

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2021

การประเมินตนเองโดยใช้วิธีการต่างกันที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์: วิธีแอนโตนี เทตประยุกต์และดัยเซลล์เลอร์

พงศ์พล จินตนประเสริฐ
คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>

 Part of the [Educational Assessment, Evaluation, and Research Commons](#)

Recommended Citation

จินตนประเสริฐ, พงศ์พล, "การประเมินตนเองโดยใช้วิธีการต่างกันที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์: วิธีแอนโตนี เทตประยุกต์และดัยเซลล์เลอร์" (2021). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 5074.

<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5074>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การประเมินตนเองโดยใช้รูปกรที่มีวิธีการต่างกันที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์: วิธีแอนโนเทตประยุกต์และดับเบิลเลเยอร์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SELF-ASSESSMENT WITH DIFFERENT RUBRIC METHODS ON MATHEMATICAL PROBLEM-
SOLVING SKILL DEVELOPMENT: APPLIED ANNOTATED AND DOUBLE LAYER METHODS



Mr. Pongpon Jintanaprasert

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

Department of Educational Research and Psychology

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินตนเองโดยใช้รูปrikที่มีวิธีการต่างกันที่มีต่อ
	พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์: วิธีแอนโน
	เทตประยุกต์และดับเบิลเลเยอร์
โดย	นายพงศ์พล จินตนาประเสริฐ
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตั้งธนาภานนท์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ประธานกรรมการ
.....	
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษณาสกุล)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตั้งธนาภานนท์)	
.....	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง)	

CHULALONGKORN UNIVERSITY

พงศ์พล จินตนประเสริฐ : การประเมินตนเองโดยใช้รูปกรที่มีวิธีการต่างกันที่มีต่อการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์: วิธีแอนโนเทตประยุกต์และดับเบิลเลเยอร์. (SELF-ASSESSMENT WITH DIFFERENT RUBRIC METHODS ON MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING SKILL DEVELOPMENT: APPLIED ANNOTATED AND DOUBLE LAYER METHODS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.กมลวรรณ ดั่งชนกานนท์

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง กับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 2) เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน ตัวอย่างวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน เครื่องมือวิจัย คือ 1) แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และ 2) แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่ได้รับการประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกันมีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการรูปกรแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูปกรดับเบิลเลเยอร์มีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการไม่ใช้เครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในส่วนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่ได้รับการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการรูปกรดับเบิลเลเยอร์มีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการไม่ใช้เครื่องมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6183854027 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORD: SELF-ASSESSMENT, MATHEMATICS PROBLEM SOLVING, APPLIED ANNOTATED RUBRIC, DOUBLE LAYER RUBRIC, DEVELOPMENT

Pongpon Jintanaprasert : SELF-ASSESSMENT WITH DIFFERENT RUBRIC METHODS ON MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING SKILL DEVELOPMENT: APPLIED ANNOTATED AND DOUBLE LAYER METHODS. Advisor: Assoc. Prof. KAMONWAN TANGDHANAKANOND, Ph.D.

The aims of this experimental research study were 1) to study the interactions between self-assessment methods of mathematics problem-solving skill and mathematics ability level on the development of mathematics problem-solving skill of students and 2) to compare the development of Mathematics problem-solving skill at each Mathematics ability level of students who received 3 different rubric methods, Research samples consisted of 100 ninth grade students. Research instruments were 1) mathematics problem-solving skill exercises and 2) mathematics problem-solving skill parallel tests. Quantitative data were analyzed by using descriptive statistics, relative gain scores, repeated measured ANOVA, one-way ANOVA and two-way ANOVA, The qualitative data were analyzed by using analytic induction. Results can be summarized as follows :

1. There was interaction between self-assessment method of mathematics problem-solving skill and Mathematics ability levels on the development of Mathematics problem-solving skill of students at the statistically significant level of .05.

2. Students in the high ability level who received self-assessment with different rubric method did not differ on the development of mathematics problem-solving skill at the statistically significant level of .05. Students in the medium ability level who received self-assessment applied annotated rubric and double layer rubric were higher in the development of mathematics problem-solving skill than those who received no tool at the statistically significant level of .05. In addition students in the low ability level who received self-assessment with double layer rubric were higher in development of mathematics problem-solving skill than those who receives no tool at the statistically significant level of .05.

Field of Study: Educational Measurement and
Evaluation

Student's Signature

Academic Year: 2021

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ไม่ได้เลยหากไม่ได้รับความเอาใจใส่ อุดหนุน และเมตตาอย่างยิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกันนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาดูแลช่วยเหลือ แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำปรึกษาอันมีค่าแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกประทับใจ และซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เสมอมา รวมไปถึงรองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษณกุลหาสน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ภายนอกมหาวิทยาลัย และรองศาสตราจารย์ ญัฐภรณ์ หลาวทอง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะแนวทาง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีคุณภาพและมีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ กิตติกรรมประกาศนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา หลักการและทฤษฎีทางการวัดและประเมินผลการศึกษาให้กับผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้และแนวคิดนำไปต่อยอดในการทำวิทยานิพนธ์จนกลายเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล ที่เป็นจุดเริ่มต้นของแรงบันดาลใจในการเลือกศึกษาต่อในสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา จากการลงทะเบียนเรียนวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา ระดับปริญญาตรีในตอนเรียนที่มีอาจารย์เป็นผู้สอน

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อภิรดา มุขโต อาจารย์อดิศักดิ์ เฝียงสูงเนิน อาจารย์กิตติมนต์ ณะทอง อาจารย์ภรณ์ชภัทร์ โสถยาคม และนายกิตติทัศน์ หวานฉ่ำ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะ ทำให้เครื่องมือในการวิจัยมีคุณภาพเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในห้องเรียนตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษาที่คอยช่วยเหลือ ตอบคำถามและให้คำปรึกษากับผู้วิจัยตลอดระยะเวลาในการศึกษาระดับปริญญาโทนี้ ทั้ง 16 คน

ขอขอบพระคุณบิดา นายมงคล จินตนประเสริฐและมารดา นางพรรณจรัส จินตนประเสริฐ ผู้คอยสนับสนุน สอบถาม ให้กำลังใจและเป็นลมใต้ปีกกับผู้วิจัยเสมอมา ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจ มีเป้าหมายและสามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงน้องสาว นางสาวพิมพ์พิศา จินตนประเสริฐ ที่เติบโตมาด้วยกันและคอยสอบถามความก้าวหน้ามาโดยตลอด

ขอขอบคุณนางสาววรรณวลี เจนเจนประเสริฐ ผู้คอยเคียงข้าง ให้กำลังใจเป็นที่ปรึกษาและเป็นแบบอย่างในความมุ่งมั่น ตั้งใจ และเอาใจใส่ในการเรียน ทำให้ผู้วิจัยยึดถือเป็นแบบอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษาปริญญาโทนี้

พงศ์พล จินตนประเสริฐ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง	
กิตติกรรมประกาศ..... จ	
สารบัญ..... ฉ	
สารบัญตาราง..... ฎ	
สารบัญภาพ..... ฅ	
บทที่ 1 บทนำ..... 17	
ความเป็นมาและความสำคัญ..... 17	
คำถามการวิจัย..... 22	
วัตถุประสงค์การวิจัย..... 22	
สมมติฐานการวิจัย..... 23	
ขอบเขตการวิจัย..... 24	
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 25	
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 28	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 29	
ตอนที่ 1 การประเมินตนเอง..... 30	
1.1 ความหมายของการประเมินตนเอง..... 30	
1.2 ขั้นตอนในการประเมินตนเอง..... 31	
1.3 วิธีการประเมินตนเอง..... 34	
1.4 ประโยชน์ของการประเมินตนเอง..... 37	
ตอนที่ 2 รุบริกแอนโนเทตประยุกต์..... 38	

2.1 ความหมายของรูปริกแอนโนเทตและรูปริกแอนโนเทตประยุกต์	38
2.2 ขั้นตอนการสร้างรูปริกแอนโนเทตประยุกต์	42
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปริกแอนโนเทตประยุกต์	43
ตอนที่ 3 รูปริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric)	44
3.1 ความหมายและความเป็นมาของรูปริกดับเบิลเลเยอร์	44
3.2 การให้คะแนนของรูปริกดับเบิลเลเยอร์	46
3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปริกดับเบิลเลเยอร์	47
ตอนที่ 4 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	48
4.1 ความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	49
4.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	50
4.3 กระบวนการและองค์ประกอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	51
4.3.1 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	51
4.3.2 องค์ประกอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	54
4.4 กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	55
4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	57
ตอนที่ 5 คะแนนพัฒนาการ	58
5.1 ความหมายของคะแนนพัฒนาการ	58
5.2 วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการ	59
5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคะแนนพัฒนาการ	61
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย	64
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	65
แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย	65
ประชากรและตัวอย่าง	67
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70

สร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	72
1. แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริก แอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated Rubric).....	72
2. แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริก ดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric).....	78
3. แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 5	86
การเก็บรวบรวมข้อมูล	95
ระยะเตรียมการทดลอง.....	95
ระยะดำเนินการทดลอง	96
ระยะหลังการทดลอง	99
การวิเคราะห์ข้อมูล	100
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	102
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง.....	104
1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จาก แบบสอบคู่ขนานทักษะ 5 ฉบับ	104
1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ จำแนกตาม วิธีการประเมินตนเองที่ต่างกันและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	108
1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จาก แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ในแต่ละระดับ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการที่ต่างกัน	109
1.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ.....	111
1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียน จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์.....	115

1.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเอง ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน.....	116
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกับระดับ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะ ที่ 5	118
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน.....	120
3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในแต่ละ ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน	121
3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างของนักเรียน ในแต่ละ ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของตนเองด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน.....	126
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	130
สรุปผลการวิจัย	131
ตอนที่ 1 การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	131
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละ ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่ แตกต่างกัน.....	132
อภิปรายผลการวิจัย	132
1. การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ ตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์	133

2. การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละ ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน	134
ข้อเสนอแนะ	137
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	137
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	138
บรรณานุกรม	140
ภาคผนวก	145
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่มีส่วนร่วมกับการดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ	146
ภาคผนวก ข แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	148
ภาคผนวก ค แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง โดย ใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์	175
ประวัติผู้เขียน	188

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนในการประเมินตนเอง	34
ตารางที่ 2 การสังเคราะห์วิธีในการประเมินตนเอง	36
ตารางที่ 3 ตัวอย่างรูบริกแอนโนเทต (annotated holistic rubric).....	39
ตารางที่ 4 ตัวอย่างรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated rubric).....	40
ตารางที่ 5 ตัวอย่างรูบริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric)	45
ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้รูบริกดับเบิลเลเยอร์เปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก.....	47
ตารางที่ 7 การสังเคราะห์กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	53
ตารางที่ 8 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำแนกตามวิธีการประเมินตนเองและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	69
ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ต่างกันในแต่ละกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	69
ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 (pretest) ของนักเรียนที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่ต่างกัน.....	70
ตารางที่ 11 รายละเอียดผลการเรียนรู้ เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรมวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม.....	72
ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	73
ตารางที่ 13 ผลการตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การประเมินในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity).....	75
ตารางที่ 14 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์.....	77

ตารางที่ 15 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient : ICC) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์	78
ตารางที่ 16 รายละเอียดผลการเรียนรู้ เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรม วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม	79
ตารางที่ 17 ผลการตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การประเมินในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity).....	82
ตารางที่ 18 ผลการตรวจสอบคุณภาพของการแปลงคะแนนในระดับชั้นที่ 2 โดยใช้วิธีการรูบริก ดับเบิลเเยอร์.....	84
ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเเยอร์	85
ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient : ICC) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเเยอร์	86
ตารางที่ 21 รายละเอียดผลการเรียนรู้ เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรมวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม	87
ตารางที่ 22 ผังการสร้างแบบสอบคู่ขนาน (parallel test blueprint) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	87
ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบทักษะการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	89
ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) แบบสอบคู่ขนาน ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	91
ตารางที่ 25 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient : ICC) แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	91
ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	92

ตารางที่ 27 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของความเป็นคู่ขนานกันของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	94
ตารางที่ 28 แสดงรายละเอียดขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม.....	96
ตารางที่ 29 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ.....	105
ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกันและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	109
ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน.....	110
ตารางที่ 32 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ	112
ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 ระยะ จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	116
ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน	117
ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในระยะที่ 5	119
ตารางที่ 36 การทดสอบอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5.....	120

ตารางที่ 37 การทดสอบ Sphericity ของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะเวลา ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน.....	121
ตารางที่ 38 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะเวลา ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	122
ตารางที่ 39 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่คะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะเวลา ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	124
ตารางที่ 40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะเวลา ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่ แตกต่างกัน	126



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 รูปแบบการประเมินตนเอง	32
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการประเมินตนเอง	33
ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย	64
ภาพที่ 4 ระยะติดตามพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	100
ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ.....	106
ภาพที่ 6 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1.....	107
ภาพที่ 7 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2.....	107
ภาพที่ 8 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3.....	107
ภาพที่ 9 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 4.....	107
ภาพที่ 10 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ.....	107
ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	113
ภาพที่ 12 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 1	114
ภาพที่ 13 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2	114
ภาพที่ 14 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 3	114
ภาพที่ 15 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 4	114
ภาพที่ 16 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 5	114
ภาพที่ 17 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง กับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	119



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์เป็นรายวิชาที่ถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะส่งผลต่อความสำเร็จของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุที่ว่าคณิตศาสตร์นั้น ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ มีวิธีคิดอย่างเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถที่จะวิเคราะห์ถึงปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงในศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งถือว่าเป็นรากฐานในการที่จะพัฒนาคุณภาพของทรัพยากรบุคคลในชาติ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาชาติ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีความเท่าทัน สอดคล้องกับวิทยาการความรู้ที่ก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) อย่างไรก็ตาม แม้จะทราบดีว่าคณิตศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่มีความจำเป็นและสำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อที่นำไปสู่การพัฒนาประเทศให้มีประสิทธิภาพ ทัดเทียมกับชาติต่าง ๆ แต่เมื่อมองย้อนกลับไปที่พิจารณาสภาพบริบทของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จะเห็นได้โดยชัดว่าก็ยังคงมีปัญหาในหลาย ๆ ด้าน ตัวอย่างเช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อพิจารณาย้อนหลังกลับไป 3 ปีการศึกษา ประกอบไปด้วย ปีการศึกษา 2561, ปีการศึกษา 2562 และปีการศึกษา 2563 พบว่า ผู้เข้ารับการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O-NET) มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่ 30.04, 26.73 และ 25.46 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561; สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562; สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์นั้นยังคงมีปัญหาและไม่ประสบความสำเร็จในแง่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่าที่ควร

สาเหตุที่มาของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำนั้น อาจเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ซึ่งจากการพิจารณา พบว่า นักเรียนยังคงขาดทักษะกระบวนการคิด ไม่ชอบการคำนวณ และที่เป็นสาเหตุหลัก คือ ขาดทักษะในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหา เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยพบถึงคิดเป็นร้อยละ 84 (วัชร กาจณักริต, 2554; สมวงษ์ แปลงประสพโชค,

2556) หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า นักเรียนส่วนมากไม่ชอบคิด คำนวณ และการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ สถานการณ์ปัญหา จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับที่ต่ำ และมีโอกาสที่จะลดต่ำลงในอนาคตอันใกล้นี้ ดังนั้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาจึงเป็นภารกิจสำคัญของระบบการศึกษา

