชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท อย่างละกี่เหรียญ

เกณฑ์การให้คะแนน **ข้อคำถามที่ 2.2**

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|--|--|--|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ตามแนวคำตอบ คือ มีเหรียญ 3 ชนิดได้แก่ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท อย่างละกี่เหรียญ | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> ตามแนวคำตอบ เช่น หาจำนวนเหรียญ ซึ่งขาดการบอก รายละเอียดเพิ่มเติม เช่น จำนวนเหรียญ เป็นต้น | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง ตรงประเด็น เช่น มนัสมีเหรียญอะไรบ้าง เป็นต้น <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา | แสดงให้เห็นว่านักเรียนบอกในสิ่งที่ประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ จำนวนเหรียญทั้งสามชนิด | แสดงให้เห็นว่านักเรียนบอกในสิ่งที่ประเด็นปัญหาได้ <u>บางส่วน</u> <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ กล่าวคือบอกในสิ่งที่ประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>แต่</u> มีการบอกปัญหาอื่นๆที่ไม่เกี่ยวข้องร่วมด้วย เช่น ราคาของขวัญคุณแม่ เป็นต้น | แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถบอกในสิ่งที่ประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง เช่น จำนวนเงิน 107 บาท จำนวนเหรียญ 22 เหรียญ เป็นต้น <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| การเรียบเรียงความคิด | ----- - | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 2.3 หากนักเรียนเป็นมะลิ นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอะไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

แนวทางการเขียนตอบ

1. การสร้างตารางแสดงจำนวนเหรียญทั้งสามชนิด โดยจำนวนเหรียญทั้งหมดเท่ากับ 22 เหรียญ และจะต้องรวมเป็นเงิน 107 บาท
2. การคาดเดาคำตอบ โดยสุ่มจำนวนเหรียญแต่ละชนิดที่ทำให้ได้จำนวนเท่ากับ 22 เหรียญและจะต้องรวมเป็นเงิน 107 บาท
3. การวาดรูป โดยวาดรูปแทนจำนวนเหรียญแต่ละชนิด โดยจำนวนเหรียญทั้งหมดเท่ากับ 22 เหรียญ และจะต้องรวมเป็นเงิน 107 บาท
4. การสร้างสมการและแก้สมการ โดยสร้างสมการแทนจำนวนเหรียญทั้งหมดเท่ากับ 22 เหรียญ และสร้างสมการจำนวนเงินรวมเป็นเงิน 107 บาทและแก้สมการเพื่อหาจำนวนเหรียญแต่ละชนิด หรือ อื่นๆ โดยใช้ดุลพินิจของผู้ตรวจ



เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 2.3

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|--|---|--|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีการอธิบายขั้นตอนสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาพอสังเขปได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ทุกข้อที่นำเสนอ เช่น การสร้างตารางแสดงจำนวนเหรียญทั้งสามชนิด โดยจำนวนเหรียญทั้งหมดเท่ากับ 22 เหรียญ และจะต้องรวมเป็นเงิน 107 บาท กล่าวคือจะต้องมีการอธิบายแนวทางเพิ่มเติมอย่างถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ทุกข้อที่นำเสนอ | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีการอธิบายขั้นตอนสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาพอสังเขปได้อย่างถูกต้อง <i>บางส่วน</i> ตามแนวคำตอบ กล่าวคือ เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แต่เขียนอธิบายขั้นตอนในบางข้อไม่ครบถ้วน | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว และขาดการเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาทุกข้อที่นำเสนอ เช่น สร้างตาราง คาดเตา วาดรูป เป็นต้น <i>หรือ</i> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงแนวคิดที่หลากหลาย โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็นย่อย คือ คิดคล่อง คิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่ม | คิดคล่อง | | |
| | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหลากหลายมากกว่าหรือเท่ากับ 2 แนวทางขึ้นไป เช่น การสร้างตาราง การคาดเดาคำตอบ การแก้สมการ เป็นต้น โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของแนวทางการแก้ปัญหา | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหลายอย่าง น้อย 2 แนวทาง เช่น การสร้างตาราง การคาดเดาคำตอบ เป็นต้น โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของแนวทางการแก้ปัญหา | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 แนวทาง เช่น การสร้างตาราง เป็นต้น โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของแนวทางการแก้ปัญหา <i>หรือ</i> ไม่มีการตอบคำถาม |
| | คิดยืดหยุ่น | | |
| | นักเรียนเสนอกลุ่มแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป จากแนวคำตอบ กล่าวคือจำนวนประเภทของวิธีการหาคำตอบที่ไม่ได้อยู่ในทิศทางเดียวกันมากกว่า 2 ประเภทขึ้นไป หรือคำตอบที่อยู่ในประเภทต่างกันมากกว่า 2 ประเภทขึ้นไป | นักเรียนเสนอกลุ่มแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 2 กลุ่ม จากแนวคำตอบ กล่าวคือจำนวนประเภทของวิธีการหาคำตอบที่ไม่ได้อยู่ในทิศทางเดียวกันเท่ากับ 2 ประเภท หรือคำตอบที่อยู่ในประเภทต่างกัน 2 ประเภท | นักเรียนเสนอกลุ่มแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 กลุ่มจากแนวคำตอบ เช่น การสุ่ม การคาดเดาคำตอบ นับเป็น 1 กลุ่ม กล่าวคือประเภทของวิธีการหาคำตอบอยู่ในทิศทางเดียวกัน <i>หรือ</i> ไม่มีการตอบคำถาม |
| คิดริเริ่ม | | | |
| ----- | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย นอกเหนือจากการคาดเดาคำตอบ หรือสุ่มตัวเลขเพียงอย่างเดียว | นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้การคาดเดาคำตอบ หรือสุ่มตัวเลขเพียงอย่างเดียว | |
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน หรือ เขียนเฉพาะแนวทางการแก้ปัญหา และขาดการเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาทุกข้อที่นำเสนอ เช่น สร้างตาราง คาดเตา วาดรูป เป็นต้น <i>หรือ</i> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 2.4 หากนักเรียนเป็นมะลิซึ่งต้องเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 2.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป **แนวทางการเขียนตอบ**

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบใดก็ได้ตามความคิดเห็นของผู้ตอบ
กรณี que เลือกแบบที่ 1 การสร้างตารางแสดงจำนวนเหรียญทั้งสามชนิด โดยจำนวนเหรียญทั้งหมดเท่ากับ 22 เหรียญ และจะต้องรวมเป็นเงิน 102 บาท

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางแสดงจำนวนเหรียญแต่ละชนิดโดยให้มีผลรวมเท่ากับ 22 เหรียญและพิจารณาจำนวนเงินรวมทั้งหมดจะต้องได้ 107 บาท

กรณี que เลือกแบบที่ 2 การคาดเดาคำตอบ

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาจำนวนเหรียญแต่ละชนิดโดยการสุ่มตัวเลขเริ่มต้นที่คาดว่าจะเป็นไปได้ตามเงื่อนไขคือจำนวนเหรียญมีทั้งหมด 22 เหรียญ และตรวจสอบจำนวนเงินจะต้องมีค่าเท่ากับ 107 บาท

กรณี que เลือกแบบที่ 3 การวาดรูป

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 วาดภาพเหรียญแต่ละชนิดลงไปให้สอดคล้องโดยจำนวนเหรียญทั้งหมดเท่ากับ 22 เหรียญ และจะต้องรวมเป็นเงิน 107 บาท

กรณี que เลือกแบบที่ 4 การสร้างสมการและแก้สมการ

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างสมการแทนจำนวนเหรียญทั้งหมดเท่ากับ 22 เหรียญ และสร้างสมการจำนวนเงินรวมเป็นเงิน 107 บาทและแก้สมการเพื่อหาจำนวนเหรียญแต่ละชนิด หรือ อื่นๆ โดยใช้ดุลพินิจของผู้ตรวจ

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 2.4

| องค์ประกอบคะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|--|--|--|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือก คือ จะต้องมีการเขียนขั้นตอนการวางแผนในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนและถูกต้อง เช่น กรณีที่เลือกแบบที่ 1 การสร้างตารางแสดงจำนวนเหรียญทั้งสามชนิด โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหา คือ สร้างตารางแสดงจำนวนเหรียญทั้งหมดเท่ากับ 22 เหรียญ และจะต้องรวมเป็นเงิน 102 บาท กล่าวคือ สามารถสื่อสารเพื่อหาจำนวนเหรียญแต่ละชนิด | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือก ตามแนวคำตอบ เช่น กรณีที่เลือกแบบที่ 1 การสร้างตาราง แต่ขาดการอธิบายการวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา <u>หรือ</u> เขียนอธิบายแต่ขาดความชัดเจน <u>แต่</u> สามารถสื่อสารเพื่อหาจำนวนเหรียญแต่ละชนิดได้ | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา <u>แต่</u> ไม่สามารถสื่อสารเพื่อหาจำนวนเหรียญแต่ละชนิดได้ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจในแนวทางการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงขั้นตอน หรือ การวางแผนวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจในแนวทางการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> หรือ ไม่ ครบถ้วนสมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงขั้นตอน หรือ การวางแผนวิธีการได้มาซึ่งคำตอบแต่ไม่ถูกต้องตามหลักการ ไม่ชัดเจน <u>หรือ</u> ไม่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน สับสน <u>หรือ</u> เขียนเฉพาะแนวทางการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว ขาดการอธิบายความ <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 2.5 หากนักเรียนเป็นมะลิจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 2.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน: คำตอบมีมากกว่า 1 คำตอบ)

แนวทางการเขียนตอบ

แสดงวิธีการแก้ปัญหา ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้ตอบเลือกในข้อคำถามที่ 2.4

กรณีที่เลือกแบบที่ 1 สร้างตารางแสดงจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน

| เหรียญบาท | | เหรียญห้าบาท | | เหรียญสิบบาท | | รวมทั้งหมด | ผลสรุป |
|-------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------------|--------|
| จำนวนเหรียญ | จำนวนเงิน | จำนวนเหรียญ | จำนวนเงิน | จำนวนเหรียญ | จำนวนเงิน | | |
| 2 | 2 | 10 | 50 | 10 | 100 | 1000+50+2=152 มากไป | ✗ |
| 2 | 2 | 11 | 55 | 9 | 90 | 90+55+2=147 มากไป | ✗ |
| 2 | 2 | 13 | 65 | 7 | 70 | 70+65+2=137 มากไป | ✗ |
| 2 | 2 | 15 | 75 | 5 | 50 | 50+75+2=127 มากไป | ✗ |
| 2 | 2 | 17 | 85 | 3 | 30 | 30+85+2=117 มากไป | ✗ |
| 2 | 2 | 19 | 95 | 1 | 10 | 10+95+2=107 พอดี | ✓ |
| 7 | 7 | 14 | 70 | 1 | 10 | 10+70+7=87 น้อยไป | ✗ |
| 7 | 7 | 12 | 60 | 3 | 30 | 30+60+7=97 น้อยไป | ✗ |
| 7 | 7 | 10 | 50 | 5 | 50 | 50+50+7 = 107 พอดี | ✓ |
| 12 | 12 | 9 | 45 | 1 | 10 | 10+45+12=67 น้อยไป | ✗ |
| 12 | 12 | 7 | 35 | 3 | 30 | 30+35+12=77 น้อยไป | ✗ |
| 12 | 12 | 5 | 25 | 5 | 50 | 50+25+12=87 น้อยไป | ✗ |
| 12 | 12 | 3 | 15 | 7 | 70 | 70+15+12=97 น้อยไป | ✗ |
| 12 | 12 | 1 | 5 | 9 | 90 | 90+5+12=107 พอดี | ✓ |
| 17 | 17 | 4 | 20 | 1 | 10 | 10+20+17=47 น้อยไป | ✗ |