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยฝึกทักษะและกระบวนการคิด สามารถสะท้อนได้ว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นอยู่ในระดับใด โดยจากข้อมูลจะพบว่านักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ในระดับที่ต่ำ โดยสาเหตุของปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น อาจเกิดจากการที่จัดการเรียนการสอนที่ไม่สอดคล้องกันระหว่างการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์กับระดับความสามารถของนักเรียน แต่ถ้าหากครูจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม และสอดคล้องกับนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนฝึกประสบการณ์การแก้โจทย์ปัญหาผ่านกระบวนการขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ และนำประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ (กตกร กมลรัตนสมบัติ, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Amalia (2017) ซึ่งได้กล่าวว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสามารถที่จะดำเนินการหาคำตอบเพิ่มมากขึ้น โดยได้รับการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning : PBL) ซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากปัญหาที่ครูเป็นผู้จัดประสบการณ์ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและประสบการณ์และคุ้นเคยกับปัญหาดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้นั่นเอง โดยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ตรวจสอบผล (Polya, 1985) ซึ่งนอกจากการที่ครูจะต้องจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนรู้ และฝึกทักษะเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แล้วนั้น ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนตัวเอง ประเมินตนเองและไม่จำกัดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ไขงานของตน ซึ่งจะนำไปสู่การพบข้อบกพร่องของตนเอง และสามารถที่จะนำข้อบกพร่องดังกล่าว ไปปรับปรุง พัฒนา และแก้ไขให้นักเรียนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพของตนเอง

การประเมินตนเอง (self-assessment) หมายถึง การมีส่วนร่วมของนักเรียนในการระบุมาตรฐานและ/หรือเกณฑ์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมาย และก่อให้เกิด

การตัดสินใจเกี่ยวกับขอบเขตของงานที่เหมาะสมกับมาตรฐานและเกณฑ์ (Boud, 1991) นอกจากนี้ อวยพร เรืองตระกูล และ สุนทรพจน์ ดำรงพานิช (2551) ได้กล่าวถึงการประเมินตนเองของนักเรียนไว้ว่า การประเมินตนเองมีส่วนช่วยให้ครูสามารถทราบได้ว่านักเรียนสามารถตอบสนองกับงานที่ครูมอบหมายให้ได้ในระดับใด เนื่องจากการประเมินตนเอง เป็นกระบวนการที่มุ่งให้บุคคลเกิดการทบทวน ไตร่ตรองการปฏิบัติงาน สะท้อนความคิด และนำไปสู่การพัฒนาในภาระหน้าที่ของตนอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักร ในปัจจุบันการประเมินตนเองนั้นเป็นที่นิยม และใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยจะเห็นได้จากในองค์กรหรือบริษัทต่าง ๆ ที่มีการจัดทำ การประเมินตนเองเพื่อนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุง และแก้ไข ซึ่งจากการสำรวจการประเมินตนเองในแต่ละมิตินั้น พบว่า การประเมินตนเองมีหลากหลายรูปแบบวิธีการ โดยวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมีทั้งหมด 6 วิธี นั่นคือ 1) แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) 2) มาตรฐานค่า (rating scale) 3) แบบตรวจสอบรายการ (checklist) 4) อนุทิน (journal) 5) แบบสอบถามปลายเปิด (open-ended questionnaire) และ 6) การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric) (Ross, 2006)

วิธีการประเมินตนเองโดยการให้คะแนนแบบรูบริก เป็นการใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่มีการอธิบายคุณภาพหรือคุณลักษณะในแต่ละระดับของผลงานหรือกระบวนการที่ประเมินสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) รูบริกองค์รวม (holistic rubric) เป็นการให้คะแนนผลงานหรือกระบวนการเป็นภาพรวม ที่ไม่ได้มีการแยกส่วนหรือแยกองค์ประกอบการให้คะแนน นอกจากนี้ คะแนนจากผลงานหรือการปฏิบัติจะถูกพิจารณาจากร่องรอยของผลงานหรือการปฏิบัตินั้น โดยข้อดีของรูบริกประเภทนี้ คือ ให้คะแนนได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาค่อนข้างน้อย และเหมาะสำหรับการประเมินแบบสรุปรวม (Summative evaluation) ในส่วนของข้อจำกัดนั้น คือ ไม่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังนักเรียนได้อย่างละเอียด (Nitko, 1996) 2) รูบริกแยกองค์ประกอบ (analytic rubric) เป็นการให้คะแนนที่แยกส่วนหรือองค์ประกอบคุณลักษณะของผลงานหรือกระบวนการ ซึ่งคะแนนแต่ละส่วนจะพิจารณาประกอบจากคุณลักษณะแต่ละคุณลักษณะ โดยข้อดีของรูบริกชนิดนี้ คือ ให้ข้อมูลเพื่อการวินิจฉัยกับครู นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับ เหมาะสำหรับการประเมินความก้าวหน้าเพื่อการพัฒนา (Formative evaluation) ในส่วนของข้อจำกัดนั้น คือ ใช้เวลาในการให้คะแนนค่อนข้างมาก (Arther และ McTighe, 2001) และ 3) รูบริกแบบแอนโนเทต (annotated holistic rubric) เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการให้คะแนนรูบริกสองประเภท นั่นคือ รูบริกแยกองค์ประกอบ และรูบริกองค์รวม กล่าวคือ ผู้ประเมินจะประเมินภาพรวมหรือกระบวนการของผลงานเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงจะประเมินแยกองค์ประกอบในบางมิติหรือคุณลักษณะที่สำคัญ ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนกลับ

ของผู้ประเมินไปยังนักเรียน (Nitko, 1996) โดยข้อดีของรูบริกแอนโนเทต คือ มีการอธิบายถึงระดับคุณภาพและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังนักเรียนที่เข้ารับการประเมิน ส่วนข้อจำกัดที่เป็นจุดสังเกตของรูบริกแอนโนเทต คือ จะเป็นการประเมินในภาพรวมและองค์ประกอบหลักเท่านั้น ไม่มีการแยกเป็นข้อมูลในองค์ประกอบย่อย ซึ่งอาจทำให้ได้สารสนเทศที่ไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

อารยา ยูนะเดมียี (2560) ได้เสนอรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated rubric) ซึ่งวิธีการดังกล่าวประยุกต์มาจากรูบริกแอนโนเทต (annotated holistic rubric) โดยได้นำวิธีประเมินตนเองดังกล่าวมาให้นักเรียนประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินความสอดคล้องระหว่างวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับเกณฑ์การให้คะแนน แบบแยกองค์ประกอบ รวมไปถึงการระบุจุดเด่น จุดด้อยของตนเองในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยรูบริกแอนโนเทตประยุกต์นั้นจะมีความคล้ายกับรูบริกแอนโนเทต ที่เป็นการผสมผสานระหว่างรูบริกองค์รวม และรูบริกแยกองค์ประกอบ แต่จะมีความแตกต่างกันในส่วนของการประเมินระดับคุณภาพและกระบวนการของผลงาน แยกรายองค์ประกอบ และนอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนระบุจุดเด่น จุดอ่อนของนักเรียนแยกรายองค์ประกอบด้วย ส่งผลให้นักเรียนสามารถทราบข้อบกพร่องของตนเองในแต่ละองค์ประกอบ ทำให้มีสารสนเทศที่เป็นข้อมูลจากการประเมินตนเองที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้รูบริกแอนโนเทตประยุกต์ที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ

นอกจากนี้ Hamzah และคณะ (2015) ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและได้เสนอรูบริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric) ซึ่งเป็นวิธีการให้คะแนนแบบมาตราส่วนค่า (Likert scale) ผสมผสานกับวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก โดยวิธีการให้คะแนนแบบรูบริกดับเบิลเลเยอร์สามารถสะท้อนให้นักเรียนได้ทราบถึงผลของการประเมินในแต่ละองค์ประกอบที่ต้องการที่จะ

ประเมินแล้วนั้น ยังสามารถที่จะบอกถึงจุดเด่น จุดด้อยในแต่ละองค์ประกอบของด้านแต่ละด้านอีกด้วย ซึ่งข้อดีของรูบริกดับเบิลเลเยอร์ คือ สามารถทราบถึงจุดผิดพลาดของนักเรียนในองค์ประกอบย่อย ๆ ขององค์ประกอบในแต่ละด้านนั้น ๆ ญัฐณิ ศิริโชติ (2558) ได้นำรูบริกดับเบิลเลเยอร์ มาใช้ในการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้รูบริกดับเบิลเลเยอร์ ที่มีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการการปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้ดับเบิลเลเยอร์ที่มีระดับความสามารถปานกลางและต่ำมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการการปฏิบัติการทดลองสูงที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และรูบริกดับเบิลเลเยอร์ ต่างมีข้อดีที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละวิธีการประเมินตนเอง โดยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์นั้น จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทราบถึงจุดเด่น จุดด้อยของตนเองแยกรายองค์ประกอบของขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะสามารถนำไปปรับปรุงทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองให้ดียิ่งขึ้น ในส่วนของวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์นั้นสามารถที่จะทำให้นักเรียนได้ทราบถึงจุดเด่น จุดด้อยของตนเองแบบแยกรายองค์ประกอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เช่นเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันตรงที่วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์นั้นจะมีการแปลงคะแนน เพื่อที่จะแปลความหมายคุณภาพของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งทั้ง 2 วิธีการที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแล้วพบว่าทั้ง 2 วิธีการยังไม่มีผู้วิจัยที่นำวิธีการประเมินตนเองทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบกัน ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะเปรียบเทียบวิธีการประเมินตนเองทั้ง 2 วิธีที่ได้กล่าวมาในข้างต้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการประเมินตนเอง เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า การประเมินตนเองมีความเกี่ยวข้องกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยจะเห็นได้จากงานวิจัยของ Fontana and Fernandes (1994 อ้างถึงใน สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์, 2553) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการประเมินตนเองที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 8 ถึง 14 ปี พบว่า การประเมินตนเองเป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมการเรียนรู้ของนักเรียน และส่งผลในเชิงบวกอย่างสูงต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งการควบคุมการเรียนรู้ของนักเรียนดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งของประเมินตนเอง และการประเมินตนเองนั้นเป็นส่วนสำคัญของโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า

โปรแกรมทางคณิตศาสตร์มีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (Fontana and Fernandes, 1994)

จากการศึกษาที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ทำให้ทราบว่า การประเมินตนเองนั้นมีความสัมพันธ์ สอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับทักษะ การแก้โจทย์ปัญหา ทำให้สามารถคาดคะเนได้ว่าการประเมินตนเองนั้นมีความสัมพันธ์กับทักษะ การแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะดำเนินการศึกษาผลการประเมินตนเองระหว่างวิธีการ รูบริกแอนโนเทตประยุกต์ กับวิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้รูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับ ผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาและ ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนทั้งรูปแบบการจัดการเรียนการสอนและวิธีการในการจัดการเรียน การสอนได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับระดับความสามารถของนักเรียนเพื่อที่นักเรียนจะสามารถ พัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามศักยภาพและระดับความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นไป

คำถามการวิจัย

1. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง กับ ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับประเมินทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน มีพัฒนาการทักษะการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง กับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนหรือไม่ อย่างไร

2. นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน มีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การประเมินตนเองนั้นมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวเอง ทำให้ทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเอง ที่จะสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาให้มีผลการเรียนที่ดีมากขึ้นตามระดับความสามารถและศักยภาพของตนเอง โดยในปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้สำหรับการประเมินตนเองมีมากมายหลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีนั้นก็มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน เพื่อที่นักเรียนจะสามารถพัฒนาตนตามระดับความสามารถและศักยภาพของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของอารยา ยุวนะเดมิย์ (2560) ได้พัฒนาเครื่องมือการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และแบบสอบถามปลายเปิด เพื่อเปรียบเทียบและพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า การประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงที่สุด ในส่วนของณัฐณี ศิริโชติ (2558) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า การประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเเยอร์ของนักเรียนระดับปานกลางและระดับต่ำมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงที่สุด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงคาดว่าวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสอดคล้องสัมพันธ์ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวทางในการตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

1. น่าจะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของตนเอง ด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ น่าจะมีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์สูงที่สุด ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ ที่ ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง ด้วยวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ น่าจะมี พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงที่สุด

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 18,081 คน (สำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 [ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2565], 2565)

2. ตัวแปรที่ศึกษาที่จะใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ มี 3 ตัว ได้แก่

2.1.1 วิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง มี 2 วิธี

1) วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated rubric) ในการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง

2) วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer Rubric) ในการ ประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง

3) วิธีการไม่ใช้เครื่องมือ

2.1.2 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ มี 3 ระดับ ดังนี้

1) ระดับสูง

2) ระดับปานกลาง

3) ระดับต่ำ

2.2 ตัวแปรตาม มี 1 ตัว ได้แก่ พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง พระมิต กรวย และทรงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่อยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2564 เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องดังกล่าวมีกระบวนการ ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ซึ่งมีส่วนช่วยในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

คำจำกัดความที่ในการวิจัย

การประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง หมายถึง ขั้นตอน กระบวนการที่นักเรียนได้ดำเนินการทบทวนและพิจารณาไตร่ตรองการแสดงวิธีคิดแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของตนเอง เพื่อเป็นการสะท้อนถึงจุดแข็ง จุดอ่อน สามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาตนเองต่อไป

วิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง หมายถึง วิธีการที่นักเรียน ใช้ในการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยแบ่งออกเป็น 3 วิธีการ ได้ดังนี้

วิธีการรูปริกแอนโนเทตประยุกต์ หมายถึง วิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยนักเรียนประเมินความสอดคล้องระหว่างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคำอธิบายระดับคุณภาพ แยกตามองค์ประกอบ ให้วิเคราะห์และระบุจุดเด่น จุดอ่อนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นการตรวจสอบคำตอบ

วิธีการรูปริกดับเบิลเลเยอร์ หมายถึง วิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยนักเรียนประเมินความสอดคล้องระหว่างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคำอธิบายระดับคุณภาพ แยกตามองค์ประกอบที่มีการให้คะแนนทั้งหมด 2 ระดับชั้น โดยในระดับชั้นที่ 1 นักเรียนให้คะแนนตามระดับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นการตรวจสอบคำตอบ จากนั้นนำรวมของคะแนนที่ได้ในระดับชั้นที่ 1 มาจัดกระทำเป็นคะแนนในระดับชั้นที่ 2

วิธีการไม่ใช้เครื่องมือ หมายถึง วิธีการที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ ที่ไม่ได้ใช้การประเมินตนเองโดยวิธีการรูปริกแอนโนเทตประยุกต์ และวิธีการรูปริกดับเบิลเลเยอร์

ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสวงหาคำตอบในสิ่งที่เป็นปัญหา โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ การตีความ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้ดังนี้

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหารวมไปถึงถ้อยคำที่ปรากฏอยู่ในปัญหา โดยจะต้องทำความเข้าใจได้อย่างง่าย นอกจากนั้นต้องพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดชัดเจน เพียงพอต่อการนำไปแก้ปัญหหรือไม่

ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนด จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และผสมผสานกับประสบการณ์เดิม เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยจะต้องตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องเป็นไปตามแผนที่กำหนด และจะต้องคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง มีวิธีการคำนวณหรือแนวคิดเหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตรวจสอบคำตอบ หมายถึง ขั้นตอนที่ดำเนินการตรวจสอบทุกขั้นตอน เริ่มต้นที่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบ เพื่อหาจุดผิดพลาดในแต่ละขั้นตอน ซึ่งถ้าหากพบจุดผิดพลาดก็จะดำเนินการแก้ไข อีกทั้งยังเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบว่ามีความถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่

ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในรูปแบบของคะแนนการสอบปลายภาคในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งมีคะแนนทั้งหมด 100 คะแนน โดยกำหนดให้

นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ตั้งแต่ 70 คะแนน ขึ้นไป

นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 อยู่ในช่วง 50 ถึง 69 คะแนน

นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ตั้งแต่ 49 คะแนนลงมา

พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลที่ได้จากการประมาณค่าคะแนนพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

$$DS (\%) = \frac{(Y-X)}{(F-X)} \times 100$$

DS (%) = คะแนนร้อยละของพัฒนาการนักเรียน (Development Score)

X = คะแนนในการวัดครั้งแรก

Y = คะแนนในการวัดครั้งหลัง

F = คะแนนรวมทั้งหมด

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ เรื่อง พระมิต กรวยและทรงกลม โดยนักเรียนจะต้องเขียนตอบแสดงวิธีทำดังกล่าวดำเนินการตามทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน และประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองในวิธีที่กำหนด

แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ ที่มีความเป็นคู่ขนานกัน เรื่อง พระมิต กรวยและทรงกลม โดยนักเรียนจะต้องเขียนตอบแสดงวิธีทำดังกล่าวดำเนินการตามทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการใช้วิธีการรูบริกที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ผู้สอนนำผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แตกต่างกัน

2. ได้เครื่องมือในการประเมินตนเองในการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ และสามารถเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แตกต่างกัน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อประเมินตนเองโดยใช้ rubric ที่มีวิธีการต่างกันที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์: วิธีแอนโนเทตประยุกต์และดับเบิลเลเยอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอแบ่งออกเป็น 6 ตอน สรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินตนเอง

- 1.1 ความหมายของการประเมินตนเอง
- 1.2 ขั้นตอนในการประเมินตนเอง
- 1.3 วิธีการประเมินตนเอง
- 1.4 ประโยชน์ของการประเมินตนเอง

ตอนที่ 2 rubric แอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated rubric)

- 2.1 ความหมายของ rubric แอนโนเทตประยุกต์
- 2.2 ขั้นตอนการสร้าง rubric แอนโนเทตประยุกต์
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ rubric แอนโนเทตประยุกต์

ตอนที่ 3 rubric ดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric)

- 3.1 ความหมายของ rubric ดับเบิลเลเยอร์
- 3.2 การให้คะแนนของ rubric ดับเบิลเลเยอร์
- 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ rubric ดับเบิลเลเยอร์

ตอนที่ 4 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

- 4.1 ความหมายทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 4.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 4.3 กระบวนการและองค์ประกอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 4.4 กลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 5 คะแนนพัฒนาการ

5.1 ความหมายของคะแนนพัฒนาการ

5.2 วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการ

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคะแนนพัฒนาการ

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย

ตอนที่ 1 การประเมินตนเอง

การเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของการประเมินตนเอง ผู้วิจัยจะเสนอแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ 1.1 ความหมายของการประเมินตนเอง 1.2 ขั้นตอนในการประเมินตนเอง 1.3 วิธีการประเมินตนเอง และ 1.4 ประโยชน์ของการประเมินตนเอง

1.1 ความหมายของการประเมินตนเอง

Boud and Falchikov (1989) ได้ให้ความหมายของการประเมินตนเองไว้ สรุปได้ว่าการประเมินตนเอง เป็นกระบวนการของการประเมินผลระหว่างเรียน ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนคุณภาพงานของตัวเอง โดยมีระดับการตัดสินตามเกณฑ์หรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน ซึ่งจะสอดคล้องกับ อารยา ยุวนะเทมีย์ (2560) ที่ได้ให้ความหมายของการประเมินตนเอง ดังนี้ การประเมินตนเองเป็นกระบวนการการประเมินหรือตัดสินใจ โดยกำหนดเกณฑ์เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติตามเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาข้อควรพัฒนาของตัวเองให้ดีขึ้น

สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ (2553) ได้ให้ความหมายของการประเมินตนเอง ไว้ดังนี้ การประเมินตนเองเป็นกระบวนการส่วนหนึ่งของการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ มีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้บุคคลพิจารณา คิดคำนึง รับรู้และตัดสินเกี่ยวกับคุณภาพของผลงานหรือชิ้นงานที่ตนเองสร้างสรรค์ขึ้น โดยเปรียบเทียบหลักเกณฑ์การประเมินที่ได้รับ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับจุดเด่นและจุดด้อยของตนเอง มีการให้ผลย้อนกลับแก่ตนเองเพื่อแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ การดำเนินการสร้างชิ้นงานหรือผลสัมฤทธิ์ของตนเอง

ชมภูษ จันทรแสง (2557) ได้สรุปความหมายของการประเมินตนเอง ได้ว่า การประเมินตนเอง เป็นกระบวนการคิดพิจารณา ไตร่ตรองเพื่อประเมินผลงาน ชิ้นงานหรือกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้ประเมินทราบถึงความก้าวหน้า พัฒนาการ จุดเด่น จุดด้อยของตนเอง

ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลในการประเมินตนเองมาพัฒนา แก้ไขผลงานหรือการเรียนรู้ของตนเองให้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีตามมาด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประเมินตนเองนั้นเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการสะท้อนคิดด้วยเช่นกัน

อารยา ยูวะเตมี (2560) ได้ให้ความหมายของการประเมินตนเองว่า การประเมินตนเอง หมายถึง ขั้นตอน กระบวนการประเมินหรือการตัดสินใจของผู้เรียนว่าตนเองสามารถปฏิบัติได้ตามที่ได้กำหนดเกณฑ์หรือมาตรฐานเอาไว้หรือไม่ เพื่อที่จะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาจุดอ่อนของตนให้ดียิ่งขึ้น

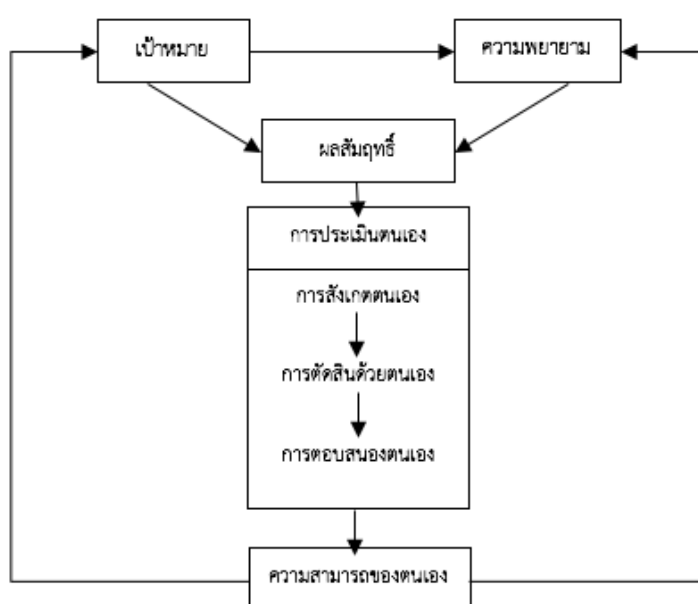
ณัฐณี ศิริโชติ (2558) กล่าวถึงการประเมินตนเอง ไว้ว่า เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินความก้าวหน้า ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้บุคคลได้พิจารณา ไตร่ตรอง รับรู้ และตัดสินใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือคุณภาพของงานที่ตนได้สร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงจุดดี จุดด้อย ของตนเอง และนำผลการประเมินที่ได้มาเป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ตนเอง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัย สามารถสรุปได้ว่า การประเมินตนเอง หมายถึง กระบวนการการประเมิน ที่จะทำให้ทราบถึงความก้าวหน้า ข้อดีและข้อด้อยของนักเรียน โดยนักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงตนเองให้ดียิ่งขึ้น โดยมีเกณฑ์และวัตถุประสงค์เป็นแนวทางในการประเมินตนเอง

1.2 ขั้นตอนในการประเมินตนเอง

Ross (2006) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการประเมินตนเองไว้ว่า การประเมินตนเองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ซึ่งมีที่มาจากทฤษฎีการรับรู้ทางสังคมของ Bandura (1997) สรุปได้ดังนี้ ขั้นตอนแรก นักเรียนดำเนินการสังเกตตนเอง (self-observation) โดยมุ่งเน้นไปในส่วนของคุณลักษณะเฉพาะของแง่มุมของการปฏิบัติงานที่มีความเกี่ยวข้องกับมาตรฐานของความสำเร็จนั้น ต่อมาในขั้นตอนต่อมา นักเรียนดำเนินการตัดสินด้วยตนเอง (self-judgement) โดยนักเรียนจะต้องทำการตัดสินใจตามวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะ และในขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนจะต้องดำเนินการตอบสนอง (self-reaction) นั่นคือการตีความระดับของวัตถุประสงค์ของผลสัมฤทธิ์ที่กล่าวถึงความพึงพอใจในผลลัพธ์ของตนเอง ซึ่งมีความสอดคล้องกับ อารยา ยูวะเตมี (2560) ที่ได้ให้

ความหมายของขั้นตอนการประเมินตนเอง ดังนี้ ขั้นตอนการประเมินตนเอง ขั้นตอนที่หนึ่ง นักเรียนสังเกตตนเอง เลือกเกณฑ์การประเมินความสามารถที่จะนำมาใช้เปรียบเทียบกับความสามารถหรือผลงานของตนเองด้วยตนเอง ขั้นตอนที่สอง นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองในการประเมินผลงานของตนเอง โดยตรวจสอบความถูกต้องและเปรียบเทียบผลงานของตนเองกับเกณฑ์การประเมิน และขั้นตอนที่สาม การให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความสามารถหรือคุณภาพของงานที่สำเร็จและความพึงพอใจของตนเองในผลของการกระทำนั้น ๆ ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภาพ ได้ดังนี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

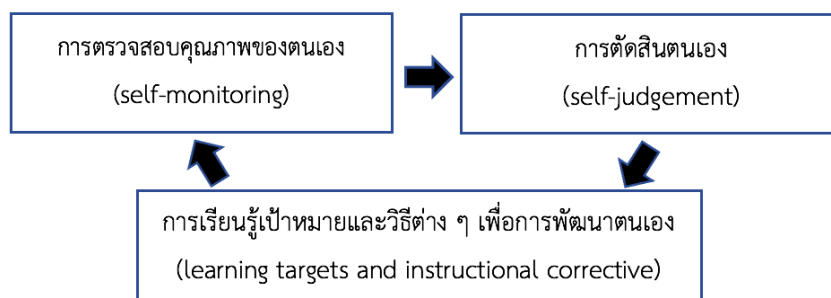
ภาพที่ 1 รูปแบบการประเมินตนเอง

(ที่มา : Ross, 2006)

McMillan and Hearn (2008) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการประเมินตนเอง ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพของตนเอง (self-monitoring) ที่ต้องการให้นักเรียนได้พิจารณาตรวจสอบสิ่งที่ตนกำลังกระทำอยู่อย่างตั้งใจ โดยใช้เกณฑ์การประเมินในการเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบและประเมินผล
2. การตัดสินใจตนเอง (self-judgement) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนพิจารณาผลงานหรือความสามารถของตนเองกับมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้รู้และตระหนักในสิ่งที่ตนเองรู้และสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ เพื่อที่จะสามารถนำไปพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

3. การเรียนรู้เป้าหมายและวิธีต่าง ๆ เพื่อการพัฒนาตนเอง (learning targets and instructional corrective) เพื่อให้นักเรียนสามารถนำผลการประเมินไปปรับประยุกต์และพัฒนาผลงานหรือความสามารถของตนเองต่อไป



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการประเมินตนเอง

(ที่มา : Mcmillan and Hearn, 2008)

สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ (2553) ได้ให้ความหมายของขั้นตอนการประเมินตนเองไว้ ดังนี้ การประเมินตนเอง ประกอบด้วยขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน อันได้แก่การศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับเกณฑ์หรือมาตรฐานอันเป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมหรือการเรียนรู้ จากนั้นจึงมาพิจารณา ตรวจสอบ และประเมินผลงาน ความสามารถของตนเองเทียบกับเกณฑ์นั้น เมื่อพบข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาด จึงดำเนินการพัฒนาผลงานหรือความสามารถของตนเองให้บรรลุเป้าหมายตามที่มาตรฐานกำหนดไว้

ชมภูษ จันทรแสง (2557) ได้สรุปขั้นตอนการประเมินตนเองไว้ ดังนี้ การประเมินตนเอง ประกอบด้วยขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากการศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับเกณฑ์มาตรฐานอันเป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมหรือการเรียนรู้ จากนั้นจึงมาพิจารณา ตรวจสอบและประเมินผลงาน ความสามารถของตนเองเทียบกับเกณฑ์นั้น เมื่อพบข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาด จึงดำเนินการพัฒนาผลงานหรือความสามารถของตนเองให้บรรลุเป้าหมายตามที่มาตรฐานกำหนดไว้

อารยา ยุวนะเดมิย์ (2560) ได้สรุปขั้นตอนการประเมินตนเองไว้ว่า ขั้นตอนการประเมินตนเอง ขั้นตอนแรก นักเรียนสังเกตตนเอง เลือกเกณฑ์การประเมินความสามารถที่จะนำมาใช้ เปรียบเทียบความสามารถหรือผลงานของตนเองด้วยตนเอง ขั้นตอนที่สอง นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองในการประเมินผลงานของตนเองโดยตรวจสอบความถูกต้องและเปรียบเทียบผลงานของตนเองกับเกณฑ์การประเมิน และขั้นตอนที่สาม การให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับความสามารถหรือคุณภาพของงานที่สำเร็จและความพึงพอใจของตนเองในผลของการกระทำนั้น

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนในการประเมินตนเอง

ขั้นตอนในการประเมิน ตนเอง	ผู้วิจัย				
	Ross (2006)	Mcmillan and Hearn (2008)	สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ (2553)	ชมภูนุช จันทร์แสง (2557)	อารยา ยุวนะเดมิย์ (2560)
1. การสังเกตตนเอง (self-observation)	✓	✓	-	-	✓
2. ดำเนินการตัดสินด้วย ตนเอง (self- judgement)	✓	✓	-	-	✓
3. การตอบสนอง (self-reaction)	✓	-	-	-	-
4. การเลือกเกณฑ์	-	-	✓	✓	-
5. การเปรียบเทียบ ผลงานกับเกณฑ์การ ประเมิน	-	-	✓	✓	-
6. การให้ข้อมูลย้อนกลับ	-	✓	✓	✓	✓

จากการศึกษางานวิจัย สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการประเมินตนเอง จะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นตอนแรก คือ ขั้นตอนของการสังเกตตนเอง แล้วจากนั้นจะเลือกเกณฑ์ในการประเมินตนเอง ที่จะนำไปเปรียบเทียบกับผลงาน ส่วนในขั้นตอนที่สอง คือ ขั้นตอนของการตัดสินใจในการที่จะประเมินผลงานของตนเอง และขั้นตอนสุดท้าย คือ ขั้นตอนการตอบสนองในการให้ข้อมูลย้อนกลับ

1.3 วิธีการประเมินตนเอง

อวยพร เรืองตระกูล (2553) ได้สรุปวิธีการประเมินตนเอง ได้ดังนี้

1. การประเมินตนเองโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) ให้นักเรียนคัดสรรเก็บรวบรวมผลงานของตนเองไว้ในแฟ้ม และมีโอกาสได้พิจารณาประเมินผลงานและสะท้อนจุดเด่น จุดด้อย ตลอดจนความคิดเห็นต่อผลงานของตนเอง ทำให้เห็นถึงพัฒนาการในการเรียนรู้และเป็นการเพิ่มการ

มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งนี้การประเมินตนเองโดยการใช้แฟ้มสะสมผลงานอาจจัดให้เป็นการประเมินร่วมกับเพื่อนและครูเพื่อเพิ่มสารสนเทศทางการประเมิน

2. การประเมินตนเองโดยการใช้มาตราประมาณค่า (rating scale) เป็นการให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพิจารณาคุณลักษณะ ผลงานหรือผลการเรียนรู้ของตนเองเทียบกับข้อความที่แสดงคุณลักษณะ ผลงานหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการประเมิน โดยพิจารณาเทียบระดับความมากน้อยของความสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือระดับพฤติกรรมนั้น ๆ

3. การประเมินตนเองโดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (checklist) เป็นการให้นักเรียนได้มีโอกาสพิจารณาตรวจสอบรายการ พฤติกรรม หรือกิจกรรมเป้าหมายว่ามีการดำเนินการเป็นไปตามข้อรายการนั้นหรือไม่ด้วยตนเอง การพิจารณาข้อความอาจอยู่ในรูปแบบมีหรือไม่มี สมบูรณ์หรือไม่สมบูรณ์หรือใช้หรือไม่ใช่ การประเมินแบบตรวจสอบรายการนี้ จะช่วยให้นักเรียนพบข้อบกพร่องของตนเอง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง และพัฒนาตนเองต่อไป

4. การประเมินตนเองโดยใช้อินุทิน (journal) เป็นการประเมินตนเองโดยการให้นักเรียนเขียนบันทึกพร้อมแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกของตนเองเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือบุคคล เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับความคิดเห็นที่ได้สะท้อนออกมาในรูปแบบข้อความเขียนในขอบเขตสถานการณ์ที่พบเจอ การเขียนอินุทินอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จะช่วยให้นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงของความคิด ความรู้สึกหรือความก้าวหน้าของตนเองได้

5. การประเมินตนเองโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด (open-ended questionnaire) เป็นการประเมินที่ให้โอกาสนักเรียนทบทวน ตรวจสอบ ประเมินผลงานของตนเอง พร้อมสะท้อนจุดเด่นและจุดด้อยของตนเองหรือผลงาน ตลอดจนแนวทางการพัฒนาผ่านข้อคำถามเหล่านี้ ผ่านข้อคำถามปลายเปิดในหลากหลายประเด็น เป็นการประเมินที่ยืดหยุ่นและเอื้อให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ ไม่มีผิดหรือถูก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตนและพัฒนาผลงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. การประเมินตนเองแบบใช้รูบริก (rubric) เป็นเกณฑ์ เป็นการประเมินที่ให้โอกาสนักเรียนได้พิจารณาตรวจสอบผลงานหรือผลการปฏิบัติงานของตนเองเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงาน และคุณลักษณะที่ระบุไว้ในแต่ละเกณฑ์ จากระดับดีมากจนถึงระดับที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ (2553) ได้ให้ความหมายของวิธีการประเมินตนเองไว้ ดังนี้ การจัดให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองนั้น สามารถทำได้หลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการประเมินแบบใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) มาตราประมาณค่า (rating scale) แบบตรวจสอบรายการ (checklist) อินุทิน (journal) แบบสอบถามปลายเปิด (open-ended questionnaire) หรือแม้แต่การใช้รูบริก (rubric)

เป็นเกณฑ์ในการประเมินการเลือกใช้วิธีการประเมินตนเองแบบใดนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องพิจารณาและให้คำแนะนำที่เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ ความสามารถของนักเรียน ตลอดจนลักษณะวิชาและเนื้อหาสาระที่จะประเมิน เพื่อให้การประเมินตนเองของนักเรียนเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถพัฒนาผลงานหรือความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ

ณัฐณี ศิริโชติ (2558) ได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองตามบริบทและการนำไปใช้ โดยได้แบ่งเครื่องมือในการประเมินตนเองไว้ทั้งหมด 5 ประเภทหลัก ดังนี้ 1) แบบตรวจสอบรายการ (checklist) 2) มาตรฐานค่า (rating scale) 3) อนุทิน (journal) 4) แบบสอบถามปลายเปิด (open-end questionnaire) และ 5) แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio)

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์วิธีในการประเมินตนเอง

ขั้นตอนในการประเมินตนเอง	ผู้วิจัย		
	อวยพร เรืองตระกูล (2553)	สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ (2553)	ณัฐณี ศิริโชติ (2558)
1. การประเมินตนเองโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio)	✓	✓	✓
2. การประเมินตนเองโดยการใช้มาตร ประมาณค่า (rating scale)	✓	✓	✓
3. การประเมินตนเองโดยใช้แบบตรวจสอบ รายการ (checklist)	✓	✓	✓
4. การประเมินตนเองโดยใช้อนุทิน (journal)	✓	✓	✓
5. การประเมินตนเองโดยใช้แบบสอบถาม ปลายเปิด (open-ended questionnaire)	✓	✓	✓
6. การประเมินตนเองแบบใช้รูบริก เป็นเกณฑ์ (rubric scoring)	✓	✓	-

จากการศึกษางานวิจัย กล่าวสรุปได้ว่า การประเมินตนเอง มีได้หลายวิธีในการประเมิน โดยวิธีการประเมินดังกล่าว ประกอบด้วย การประเมินแบบใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) มาตรฐานค่า (rating scale) แบบตรวจสอบรายการ (checklist) อนุทิน (journal) แบบสอบถามปลายเปิด (open-ended questionnaire) และ rubric ซึ่งในการเลือกใช้วิธีการประเมิน จำเป็นต้องพิจารณาถึงบริบทของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับความสามารถของนักเรียน วุฒิภาวะ รวมไปถึงรายวิชาที่สอน เพื่อให้สามารถดำเนินการประเมินตนเองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.4 ประโยชน์ของการประเมินตนเอง

ชมภูษ จันทรแสง (2557) ได้สรุปประโยชน์ของการประเมินตนเอง ไว้ดังนี้ การประเมินตนเองจะช่วยให้บุคคลพบ จุดดี จุดด้อยของตนเอง จะทำให้เกิดความเข้าใจในตนเองมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมกระบวนการคิดและการเรียนรู้ของตนเอง อีกทั้งทำให้เกิดการพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา จะเห็นได้ว่าการประเมินตนเองมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการสะท้อนคิด เนื่องจากการประเมินตนเอง คือการคิด พิจารณา ไตร่ตรองอย่างละเอียด รอบคอบและมีเหตุผล โดยอาศัยการสะท้อนคิดเข้ามาร่วมด้วยเพื่อให้เกิดความเข้าใจตนเองอย่างถูกต้องและเหมาะสม

ณัฐณี ศิริโชติ (2558) ได้สรุปประโยชน์ของการประเมินตนเอง ไว้ดังนี้ การประเมินตนเอง เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ประเมินนำผลการประเมินไปพัฒนางานของตน เช่น การนำจุดเด่นของตนเองไปพัฒนาต่อยอดในงาน รวมถึงการวางแผน เพื่อปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับข้อบกพร่องต่าง ๆ ของตนเอง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น และหากผู้ประเมินได้ยึดถือแนวทางในการประเมินตนเอง เพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่องแล้ว ย่อมจะทำให้เป็นผู้ที่เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างสม่ำเสมอ

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า ประโยชน์ของการประเมินตนเองนั้นจะมีส่วนช่วยให้ให้นักเรียน ได้ทราบถึงจุดดี จุดด้อยของตนเอง ทำให้นักเรียนรู้จักและเข้าใจตนเอง สามารถที่จะนำจุดดี จุดด้อยดังกล่าวไปปรับปรุง พัฒนาตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง

ตอนที่ 2 รูบริกแอนโนเทตประยุกต์

2.1 ความหมายของรูบริกแอนโนเทตและรูบริกแอนโนเทตประยุกต์

Nitko and Brookhart (2007) ได้กล่าวถึงความหมายของ รูบริกแอนโนเทต (annotated rubric) หรือ annotated holistic rubric ว่าเป็นรูบริกที่ผสมผสานระหว่างรูบริกแบบแยกองค์ประกอบและรูบริกแบบภาพรวม โดยรูบริกแบบแอนโนเทตจะเป็นรูบริกที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกับรูบริกแบบองค์รวม แต่จะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเล็กน้อยไปยังแต่ละคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน ไม่ต่างจากรูบริกแบบแยกองค์ประกอบ ด้วยรูปแบบในการประเมินดังกล่าว ระดับคุณภาพจะถูกกำหนดขึ้น และการให้คะแนนจะให้คะแนนแบบองค์รวม หลังจากที่ได้ตัดสินคะแนนแบบองค์รวมแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปจะต้องเขียนข้อคิดเห็นสั้น ๆ ลงในกระดาษของนักเรียนแต่ละคน โดยต้องคำนึงถึงคุณลักษณะที่ได้กำหนดไว้ ที่จะทำให้สามารถใช้ให้เห็นถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียน ซึ่งการเขียนข้อคิดเห็นนั้นจะเขียนเฉพาะเจาะจงไปที่คุณลักษณะที่ต้องการเท่านั้น การให้คะแนนที่ถูกพัฒนาโดยครู หรือผู้ประเมินที่ใช้วิเคราะห์ผลงานหรือกระบวนการที่ผู้เรียนได้พยายามสร้างขึ้น โดยเกณฑ์นี้จะช่วยชี้แนะในการตัดสินใจของผู้สอนและสร้างความมั่นใจให้กับผู้สอนว่าการประเมินมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ผู้ประเมินจะต้องใช้เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพของผู้เรียน ทั้งนี้เกณฑ์อาจจะอยู่ในเชิงคุณภาพหรือปริมาณ อาจมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า หรือแบบตรวจสอบรายการสำหรับการปฏิบัติงานที่ซับซ้อน ผู้ประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ที่หลากหลายและประเมินหลาย ๆ ส่วนของการปฏิบัติ นั่นคือผู้ประเมินจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่มากมายเพื่อให้เหมาะกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน หรือเหมาะกับแต่ละส่วนของการปฏิบัติงาน การให้คะแนนจะอยู่ในรูปของตัวเลข โดยปกติจะเป็น 0-3 หรือ 1-4

ตารางที่ 3 ตัวอย่างรูบริกแอนโนเทต (annotated holistic rubric)

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

0	- ไม่มีความเข้าใจในมนทัศน์ของปัญหาทางคณิตศาสตร์และหลักการทางคณิตศาสตร์
1	- มีความเข้าใจที่เล็กน้อยมากในมนทัศน์ของปัญหาทางคณิตศาสตร์และหลักการทางคณิตศาสตร์ - ใช้หรือเข้าใจผิดเกี่ยวกับคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ - ผิดพลาดในการคำนวณจุดที่สำคัญ
2	- มีความเข้าใจในมนทัศน์ของปัญหาทางคณิตศาสตร์และหลักการทางคณิตศาสตร์ - ยังคงผิดพลาดในการคำนวณจุดที่สำคัญ
3	- มีความเข้าใจในมนทัศน์ของปัญหาทางคณิตศาสตร์และหลักการทางคณิตศาสตร์ - ใช้คำศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้เกือบจะถูกต้อง - ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนได้อย่างสมบูรณ์ การคำนวณเกือบจะสมบูรณ์ มีจุดผิดพลาดเล็กน้อย
4	- มีความเข้าใจในมนทัศน์ของปัญหาทางคณิตศาสตร์และหลักการทางคณิตศาสตร์ - ใช้คำศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม - ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนได้อย่างสมบูรณ์ และคำนวณได้อย่างถูกต้อง

ตัวชี้วัด	คำอธิบาย
1. ความเข้าใจในมนทัศน์และหลักการทางคณิตศาสตร์	1.
2. การใช้คำศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	2.
3. กระบวนการขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.
4. ความถูกต้องในการคำนวณ	4.

(ที่มา : Nitko and Brookhart, 2007)

ต่อมา อารยา ยูวนะเตมีย์ (2560) ได้นำรูปrikแอนโนเทตมาปรับให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยปรับจากรูปrikแอนโนเทตจากเดิมที่ประเมินแบบภาพรวม ให้กลายเป็นรูปrikแอนโนเทตประยุกต์ ที่มีการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบในแต่ละด้าน รวมไปถึงมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ระบุถึงจุดเด่น จุดอ่อนของนักเรียนในแต่ละคุณลักษณะหรือตัวบ่งชี้

ตารางที่ 4 ตัวอย่างรูปrikแอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated rubric)

เกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic rubric)

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1

เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การทำความเข้าใจปัญหา	วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามไม่ได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามไม่ได้ถูกต้อง
	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วนและอธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วนและอธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วนและแต่อธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน ไม่ครบถ้วนและอธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การดำเนินการ แก้ปัญหา	เขียนอัตราส่วน	เขียนอัตราส่วน	เขียนอัตราส่วน	ไม่เขียน
	แสดง	แสดง	แสดง	อัตราส่วนแสดง
	ความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์ยัง	ความสัมพันธ์ชัด	ความสัมพันธ์
	สมบูรณ์ คำตอบ ถูกต้อง ครบถ้วน	ไม่ชัดเจนนัก แต่ อยู่ในแนวที่ ถูกต้อง คำตอบ ถูกต้อง	เจต สมบูรณ์ แต่ คำตอบไม่ถูกต้อง	และ คำตอบที่ ได้ไม่ถูกต้อง แต่ อยู่ในแนวทางที่ ถูกต้องหรือทำ ได้ไม่ถึงเกณฑ์
การตรวจสอบ คำตอบ	สรุปคำตอบได้ ถูกต้อง สมบูรณ์	สรุปคำตอบได้ ถูกต้อง แต่ยังไม่ สมบูรณ์	สรุปคำตอบได้ ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบ ไม่ครบถ้วน	ไม่มีการสรุป คำตอบหรือสรุป คำตอบไม่ ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมินตนเองโดยใช้รูบริกแอนโนเทตประยุกต์

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1

เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วน

องค์ประกอบ	คะแนน	จุดแข็ง	จุดอ่อน
1. การทำความเข้าใจ ปัญหา
2. การวางแผนแก้ปัญหา
3. การดำเนินการ แก้ปัญหา
4. การตรวจสอบคำตอบ

สรุปคะแนน =

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความหมายของรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ สามารถสรุปความหมาย ได้ดังนี้ รูบริกแอนโนเทตประยุกต์ หมายถึง รูบริกที่มีให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบเป็นรายด้านตามคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน อีกทั้งยังมีการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งไปยังนักเรียน ระบุจุดเด่น จุดอ่อน ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้ทราบถึงจุดบกพร่องที่ควรแก้ไข ทำให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ขั้นตอนการสร้างรูบริกแอนโนเทตประยุกต์

การสร้างรูบริกแอนโนเทตประยุกต์มีขั้นตอนการสร้างคล้ายกับการสร้างรูบริกแบบภาพรวม และแบบแยกองค์ประกอบ ในการสร้างรูบริกแอนโนเทตประยุกต์เพื่อให้คะแนนสำหรับการประเมินการปฏิบัติงานของผู้เรียน จึงมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้ (อารยา ยุวนะเดมีย์, 2560)

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงกับมาตรฐานการเรียนรู้ ควรกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มีความชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากที่สุด เพื่อให้ผู้สอนสามารถจับคู่แนวทางการประเมินและการให้คะแนนให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ได้

ขั้นตอนที่ 2 งานที่กำหนดให้นักเรียนปฏิบัติ ควรสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชานั้น ผู้สอนต้องศึกษา/ตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ให้แน่ชัดว่าต้องการมุ่งเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมใดหรือบรรลุจุดประสงค์เรื่องใด แล้วจึงกำหนดงานให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชานั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการประเมินว่าจะประเมินตัวชี้วัดใดบ้าง และจะให้ความสำคัญกับการประเมินกระบวนการหรือผลงาน หรือทั้ง 2 ส่วน

ขั้นตอนที่ 4 เลือกประเภทของรูบริกที่ต้องการใช้ ให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือจุดมุ่งหมายการประเมิน เช่น รูบริกแบบภาพรวม ควรใช้ในกรณีถ้ามีจุดมุ่งหมายการประเมินเป็นแบบ สรุปรวม รูบริกแบบแยกองค์ประกอบ ควรใช้กรณีที่มีจุดมุ่งหมายคือการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดระดับคุณภาพเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ เช่น ถ้ากำหนดระดับเชิงปริมาณ อาจใช้เกณฑ์การให้คะแนนเป็นร้อยละ ถ้ากำหนดระดับเชิงคุณภาพ ควรกำหนดระดับคุณภาพด้วยว่าต้องการกี่ระดับ เช่น 0-1 , 1-4 , ระดับดีเยี่ยม ระดับดี ระดับพอใช้ ระดับต้องปรับปรุง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 6 เขียนคำอธิบายระดับคุณภาพ การเขียนคำอธิบายคุณลักษณะ/พฤติกรรมที่แสดงออกควรเริ่มต้นจากคุณลักษณะ/พฤติกรรมที่มีความสามารถระดับสูงสุด (สูงกว่าเกณฑ์หรือผ่านเกณฑ์) และระดับต่ำสุด (ต่ำกว่าเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์) ก่อน จากนั้นจึงเขียนคำอธิบายคุณลักษณะที่อยู่ระหว่างกลาง เป็นลำดับถัดไป จนครบถ้วนทุกระดับ