จากตารางทำให้ได้ข้อสรุปว่า จะต้องใช้เหรียญจำนวน 3 รูปแบบ

| เหรียญบาท | | เหรียญห้าบาท | | เหรียญสิบบาท | | รวมทั้งหมด | ผลสรุป |
|-------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------------|--------|
| จำนวนเหรียญ | จำนวนเงิน | จำนวนเหรียญ | จำนวนเงิน | จำนวนเหรียญ | จำนวนเงิน | | |
| 2 | 2 | 19 | 95 | 1 | 10 | 10+95+2=107 พอดี | ✓ |
| 7 | 7 | 10 | 50 | 5 | 50 | 50+50+7 = 107 พอดี | ✓ |
| 12 | 12 | 1 | 5 | 9 | 90 | 90+5+12=107 พอดี | ✓ |

ตอบ แบบที่ 1 ที่มีเหรียญสิบบาทจำนวน 5 เหรียญ เหรียญห้าบาทจำนวน 10 เหรียญและเหรียญบาท จำนวน 7 เหรียญ หรือ

แบบที่ 2 จะต้องใช้เหรียญสิบบาทจำนวน 1 เหรียญ เหรียญห้าบาทจำนวน 19 เหรียญและเหรียญบาท จำนวน 2 เหรียญ หรือ

แบบที่ 3 จะต้องมีเหรียญสิบบาทจำนวน 9 เหรียญ เหรียญห้าบาทจำนวน 1 เหรียญและเหรียญบาทจำนวน 12 เหรียญ

กรณี que เลือกแบบที่ 2 การคาดเดาคำตอบ

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

เนื่องจาก มีเงินในกระปุกทั้งหมด 107 บาท ถ้าพิจารณาจากเหรียญบาท จะได้ดังนี้

กรณีที่ 1 จำนวนเหรียญบาทที่เป็นไปได้คือ 7 เหรียญ เหลือเหรียญสิบบาทและเหรียญห้าบาทรวมกัน 15 เหรียญ คิดเป็นเงิน 100 บาท ในกรณีนี้เหรียญห้าบาทจะต้องเป็นจำนวนคู่

กรณีที่ 2 จำนวนเหรียญบาทที่เป็นไปได้ คือ 2 เหรียญ เหลือเหรียญบาทและเหรียญห้าบาทรวมกัน 20 เหรียญ คิดเป็นเงิน 105 บาท ในกรณีนี้เหรียญห้าบาทจะต้องเป็นจำนวนคี่

กรณีที่ 3 จำนวนเหรียญบาทเป็น 17 เหรียญ (17 บาท) จะเหลือเหรียญสิบบาทและเหรียญบาทรวมกัน 5 เหรียญ ที่ต้องรวมเงินให้ได้ 90 บาท ในกรณีนี้เหรียญห้าบาทจะต้องเป็นจำนวนคู่

กรณีที่ 4 ถ้าจำนวนเหรียญบาทเป็น 12 เหรียญ (12 บาท) จะเหลือเหรียญสิบบาทและเหรียญห้าบาทรวมกัน 10 เหรียญ ที่ต้องรวมเงินกันให้ได้ 95 บาท ในกรณีนี้เหรียญห้าบาทจะต้องเป็นจำนวนคี่

กรณีที่ 5 จำนวนเหรียญบาทเป็น 27 เหรียญ (27 บาท) ซึ่งเป็นไปไม่ได้

กรณีที่ 6 ถ้าจำนวนเหรียญบาทเป็น 22 เหรียญ (22 บาท) ซึ่งเป็นไปไม่ได้

ใช้การเดาและการตรวจสอบคำตอบโดยใช้ตารางวิเคราะห์ ดังนี้

| เดาครั้งที่ | จำนวนเหรียญ | | | รวมเงิน (บาท) | ผลสรุป | ผล |
|-------------|-------------|--------|--------|---------------|--------|----|
| | บาท | ห้าบาท | สิบบาท | | | |
| 1 | 7 | 12 | 3 | $7+60+30=97$ | น้อยไป | x |
| 2 | 7 | 10 | 5 | $7+50+50=107$ | พอดี | ✓ |
| 3 | 2 | 15 | 5 | $2+75+50=127$ | มากไป | x |
| 4 | 2 | 13 | 7 | $2+65+70=137$ | มากไป | x |
| 5 | 2 | 11 | 9 | $2+55+90=147$ | มากไป | x |
| 6 | 2 | 17 | 3 | $2+85+30=117$ | มากไป | x |
| 7 | 2 | 19 | 1 | $2+95+10=107$ | พอดี | ✓ |
| 8 | 17 | 2 | 3 | $17+10+30=57$ | น้อยไป | x |
| 9 | 17 | 4 | 1 | $17+20+10=47$ | น้อยไป | x |
| 10 | 12 | 9 | 1 | $12+45+10=67$ | น้อยไป | x |
| 11 | 12 | 1 | 9 | $12+5+90=107$ | พอดี | ✓ |
| 12 | 12 | 3 | 7 | $12+15+70=97$ | น้อยไป | x |
| 13 | 12 | 5 | 5 | $12+25+50=87$ | น้อยไป | x |

ตอบ จากการเดาทำให้ได้ข้อสรุปว่า จะต้องมึเหรียญจำนวน 3 รูปแบบ

แบบที่ 1 ที่มีน้มีเหรียญสิบบาทจำนวน 5 เหรียญ เหรียญห้าบาทจำนวน 10 เหรียญและเหรียญบาทจำนวน 7 เหรียญ หรือ

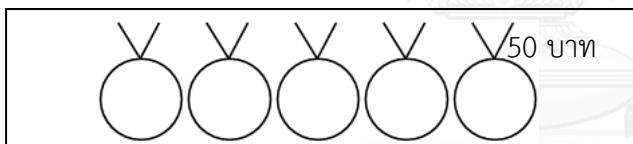
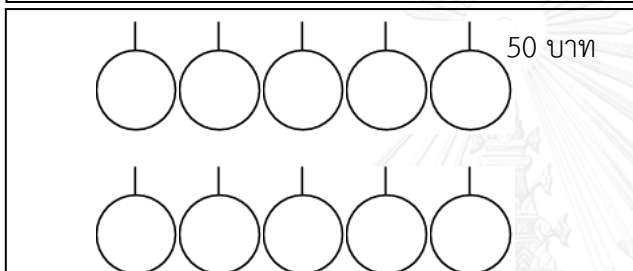
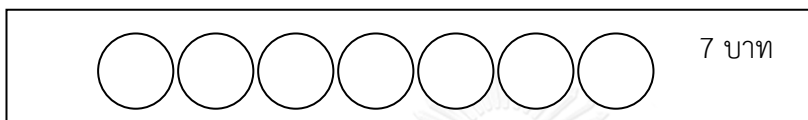
แบบที่ 2 จะต้องมีเหรียญสิบบาทจำนวน 1 เหรียญ เหรียญห้าจำนวน 19 เหรียญและเหรียญบาทจำนวน 2 เหรียญ หรือ

แบบที่ 3 จะต้องมีเหรียญสิบบาทจำนวน 9 เหรียญ เหรียญห้าจำนวน 1 เหรียญและเหรียญบาทจำนวน 12 เหรียญ

กรณีที่เลือกแบบที่ 3 การวาดรูปแทนจำนวนเหรียญ มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

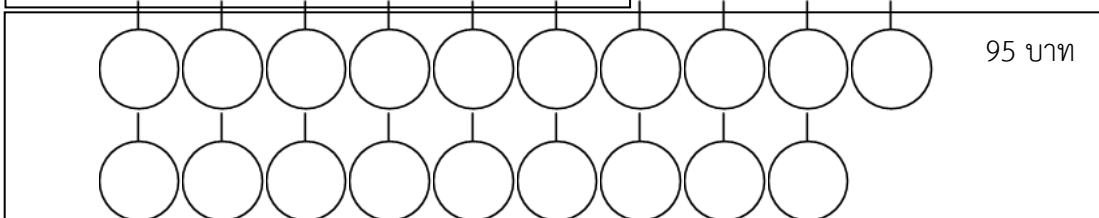
แทน ○ แทนเหรียญบาท แทน ○ แทนเหรียญห้าบาท แทน ○ แทนเหรียญสิบบาท

แบบที่ 1



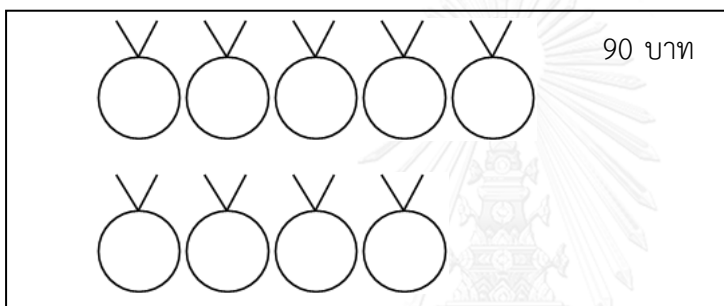
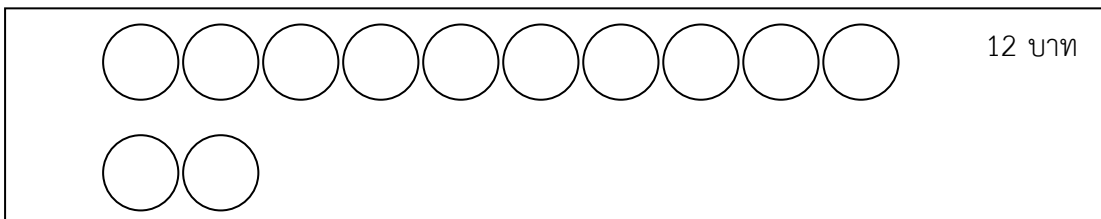
แบบที่ 1 ที่มีหนี้เหรียญสิบบาทจำนวน 5 เหรียญ เหรียญห้าบาทจำนวน 10 เหรียญและเหรียญบาทจำนวน 7 เหรียญ หรือ

แบบที่ 2



แบบที่ 2 จะต้องมีเหรียญสิบบาทจำนวน 1 เหรียญ เหรียญห้าจำนวน 19 เหรียญและเหรียญบาทจำนวน 2 เหรียญ หรือ

แบบที่ 3



แบบที่ 3 จะต้องมีเหรียญสิบบาทจำนวน 9 เหรียญ เหรียญห้าจำนวน 1 เหรียญและเหรียญบาทจำนวน 12 เหรียญ

กรณี que เลือกแบบที่ 4 การสร้างสมการและแก้สมการ มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้
ให้ x แทนจำนวนเหรียญบาท
 Y แทนจำนวนเหรียญห้าบาท
 Z แทนจำนวนเหรียญสิบบาท
จะได้ระบบสมการ

$$x+y+z = 22 \dots\dots\dots(1)$$

$$x+5y+10z = 107 \dots\dots(2)$$

จาก (2) พิจารณาได้ว่า

จาก $5y$ ไม่ว่า y จะเป็นจำนวนนับใด เลขโดดที่อยู่ในหลักหน่วยของผลคูณจะต้องเป็น 5 หรือ 0 เท่านั้น

และจาก $10z$ ไม่ว่า z จะเป็นจำนวนนับใด เลขโดดที่อยู่ในหลักหน่วยจะต้องเป็น 0 เสมอ

ดังนั้นผลบวก $x+5y+10z$ จะเท่ากับ 107 ได้ ก็ต่อเมื่อ เหรียญบาทจะต้องมี 2 เหรียญ 7 เหรียญ 12 เหรียญ หรือ 17 เหรียญ เท่านั้น