ขั้นตอนที่ 7 ทบทวนรูบริก เพื่อตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องของเกณฑ์การประเมิน อาจให้ผู้ประเมินหรือผู้มีส่วนร่วมท่านอื่น เช่น เพื่อนครูหรือผู้เรียนร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์รูบริกที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 8 ตรวจสอบคุณภาพของรูบริก และปรับปรุงรูบริก ก่อนนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 9 กำหนดข้อคำถามที่สอดคล้องกับลักษณะที่ต้องการประเมินโดยลักษณะของข้อคำถามควรเป็นคำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนประเมินจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเอง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูบริกแอนโนเทตประยุกต์

อารยา ยุวนะเดมีย์ (2560) ศึกษาการเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน: วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และแบบสอบถามปลายเปิด พบว่า นักเรียนที่ประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้รูบริกแอนโนเทตประยุกต์ที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ โดยรูบริกแอนโนเทตประยุกต์เป็นการประเมินโดยใช้รูบริกแบบแยกองค์ประกอบ ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังนักเรียนเพื่อระบุจุดแข็ง จุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน ซึ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินนั้น คือ ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบคำตอบ ในส่วนของแบบสอบถามปลายเปิดนั้น จะเป็นแบบฝึกทักษะที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองในแต่ละองค์ประกอบต่าง ๆ ตามคุณลักษณะหรือตัวบ่งชี้ของการประเมิน ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบคำตอบ

จากเครื่องมือทั้ง 2 ชนิดข้างต้น จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบที่ต้องการประเมินนั้นคือขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน

ตอนที่ 3 รูบริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric)

3.1 ความหมายและความเป็นมาของรูบริกดับเบิลเลเยอร์

Hamzah และคณะ (2015) กล่าวถึง ความเป็นมาของเกณฑ์การให้คะแนนแบบดับเบิลเลเยอร์ โดยมีที่มาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือ โดยได้นำรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนนแบบดับเบิลเลเยอร์ ใช้ในการศึกษาการนำไปใช้ของครูเกี่ยวกับระบบการประเมินที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน (school-based assessment : SBA) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินแบบองค์รวม (holistic assessment) ที่ให้ครูนำไปใช้ในการประเมินภายในโรงเรียน ตามข้อกำหนดของหน่วยงานทางการศึกษาในประเทศมาเลเซีย โดยแบบประเมินที่ใช้ประกอบด้วยข้อคำถามต่าง ๆ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้และทักษะในการวัดประเมิน (knowledge and skill) 2) การวางแผนการประเมินของครู (teacher's planning) การนำไปใช้ของครูเกี่ยวกับระบบการประเมินแบบ SBA (implementation of the SBA assessment) 4) การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประเมิน (teacher's restraints in implementing SBA) ซึ่งในแต่ละด้านจะประกอบด้วยคำถามย่อย ๆ

นอกจากนี้ ญัฐณี ศิริโชติ (2558) ได้ให้ความหมายของรูบริกดับเบิลเลเยอร์ ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลงานที่ต้องมีการกำหนดมาตรฐานวัดและรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกหรือคุณลักษณะแต่ละจุดในมาตรฐานไว้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก แต่จะให้ข้อมูลที่มีความละเอียดลึกซึ้งมากกว่า เนื่องจากมีเกณฑ์การให้คะแนน 2 ขั้นตอนในแต่ละข้อ

ตารางที่ 5 ตัวอย่างรูบริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. เทคนิคการทดลอง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.1 เลือกใช้อุปกรณ์เคมี					
และสารเคมีได้ถูกต้อง	- ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้	- ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้	- ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้	- ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้	- ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง
	- เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	- เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	- เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	- เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	- เลือกประเภทของอุปกรณ์ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน
	- เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม	- เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม	- เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม	- เลือกขนาดของภาชนะรองรับสาร	- เลือกขนาดของภาชนะรองรับสาร
	- ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง	- ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง	- ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง	- ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองไม่ถูกต้อง	- ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลอง
	- ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่พอดี	- ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี	- ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี	- ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี	- ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
1. เทคนิคการทดลอง	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.1 เลือกใช้อุปกรณ์เคมี และสารเคมีได้ถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.1.2 เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.1.5 ความพอดีของปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่พอดี	ตวง/ชั่งสารไปเกินปริมาณที่ใช้ น้อยกว่า 1 ml	ตวง/ชั่งสารไปเกินปริมาณที่ใช้ ตั้งแต่ 1 ml ขึ้นไป
คะแนนรวม =		คะแนน คิดเป็น =		

(ที่มา : ญัณฐณี ศิริโชติ, 2558)

3.2 การให้คะแนนของรูบริกดับเบิลเลเยอร์

Hamzah และคณะ (2015) ได้ให้ความหมายของวิธีการให้คะแนนรูบริกสองชั้น ดังนี้ จากความหมายและความเป็นมาของเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกสองชั้น ในงานวิจัยได้มีการนำเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกสองชั้น ไปสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ครูใช้ในการประเมินตนเองเกี่ยวกับการนำระบบประเมินที่ใช้ในโรงเรียนเป็นฐาน (SBA) ไปใช้ โดยข้อคำถามในเครื่องมือแบ่งออกเป็น 5 ด้าน แต่ละด้านประกอบด้วยข้อคำถามย่อย และจะมีเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบรูบริกใน 2 ขั้นตอน คือ ใน

ขั้นตอนของข้อคำถามรอง และในขั้นข้อคำถามย่อย ซึ่งจุดเด่นของเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกสองขั้น คือนอกจากจะให้ผลการประเมินที่เป็นค่าเฉลี่ยของการประเมินในด้านนั้น ๆ แล้ว ยังทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจุดแข็งหรือจุดอ่อนในด้านนั้น ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงได้ตรงประเด็น และพัฒนาในด้านนั้น ๆ ให้ดียิ่งขึ้น โดยตัวอย่างของวิธีการให้คะแนน

ตัวอย่างการให้คะแนนของรูบริกดับเบิลเลเยอร์

เมื่อให้คะแนนในข้อคำถามข้างต้นเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำคะแนนที่ได้ไปแปลงในมาตรฐานค่า (Rating scale) ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้รูบริกดับเบิลเลเยอร์เปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก	เกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้รูบริกดับเบิลเลเยอร์	
	ก่อนแปลงระดับคะแนน	หลังแปลงระดับคะแนน
5	9-10	5
4	7-8	4
3	5-6	3
2	3-4	2
1	0-2	1

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูบริกดับเบิลเลเยอร์

Hamzah และคณะ (2014) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับผู้วิจัยเพื่อใช้ในงานวิจัยทางการศึกษา ซึ่งได้ประยุกต์วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ โดยวิธีการดังกล่าวจะให้ข้อมูลไม่เพียงแค่คะแนนที่ได้จากการวัด แต่ยังให้ข้อมูลที่เป็นการอธิบายตามคุณลักษณะที่ต้องการจะวัด โดยจุดเด่นของเครื่องมือนี้ คือ ในทุก ๆ ข้อคำถามไม่เพียงแค่สนใจค่าเฉลี่ยเท่านั้น แต่ยังสนใจในส่วนของ การแบ่งระดับของคุณลักษณะด้วย โดยการอธิบายอย่างชัดเจนและรอบคอบ ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ได้นำวิธีการที่ได้กล่าวไปข้างต้น ไปใช้กับการสอบถามและสำรวจการใช้สื่อของครู โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ด้าน ประกอบไปด้วย 1) การใช้สื่อที่ไม่ใช่สื่ออิเล็กทรอนิกส์ 2) การใช้สื่อที่เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ 3) ผลที่ได้จากการใช้สื่อ จากการศึกษางานวิจัย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

แอลฟา (Cronbach's Alpha) ของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น อยู่ที่ .80 ซึ่งถือว่าค่าความเที่ยงของเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับที่สูง

Hamzah และคณะ (2015) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาเครื่องมือวิจัย โดยนำรูบริกดับเบิลเลเยอร์ไปใช้ในการประเมินระบบการประเมินที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน ซึ่งองค์ประกอบในการประเมินประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความรู้และทักษะ (Knowledge and skills) 2) การวางแผนของครู (teacher's planning) 3) การดำเนินการตามโครงสร้างการประเมินที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน (SBA construction execution) 4) การดำเนินการตามโครงสร้างของเครื่องมือ (Instrument construction execution) 5) การไม่ปฏิบัติตามของครูในการดำเนินการประเมินที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน (Teacher's restraint in executing SBA) ซึ่งผลการวิจัย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟา (Cronbach's Alpha) ของทุก ๆ องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.863 – 0.887 ซึ่งถือว่าเครื่องมือฉบับนี้มีค่าความเที่ยงอยู่ระดับสูง

ณัฐธณี ศิริโชติ (2558) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้รูบริกมีพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่ใช้รูบริกสองชั้น และกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่ใช้รูบริกและกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูบริกดับเบิลเลเยอร์ พบว่า รูบริกดับเบิลเลเยอร์เป็นเครื่องมือการประเมินที่มีความเป็นปรนัยสูง สามารถนำเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ในการประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้รูบริกดับเบิลเลเยอร์ยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

ตอนที่ 4 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะเสนอแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ 4.1 ความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4.3 กระบวนการและองค์ประกอบความสามารถในการ

แก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ 4.4 กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ และ 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

Polya (1957) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการแสวงหาวิธีการหรือทางออกในสิ่งที่ปัญหา สิ่งที่เป็นอุปสรรค โดยที่ปัญหาดังกล่าวนั้นไม่สามารถคิดหาคำตอบได้ในทันที การแก้ปัญหานั้นจึงถือว่าเป็นประสิทธิภาพของสติปัญญา ซึ่งนับว่าเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

Krulik and Rudnick (1993) ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ต้องอาศัยมวลของความรู้หรือประสบการณ์ที่เกิดจากการสั่งสมมาไม่ว่าจะเป็นความรู้เดิม ทักษะและความเข้าใจในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องประยุกต์ความรู้และประสบการณ์เพื่อนำไปใช้แก้เหตุการณ์สถานการณ์ใหม่

ธัญญริญญ จิรกุลธนศิริโชติ (2559) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้ การแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์เป็นความสามารถเฉพาะบุคคลที่จะนำความรู้ และทักษะในการระบุปัญหา ค้นหาสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น บูรณาการสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพในการนำไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง โดยจากความหมายที่ได้ศึกษานี้จะสามารถกล่าวได้ว่า การแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์นั้นประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ 1) ความรู้ในด้านของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่จะเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่แปลกใหม่ และ 2) ความสามารถด้านทักษะต่าง ๆ ที่จะนำความรู้ไปใช้ในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

กฤษรัตน์ วิทยาเวช (2551) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถาม ที่ให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองมุ่งหาคำตอบของสถานการณ์หรือข้อคำถามนั้น ๆ ในบางครั้งอาจจะเป็นสถานการณ์หรือคำถามที่นักเรียนได้พบเจอมาแล้ว ในบางครั้งก็เป็นสถานการณ์หรือคำถามใหม่ ๆ ที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นข้อคำถามหรือสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย เป็นสถานการณ์ที่พบเจอในชีวิตจริงหรือบางครั้งเป็นสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปจากความเป็นจริง

กฤษฎา วรพิน (2554) สรุปความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหา สรุปว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบ

อารยา ยุวนะเดมีย์ (2560) ได้สรุปความหมายของทักษะการแก้ปัญหา โดยกล่าวไว้ว่า ความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาว่า เป็นการหาวิธีการหรือการหาทางออกของปัญหา ซึ่งอาจเป็นสถานการณ์หรือคำถามที่นักเรียนไม่มีความรู้ ไม่มีความคุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ดังนั้นในการหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้ สติปัญญา การวางแผน การตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังต้องอาศัยประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ และศาสตร์ในด้านอื่น ๆ มาช่วยในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ได้ตั้งไว้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาคำตอบในสิ่งที่ปัญหา โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ การตีความ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

4.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

Reys and Others (2004) ได้แบ่งประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเรื่องราวที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว

2) ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

กฤษรัตน์ วิทยาเวช (2551) โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ โจทย์ปัญหาที่มีลักษณะของปัญหาเป็นปกติธรรมดา ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาที่ไม่มีซับซ้อน ส่วนมากเป็นโจทย์

ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในการเรียนทั่วไป และโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างกันออกไป โดยเป็นโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจ ทำทายความสามารถของผู้เรียน มีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี อาจจะมีคำตอบคล้อยกับสภาพความเป็นจริงมากกว่าโจทย์ปัญหาธรรมดา

กฤษฎา วรพิน (2554) ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำโจทย์ปัญหาไปใช้ เกณฑ์ในการจำแนกและลักษณะของตัวโจทย์ปัญหา เช่น แบ่งตามประเภทของปัญหา ตามรูปแบบของปัญหา แบ่งตามที่มาของปัญหา แบ่งตามหลักการแก้ปัญหา เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัย สามารถสรุปได้ว่า ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ปัญหาที่เป็นปัญหาธรรมดา โดยปัญหาในลักษณะนี้จะไม่มีความซับซ้อนในการแก้โจทย์ปัญหา ใช้ความรู้เพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพียงเรื่องเดียวก็สามารถที่จะแก้ปัญหาได้ทันที นอกจากนี้นักเรียนอาจจะเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในลักษณะนี้มาก่อนแล้ว ส่วนปัญหาอีกประเภท คือ 2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยพบเจอหรือมีประสบการณ์มาก่อน ซึ่งจะต้องนำความรู้ในหลายเรื่องมาแก้ปัญหาในโจทย์ดังกล่าว จึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาประเภทนี้ได้

4.3 กระบวนการและองค์ประกอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

4.3.1 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1973) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งสามารถกล่าวสรุป ได้ดังนี้

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจคำที่มีอยู่ในปัญหาและแปลงปัญหานั้นใหม่ โดยใช้ถ้อยคำของผู้แก้ปัญหา พิจารณาส่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่ต้องการถามหาข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่ หรือมีข้อมูลใดที่ไม่ใช้ในการแก้ปัญหา แต่โจทย์ปัญหากำหนดมาให้ ปัญหานั้นคล้ายคลึงกับที่ตนเองเคยแก้หรือไม่

2) ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา แล้วนำมาผสมผสานกับประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่มากำหนดเป็นวิธีการและเทคนิคในการแก้ปัญหา

3) ขั้นตอนการดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนว่าที่ปฏิบัติแต่ละขั้นตอนถูกต้องหรือไม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนคิดคำนวณตาม

แผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งนี้นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือ ทักษะการคิดคำนวณ และการรู้จักการเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

4) ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาต้องมอย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา และโดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการพิจารณารายละเอียดต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนนั้นมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงไร การตรวจสอบนอกจากจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจมีอยู่ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นแล้วยังจะช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจกระบวนการการแก้ปัญหาให้ดีขึ้นกว่าเดิมสามารถขยายวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

ธัญญริญญ จิรกุลธนศิริโชติ (2559) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะยังคงใช้วิธีแนวทางของ Polya ซึ่งเป็นกระบวนการ ขั้นตอนในการนำไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้น คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การสร้างตัวแทนปัญหา 3) การวางแผนการแก้ปัญหา 4) ดำเนินการตามแผน 5) ประเมินผลการแก้ปัญหา

อารยา ยูวเตมีย์ (2560) ได้สรุปความหมายของทักษะการแก้ปัญหา โดยกล่าวไว้ว่า ความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหา นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสำคัญแล้วนำเสนอเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ คำที่ใช้แสดงในปัญหา โดยการแปลงให้เป็นความเข้าใจของผู้แก้ปัญหาง่ายๆ ต้องพิจารณาข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ชัดเจน หรือพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์ให้มานั้นเพียงพอที่จะนำไปแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอแล้วยังขาดข้อมูลส่วนไหนบ้าง

2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องพิจารณาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในการแก้ปัญหา แล้วแยกแยะข้อมูลที่จะนำมาแก้ปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์เดิม