กรณีที่ 1**กรณีที่มีเหรียญบาท 2 เหรียญ**

เมื่อแทน x ด้วย 2 ใน (1) และ (2) จะได้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็น

$$2+y+z = 22 \dots\dots\dots(1)$$

$$2+5y+10z = 107 \dots\dots(2)$$

จัดรูป

$$y+z = 20 \dots\dots\dots(3)$$

$$5y+10z = 105 \dots\dots\dots(4)$$

นำ (3) \times 5;

$$5y+5z = 100 \dots\dots\dots(5)$$

ใช้การแก้สมการ (4) และ (5) จะได้ $5z = 5$

ดังนั้น $z=1$ และ $y=19$

ตอบ จากการตรวจสอบ จะได้คำตอบของระบบสมการเป็นเหรียญบาท 2 เหรียญ เหรียญห้าบาท

19 เหรียญและเหรียญสิบบาท 1 เหรียญ

กรณีที่ 2**กรณีที่มีเหรียญบาท 7 เหรียญ**

เมื่อแทน x ด้วย 7 ในสมการ 1 และ 2 จะได้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็น

$$7+y+z = 22 \dots\dots\dots(1)$$

$$7+5y+10z = 107 \dots\dots\dots(2)$$

จัดรูป

$$y+z = 15 \dots\dots\dots(3)$$

$$5y+10z = 100 \dots\dots\dots(4)$$

นำ (3) \times 5;

$$5y+5z = 75 \dots\dots\dots(5)$$

ใช้การแก้สมการ (4) และ (5) จะได้ $5z = 25$

ดังนั้น $z=5$ และ $y=10$

ตอบ จากการตรวจสอบ จะได้คำตอบของระบบสมการเป็นเหรียญบาท 7 เหรียญ เหรียญห้าบาท

10 เหรียญและเหรียญสิบบาท 5 เหรียญ

กรณีที่ 3**กรณีที่มีเหรียญบาท 12 เหรียญ**

เมื่อแทน x ด้วย 2 ใน (1) และ (2) จะได้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็น

$$12+y+z = 22 \dots\dots\dots(1)$$

$$12+5y+10z = 107 \dots\dots\dots(2)$$

จัดรูป

$$y+z = 10 \dots\dots\dots(3)$$

$$5y+10z = 95 \dots\dots\dots(4)$$

นำ (3) \times 5;

$$5y+5z = 50 \dots\dots\dots(5)$$

ใช้การแก้สมการ (4) และ (5) จะได้ $5z = 45$

ดังนั้น $z=9$ และ $y=9$

ตอบ จากการตรวจสอบ จะได้คำตอบของระบบสมการเป็นเหรียญบาท 12 เหรียญ เหรียญห้า
บาท 9 เหรียญและเหรียญสิบบาท 1 เหรียญ

กรณีที่ 4

กรณีที่มีเหรียญบาท 17 เหรียญ

เมื่อแทน x ด้วย 17 ในสมการ 1 และ 2 จะได้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็น

$$17+y+z = 22 \dots\dots\dots(1)$$

$$17+5y+10z = 107 \dots\dots\dots(2)$$

จัดรูป

$$y+z = 5 \dots\dots\dots(3)$$

$$5y+10z = 90 \dots\dots\dots(4)$$

นำ (3) $\times 5$;

$$5y+5z = 25 \dots\dots\dots(5)$$

ใช้การแก้สมการ (4) และ (5) จะได้ $5z = 65$

ดังนั้น $z=13$ และ $y=-8$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 2.5

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|---|--|---|--|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับการเลือกแนวทางหาคำตอบในข้อ 2.4 และสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน คือ 1) เหยี่ยูลิบบาทจำนวน 5 เหยี่ยู เหยี่ยูห้าบาทจำนวน 10 เหยี่ยูและเหยี่ยูลิบบาทจำนวน 7 เหยี่ยู 2) เหยี่ยูลิบบาทจำนวน 1 เหยี่ยู เหยี่ยูห้าบาทจำนวน 19 เหยี่ยูและเหยี่ยูลิบบาทจำนวน 2 เหยี่ยู และ 3) เหยี่ยูลิบบาทจำนวน 9 เหยี่ยู เหยี่ยูห้าบาทจำนวน 1 เหยี่ยูและเหยี่ยูลิบบาทจำนวน 12 เหยี่ยู | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับการเลือกแนวทางหาคำตอบในข้อ 2.4 <u>แต่</u> สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน <u>หรือ</u> นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับข้อ 2.4 <u>แต่</u> ไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง <u>หรือ</u> หาคำตอบได้ <u>แต่</u> ไม่ครบถ้วน กล่าวคือ หาคำตอบได้ 1 ใน 3 ของคำตอบทั้งหมด | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับการเลือกแนวทางหาคำตอบในข้อ 2.4 และไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจาก 2 ประเด็นย่อย คือความคิดละเอียดลออ และการใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | คิดละเอียดลออ | | |
| | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกในข้อ 2.4 กล่าวคือ มีความละเอียดลออ มีความรอบคอบในการแสดงวิธีทำ คือในการคิดหาคำตอบมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงครอบคลุม ละเอียดชัดเจน มีความรอบคอบในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาจำกัด และมีการสรุปคำตอบทุกครั้ง | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอนได้ <u>บางส่วน</u> ขาดความครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกในข้อ 2.4 กล่าวคือ ขาดความละเอียดลออในการแสดงวิธีทำ <u>หรือ</u> เขียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตลอดตามหลักการ <u>แต่</u> ยังไม่เสร็จ ครบถ้วนจนได้มาซึ่งคำตอบ <u>หรือ</u> เขียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตลอดตามหลักการ แต่ขาดการสรุปคำตอบ | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดได้ กล่าวคือ เขียนผลลัพธ์โดยไม่มีการอธิบายความหรือที่มาให้ชัดเจน เป็นต้น <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| | การใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | | |
| | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน มีการกล่าวถึงเหตุผลสนับสนุน | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน <u>แต่</u> ไม่ตรงประเด็น กล่าวคือ มีความพยายามสื่อแนวคิดอย่างมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น พยายามสื่อว่าจำนวนเหยี่ยูลิบบาทที่เป็นไปได้ ได้แก่ 2 7 หรือ 12 เหยี่ยู เป็นต้น | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องคือ ไม่มี การกล่าวถึงเหตุผล <u>หรือ</u> ไม่แสดงแนวคิด |
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

สถานการณ์ที่ 3 ปากกาของครูสมศรี

เนื่องในวันครบรอบโรงเรียน 50 ปี ทางโรงเรียนจึงจัดให้มีกิจกรรม open house เพื่อเชิญชวนนักเรียนในระดับประถมศึกษาเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมและเพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนภายนอกได้เข้ามาศึกษาบรรยากาศภายในโรงเรียนมากยิ่งขึ้น ครูสมศรีเป็นครูสอนวิชาภาษาอังกฤษได้รับมอบหมายให้เป็นหัวหน้าจัดซุ้มกิจกรรม และมีปากกาเป็นของรางวัลอยู่จำนวนหนึ่ง ครูสมศรีจึงมอบหมายให้เด็กชายณเดชเป็นคนแจกปากกาให้กับเด็กๆที่มาเข้าร่วมกิจกรรม และพบว่า

| | |
|---|-----------------------------|
| ถ้าแจกปากกาไปแจกให้เด็กกลุ่มที่หนึ่งคนละ 3 ด้าม | จะเหลือปากกาอยู่ 1 ด้าม |
| ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สองคนละ 4 ด้าม | จะเหลือปากกาอยู่ 3 ด้าม และ |
| ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สามคนละ 5 ด้าม | จะเหลือปากกาอยู่ 4 ด้าม |

ครูสมศรีจึงถามเด็กชายณเดชว่าถ้าแจกปากกาให้กับเด็กๆแล้วเหลือปากกาตามจำนวนที่ครูบอกจะมีปากกาอย่างน้อยที่สุดกี่ด้ามและจะต้องจ่ายเงินอย่างน้อยที่สุดกี่บาท หากปากกาด้ามละ 5 บาท



คำถามที่ 3.1

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากเด็กชายณเดชจะแก้ปัญหานี้ให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

แนวทางการเขียนตอบ

1. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่หนึ่ง คนละ 3 ด้าม เหลือปากกา 1 ด้าม
2. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สอง คนละ 4 ด้าม เหลือปากกา 3 ด้าม
3. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สอง คนละ 5 ด้าม เหลือปากกา 4 ด้าม
4. ปากกาด้ามละ 5 บาท

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 3.1

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|---|---|--|--|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ตามแนวคำตอบ คือ 1. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่หนึ่ง คนละ 3 ด้าม เหลือปากกา 1 ด้าม 2. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สอง คนละ 4 ด้าม เหลือปากกา 3 ด้าม 3. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สอง คนละ 5 ด้าม เหลือปากกา 4 ด้าม 4. ปากกาด้ามละ 5 บาท | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้องบางส่วน ตามแนวคำตอบ กล่าวคือ ตอบถูก 1 ใน 2 ประเด็น อย่างถูกต้อง คือ เงื่อนไขการแจกปากกาที่มีการอธิบายความละเอียด <u>หรือ</u> ราคาปากกา ด้ามละ 5 บาท เป็นต้น | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ตอบถูก 1 ใน 2 ประเด็นแต่ทุกข้อขาดรายละเอียดที่สำคัญของข้อมูล เช่น เงื่อนไขการแจกปากกา <u>หรือ</u> ราคาปากกา <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหา | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนบอกในสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการเขียนเพื่อสื่อสารถึงจำนวนปากกาที่แจกในแต่ละกลุ่มและเศษที่เหลือจากการแจกปากกาและราคาปากกาต่อด้าม | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนบอกในสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน หรือ</u> ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ กล่าวคือ เขียนบอกสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญได้อย่างน้อย 1 ใน 2 ประเด็น แต่ขาดรายละเอียด <u>หรือ</u> มีการรวบรวมข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องร่วมด้วย เช่น จำนวนนักเรียน จำนวนปากกาที่เหลือ จำนวนของปากกา เป็นต้น | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถบอกในสิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญในการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |

| องค์ประกอบ\ คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--------------------------|---------|---|---|
| การเรียบ เรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียง ความคิดได้อย่าง ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ สับสน | ไม่สามารถจัดเรียง ความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> ไม่ตอบ คำถาม |



คำถามที่ 3.2 สิ่งที่ครูสมศรีต้องการให้เด็กชายณเดชช่วยหาคำตอบคืออะไร

แนวทางการเขียนตอบ

1. จำนวนปากกาอย่างน้อยที่สุดกี่ด้าม
2. จ่ายเงินอย่างน้อยที่สุดกี่บาท

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 3.2

| องค์ประกอบ/คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|--|--|--|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวคำตอบคือ 1. จำนวนปากกาอย่างน้อยที่สุดกี่ด้าม 2. จ่ายเงินอย่างน้อยที่สุดกี่บาท | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> ตามแนวคำตอบ กล่าวคือ ตอบถูก 1 ข้อใน 2 ข้อถูกต้อง ครบถ้วน <u>หรือ</u> ตอบถูก 1 ข้อใน 2 ข้อ แต่ขาดรายละเอียดเพิ่มเติม เช่น จำนวนปากกา หรือ จำนวนเงิน ซึ่งขาดการบอกรายละเอียดเพิ่มเติมว่าจะต้องระบุค่าว่าอย่างน้อยที่สุด | นักเรียนเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนบอกในสิ่งที่ประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ จำนวนปากกา และ จำนวนเงิน | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนบอกในสิ่งที่ประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ กล่าวคือตอบถูกอย่างน้อย 1 ข้อใน 2 ข้อ <u>หรือ</u> บอกในสิ่งที่ประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>แต่</u> มีการบอกปัญหาอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องร่วมด้วย เช่น จำนวนนักเรียน จำนวนกลุ่มนักเรียน ปากกาที่เหลือ เป็นต้น | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถบอกในสิ่งที่ประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 3.3 หากนักเรียนเป็นเด็กชายณเดช นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

แนวทางการเขียนตอบ

1. การใช้หลักการให้เหตุผลระหว่างจำนวนปากกาที่เป็นไปตามเงื่อนไข คือ หากแจก 3 ด้าม จะเหลือ 1 ด้าม แสดงว่า หารด้วย 3 แล้วเหลือเศษ 1 แจก 4 ด้ามจะเหลือ 3 ด้าม แสดงว่าหาร 4 เหลือเศษ 3 และ แจก 5 ด้ามจะเหลือ 4 ด้าม แสดงว่าหาร 5 แล้วเหลือเศษ 4
2. การสร้างตารางแสดงจำนวนปากกา โดยใช้หลักการหารที่สอดคล้องกับเงื่อนไข คือ หารด้วย 3 แล้วเหลือเศษ 1 หารด้วย 4 เหลือเศษ 3 และต้องหารด้วย 5 แล้วเหลือเศษ 4
3. การคาดเดาคำตอบ โดยสุ่มตัวเลขที่ทำให้ได้จำนวนปากกาเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 3 เงื่อนไข คือ แจก 3 ด้าม จะเหลือ 1 ด้าม แจก 4 ด้ามจะเหลือ 3 ด้าม และ แจก 5 ด้ามจะต้องเหลือ 4 ด้าม
4. การวาดรูป โดยวาดรูปปากกาให้ได้จำนวนปากกาเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 3 เงื่อนไข คือ แจก 3 ด้าม จะเหลือ 1 ด้าม แจก 4 ด้ามจะเหลือ 3 ด้าม และ แจก 5 ด้ามจะต้องเหลือ 4 ด้าม หรือ อื่นๆ โดยใช้ดุลพินิจของผู้ตรวจ

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 3.3

| องค์ประกอบ\ คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|----------------------|---|---|---|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีการอธิบายขั้นตอนสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาพอสังเขป ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ทุกข้อที่นำเสนอ เช่น การใช้หลักการให้เหตุผลระหว่างจำนวนปากกาที่เป็นไปตามเงื่อนไข คือ หากแจก 3 ด้าม จะเหลือ 1 ด้าม แสดงว่า หารด้วย 3 แล้วเหลือเศษ 1 แจก 4 ด้ามจะเหลือ 3 ด้าม แสดงว่าหารด้วย 4 เหลือเศษ 3 และ แจก 5 ด้ามจะเหลือ 4 ด้าม แสดงว่าหารด้วย 5 แล้วเหลือเศษ 4 กล่าวคือจะต้องมีการอธิบายแนวทางเพิ่มเติมอย่างถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ทุกข้อที่นำเสนอ | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีการอธิบายขั้นตอนสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาพอสังเขป ได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> ตามแนวคำตอบกล่าวคือ เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แต่เขียนอธิบายขั้นตอนในบางข้อไม่ครบถ้วน <u>หรือ</u> เขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาพอสังเขปเพียงอย่างเดียว เป็นต้น | นักเรียนเขียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว และขาดการเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาทุกข้อที่นำเสนอ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |

คำถามที่ 3.4 หากนักเรียนเป็นเด็กชายคนเดียว ซึ่งจะต้องเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธี จากข้อคำถามที่ 3.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด **พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป**

แนวทางการเขียนตอบ

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบใดก็ได้ตามความคิดเห็นของผู้ตอบ

กรณี que เลือกแบบที่ 1 การใช้หลักการให้เหตุผล

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาจำนวนปากกาโดยใช้หลักการให้เหตุผล โดยหาจำนวนปากกาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ให้ คือ แจก 3 ด้าม เหลือ 1 ด้าม แจก 4 ด้าม เหลือ 3 ด้าม และถ้าแจก 5 ด้าม เหลือ 4 ด้าม

ขั้นที่ 2 ทหาราคาปากกา โดยนำจำนวนปากกาที่เป็นไปได้คูณด้วยราคาปากกา 5 บาท

กรณี que เลือกแบบที่ 2 การสร้างตารางแสดงจำนวนปากกา

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาจำนวนปากกาโดยสร้างตารางหาจำนวนปากกาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ให้ คือ แจก 3 ด้าม เหลือ 1 ด้าม แจก 4 ด้าม เหลือ 3 ด้าม และถ้าแจก 5 ด้าม เหลือ 4 ด้าม

ขั้นที่ 2 ทหาราคาปากกา โดยนำจำนวนปากกาที่เป็นไปได้คูณด้วยราคาปากกา 5 บาท

กรณี que เลือกแบบที่ 3 การคาดเดาคำตอบโดยสุ่มตัวเลข

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาจำนวนปากกาโดยการสุ่มตัวเลขเริ่มต้นที่ทำให้ได้จำนวนปากกาเป็นไปได้ และพยายามสุ่มจำนวนปากกาให้เป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 3 เงื่อนไข คือ แจก 3 ด้าม จะเหลือ 1 ด้าม แจก 4 ด้าม จะเหลือ 3 ด้าม และ แจก 5 ด้ามจะต้องเหลือ 4 ด้าม

ขั้นที่ 2 ทหาราคาปากกา โดยนำจำนวนปากกาที่เป็นไปได้คูณด้วยราคาปากกา 5 บาท

กรณี que เลือกแบบที่ 4 การวาดรูป

มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาจำนวนปากกาโดยการวาดรูปปากกาเริ่มต้นที่เป็นไปได้และค่อยๆ เพิ่มจำนวนปากกาและหาจำนวนปากกาที่เป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 3 เงื่อนไข คือ แจก 3 ด้าม จะเหลือ 1 ด้าม แจก 4 ด้าม จะเหลือ 3 ด้าม และ แจก 5 ด้ามจะต้องเหลือ 4 ด้าม

ขั้นที่ 2 ทหาราคาปากกา โดยนำจำนวนปากกาที่เป็นไปได้คูณด้วยราคาปากกา 5 บาท

หรือ อื่นๆ โดยใช้ดุลพินิจของผู้ตรวจ

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 3.4

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|--|--|---|---|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือก คือ จะต้องมีการเขียนขั้นตอนการวางแผนในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนและถูกต้อง เช่น กรณีที่เลือกแบบที่ 1 การใช้หลักการให้เหตุผล มีขั้นตอนการแก้ปัญหา คือ ขั้นที่ 1 หาจำนวนปากกาโดยใช้หลักการให้เหตุผล โดยหาจำนวนปากกาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ให้ คือ แจก 3 ด้าม เหลือ 1 ด้าม แจก 4 ด้าม เหลือ 3 ด้าม และถ้าแจก 5 ด้าม เหลือ 4 ด้าม ขั้นที่ 2 หาราคापากกา โดยนำจำนวนปากกาที่เป็นไปได้คูณด้วยราคาปากกา 5 บาท กล่าวคือ สามารถสื่อสารเพื่อหาจำนวนปากกาและจำนวนเงินได้ | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกตามแนวคำตอบ เช่น กรณีที่เลือกแบบที่ 1 การใช้หลักการให้เหตุผล แต่ขาดการอธิบายการวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา <u>หรือ</u> เขียนอธิบายแต่ขาดความชัดเจน <u>แต่</u> สามารถสื่อสารเพื่อหาจำนวนปากกาหรือจำนวนเงินได้อย่างใดอย่างหนึ่งได้ | นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา <u>แต่</u> ไม่สามารถสื่อสารเพื่อหาจำนวนปากกาหรือจำนวนเงินได้อย่างใดอย่างหนึ่งได้ <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจในแนวทางการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงขั้นตอน หรือการวางแผนวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจในแนวทางการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง <u>บางส่วน</u> <u>หรือ</u> ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ คือ มีการกล่าวถึงขั้นตอน หรือการวางแผนวิธีการได้มาซึ่งคำตอบแต่ไม่ถูกต้องตามหลักการ ไม่ชัดเจน <u>หรือ</u> ไม่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง คือ ตอบผิด <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิดได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียงความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <u>หรือ</u> เขียนเฉพาะแนวทางการแก้ปัญหา ขาดการอธิบายความ <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

คำถามที่ 3.5 หากนักเรียนเป็นเด็กชายคนหนึ่งจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 3.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหายังละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)

แนวทางการเขียนตอบ

แสดงวิธีการแก้ปัญหา ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้ตอบเลือกในข้อคำถามที่ 3.4

กรณี que เลือกแบบที่ 1 การใช้หลักการให้เหตุผล

วิธีทำ ขั้นที่ 1 หากจำนวนปากกาโดยใช้หลักการให้เหตุผล

1. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่หนึ่งคนละ 3 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 1 ด้าม แสดงว่า ครูสมศรีมีปากกาอย่างน้อย 4 ด้าม (โดยพิจารณาจากจำนวนนับที่ 3 หารแล้วเหลือเศษ 1 ซึ่งเริ่มจาก 4 แล้วนับเพิ่มไปที่ละ 3 ดังนั้นจะได้ว่า 4,7,10,...)

2. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สองคนละ 4 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 3 ด้าม แสดงว่า ครูสมศรีมีปากกาอย่างน้อย 7 ด้าม (โดยพิจารณาจากจำนวนนับที่ 4 หารแล้วเหลือเศษ 3 ซึ่งเริ่มจาก 7 แล้วนับเพิ่มไปที่ละ 4 ดังนั้นจะได้ว่า 7,11,15...)

3. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สามคนละ 5 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 4 ด้าม แสดงว่า ครูสมศรีมีปากกาอย่างน้อย 9 ด้าม (โดยพิจารณาจากจำนวนนับที่ 5 หารแล้วเหลือเศษ 4 ซึ่งเริ่มจาก 9 แล้วนับเพิ่มไปที่ละ 5 ดังนั้นจะได้ว่า 9,14,19...)

หาจำนวนนับที่น้อยที่สุดที่สอดคล้องทั้ง 3 กรณี

จำนวนนับที่ 3 หารแล้วเหลือเศษ 1 ได้แก่ 4,7,10,13, 16, 19, 22, 25, 28, ...

จำนวนนับที่ 4 หารแล้วเหลือเศษ 3 ได้แก่ 7, 11, 15, 19, 23, 27,...

จำนวนนับที่ 5 หารแล้วเหลือเศษ 4 ได้แก่ 9, 14, 19, 24, 29,...