3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนของการปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาที่ตั้งไว้ โดยผู้แก้ปัญหา จะเลือกและตรวจสอบแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องตามแผนที่ตั้งไว้หรือไม่ และจะต้องคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งต้องเลือกใช้วิธีคำนวณหรือแนวคิดต่างๆ ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา

4) ขั้นตรวจสอบคำตอบ หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้แก้ปัญหาต้องดำเนินการตรวจสอบทุกกระบวนการตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ หากเกิดข้อบกพร่องก็ให้ดำเนินการแก้ไข นอกจากนี้ยังเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องและเหมาะสมกับเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่

ตารางที่ 7 การสังเคราะห์กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนในการประเมินตนเอง	ผู้วิจัย		
	Polya (1973)	ธัญญริญญ จิรกุลธนศิริโชติ (2559)	อารยา ยุวเตมีย์ (2560)
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	✓	✓	✓
2. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา	✓	✓	✓
3. ขั้นดำเนินการตามแผน	✓	✓	✓
4. ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ	✓	✓	✓
5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา	-	✓	-

จากการศึกษางานวิจัย สามารถกล่าวได้ว่า ขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหานั้นประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา รวมไปถึงถ้อยคำที่ปรากฏอยู่ในปัญหา โดยจะต้องทำความเข้าใจได้อย่างง่าย นอกจากนี้ต้องพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดชัดเจน เพียงพอต่อการนำไปแก้ปัญหาหรือไม่ 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนด จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และผสมผสานกับประสบการณ์เดิม เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยจะต้องตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องเป็นไปตามแผนที่กำหนด และจะต้องคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง มีวิธีการคำนวณหรือแนวคิดเหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบ หมายถึง ขั้นตอนที่ดำเนินการตรวจสอบทุกขั้นตอน เริ่มต้นที่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบ เพื่อหาจุดผิดพลาดในแต่ละขั้นตอน ซึ่งถ้าหากพบจุดผิดพลาดก็จะดำเนินการแก้ไข อีกทั้งยังเป็นขั้นตอนในการ

ตรวจสอบคำตอบว่ามีความถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่ ซึ่งทั้ง 4 ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เนื่องจากจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

4.3.2 องค์ประกอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ได้ดังนี้

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง การทำความเข้าใจปัญหาต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยามมโนคติ และข้อเท็จจริงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกถึงและความสามารถนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่ช่วยให้ทำความเข้าใจปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอนการจดบันทึกเพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา และการเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง

2) ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะเกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำบ่อยๆ จนเกิดความชำนาญ มีประสบการณ์ในการเลือกกลวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมกับปัญหา ผู้แก้ปัญหามีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดกลวิธีการแก้ปัญหได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3) ความสามารถในการคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการแก้ปัญห เพราะถ้าคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็จะไม่ประสบผลสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะพื้นฐานในการบวก ลบ คูณ และหาร

4) แรงขับ เนื่องจากโจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ เพื่อที่จะได้คำตอบ ผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้ ได้แก่ เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญห ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะต้องใช้ระยะเวลาในการปลูกฝังให้เกิด โดยผ่านกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนการสอน

5) ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชัยณริญญ จิรกุลธนศิริโชติ (2559) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ การวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นจะทำให้สามารถ จะทำให้สามารถนำไปวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยระบุจุดเด่น จุดด้อย องค์ประกอบที่จำเป็นและสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถช่วยระบุจุดเด่น จุดด้อยของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในองค์ประกอบที่เป็นจุดเด่นของนักเรียน และแก้ไขจุดบกพร่องในองค์ประกอบที่เป็นจุดด้อยของนักเรียนได้ต่อไป ซึ่งก็คือรูปแบบการวินิจฉัยข้อบกพร่องนั่นเอง และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าโดยสรุปแล้วองค์ประกอบที่สำคัญของการที่จะสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ คือ 1) ด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น 2) ด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการให้เหตุผล ทักษะคำนวณ ทักษะการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และ 3) ด้านเจตคติ แบบการคิด ความเชื่อมั่นในตนเอง หรือแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา 2) ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา 3) ความสามารถในการคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล 4) แรงขับ และ 5) ความยืดหยุ่น จากการที่ทราบถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถที่จะประเมินตนเองได้ว่าตนเองนั้นมีคุณลักษณะตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หรือไม่ เพื่อที่จะสามารถพัฒนาและปรับปรุงตามองค์ประกอบในแต่ละด้าน

4.4 กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

1) การค้นหารูปแบบ เป็นการวิเคราะห์ปัญหา และค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบ หรือเป็นรูปแบบในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน

2) การสร้างตาราง เป็นการนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้สรุปลงตาราง เพื่อช่วยให้ผู้แก้ปัญหาสามารถวิเคราะห์หา คำหาความสัมพันธ์ของข้อมูล นำไปสู่การค้นพบแบบรูป หรือข้อชี้แนะอื่นๆ ตลอดจนช่วยไม่ให้หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3) การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์ และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องนำข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา วาดออกมาเป็นภาพที่สัมพันธ์กัน การวาดภาพจะช่วยบรรยายสถานการณ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและง่ายต่อการทำความเข้าใจ

4) การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการพิจารณาทุกกรณีที่เป็นไปได้อย่างมีระบบ โดยอาจแบ่งเป็นกรณีย่อยๆ แล้วค่อยจัดบางกรณีที่เป็นไปไม่ได้ออก หลังจากนั้นค่อยพิจารณากรณีที่เหลือ ในบางครั้งอาจจะใช้กลยุทธ์นี้ร่วมกับกลยุทธ์การค้นหารูปแบบและกลยุทธ์การสร้างตาราง

5) การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหา กำหนดให้ ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์ในครั้งแรกๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาลงครั้งต่อไป

6) การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้อยู่ในรูปของสมการ หรือบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการใช้กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหา หรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วเขียนสมการ และตรวจคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา

7) การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8) การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนความคิด หรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้น เพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น กลยุทธ์นี้มักจะใช้กับกรณีที่แก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์อื่นได้ยาก สิ่งสำคัญของกลยุทธ์นี้ คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9) การแบ่งปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่ หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยๆ หรือเป็นส่วนๆ ซึ่งในการแบ่งปัญหาย่อยนั้น ผู้แก้ปัญหาอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน

10) การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความ หรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ และการเขียนภาพหรือแผนภาพ จนทำให้ไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาอื่นได้ชัดเจน

11) การให้เหตุผลทางอ้อม กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหามustแสดงให้เห็นว่า เป็นไปไม่ได้ที่ข้อความ จะเป็นเท็จ โดยการสมมติข้อความดังกล่าวเป็นเท็จ แล้วทำให้เกิดข้อขัดแย้ง หรือการนำไปสู่สิ่งที่ เป็นไปไม่ได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ข้อความดังกล่าวเป็นจริง

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

Attali & van der Kleij (2017) ได้ศึกษาผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเป็นช่วงเวลา โดยใช้การฝึกหัดแบบคอมพิวเตอร์เป็นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า จากการเก็บข้อมูลของผู้เข้าร่วมทั้งหมด 2,445 คน ได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของผลที่ขึ้นอยู่กับความถูกต้องในการตอบสนองข้อคำถามนั้น การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดมีประสิทธิภาพสูงกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกความถูกต้อง

กติกกร กมลรัตน์สมบัติ (2554) ได้ศึกษาผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีต่อพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนที่ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุง โดยคะแนนเฉลี่ยระหว่างแบบสอบฉบับที่ 1 และ 2 มีอัตราเพิ่มสูงขึ้น แต่คะแนนเฉลี่ยระหว่างแบบสอบฉบับที่ 2 และ 3 มีอัตราเพิ่มขึ้นที่ช้าลง

อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม (2555) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดและแบบชี้แนะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด แบบชี้แนะและแบบผสม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด แบบชี้แนะและแบบผสม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อารยา ยูวะเดมีย์ (2560) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นวิธีการประเมินตนเองต่างกัน: วิธีการรูปริกแอนโนเทตประยุกต์และแบบสอบถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมีคะแนนพัฒนาการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำทั้ง 4 ระยะ โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการสูงสุด คือ ระยะที่ 4

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบต่างๆ รวมไปถึงการประเมินตนเองโดยใช้เครื่องมือในการประเมินตนเองในรูปแบบต่างๆ ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ในทิศทางที่เป็นบวก ช่วยส่งเสริมความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโจทย์ที่มีความซับซ้อนในระดับที่สูงขึ้นอีกด้วย

ตอนที่ 5 คะแนนพัฒนาการ

5.1 ความหมายของคะแนนพัฒนาการ

กติกิร กมลรัตนสมบัติ (2554) ได้สรุปความหมายของคะแนนพัฒนาการเอาไว้ว่า คะแนนพัฒนาการ เป็นคะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบผลการวัดตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป ซึ่งสามารถคำนวณได้

หลายวิธี และคะแนนพัฒนาการยังมีประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อตรวจสอบความรู้และนำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

สุวรรณ์ ทองพันธุ์ (2560) ได้กล่าวถึงความหมายของคะแนนพัฒนาการไว้ว่า คะแนนพัฒนาการ เป็นคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้ ดังนั้นคะแนนพัฒนาการจึงเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นแล้วยังเป็นตัวบ่งชี้ที่ใช้วัดประสิทธิภาพของตัวแปรที่จัดกระทำกับผู้เรียนอีกด้วย

อารยา ยูวะเดมีย์ (2560) ได้ให้ความหมายของคะแนนพัฒนาการว่า คะแนนพัฒนาการ (Growth score) เป็นคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่แสดงถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการเรียนการสอนหรือเป็นคะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบผลการวัดตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป โดยมีการเรียกชื่อที่ต่างกัน เช่น คะแนนเพิ่ม (Gain score) ซึ่งเป็นชื่อที่ใช้เรียกคะแนนของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการวัดก่อนและหลังการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความหมายของคะแนนพัฒนาการ (Growth score) สามารถสรุปความหมายของคะแนนพัฒนาการ ได้ดังนี้ คะแนนพัฒนาการ เป็นคะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของผลการวัดตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป ซึ่งแสดงถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้รับหลังจากการจัดการเรียนการสอน ทำให้ทราบถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน อีกทั้งยังสามารถทำหน้าที่เป็นตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของตัวแปรที่จัดกระทำกับนักเรียนอีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการ

อารยา ยูวะเดมีย์ (2560) ได้สรุปวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการไว้ดังนี้ วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแบบดั้งเดิม เป็นการวัดคะแนนพัฒนาการที่มีการวัดทั้งหมด 2 ครั้ง ซึ่งวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแบบดั้งเดิม สามารถทำได้ทั้งหมด 8 วิธี ดังนี้

1. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (Observed difference score method) ซึ่งวัดโดยการหาผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน โดยแบบสอบที่ใช้ควรเป็นแบบสอบคู่ขนาน ข้อดีของวิธีการนี้ คือ เป็นวิธีการที่ง่ายในการคำนวณ แต่ก็ มีข้อจำกัดเช่นกัน คือ จะมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างการวัดมากและความเที่ยงอยู่ในระดับต่ำ

2. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากคะแนนมาตรฐาน (Standard score method) ซึ่งวัดโดยการหาผลต่างระหว่างคะแนนมาตรฐานหลังเรียนกับคะแนนมาตรฐานก่อนเรียน ซึ่งข้อดีของวิธีการนี้ คือ ช่วยแก้ปัญหาเรื่องคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนที่มีการแจกแจงของข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยการทำคะแนนให้เป็นคะแนนมาตรฐานนั้น ทำให้สามารถที่จะเปรียบเทียบกันได้ในระหว่างคนและระหว่างวิชาที่มีความแตกต่างกัน

3. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากลอการิทึมของคะแนนดิบ (Logarithm of observed score method) เป็นคะแนนที่ได้จากผลต่างระหว่างลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนหลังเรียนกับ ลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนก่อนเรียน ข้อดีของวิธีการนี้คือ เป็นการแก้ปัญหาเมื่อคะแนนก่อน เรียนและหลังเรียนไม่เป็นฟังก์ชันเชิงบวก

4. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative growth method) เป็นวิธีการคำนวณคะแนนพัฒนาการจากอัตราส่วนร้อยละระหว่างผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียนกับผลต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนก่อนเรียน ข้อดีของวิธีการนี้คือ เป็นการแก้จุดอ่อนในเรื่องอิทธิพลเพดานในการวัดคะแนนเพิ่มและลดปัญหาการถดถอยเข้าสู่ส่วนกลาง

5. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการส่วนที่เหลือเทียบกับศักยภาพของผู้สอบ (Residual growth and potential ratio ability scores) เป็นคะแนนที่ได้จากอัตราส่วนร้อยละระหว่างผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับค่าทำนายคะแนนหลังเรียนด้วยคะแนนก่อนเรียน กับผลต่างระหว่างคะแนนเต็มกับคะแนนก่อนเรียน ข้อดีของวิธีการนี้คือ ทำให้อัตราการพัฒนาของแต่ละคนแตกต่างกันไปตามศักยภาพของตนเอง ช่วยแก้ปัญหาจุดอ่อนของการวัดคะแนนที่มีอิทธิพลเพดาน

6. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์สมดุล (Balanced relative gain score) เป็นวิธีการที่พัฒนามาจากวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ โดยเป็นคะแนนที่ได้จากอัตราส่วนร้อยละ ระหว่างผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน กับผลต่างของคะแนนเต็มกับครึ่งหนึ่งของ ผลบวกคะแนนหลังเรียนและคะแนนก่อนเรียน

7. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการที่เป็นอิสระจากคะแนนสอบก่อนเรียน (Base free measure of change) เป็นวิธีการวัดโดยใช้ผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับคะแนนทำนายหลังเรียนด้วย คะแนนจริงก่อนเรียน ข้อดีของวิธีการนี้คือ การกำจัดความสัมพันธ์ลวงระหว่างคะแนนพัฒนาการกับ คะแนนก่อนเรียน ข้อจำกัดคือ คะแนนพัฒนาการมีค่าทั้งบวกและลบ ทำให้ยากในการตีความ เปรียบเทียบว่าใครมีการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้มากกว่าหรือน้อยกว่าใคร

8. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการโดยจัดอิทธิพลเพดาน เป็นวิธีการวัดที่พัฒนาขึ้นโดย อรุณี อ่อนสวัสดิ์ (2537) โดยอาศัยแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม และการจัดอิทธิพลเพดาน โดยนิยามว่าคะแนนพัฒนาการการเรียนรู้เป็นฟังก์ชันของพื้นความรู้เดิม การเรียนการสอนและ การจัดอิทธิพลเพดาน ข้อดีของวิธีการนี้คือ สามารถแก้ปัญหาอิทธิพลเพดานได้ ข้อจำกัดคือ ผล การวัดคะแนนพัฒนาการจะมีประสิทธิภาพดีในสถานการณ์ที่ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และ หลังเรียนมีค่าสูง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดคะแนนพัฒนาการด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การวัดคะแนนพัฒนาการสามารถที่จะวัดได้หลายวิธี ซึ่งแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้ใน การวัด พัฒนาการ การใช้แบบสอบ และรูปแบบข้อมูลที่ทำให้การเก็บรวบรวม โดยวิธีที่มีคุณภาพมากที่สุดเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ คือ วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative gain score) (นิอร ไชยพรพัฒนา, 2549; อวยพร เรื่องตระกูล, 2544) เนื่องด้วยวิธีการนี้สามารถแก้ปัญหาในเรื่องจุดอ่อนของอิทธิพลเพดาน (Ceiling effect) ในการวัดคะแนนเพิ่ม นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้ ผลที่ได้ยังสามารถที่จะแปลผลออกมาได้อย่างชัดเจนเข้าใจง่ายอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะใช้วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative gain score) มาใช้ในการวิเคราะห์ผลของการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์กับวิธีการรูบริกดับเบิลเเยอร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ถูกเสนอโดย ศิริชัย กาญจนวาสิ (2556) มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$DS (\%) = \frac{(Y-X)}{(F-X)} \times 100$$