จะได้ จำนวนนับที่น้อยที่สุดสอดคล้องทั้ง 3 กรณี คือ 19

ดังนั้น ครูสมศรีมีปากกาอย่างน้อย 19 ด้าม

ขั้นที่ 2 หารราคาปากกา

ราคาปากกาด้ามละ 5 บาท ครูสมศรีมีปากกาจำนวน 19 ด้าม

ดังนั้นจะต้องจ่ายเงินค่าปากกาอย่างน้อยที่สุด คือ $5 \times 19 = 95$ บาท

ตอบ จำนวนปากกาอย่างน้อยที่สุด คือ 19 ด้าม และจ่ายเงินค่าปากกาอย่างน้อยที่สุดเป็นเงิน 95 บาท

กรณี que เลือกแบบที่ 2 การสร้างตารางแสดงจำนวนปากกา

วิธีทำ ขั้นที่ 1 หาจำนวนปากกาโดยใช้การสร้างตาราง

| จำนวนดินสอ | เศษที่ได้จากการหารจำนวนปากกาด้วยตัวหาร | | |
|------------|--|----------|----------|
| | ตัวหาร 3 | ตัวหาร 4 | ตัวหาร 5 |
| 9 | 0 | 1 | 4 |
| 11 | 2 | 3 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 3 |
| 15 | 0 | 3 | 0 |
| 17 | 2 | 1 | 2 |
| 19 | 1 | 3 | 4 |

จะได้ จำนวนนับที่น้อยที่สุดสอดคล้องทั้ง 3 กรณี คือ 19 ด้าม เนื่องจากเป็นจำนวนปากกาที่ทำให้สอดคล้องกับเงื่อนไข คือ แจก 3 ด้าม เหลือ 1 ด้าม แจก 4 ด้าม เหลือ 3 ด้ามและถ้าแจก 5 ด้าม เหลือ 4 ด้าม

ดังนั้น ครูสมศรีมีปากกาอย่างน้อย 19 ด้าม

ขั้นที่ 2 หาราคापากกา

ราคาปากกาด้ามละ 5 บาท ครูสมศรีมีปากกาจำนวน 19 ด้าม

ดังนั้นจะต้องจ่ายเงินค่าปากกาอย่างน้อยที่สุด คือ $5 \times 19 = 95$ บาท

ตอบ จำนวนปากกาอย่างน้อยที่สุด คือ 19 ด้าม และจ่ายเงินค่าปากกาอย่างน้อยที่สุดเป็นเงิน 95 บาท

กรณีที่เลือกแบบที่ 3 การคาดเดาคำตอบ

วิธีทำ ขั้นที่ 1 หาจำนวนปากกาโดยการสุ่มตัวเลขแทนจำนวนปากกาที่เป็นไปได้ โดยอาจจะเริ่มต้นที่ 9 ด้าม เนื่องจากเป็นจำนวนปากกาที่น้อยที่สุดที่อาจจะเป็นไปได้

จำนวนปากกา 9 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไข 1 เนื่องจากแจกแล้วไม่เหลือ ✕

จำนวนปากกา 10 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไขที่ 2 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 2 ✕

จำนวนปากกา 11 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไขที่ 1 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 2 ✕

จำนวนปากกา 12 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไข 1 เนื่องจากแจกแล้วไม่เหลือ ✕

จำนวนปากกา 13 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไขที่ 2 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 1 ✗

จำนวนปากกา 14 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไขที่ 1 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 2 ✗

จำนวนปากกา 15 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไข 1 เนื่องจากแจกแล้วไม่เหลือ ✗

จำนวนปากกา 16 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไขที่ 2 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 1 ✗

จำนวนปากกา 17 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไขที่ 1 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 2 ✗

จำนวนปากกา 18 ด้าม ไม่จริงตามเงื่อนไข 1 เนื่องจากแจกแล้วไม่เหลือ ✗

จำนวนปากกา 19 ด้าม จริงตามเงื่อนไขที่ 1 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 1 ด้าม จริงตามเงื่อนไขที่ 2 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 3 ด้าม และจริงตามเงื่อนไขที่ 3 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 4 ด้าม ✓

ดังนั้น ครูสมศรีมีปากกาอย่างน้อย 19 ด้าม

ขั้นที่ 2 หาค่าปากกา

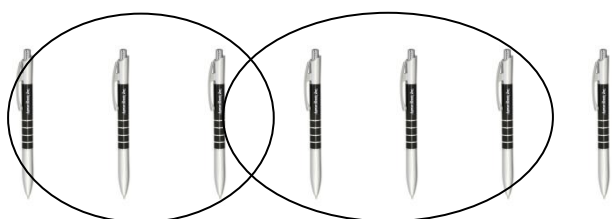
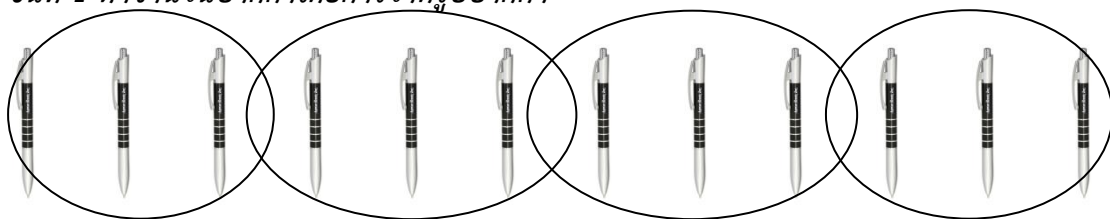
ราคาปากกาด้ามละ 5 บาท ครูสมศรีมีปากกาจำนวน 19 ด้าม

ดังนั้นจะต้องจ่ายเงินค่าปากกาอย่างน้อยที่สุด คือ $5 \times 19 = 95$ บาท

ตอบ จำนวนปากกาอย่างน้อยที่สุด คือ 19 ด้าม และจ่ายเงินค่าปากกาอย่างน้อยที่สุดเป็นเงิน 95 บาท

กรณีที่เลือกแบบที่ 4 การวาดรูป

ขั้นที่ 1 หาจำนวนปากกาโดยการวาดรูปปากกา



จำนวนปากกา 19 ด้าม จริงตามเงื่อนไขที่ 1 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 1 ด้าม



จำนวนปากกา 19 ด้าม จริงตามเงื่อนไขที่ 2 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 3 ด้าม



จำนวนปากกา 19 ด้าม จริงตามเงื่อนไขที่ 3 เนื่องจากแจกแล้วเหลือเศษ 4 ด้าม

ดังนั้น ครูสมศรีมีปากกาอย่างน้อย 19 ด้าม

ขั้นที่ 2 หาราคापากกา

ราคาปากกาด้ามละ 5 บาท ครูสมศรีมีปากกาจำนวน 19 ด้าม

ดังนั้นจะต้องจ่ายเงินค่าปากกาอย่างน้อยที่สุด คือ $5 \times 19 = 95$ บาท

ตอบ จำนวนปากกาอย่างน้อยที่สุด คือ 19 ด้าม และจ่ายเงินค่าปากกาอย่างน้อยที่สุดเป็นเงิน 95 บาท
หรือ อื่นๆ โดยใช้ดุลพินิจของผู้ตรวจ

เกณฑ์การให้คะแนน คำถามที่ 3.5

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|---|--|---|---|
| ความถูกต้อง | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหา สอดคล้องกับการเลือกแนวทางการหาคำตอบในข้อ 3.4 และสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน คือ มีปากกาอย่างน้อยที่สุด 19 ด้าม เป็นเงินอย่างน้อย 95 บาท | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับการเลือกแนวทางการหาคำตอบในข้อ 3.4 แต่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน <u>หรือ</u> นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับข้อ 3.4 แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง <u>หรือ</u> หาคำตอบได้แต่ไม่ครบถ้วน กล่าวคือ หาคำตอบได้ 1 ใน 2 ของคำตอบทั้งหมด | นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับการเลือกแนวทางการหาคำตอบในข้อ 3.4 และไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน |
| ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัด คือ ความสามารถในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจาก 2 ประเด็นย่อย คือ ความคิดละเอียดลออและการใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | ความคิดละเอียดลออ | | |
| | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกในข้อ 3.4 กล่าวคือ มีความคิดละเอียดลออในการแสดงวิธีทำ คือในการคิดหาคำตอบมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ครอบคลุมละเอียดชัดเจน มีความรอบคอบในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาจำกัด และมีการสรุปคำตอบทุกครั้ง | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอนได้ <u>บางส่วน</u> ขาดความครบถ้วน สมบูรณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกในข้อ 3.4 กล่าวคือ ขาดความคิดละเอียดลออในการแสดงวิธีทำ เช่น แสดงวิธีทำเฉพาะขั้นตอนที่ 1 <u>หรือ</u> มีความคิดละเอียดลออแต่ยังไม่เสร็จครบถ้วนจนได้มาซึ่งคำตอบ <u>หรือ</u> เขียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดลออตามหลักการ แต่ ขาดการสรุปคำตอบ | แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอน กล่าวคือ เขียนผลลัพธ์ โดยไม่มีการอธิบายความถึงที่มาให้ชัดเจน เป็นต้น <u>หรือ</u> ไม่มีการตอบคำถาม |
| | การใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ | | |
| | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลได้ถูกต้อง มีการกล่าวถึงเหตุผล | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลได้ถูกต้อง <u>บางส่วน</u> แต่ ไม่ตรงประเด็น | นักเรียนแสดงการจัดการข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องคือ ไม่มีการกล่าวถึงเหตุผล <u>หรือ</u> ไม่แสดงแนวคิด <u>หรือ</u> ไม่ตอบคำถาม |

| องค์ประกอบ\คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | 0 คะแนน |
|----------------------|---------|--|---|
| การเรียบเรียงความคิด | ----- | สามารถจัดเรียงความคิด ได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | ไม่สามารถจัดเรียง ความคิดให้ชัดเจนได้ สับสน <i>หรือ</i> ไม่ตอบ คำถาม |





ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการตอบแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 1 เติบโตกลับมาจุดเริ่มต้น

คุณพ่อกำลังถือเหรียญบาท 1 เหรียญอยู่ในมือและถามคำถามลูกสาวว่า

- คุณพ่อ : หากพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง เหรียญจะออกหน้าอะไรได้บ้าง
 หนูดี : เหรียญก็จะออกหน้าได้สองแบบ ไม่หน้าหัวก็หน้าก้อยค่ะ
 คุณพ่อ : แล้วถ้าพ่อให้การโยนเหรียญของพ่อสัมพันธ์กับการก้าวขา คือ ถ้าพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง ปรากฏว่าเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว แต่ถ้าเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว หนูดีช่วยคิดหน่อยว่า ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกหนูดีแล้ว พ่อจะกลับมายืน ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยืนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งเป็นเท่าใด
 หนูดี : ได้ค่ะ คุณพ่อ

คำถามที่ 1.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากหนูดีจะแก้ปัญหาเรื่องการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญของคุณพ่อให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

1. จำนวนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง.
2. โยนเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว.
3. โยนเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว.
4. โยนเหรียญ 4 ครั้ง.
5. เหรียญจะออกได้สองแบบ โยนหน้าหัวก็หน้าก้อย.

คำถามที่ 1.2 สิ่งที่คุณพ่อต้องการให้หนูดีผู้เป็นลูกสาวช่วยหาคำตอบคืออะไร

ให้โยนเหรียญ 4 ครั้ง พ่อจะกลับมาอยู่ที่เดิมได้หรือไม่.

คำถามที่ 1.3 หากนักเรียนเป็นหนูดี นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

1. ถ้าเขียนแทนรูปแบบเหรียญ \bigcirc 1 เหรียญ. จากนั้นเขียนรูป \bigcirc ทั้งหมด 4 เหรียญ โดยการใช้สีแทนหน้าหัว. ในการเขียนหัวแทนด้วย H และเขียนก้อยแทน K ลงไปใน \bigcirc
2. การคาดเดาคำตอบ โดยเห็นถึงหลักการสัมพัทธ์ จำนวน หัว \textcircled{H} ที่ออกก็ \textcircled{K} 4 เหรียญไปเรื่อยๆจนกระทั่งหน้ากลับมายังที่จุดเริ่มต้น.
3. การสร้างตาราง แสดงจำนวนทางแต่ละกิจ. โดยต้องทำให้หัวและก้อย ใต้ 4 เหรียญ. และทำให้ที่ออกกลับมายังจุดเริ่ม.
4. การคิดเชิงพีชคณิตและการแก้สมการ. จากจำนวนเหรียญ 4 เหรียญ.

คำถามที่ 1.4 หากนักเรียนเป็นหนูดีจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 1.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาต่อไปนี้

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ 1 ทุกกลเดาคำขอ โข้วไรจรมกทาสงสุถ
 ชั้นที่ 1 กท กลเดาคำขอ. โข้วไรจรมกทาสงสุถ (H) (K) โข้วไรจรมกทาสงสุถ โข้วไรจรมกทาสงสุถ โข้วไรจรมกทาสงสุถ โข้วไรจรมกทาสงสุถ

คำถามที่ 1.5 หากนักเรียนเป็นหนูดีจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาคตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 1.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหายังละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)

วิธีทำ

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 0. | H | H | K | K |
| 1. | H | K | H | K |
| 2. | K | K | H | H |
| 3. | K | H | K | H |
| 4. | H | K | K | H |
| 5. | K | H | H | K |


ตอบ กทาสงสุถเป็นวิธีที่พอจะแก้ปัญหาคตามขั้นตอนที่ 6 แบบ
 หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำคอบเพิ่มเติมได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ

สถานการณ์ที่ 1 เดินกลับมาจุดเริ่มต้น

คุณพ่อกำลังถือเหรียญบาท 1 เหรียญอยู่ในมือและถามคำถามลูกสาวว่า

คุณพ่อ : หากพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง เหรียญจะออกหน้าอะไรได้บ้าง
 หนูดี : เหรียญก็จะออกหน้าได้สองแบบ ไม่หน้าหัวก็หน้าก้อยค่ะ
 คุณพ่อ : แล้วถ้าพ่อให้การโยนเหรียญของพ่อสัมพันธ์กับการก้าวขา คือ ถ้าพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง ปรากฏว่าเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว แต่ถ้าเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว หนูดีช่วยคิดหน่อยว่า ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกหนูดีแล้ว พ่อจะกลับมายืน ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยืนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งเป็นเท่าใด

หนูดี : ได้ค่ะ คุณพ่อ



คำถามที่ 1.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากหนูดีจะแก้ปัญหาเรื่องการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญของคุณพ่อให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

- 1 เหรียญที่โยน 1 ครั้ง จะออก หัว / ก้อย เท่าไหร่
- 2 เหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าว ซ้าย 1 ก้าว
- 3 เหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าว ขวา 1 ก้าว
- 4 พ่อจะโยนเหรียญ 4 ครั้ง

คำถามที่ 1.2 สิ่งที่คุณพ่อต้องการให้หนูดีผู้เป็นลูกสาวช่วยหาคำตอบคืออะไร

พ่อจะกลับมายืน ณ จุดเดิม หลังโยนเหรียญ 4 ครั้ง เป็นเท่าใด

คำถามที่ 1.3 หากนักเรียนเป็นหนูดี นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอะไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

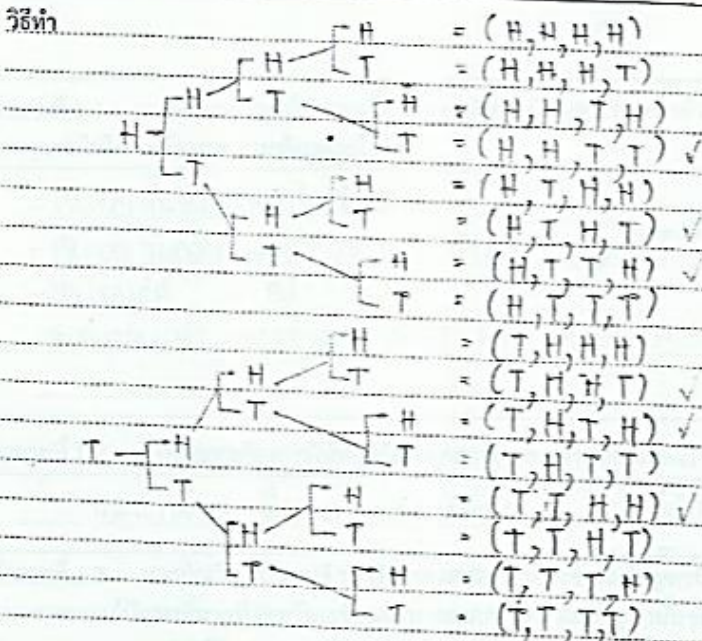
- 1 สุ่ม แอมป์สโตน เมื่อทอด้านหน้าออกก็ ก้าวเหรียญ จะออกหน้าก็ให้พ่อก้าวขวามือสุดเดิม ในกรณีโยนเหรียญ 4 ครั้ง (แผนภูมิพีพี)
- 2 สุ่มสโตน และดูหน้าของเหรียญ ในกรณีโยน 4 ครั้ง
- 3 สุ่มสโตน แทนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ของโยนเหรียญ 4 ครั้ง

คำถามที่ 1.4 หากนักเรียนเป็นหนูดีจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 1.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ 1 หรือ 1 หรือ 2 หรือ 3 หรือ 4

ขั้นที่ 1 (กำหนดให้ H, T) 1. กำหนดหัวกระดาษในครั้งที่ 1 แล้วโยนลูกเต๋ารวดเป็น 4 ครั้ง (ครั้งที่ 2) แยกในครั้งที่ 2 เป็น 2 ครั้ง (ครั้งที่ 3) แยกในครั้งที่ 3 เป็น 2 ครั้ง (ครั้งที่ 4)

คำถามที่ 1.5 หากนักเรียนเป็นหนูดีจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนในข้อคำถามที่ 1.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)



สี 6 แบบที่ 1 จะเดินกลับไปที่เดิม

ตอน (H, H, T, T) (H, T, H, T) (H, T, T, H) (T, H, H, T) (T, H, T, H) (T, T, H, H) หากกระดาษไม่พอสามารถกระดาษคำตอบเห็นได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ

สถานการณ์ที่ 1 เดินกลับมาจุดเริ่มต้น


คุณพ่อกำลังถือเหรียญบาท 1 เหรียญอยู่ในมือและถามคำถามลูกสาวว่า

คุณพ่อ : หากพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง เหรียญจะออกหน้าอะไรได้บ้าง

หนูดี : เหรียญก็จะออกหน้าได้สองแบบ ไม่หน้าหัวก็หน้าก้อยค่ะ

คุณพ่อ : แล้วถ้าพ่อให้การโยนเหรียญของพ่อสัมพันธ์กับการก้าวขา คือ ถ้าพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง ปรากฏว่าเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว แต่ถ้าเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว หนูดีช่วยคิดหน่อยว่า ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกหนูดีแล้ว พ่อจะกลับมาขึ้น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยกเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งเป็นเท่าใด

หนูดี : ได้ค่ะ คุณพ่อ



คำถามที่ 1.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากหนูดีจะแก้ปัญหาเรื่องการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญของคุณพ่อให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

- เหยื่อโยนจำนวน 1 ครั้ง จะก้าวซ้าย 1 ก้าว
- เหยื่อโยนขึ้นก้อยแล้วจะก้าวขวา 1 ก้าว
- โยนโยนแค่ 4 ครั้ง
- จุดเริ่มต้นแล้ว (ทางซ้าย 2 รอบ) โยนก้อยแล้ว (ทางขวา 2 รอบ) ถึงจุดเริ่มต้นได้

คำถามที่ 1.2 สิ่งที่คุณพ่อต้องการให้หนูดีผู้เป็นลูกสาวช่วยหาคำตอบคืออะไร

พ่อกำลังกลับมาขึ้นจุดเริ่มต้นแล้วโยนไป 4 ครั้งได้มั้ย

คำถามที่ 1.3 หากนักเรียนเป็นหนูดี นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอะไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

1. สุ่มตัวเลข 1 ถึง 2 แล้วโยนเหรียญขึ้น คือ ภาวะสุ่มแล้วทำคั้งขยับแล้วดูอีกอันได้ คั้ง 0 หรือ ความน่าจะเป็นที่จะขึ้นหน้าก้อยกลับมาขึ้นที่เดิม (H, T) เป็นต้น
2. สุ่มตัวเลขแล้วโยนเหรียญแล้วดูเลขคั้งว่าพอ ถ้าได้ H=2 T=2 ก็จะเปิดอีกทีพอจะกลับมาขึ้นที่เดิมอีกทีก็ได้

สถานการณ์ที่ 1 เดินกลับมาจุดเริ่มต้น


คุณพ่อกำลังถือเหรียญบาท 1 เหรียญอยู่ในมือและถามคำถามลูกสาวว่า

คุณพ่อ : หากพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง เหรียญจะออกหน้าอะไรได้บ้าง

หนูดี : เหรียญก็จะออกหน้าได้สองแบบ ไม่หน้าหัวก็หน้าก้อยค่ะ

คุณพ่อ : แล้วถ้าพ่อให้การโยนเหรียญของพ่อสัมพันธ์กับการก้าวขา คือ ถ้าพ่อโยนเหรียญ 1 เหรียญ จำนวน 1 ครั้ง ปรากฏว่าเหรียญขึ้นหัว พ่อจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว แต่ถ้าเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว หนูดีช่วยคิดหน่อยว่า ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกหนูดีแล้ว พ่อจะกลับมาขึ้น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากที่ยืนเหรียญไปแล้ว 4 ครั้งเป็นเท่าใด

หนูดี : ได้ค่ะ คุณพ่อ



คำถามที่ 1.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากหนูดีจะแก้ปัญหาเรื่องการก้าวขาที่สัมพันธ์กับการโยนเหรียญของคุณพ่อให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

- 1) ลักษณะเหรียญ จะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว
- 2) ถ้าเหรียญขึ้นก้อย พ่อจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว
- 3) โยนเหรียญ 4 ครั้ง จุดเริ่มต้นเดิมจึงถือว่ากลับมา
- 4) ลักษณะเหรียญที่ออกหน้าหน้าหรือหน้าหลัง โยนกี่ครั้ง โยนเหรียญของพ่อ
- 5) โยนเหรียญกี่ครั้ง จุดเริ่มต้นเดิมจึงกลับมาเช่นเดิม

คำถามที่ 1.2 สิ่งที่คุณพ่อต้องการให้หนูดีผู้เป็นลูกสาวช่วยหาคำตอบคืออะไร

สิ่งที่คุณพ่อต้องการให้หนูดีหาคำตอบคือว่า ความน่าจะเป็นที่พ่อทำตามเงื่อนไขที่บอกไว้จนกลับมาจุดเริ่มต้น หรือจุดเดิม เมื่อโยนเหรียญไป 4 ครั้ง

คำถามที่ 1.3 หากนักเรียนเป็นหนูดี นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่พอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

- 1) วางแผนก่อน เช่น การเขียนเงื่อนไข ถ้าพ่อโยนเหรียญในลักษณะขึ้นได้บ้าง ถึงลงบ้าง ทั้งขึ้นหรือลงให้ สังเกตว่าโยนเหรียญกี่ครั้ง
- 2) ใช้กฎการนับในพีชคณิตจำนวนเชิงซ้อน
- 3) ใช้แผนภาพต้นไม้ ในพีชคณิตจำนวนเชิงซ้อน

คำถามที่ 1.4 หากนักเรียนเป็นหนูดีจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 1.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ ① 9 หรือ 10 ๑๑1

- ขั้นที่ 1 - ศึกษาลักษณะของเงินของพ่อที่รวมรวมไว้กับเงินของลุง
- ขั้นที่ 2 - เริ่มนำเงินมาลงทุนในกองทุน
- ขั้นที่ 3 - หากกองทุนที่ลงทุนมาได้ในเงิน 4 ปี หรือ 10 ปีข้างหน้า
- ขั้นที่ 4 - หากคำนวณได้กำไร $p(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$

คำถามที่ 1.5 หากนักเรียนเป็นหนูดีจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 1.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน) ๑๑๒

วิธีทำ ① ศึกษาขั้นตอนการแก้ของพ่อ (← หนูดี →) ทางขวา H หนูดี T หนูดี

| | | |
|--------|---------|---------------------------|
| หนุ่ 1 | ← ← → → | ② แสดงวิธีแก้ของหนูดี |
| หนุ่ 2 | ← → → ← | |
| หนุ่ 3 | → → ← ← | |
| หนุ่ 4 | → ← ← → | |
| หนุ่ 5 | → ← → ← | |
| หนุ่ 6 | ← → ← → | |
| | H T H T | |

$n(S) = 16$

$n(E) = 6$

กรณีอื่น $p(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$

แทนค่า $p(E) = \frac{6}{16}$

$p(E) = \frac{3}{8}$ ✗

ตอบ สัจตามนุษย์เป็นกันเอง โดยเฉลี่ย 4 ปี จะรวมกลับออกที่คุ้ม เป็น $\frac{3}{8}$
หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มเติมได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ

สถานการณ์ที่ 2 กระปุกของเด็กชายมนัส

เนื่องในวันเกิดของคุณแม่ เด็กชายมนัสจึงตัดสินใจหุบกะปุกของตนเองเพื่อนำเงินไปซื้อของขวัญให้คุณแม่ปรากฏว่าภายในกระปุกออมสินเต็มไปด้วยเหรียญสามชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท ขณะนั้นมะลิเดินผ่านมาและถามที่มนัสว่า

มะลิ : ที่มนัสทำอะไรอยู่คะ

มนัส : พี่กำลังนับเหรียญอยู่จ้ะ ตอนนี้พี่นับเหรียญทั้งหมดแล้วพบว่า มี 22 เหรียญ คิดเป็นเงิน 107 บาท น้องมะลิตอยหาว่าพี่น่าจะมียเหรียญแต่ละชนิดจำนวนเท่าใดบ้าง



คำถามที่ 2.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากมะลิจะแก้ปัญหาของที่มนัสให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

1. ในกระปุกออมสินมีเหรียญอยู่ 3 ชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาท และเหรียญสิบบาท
2. เหรียญทั้งหมด 22 เหรียญ
3. มีเงินอยู่ 107 บาท

คำถามที่ 2.2 สิ่งที่มนัสต้องการให้มะลิเป็นน้องสาวช่วยหาคำตอบคืออะไร

มีเหรียญแต่ละชนิดจำนวนเท่าใดบ้าง

คำถามที่ 2.3 หากนักเรียนเป็นมะลิ นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

1. ตอนแรกค่าตอน โดณ สมมติให้ เหรียญบาทละชนิดสี่จำนวนเท่าใด และรวมกันได้ 107 บาท
2. การตั้งสมการและแก้สมการ จากจำนวนเหรียญทั้งหมดที่ 22 เหรียญ และคิดเงินเป็น 107 บาท

คำถามที่ 2.4 หากนักเรียนเป็นมะลิจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 2.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ 1

ขั้นที่ 1 สืบเสาะหาข้อมูลก่อนแล้วค่อยแก้โจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 2 กำหนดจำนวนตัวแปรให้ได้เท่ากับ 109 บาท

คำถามที่ 2.5 หากนักเรียนเป็นมะลิจะแสดงวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 2.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหายังละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน คำตอบมีมากกว่า 1 คำตอบ)

วิธีทำ

๑๕ เสิ้มนมบาทมีกำหนด ๗ เสิ้มนม
 เสิ้มนมห้าบาทมีกำหนด ๑๐ เสิ้มนม
 เสิ้มนมสิบบาทมีกำหนด ๕ เสิ้มนม
 \dots เสิ้มนมบาท = $1 \times 7 = 7$ บาท
 \dots เสิ้มนมห้า = $5 \times 10 = 50$ บาท
 \dots เสิ้มนมสิบ = $10 \times 5 = 50$ บาท
 \dots ดังนั้นจึงได้ $7 + 50 + 50 = 107$ บาท

หรือ ๑๕ เสิ้มนมบาทมีกำหนด ๒ เสิ้มนม
 เสิ้มนมห้าสิ้มนมบาท ๑๕ เสิ้มนม
 เสิ้มนมสิบสิ้มนมบาท ๑ เสิ้มนม
 \dots เสิ้มนมบาท = $2 \times 1 = 2$ บาท
 \dots เสิ้มนมห้า = $15 \times 5 = 75$ บาท
 \dots เสิ้มนมสิบ = $1 \times 10 = 10$ บาท
 \dots ดังนั้น จึงได้ = $2 + 75 + 10 = 107$ บาท

ตอน ๑๕ เสิ้มนมบาท ๗ เสิ้มนม เสิ้มนมห้าบาท ๑๐ เสิ้มนม เสิ้มนมสิบบาท ๕ เสิ้มนม
 หากกระดาษไม่สามารถขกระดาษคำตอบเพิ่มได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ

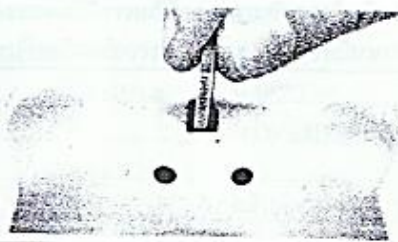
หรือ ๑๕ เสิ้มนมบาท ๒ เสิ้มนม เสิ้มนมห้าบาท ๑๕ เสิ้มนม เสิ้มนมสิบบาท ๑ เสิ้มนม

สถานการณ์ที่ 2 กระเป๋าของเด็กชายมนัส

เนื่องในวันเกิดของคุณแม่ เด็กชายมนัสจึงตัดสินใจหุบกกระเป๋าของตนเองเพื่อจะนำไปซื้อของขวัญให้คุณแม่ ปรากฏว่าภายในกระเป๋ากอมลืนเต็มไปด้วยเหรียญสามชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท ขณะนั้นมะลิเดินผ่านมาและถามพืมนัสว่า

มะลิ : พืมนัสทำอะไรอยู่คะ

มนัส : พี่กำลังนับเหรียญอยู่จ้ะ ตอนที่พืมนัสนับเหรียญทั้งหมดแล้วพบว่า มี 22 เหรียญ คิดเป็นเงิน 107 บาท น้องมะลิลองหายคิดว่าพืมนัสจะมีเหรียญแต่ละชนิดจำนวนเท่าใดบ้าง



คำถามที่ 2.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากมะลิจะแก้ปัญหาของพืมนัสให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

1. ... โหลเหรียญแต่ละชนิดมีกี่บาท ... คือ ... เหรียญบาท ... เหรียญห้าบาท ... เหรียญสิบบาท
2. ... มีเหรียญทั้งหมด ... 22 ... เหรียญ คิดเป็นเงิน ... 107 ... บาท

คำถามที่ 2.2 สิ่งพืมนัสต้องการให้มะลิเป็นน้องสาวช่วยหาคำตอบคืออะไร

สิ่งพืมนัสต้องการให้มะลิช่วยหาจำนวนเหรียญ

คำถามที่ 2.3 หากนักเรียนเป็นมะลิ นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่พอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

1. ... คิดจากเหรียญ ... โหลเหรียญแต่ละชนิดมีกี่บาท ... ใช้ไปกี่เหรียญ ... คิดจากเงินทั้งหมดหารด้วยจำนวนเหรียญ ... 107 ... บาท
2. ... คิดจากเหรียญ ... โหลเหรียญแต่ละชนิดมีกี่บาท ... คือ ... เหรียญบาท ... เหรียญห้าบาท ... เหรียญสิบบาท
3. ... คิดจากเหรียญ ... โหลเหรียญแต่ละชนิดมีกี่บาท ... คือ ... เหรียญบาท ... เหรียญห้าบาท ... เหรียญสิบบาท

คำถามที่ 2.4 หากนักเรียนเป็นมะลิจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 2.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ 1 การคาดเดาคำตอบ

ขั้นที่ 1. คิดว่าตัวจริงทั้งหมดทั้งหมดจะมีเงินบาท จำนวนเงิน สิบบาทก็คาดการดูจะเป็นไปได้ โดยคิดออกมาในได้ 22 เงิน

ขั้นที่ 2. คิดว่าตัวเลขที่สัมพันธ์จำนวนเงินบาท 22 เงิน ให้ได้ 107 บาท หรือได้

คำถามที่ 2.5 หากนักเรียนเป็นมะลิจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 2.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน: คำตอบมีมากกว่า 1 คำตอบ)

วิธีทำ

| | |
|--|--|
| $\begin{array}{r} \text{เงินบาท} \\ 1 \times 2 = 2 \\ \text{เงินบาท} 5 \times 4 = 59 \\ \text{เงินบาท} 10 \times 5 = 50 \\ \hline 107 \end{array}$ | $\begin{array}{r} \text{เงินบาท} \\ 1 \times 4 = 4 \\ \text{เงินบาท} 5 \times 12 = 60 \\ \text{เงินบาท} 10 \times 3 = 30 \\ \hline 97 \end{array}$ |
| $\begin{array}{r} \text{เงินบาท} \\ 1 \times 4 = 4 \\ \text{เงินบาท} 5 \times 10 = 50 \\ \text{เงินบาท} 10 \times 5 = 50 \\ \hline 28 \quad 107 \end{array}$ | $\begin{array}{r} \text{เงินบาท} \\ 1 \times 2 = 2 \\ \text{เงินบาท} 5 \times 19 = 95 \\ \text{เงินบาท} 10 \times 1 = 10 \\ \hline 22 \quad 107 \end{array}$ |

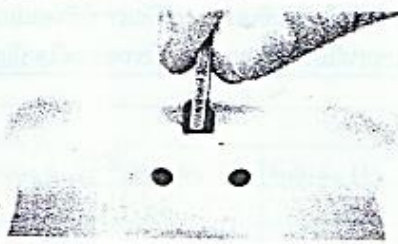
ตอน มีเงินบาท 4 เงิน บาทเงินบาท 10 เงิน บาทเงินบาท 5 เงินบาท
หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ

สถานการณ์ที่ 2 กระจกของเด็กชายมนัส

เนื่องในวันเกิดของคุณแม่ เด็กชายมนัสจึงตัดสินใจทุบกระจกของตัวเองเพื่อจะนำเงินไปซื้อของขวัญให้คุณแม่ ปรากฏว่าภายในกระจกอมสินเต็มไปด้วยเหรียญสามชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท ขณะนั้นมะลิเดินผ่านมาและถามที่มนัสว่า

มะลิ : ที่มนัสทำอะไรอยู่คะ

มนัส : ที่กำลังนับเหรียญอยู่จ้ะ ตอนที่นับเหรียญทั้งหมดแล้วพบว่า มี 22 เหรียญ คิดเป็นเงิน 107 บาท น้องมะลิสองทายเป็นที่น่าจะมีเหรียญแต่ละชนิดจำนวนเท่าใดบ้าง



คำถามที่ 2.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากมะลิจะแก้ปัญหาคือของที่มนัสให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

1 ที่นับเหรียญชนิด คือ เหรียญบาท เหรียญห้าบาท เหรียญสิบบาท

2 มี 22 เหรียญ คิดเป็นเงิน 107 บาท

คำถามที่ 2.2 สิ่งที่มนัสต้องการให้มะลิผู้เป็นน้องสาวช่วยหาคำตอบคืออะไร

สิ่งไขวญหาค่าชนิดจำนวนเท่าใด

คำถามที่ 2.3 หากนักเรียนเป็นมะลิ นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

1 การคาดเดาตัวเลข สอดคล้องจำนวนของเหรียญไปเรื่อยๆ ได้ 22 เหรียญ คิดเงิน 107 บาท

2 การสร้างตารางแสดงจำนวนเหรียญโดยหาจำนวนเหรียญใน 22 เหรียญ คิดเงิน 107 บาท

คำถามที่ 2.4 หากนักเรียนเป็นมะลิจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 2.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ 3) กบถ้ำ-รบบาง-ผลคูณสองตัวรวม-60

ขั้นที่ 1. ลิสต์เลขหนึ่งถึงหกหน้าสิบคูณหารหมดลงตัว หารลงตัวเอง เช่นนี้ได้ 60หารลงตัวได้ 24 หารลงตัว

ข้อที่ 2. ค่าตัวคูณคู่ของจำนวนรวมที่น้อยที่สุดของเลขหนึ่งถึงหกหน้าสิบคูณหารลงตัวได้ 1 หารลงตัวลงตัวได้ 60

กว่าได้ผลคูณสองตัวรวมได้ 60 หาร

คำถามที่ 2.5 หากนักเรียนเป็นมะลิจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 2.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหายังละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน: คำตอบมีมากกว่า 1 คำตอบ)