DS (%) =	คะแนนร้อยละของพัฒนาการนักเรียน (Development Score)
X =	คะแนนในการวัดครั้งแรก
Y =	คะแนนในการวัดครั้งหลัง
F =	คะแนนรวมทั้งหมด

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคะแนนพัฒนาการ

สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ (2553) ได้ศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะการเขียนเรียงความภาษาไทยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา 6 ระหว่างกลุ่มที่ประเมินตนเองโดยใช้แบบตรวจสอบรายการกับแบบสอบถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทาง

ภาษาไทยในระดับสูงที่ประเมินงานเขียนเรียงความของตนเองโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดมีพัฒนาการทางทักษะการเขียนสูงกว่านักเรียนที่ใช้แบบตรวจสอบรายการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีความสามารถทางภาษาไทยระดับกลางและอ่อนที่ประเมินงานเขียนเรียงความของตนเองโดยใช้แบบตรวจสอบรายการมีพัฒนาการทางทักษะการเขียนเรียงความสูงกว่านักเรียนที่ใช้แบบสอบถามปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินงานเขียนเรียงความฉบับร่างของตนเองกับระดับความสามารถทางภาษาไทยต่อคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ทางทักษะการเขียนเรียงความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กติกิร กมลรัตน์สมบัติ (2558) ได้ศึกษาผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีต่อพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงสุดในระยะที่ 3 ทั้งกลุ่มที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงและกลุ่มที่ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุง และนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุวรรณ์ ทองพันชั่ง (2560) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกันด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบมีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง แบบให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด และแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐธณี ศิริโชติ ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกกลุ่มระดับความสามารถ กล่าวคือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการในช่วงที่ 3 (d_{31}) สูงกว่าช่วงที่ 1 (d_{21}) และช่วงที่ 2 (d_{32}) นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

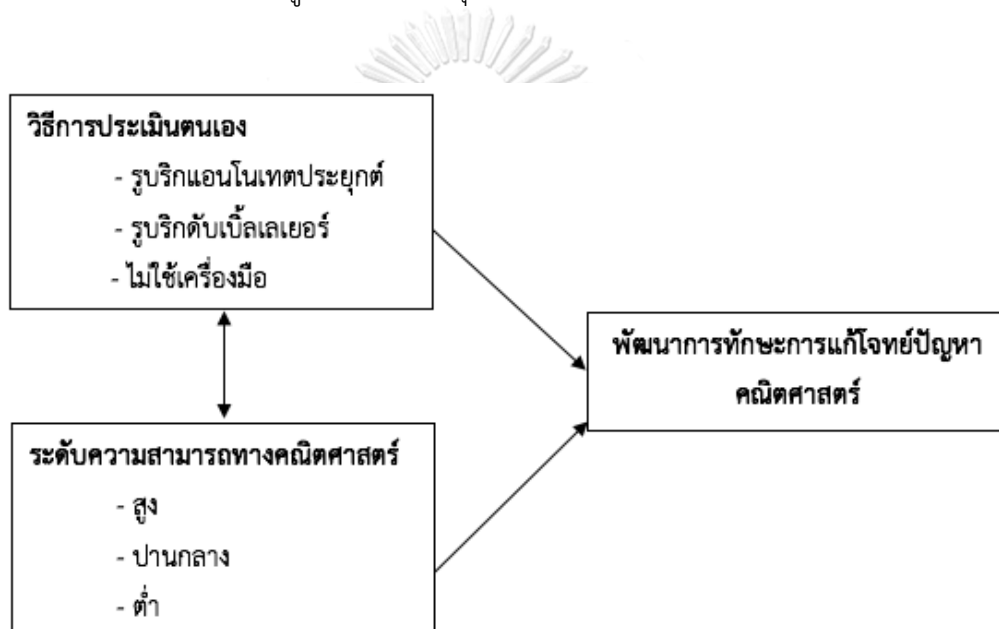
ที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูง นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อารยา ยูวะเดมีย (2560) ได้เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้วิธีการประเมินตนเองต่างกัน: วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และแบบสอบถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และแบบสอบถามปลายเปิดเป็นเครื่องมือ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในระยะที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันยังพบว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการระยะที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับคะแนนพัฒนาการของนักเรียนข้างต้น พบว่า มีวิธีการหลากหลาย ที่ส่งผลทำให้นักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับหรือวิธีการประเมินตนเอง ซึ่งในแต่ละวิธีการจะประกอบไปด้วยรูปแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ ข้อมูลย้อนกลับแบบให้การยืนยัน เป็นต้น ในส่วนของวิธีการประเมินตนเองก็จะประกอบด้วยรูปแบบที่หลากหลายเช่นเดียวกัน เช่น แบบตรวจสอบรายการ แบบสอบถามปลายเปิด วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ วิธีการรูบริก 2 ชั้น เป็นต้น ซึ่งในแต่ละวิธีการประเมินตนเองหรือรูปแบบของการประเมินตนเองที่ต่างกันจะส่งผลแตกต่างกันกับนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ นอกจากนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาวิธีการประเมินตนเองที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งจากงานวิจัยที่ได้ศึกษามาแล้วข้างต้น ผลปรากฏว่า ยังไม่พบงานวิจัยที่เปรียบเทียบวิธีการประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์กับพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียน จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาในหัวข้อดังกล่าว

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ วิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์ และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์กับวิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์ ตามระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับระดับความสามารถของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การประเมินตนเองโดยใช้รูปกรที่มีวิธีการต่างกันที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์: วิธีแอนโนเทตประยุกต์และดับเบิลยูเออร์ มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยทั้งหมด 2 ข้อ ประกอบด้วย 1) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน ซึ่งงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย โดยใช้ระเบียบวิธีวิทยาการวิจัย มีรายละเอียดในการวิจัย ดังนี้

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

E ₁	O ₁	X ₁	O ₂	X ₁	O ₃	X ₁	O ₄	X ₁	O ₅
E ₂	O ₁	X ₁	O ₂	X ₁	O ₃	X ₁	O ₄	X ₁	O ₅
E ₃	O ₁	X ₁	O ₂	X ₁	O ₃	X ₁	O ₄	X ₁	O ₅
E ₄	O ₁	X ₂	O ₂	X ₂	O ₃	X ₂	O ₄	X ₂	O ₅
E ₅	O ₁	X ₂	O ₂	X ₂	O ₃	X ₂	O ₄	X ₂	O ₅
E ₆	O ₁	X ₂	O ₂	X ₂	O ₃	X ₂	O ₄	X ₂	O ₅
C ₁	O ₁		O ₂		O ₃		O ₄		O ₅
C ₂	O ₁		O ₂		O ₃		O ₄		O ₅
C ₃	O ₁		O ₂		O ₃		O ₄		O ₅

เมื่อ	E ₁	หมายถึง	กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์
	E ₂	หมายถึง	กลุ่มทดลองที่ 2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์

E ₃	หมายถึง	กลุ่มทดลองที่ 3 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์ต่ำที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์
E ₄	หมายถึง	กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์สูงที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์
E ₅	หมายถึง	กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์ปานกลางที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์
E ₆	หมายถึง	กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์ต่ำที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์
C ₁	หมายถึง	กลุ่มควบคุมที่ 1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์สูงที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของตนเองโดยไม่ใช้เครื่องมือ
C ₂	หมายถึง	กลุ่มควบคุมที่ 2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์ปานกลางที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของตนเองโดยไม่ใช้เครื่องมือ
C ₃	หมายถึง	กลุ่มควบคุมที่ 3 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์ต่ำที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของตนเองโดยไม่ใช้เครื่องมือ
O ₁	หมายถึง	การทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1
O ₂	หมายถึง	การทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2
O ₃	หมายถึง	การทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3

O ₄	หมายถึง	การทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 4
O ₅	หมายถึง	การทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 5
X ₁	หมายถึง	การทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ ประเมินตนเองโดยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์
X ₂	หมายถึง	การทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ ประเมินตนเองโดยวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์

จากแบบแผนที่ใช้ในการวิจัยข้างต้น เป็นการวิจัย โดยใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Designs) แบบ pretest-posttest control group design ที่มีการทดสอบก่อนและหลังการจัดกระทำและมีกลุ่มควบคุม โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งจะแบ่งตามวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งกลุ่มทดลองผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มนักเรียนที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated Rubric) และวิธีการรูบริกเบิ้ลเลเยอร์ (double layer rubric) และมีกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองโดยไม่ใช้เครื่องมือ

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้การวิจัยในครั้งนี้ คือ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 18,081 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 [ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2565], 2565)

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 100 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง จำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม จำนวน 1 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. กำหนดขนาดตัวอย่างวิจัยสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) โดยคำนวณขนาดตัวอย่างวิจัยด้วยโปรแกรม G*Power โดยกำหนดให้ขนาดอิทธิพล

เท่ากับ 0.25 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .05 และอำนาจการทดสอบเท่ากับ .95 พบว่าควรใช้ตัวอย่างวิจัยอย่างน้อย 72 คน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการขาดหายของตัวอย่างวิจัย (mortality) ซึ่งมีอิทธิพลต่อความตรงภายในของงานวิจัย ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดตัวอย่างวิจัยทั้งสิ้น 100 คน

2. คัดเลือกโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัย ด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยพิจารณาจากโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ส่วนนักเรียนแต่ละห้องต้องมีการจัดแบบคละระดับความสามารถ และโรงเรียน ผู้บริหาร และครูเห็นความสำคัญ มีความสนใจ และให้ความร่วมมือในการวิจัยเพื่อพัฒนานักเรียน รวมถึงให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลได้

3. คัดเลือกห้องเรียนที่เป็นห้องเรียนที่มีการจัดแบบคละความสามารถ และจัดการเรียนการสอนด้วยครูท่านเดียวกัน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากตัวแปรแทรกซ้อน จำนวน 3 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 2 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม จำนวน 1 ห้องเรียน

4. แบ่งนักเรียนแต่ละห้องออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยพิจารณาจากคะแนนสอบวิชา ค23201 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยดำเนินการดังนี้

กลุ่มที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง คือ นักเรียนที่มีคะแนนผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ตั้งแต่ 70 คะแนน ขึ้นไป

กลุ่มที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง คือ นักเรียนที่มีคะแนนผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 อยู่ในช่วง 50 ถึง 69 คะแนน

กลุ่มที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ คือ นักเรียนที่มีคะแนนผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ตั้งแต่ 49 คะแนน ลงมา

5. สุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นของระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) เพื่อนำไปสู่กลุ่มทดลอง จำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม จำนวน 1 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

กลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนกลุ่มการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ จำนวน 33 คน แบ่งออกเป็น นักเรียน

ที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง จำนวน 12 คน นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง 11 คน และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 10 คน

กลุ่มทดลอง 2 คือนักเรียนกลุ่มการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการรูดัชนีเปิดเลเยอร์ จำนวน 33 คน แบ่งออกเป็น นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง จำนวน 12 คน นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง 12 คน และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 9 คน

กลุ่มควบคุม คือนักเรียนกลุ่มไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินการทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง จำนวน 34 คน แบ่งออกเป็น นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง จำนวน 13 คน นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง 11 คน และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 10 คน

ตารางที่ 8 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำแนกตามวิธีการประเมินตนเองและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

กลุ่ม	จำนวนนักเรียนแบ่งตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์			
	กลุ่มสูง	กลุ่มปานกลาง	กลุ่มต่ำ	รวม
กลุ่มทดลอง 1	12	11	10	33
กลุ่มทดลอง 2	12	12	9	33
กลุ่มควบคุม	13	11	10	34
รวม	37	34	29	100

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	กลุ่มสูง		กลุ่มปานกลาง		กลุ่มต่ำ		รวม	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
กลุ่มทดลอง 1	0.85	0.49	0.63	0.50	0.35	0.49	0.61	0.49
กลุ่มทดลอง 2	0.80	0.70	0.63	0.68	0.40	0.51	0.61	0.63
กลุ่มควบคุม	0.71	0.56	0.65	0.49	0.31	0.48	0.55	0.51
รวม	0.79	0.58	0.64	0.56	0.35	0.49	0.59	0.54

จากนั้นจึงดำเนินการตรวจสอบตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากแบบสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 (pretest) ของนักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน โดยใช้สถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อต้องการให้ความแปรปรวนที่เกิดจากระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์มีค่ามากที่สุด ผลการทดสอบ พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลอง 1 ที่ใช้การประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ นักเรียนในกลุ่มทดลอง 2 ใช้การประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ และนักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ไม่ใช่เครื่องมือในการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง มีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากแบบสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 (pretest) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = .617, p = .542$) ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 (pretest) ของนักเรียนที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

คะแนน	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	ระหว่างกลุ่ม	.469	2	.234	.617	.542
	ภายในกลุ่ม	36.841	98	.380		
	รวม	37.310	100			
Levene's test $F(2,98) = 1.626, p = .202$						

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ 2) แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ และ 3) แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดของเครื่องมือ ดังนี้

1) แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ จะเป็นแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนได้แสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์

ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 6 ข้อ ประกอบไปด้วย ฉบับที่ 1 เรื่อง พีระมิด, ฉบับที่ 2 เรื่อง กรวย, ฉบับที่ 3 เรื่อง ทรงกลม และฉบับที่ 4 ทบทวนก่อนสอบ เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม และนอกจากนี้ครูจะกำหนดระยะเวลาให้นักเรียนได้ฝึกการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์กับตัวอย่างที่กำหนดภายในชั้นเรียน โดยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองนี้ ออกแบบจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning : PBL) เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้และฝึกหัดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง (Stapien and Gallagher, 1993) ซึ่งจะมีส่วนช่วยทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่มีความใกล้เคียงกันตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (constructivist learning theory)

2) แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์ จะเป็นแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้เขียนแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 6 ข้อ ประกอบไปด้วย ฉบับที่ 1 เรื่อง พีระมิด, ฉบับที่ 2 เรื่อง กรวย, ฉบับที่ 3 เรื่อง ทรงกลม และฉบับที่ 4 ทบทวนก่อนสอบ เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม และนอกจากนี้ครูจะกำหนดระยะเวลาให้นักเรียนได้ฝึกการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์กับตัวอย่างที่กำหนดภายในชั้นเรียน โดยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองนี้ ออกแบบจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning : PBL) เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้และฝึกหัดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง (Stapien and Gallagher, 1993) ซึ่งจะมีส่วนช่วยทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่มีความใกล้เคียงกันตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (constructivist learning theory)

3) แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบแบบเขียนตอบแสดงวิธีทำตามขั้นตอนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน จำนวน 5 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 5 จะกำหนดเป็นแบบสอบที่มีความเป็นคู่ขนานกันทั้ง 5 ฉบับ ฉบับละ 6 ข้อ ประกอบไปด้วย ฉบับที่ 1 เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม, ฉบับที่ 2 เรื่อง พีระมิด, ฉบับที่ 3 เรื่อง กรวย, ฉบับที่ 4 เรื่อง ทรงกลม และฉบับที่ 5 เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม

สร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการ รูบริกแอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated Rubric)

1) กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึกทักษะทักษะการแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง
พีระมิต กรวยและทรงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 4 ฉบับ ประกอบไปด้วย ฉบับที่ 1 เรื่อง
พีระมิต แบ่งเป็นเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิว จำนวน 3 ข้อ และเรื่อง ปริมาตร จำนวน 3 ข้อ, ฉบับที่ 2 เรื่อง
กรวย แบ่งออกเป็นเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิว จำนวน 3 ข้อ และเรื่อง ปริมาตร จำนวน 3 ข้อ, ฉบับที่ 3
เรื่อง ทรงกลม แบ่งออกเป็นเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิว จำนวน 3 ข้อ และเรื่อง ปริมาตร จำนวน 3 ข้อ และ
ฉบับที่ 4 ทบทวนก่อนสอบ เรื่อง พีระมิต กรวย และทรงกลม แบ่งออกเป็นเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิว 3 ข้อ
และเรื่อง ปริมาตร 3 ข้อ โดยมีเพียง 1 ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าว รายละเอียดของผลการเรียนรู้
เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรม แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 รายละเอียดผลการเรียนรู้ เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรมวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
เรื่อง พีระมิต กรวย และทรงกลม