วิธีทำ

| ข้อที่ | จำนวนบวก | จำนวนบวก | ผลคูณ | ผลคูณ | ผลคูณ | ผลคูณ | ผลคูณ | ผลคูณ | ผลคูณ | ผลคูณ | ผลคูณ |
|--------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2 | 1 | 3 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 |
| 3 | 3 | 7 | 2 | 2 | 7 | 2 | 7 | 2 | 7 | 2 | 7 |
| 4 | 3 | 10 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 |
| 5 | 7 | 8 | 10 | 10 | 7 | 7 | 8 | 10 | 10 | 7 | 7 |
| 6 | 7 | 10 | 8 | 8 | 7 | 7 | 10 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| 7 | 7 | 10 | 8 | 8 | 7 | 7 | 10 | 8 | 8 | 7 | 7 |

ตอบ พหุคูณบวก 3 หารลงตัว พหุคูณบวก 7 หารลงตัว พหุคูณบวก 10 หารลงตัว พหุคูณบวก 10 หารลงตัว พหุคูณบวก 7 หารลงตัว

หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มเติมได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ

สถานการณ์ที่ 3 ปากกาของครูสมศรี

เนื่องในวันครบรอบโรงเรียน 50 ปี ทางโรงเรียนจึงจัดให้มีกิจกรรม open house เพื่อเชิญชวนนักเรียนในระดับประถมศึกษาเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมและเพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนภายนอกได้เข้ามาศึกษาบรรยากาศภายในโรงเรียนมากยิ่งขึ้น ครูสมศรีเป็นครูสอนวิชาภาษาอังกฤษได้รับมอบหมายให้เป็นหัวหน้าจัดจุ่มกิจกรรม และมีปากกาเป็นของรางวัลอยู่จำนวนหนึ่ง ครูสมศรีจึงมอบหมายให้เด็กชายณเดชเป็นคนแจกปากกาให้กับเด็กๆที่มาร่วมกิจกรรม และพบว่า

- ถ้าแจกปากกาไปแจกให้เด็กกลุ่มที่หนึ่งคนละ 3 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 1 ด้าม
- ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สองคนละ 4 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 3 ด้าม และ
- ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สามคนละ 5 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 4 ด้าม



ครูสมศรีจึงถามเด็กชายณเดชว่าถ้าแจกปากกาให้กับเด็กๆแล้วเหลือปากกาตามจำนวนที่ครูบอก จะมีปากกาอย่างน้อยที่สุดกี่ด้ามและจะต้องจ่ายเงินอย่างน้อยที่สุดกี่บาท หากปากกาด้ามละ 5 บาท

คำถามที่ 3.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากเด็กชายณเดชจะแก้ปัญหาให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

1. ถ้าแจกเด็ก คนละ 3 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 1 ด้าม
2. ถ้าแจกเด็ก คนละ 4 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 3 ด้าม
3. ถ้าแจกเด็ก คนละ 5 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 4 ด้าม
4. ถ้าปากกาด้ามละ 5 บาท

คำถามที่ 3.2 สิ่งที่ครูสมศรีต้องการให้เด็กชายณเดชช่วยหาคำตอบคืออะไร

จะมีปากกาอย่างน้อยที่สุดกี่ด้าม และต้องจ่ายเงินอย่างน้อยที่สุดกี่บาท ถ้าปากกาด้ามละ 5 บาท

คำถามที่ 3.3 หากนักเรียนเป็นเด็กชายณเดช นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่พอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

1. ถ้าแจกเด็ก คนละ 3 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 1 ด้าม
2. ถ้าแจกเด็ก คนละ 4 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 3 ด้าม
3. ถ้าแจกเด็ก คนละ 5 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 4 ด้าม

คำถามที่ 3.4 หากนักเรียนเป็นเด็กชายคนเดียวจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 3.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ ๕. คิดเลขที่คูณและตกาศีคูณ

ขั้นที่ 1 ทำตัวเลขที่คูณจนมีหน่วยเป็นร้อย

ขั้นที่ ๒ ทำตัวเลขที่คูณใน ๖ หน่วย ที่ทำที่คูณ

ขั้นที่ ๖ ทำตัวเลขที่คูณจนมี ๕ หน่วย ๖ วิธีจำนวนเงินคือ ๖๖๖

คำถามที่ 3.5 หากนักเรียนเป็นเด็กชายคนเดียวจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 3.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)

วิธีทำ

หัวข้อ 1 จำนวนที่หาร ๖ หรือเศษ 1 คือ 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, 40

หัวข้อ ๒ จำนวนที่หาร 4 หรือเศษ ๓ คือ ๗, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43

หัวข้อ ๓ จำนวนที่หาร ๖ หรือเศษ ๐ คือ ๑, ๑๓, ๒๕, ๓๗, ๔๙, ๖๑, ๗๓, ๘๕, ๙๗

จาก หัวข้อ ทั้ง ๖ จะสามารถหาค่าได้จำนวนใดที่ ๖ หรือ คือ 1๙

จำนวนปากกทั้งหมด คือ 1๙ ปาก

จำนวนปากกึ่งน้ำหนึ่งร้อย ปากก คือ 1๙ x ๖ = ๑๑๔ ปาก

ตอบ ปากกึ่งน้ำหนึ่งร้อย คือ 1๑๔ ปาก ปากกึ่งน้ำหนึ่งร้อย คือ ๑๑๔ ปาก

หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มเติมได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ

สถานการณ์ที่ 3 ปากกาของครูสมศรี

เนื่องในวันครบรอบโรงเรียน 50 ปี ทางโรงเรียนจึงจัดให้มีกิจกรรม open house เพื่อเชิญชวนนักเรียนในระดับประถมศึกษาเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมและเพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนภายนอกได้เข้ามาศึกษาบรรยากาศภายในโรงเรียนมากยิ่งขึ้น ครูสมศรีเป็นครูสอนวิชาภาษาอังกฤษได้รับมอบหมายให้เป็นหัวหน้าจัดซุ้มกิจกรรม และมีปากกาเป็นของรางวัลอยู่จำนวนหนึ่ง ครูสมศรีจึงมอบหมายให้เด็กชายณเดชน์เป็นคนแจกปากกาให้กับเด็กๆที่มาเข้าร่วมกิจกรรม และพบว่า

- ถ้าแจกปากกาไปแจกให้เด็กกลุ่มที่หนึ่งคนละ 3 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 1 ด้าม
- ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สองคนละ 4 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 3 ด้าม และ
- ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สามคนละ 5 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 4 ด้าม



ครูสมศรีจึงถามเด็กชายณเดชน์ว่าถ้าแจกปากกาให้กับเด็กๆแล้วเหลือปากกาตามจำนวนที่ครูบอก จะมีปากกาอย่างน้อยที่สุดกี่ด้ามและจะต้องจ่ายเงินอย่างน้อยที่สุดกี่บาท หากปากกาตัวละ 5 บาท

คำถามที่ 3.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หากเด็กชายณเดชน์จะแก้ปัญหาให้ได้ จะต้องรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง

1. มีปากกาที่แจกให้เด็กกลุ่มที่หนึ่งคนละ 3 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 1 ด้าม
2. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สองคนละ 4 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 3 ด้าม
3. ถ้าแจกปากกาให้เด็กกลุ่มที่สามคนละ 5 ด้าม จะเหลือปากกาอยู่ 4 ด้าม
4. หากปากกาตัวละ 5 บาท

คำถามที่ 3.2 สิ่งที่ครูสมศรีต้องการให้เด็กชายณเดชน์ช่วยหาคำตอบคืออะไร

1. จำนวนปากกา จำนวนเงินที่ต้องใช้
2. จำนวนเงินที่จ่ายน้อยที่สุดกี่บาท

คำถามที่ 3.3 หากนักเรียนเป็นเด็กชายณเดชน์ นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ให้ได้จำนวนแนวทางการแก้ปัญหาที่มากที่สุดพร้อมเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆพอสังเขป (การเสนอแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทางมีผลต่อการให้คะแนน)

1. 100 บาท คือ เท่ากับจำนวนเงิน 3 4 5 บาท และจำนวนเงิน 1, 3, 4 บาทแล้ว

คำถามที่ 3.4 หากนักเรียนเป็นเด็กชายคนเดียวจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 3.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ 1

ขั้นที่ 1. คำนวณค่าเฉลี่ยของจำนวนเด็กชายและเด็กหญิง จำนวนเด็กชาย 10 คน จำนวนเด็กหญิง 5 คน โดยนำผลคูณของจำนวนเด็กชายและเด็กหญิงมาคูณกัน จะได้จำนวนเด็กชายทั้งหมด 10 คน และจำนวนเด็กหญิงทั้งหมด 5 คน

คำถามที่ 3.5 หากนักเรียนเป็นเด็กชายคนเดียวจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 3.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหายังละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)

วิธีทำ

| | จำนวนปากกาศ | จำนวนเด็ก | | | |
|----|-------------|-----------|---|---|--|
| | | 3 | 4 | 5 | |
| 10 | 1 | 2 | 0 | X | |
| 11 | 2 | 3 | 1 | X | |
| 12 | 0 | 0 | 2 | X | |
| 13 | 1 | 1 | 3 | X | |
| 14 | 2 | 2 | 4 | X | |
| 15 | 0 | 3 | 0 | X | |
| 16 | 1 | 0 | 1 | X | |
| 17 | 2 | 1 | 2 | X | |
| 18 | 0 | 2 | 3 | X | |
| 19 | 1 | 3 | 4 | / | |

$$\text{จำนวนเงิน} = 19 \times 5 = 95 \text{ บาท}$$

ตอบ มีจำนวนปากกาศ 19 อัน ค่าเงิน 95 บาท

หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มเติมที่คณะกรรมการคุมสอบ

คำถามที่ 3.4 หากนักเรียนเป็นเด็กชายคนหนึ่งจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีจากข้อคำถามที่ 3.3 นักเรียนจะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาแบบใด พร้อมเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาพอสังเขป

เลือกแนวทางการแก้ปัญหา แบบที่ 1. ทดแทน

ขั้นที่ 1 จัดตารางนิมก่อน

ขั้นที่ 2 ทำจำนวนตามจำนวนที่โจรสลักนำเอาไปกลับแล้วเศษตามที่โจรสลักนำหนักไป

คำถามที่ 3.5 หากนักเรียนเป็นเด็กชายคนหนึ่งจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนในข้อคำถามที่ 3.4 อย่างไร (การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดมีผลต่อการให้คะแนน)

วิธีทำ

| จำนวน | ตัวที่ 1 | ตัวที่ 2 | ตัวที่ 3 | เลข 1 | เลข 2 | เลข 3 | |
|-------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|---|
| 20 | 3 | 4 | 5 | 2 | 0 | 0 | X |
| 22 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 2 | X |
| 21 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 1 | X |
| 16 | 3 | 4 | 5 | 1 | 0 | 1 | X |
| 17 | 3 | 4 | 5 | 2 | 1 | 2 | X |
| 19 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 4 | ✓ |

๑. จากโจทย์ คือ ในจำนวนหนึ่งจำนวน ๑, 4, 5 แล้วเหลือเศษ 1, 3, 4 ตามลำดับ
จากการเรียงสับทวนจึงตอบได้ว่า จำนวนนี้คือ 19 *

ตอบ

หากกระดาษไม่พอสามารถขอกระดาษคำตอบเพิ่มเติมได้ที่คณะกรรมการคุมสอบ

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวชนิสรา สงวนไว้ เกิดเมื่อวันศุกร์ที่ 9 กุมภาพันธ์ 2533 อยู่บ้านเลขที่ 276 ซอย พระรามที่ 2 ซอย 42 แขวงจอมทอง เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร 10150 สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ทั่วไป จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2555 และเข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและ จิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557 ปัจจุบันเป็น ข้าราชการครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์”