ผลการเรียนรู้	เนื้อหา	ตัวชี้วัดพฤติกรรม
1. ใช้สมบัติเกี่ยวกับพีระมิต กรวยและทรงกลมในการแก้ โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	ฉบับที่ 1 พื้นที่ผิวและปริมาตร ของพีระมิต ฉบับที่ 2 พื้นที่ผิวและปริมาตร ของกรวย ฉบับที่ 3 พื้นที่ผิวและปริมาตร ของทรงกลม ฉบับที่ 4 ทบทวนก่อนสอบ (พื้นที่ผิวและปริมาตรพีระมิต กรวย และทรงกลม)	1. สามารถระบุปัญหาและทำ ให้ง่ายต่อการเข้าใจ 2. สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยง ข้อมูลของปัญหา นำไปสู่การ วางแผนการแก้ปัญหาได้ 3. สามารถดำเนินการตาม ขั้นตอนหรือวิธีการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาได้ 4. สามารถพิจารณาถึงความ สมเหตุสมผลระหว่างวิธีการ แก้ปัญหากับคำตอบได้

2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึกทักษะในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่านผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี ในส่วนของคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิตหรือสูงกว่าจากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิแสดงดัง ภาคผนวก ก. โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงการพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามกับระดับความสามารถของนักเรียน ใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (วรรณิ แกมเกตุ, 2555) รวมไปถึงตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 ฉบับอีกด้วย

ผลจากการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน พบว่า ข้อคำถามในแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับวัตถุประสงค์ที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันและในส่วน

12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ข้อที่	ระดับความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC)				ความเป็นคู่ขนานระหว่างชุด
	แบบฝึกที่ 1	แบบฝึกที่ 2	แบบฝึกที่ 3	แบบฝึกที่ 4	
1	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
2	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
3	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
4	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
5	1.00	1.00	1.00	1.00	.80

6	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
---	------	------	------	------	-----

3) สร้างรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated Rubric)

3.1) ศึกษาและวิเคราะห์รูบริกแอนโนเทตประยุกต์ ซึ่งวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์นั้นเป็นวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยนักเรียนประเมินความสอดคล้องระหว่างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคำอธิบายระดับคุณภาพ แยกตามองค์ประกอบ ให้วิเคราะห์และระบุจุดเด่น จุดอ่อนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นการตรวจสอบคำตอบ

3.2) พัฒนารูบริกแอนโนเทตประยุกต์ โดยพิจารณาจากการรวบรวมและสังเคราะห์องค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำการสร้างและพัฒนารูบริกดังกล่าวโดยกำหนดขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบ

4) ตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบกับเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงระดับภาษาที่ใช้ ทั้งนี้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน โดยผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี ในส่วนของคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิตหรือสูงกว่าจากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิแสดงดังภาคผนวก ก. โดยใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (วรณี แกมเกตุ, 2555)

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไปในทุกข้อ แสดงว่าคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีความตรงเชิงเนื้อหาและมีความเหมาะสมของภาษา ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การประเมินในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ขั้นตอน	ระดับคะแนน					ดัชนีความ สอดคล้อง	ข้อ เสนอแนะ
	4	3	2	1	0		
1. การทำความเข้าใจ ปัญหา	อ่านโจทย์ อย่างละเอียด และบอกสิ่งที่ โจทย์ กำหนดให้ และสิ่งที่ โจทย์ถามได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อ่านโจทย์ อย่าง ละเอียด แต่ บอกสิ่งที่ โจทย์ กำหนดให้ และสิ่งที่ โจทย์ถามได้ ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วน	อ่านโจทย์ อย่าง ละเอียด แต่ บอกสิ่งที่ โจทย์ กำหนดให้ หรือสิ่งที่ โจทย์ถามไม่ ถูกต้องอย่าง ใดอย่างหนึ่ง	อ่านโจทย์ อย่าง ละเอียด แต่ ไม่สามารถ บอกสิ่งที่ โจทย์ กำหนดและ สิ่งที่โจทย์ ถาม	ไม่อ่าน โจทย์หรือ อ่านโจทย์ ไม่ละเอียด และไม่ สามารถ บอกสิ่งที่ โจทย์ กำหนด และสิ่งที่ โจทย์ถาม	0.80	ปรับภาษา “อ่านโจทย์อย่าง ละเอียด” เป็น “ อ่านครบถ้วนทุก ประเด็น”
	สามารถวาด รูปจากสิ่งที่ โจทย์กำหนด เพื่อหาสิ่งที่ โจทย์ถามได้ ทั้งหมด และสามารถ เขียนขั้นตอน วางแผนการ แก้ปัญหาได้ ครบถ้วน	สามารถวาด รูปจากสิ่งที่ โจทย์ กำหนดเพื่อ หาสิ่งที่ โจทย์ถามได้ ทั้งหมด และ สามารถ เขียน ขั้นตอนวางแผนการ แก้ปัญหาได้ ครบถ้วน	สามารถวาด รูปจากสิ่งที่ โจทย์ กำหนดเพื่อ หาสิ่งที่ โจทย์ถามได้ บางส่วน และเขียน แผนการ บางส่วน แก้ปัญหาได้ บางส่วน หาได้ไม่ ครบถ้วน	สามารถวาด รูปจากสิ่งที่ โจทย์ กำหนดเพื่อ หาสิ่งที่ โจทย์ถาม ได้บางส่วน หรือ เขียน แผนการ ขั้นตอนวางแผนการ แก้ปัญหาได้ บางส่วน อย่างใด อย่างหนึ่ง	ไม่สามารถ วาดรูปจาก สิ่งที่โจทย์ กำหนด และไม่ สามารถ เขียน ขั้นตอนวางแผนการ แก้ปัญหาได้	0.80	- ปรับภาษา “ได้บางส่วน” เป็น “ได้ถูกต้อง ทั้งหมด” - ปรับภาษา “ได้ครบถ้วน” เป็น “ได้ถูกต้อง ครบถ้วน” - ปรับภาษา “ได้บางส่วน” เป็น “ได้ถูกต้อง บางส่วน”

ขั้นตอน	ระดับคะแนน					ดัชนีความ สอดคล้อง	ข้อ เสนอแนะ
	4	3	2	1	0		
3. การ ดำเนินการ แก้ปัญหา	สามารถเขียน ประโยค สัญลักษณ์ได้ คำนวณหา คำตอบได้ อย่างถูกต้อง และคำตอบที่ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	สามารถ เขียน ประโยค สัญลักษณ์ ได้ คำนวณหา คำตอบได้ อย่างถูกต้อง แต่คำตอบที่ ได้ถูกต้อง บางส่วน	สามารถ เขียน ประโยค สัญลักษณ์ ได้ คำนวณหา คำตอบได้ ถูกต้อง แต่ คำตอบที่ได้ ไม่ถูกต้อง บางส่วน	สามารถ เขียน ประโยค สัญลักษณ์ ได้ คำนวณหา คำตอบได้ บางส่วน แต่ คำตอบที่ได้ ไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถ เขียน ประโยค สัญลักษณ์ และ คำตอบที่ ได้ไม่ ถูกต้อง	1.00	
	สรุปคำตอบ ได้สอดคล้อง สัมพันธ์กับสิ่ง ที่โจทย์ถาม และมีการ เขียนหน่วย	สรุปคำตอบ ได้ สอดคล้อง สัมพันธ์กับ สิ่งที่โจทย์ ถาม แต่ไม่มี การเขียน หน่วย	สรุปคำตอบ ได้ไม่ สอดคล้อง สัมพันธ์กับ สิ่งที่โจทย์ ถาม แต่มี การเขียน หน่วย	สรุปคำตอบ ได้ไม่ สอดคล้อง สัมพันธ์กับ สิ่งที่โจทย์ ถาม หรือ ไม่เขียน หน่วย อย่าง ใดอย่างหนึ่ง	ไม่มีการ สรุป คำตอบ		
4. การ ตรวจสอบ คำตอบ						0.80	- ปรับภาษา “สรุปคำตอบได้ แต่ ไม่สอดคล้อง”

5) ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (intra-rater reliability) โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน และความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) จำนวน 2 ท่าน ผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ประเมิน ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชา คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน (Pearson correlation coefficient) ซึ่งมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งถ้าหากเข้าใกล้ 1 แปลผลได้ว่า มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient : ICC) โดยเลือกใช้ two-way mixed-effects model แบบ K raters เนื่องจากมีผู้ประเมินมากกว่า 2 คนขึ้นไป โดยกำหนดรูปแบบนิยามเป็นความสอดคล้อง (concistency) เมื่อวิเคราะห์ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ซึ่งมีค่าอยู่

ระหว่าง 0 ถึง 1 สามารถแปลผล ได้ดังนี้ .00 - .50 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับต่ำ, .50 - .74 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับพอใช้, .75 - .89 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับดี และ .90 - 1.00 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับดีมาก (Koo T. K. & Li M. Y., 2016)

ผลการตรวจสอบคุณภาพของผู้ประเมินในด้านความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมินและความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินของการประเมินแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมินที่ได้จากการคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน มีค่าเท่ากับ .972 ($r = .972, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีค่าความเที่ยงในระดับสูง ในส่วนของค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน มีค่าเท่ากับ .877 ($r = .877, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีค่าความเที่ยงในระดับสูง นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นมีค่า .934 ($ICC(3,k) = .934, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีสอดคล้องในระดับดีมาก ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 14 และตารางที่ 15

ตารางที่ 14 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์

ความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (intra-rater reliability)		
ประเมินครั้งที่ 1	ประเมินครั้งที่ 2	
	Pearson's Correlation	.972**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	61
ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability)		
ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	
	Pearson's Correlation	.877**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	61

ตารางที่ 15 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient : ICC) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์

	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น	ความเชื่อมั่น 95%		F - test			
		ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน	ค่า	df1	df2	p
การวัดโดยเฉลี่ย	.934	.889	.960	15.063	60	60	.000

2. แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric)

1) กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึกทักษะทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พีระมิต กรวยและทรงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 4 ฉบับ ประกอบไปด้วย ฉบับที่ 1 เรื่อง พีระมิต แบ่งเป็นเนื้อหา เรื่อง พื้นผิว จำนวน 3 ข้อ และเรื่อง ปริมาตร จำนวน 3 ข้อ, ฉบับที่ 2 เรื่อง กรวย แบ่งออกเป็นเนื้อหา เรื่อง พื้นผิว จำนวน 3 ข้อและเรื่อง ปริมาตร จำนวน 3 ข้อ, ฉบับที่ 3 ทรงกลม แบ่งออกเป็นเนื้อหา เรื่อง พื้นผิว จำนวน 3 ข้อและเรื่อง ปริมาตร จำนวน 3 ข้อ และฉบับที่ 4 ทบหนวนก่อนสอบ แบ่งออกเป็นเนื้อหา เรื่อง พื้นผิว 3 ข้อและเรื่อง ปริมาตร 3 ข้อ พบว่า โดยพบว่ามีเพียง 1 ผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังกล่าว รายละเอียดของผลการเรียนรู้ เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรม ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 รายละเอียดผลการเรียนรู้ เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรม วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม

ผลการเรียนรู้	เนื้อหา	ตัวชี้วัดพฤติกรรม
1. ใช้สมบัติเกี่ยวกับพีระมิด กรวยและทรงกลมในการแก้ โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	<p><u>ฉบับที่ 1</u> พื้นที่ผิวและปริมาตร ของพีระมิด</p> <p><u>ฉบับที่ 2</u> พื้นที่ผิวและปริมาตร ของกรวย</p> <p><u>ฉบับที่ 3</u> พื้นที่ผิวและปริมาตร ของทรงกลม</p> <p><u>ฉบับที่ 4</u> ทบทวนก่อนสอบ (พื้นที่ผิวและปริมาตรพีระมิด กรวย และทรงกลม)</p>	<p>1. สามารถระบุปัญหาและทำ ให้ง่ายต่อการเข้าใจ</p> <p>2. สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยง ข้อมูลของปัญหา นำไปสู่การ วางแผนการแก้ปัญหาได้</p> <p>3. สามารถดำเนินการตาม ขั้นตอนหรือวิธีการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาได้</p> <p>4. สามารถพิจารณาถึงความ สมเหตุสมผลระหว่างวิธีการ แก้ปัญหากับคำตอบได้</p>

2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดย
ตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึกทักษะในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและ
ประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา
คณิตศาสตร์ ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/
ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี ในส่วนของคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล
การศึกษา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิตหรือสูงกว่าจากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์
สาขาวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงดังภาคผนวก ก. โดยตรวจสอบ
ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงการพิจารณาความเหมาะสม
ของข้อคำถามกับระดับความสามารถของนักเรียน ใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .5 ขึ้น
ไป (วรรณิ แกมเกตุ, 2555) รวมไปถึงตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ฉบับอีกด้วย

ผลจากการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน พบว่า ข้อคำถามในแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับวัตถุประสงค์ที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน และในส่วนของด้านภาษาที่ใช้ การสื่อความหมาย มีความเหมาะสมเป็นไปในแนวทางที่ดี โดยมีผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้ทรงคุณวุฒิผ่านเกณฑ์ มากกว่า .05 ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 12

3) สร้างรูปrikดัดเบิ้ลเลเยอร์ (double layer rubric)

3.1) ศึกษาและวิเคราะห์รูปrikดัดเบิ้ลเลเยอร์ ซึ่งวิธีการรูปrikดัดเบิ้ลเลเยอร์ นั้นเป็นวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยนักเรียนประเมินความสอดคล้องระหว่างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคำอธิบายระดับคุณภาพ แยกตามองค์ประกอบที่มีการให้คะแนนทั้งหมด 2 ระดับชั้น โดยในระดับชั้นที่ 1 นักเรียนให้คะแนนตามระดับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบคำตอบ และนำรวมของคะแนนที่ได้ในระดับชั้นที่ 1 มาแปลงเป็นคะแนนในระดับชั้นที่ 2

3.2) พัฒนารูปrikดัดเบิ้ลเลเยอร์ โดยพิจารณาจากการรวบรวมและสังเคราะห์องค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำการสร้างและพัฒนารูปrikดังกล่าวโดยกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหามathematics ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตอนตรวจสอบคำตอบ

4) ตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบกับเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงระดับภาษาที่ใช้ ทั้งนี้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน โดยผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครูศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี ในส่วนของคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิตหรือสูงกว่าจากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงดังภาคผนวก ก. โดยใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .5 ขึ้นไป (วรรณิ แกมเกตุ, 2555)

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า .05 ขึ้นไปในทุกข้อ แสดงว่าคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีความตรงเชิงเนื้อหาและมีความเหมาะสมของภาษา ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 17 และตารางที่ 18



ตารางที่ 17 ผลการตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การประเมินในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ประเด็นการประเมิน	ข้อรายการย่อย	รายละเอียดการประเมิน			ดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
		2	1	0		
1. การทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ คำที่ใช้แสดงในปัญหา โดยการแปลงให้เป็นความเข้าใจของผู้แก้ปัญหาย่างง่าย ต้องพิจารณาข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ชัดเจน หรือพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์ให้มานั้นเพียงพอที่จะนำไปแก้ปัญหหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอแล้วยังขาดข้อมูลส่วนไหนบ้าง	1.1 อ่านโจทย์ปัญหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
	1.2 ระบุนิสัยที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ถาม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.80	- ปรับเป็น “ระบุได้ถูกต้องทั้งหมด” “...บางส่วน” และ “ระบุไม่ถูกต้อง”
	2.1 วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนด	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.80	- เพิ่ม “หรือเขียนไม่ถูกต้องเลย”
2. การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องพิจารณาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในการแก้ปัญหาแล้วแยกแยะข้อมูลที่ให้นำมาแก้ปัญหามาผสมผสานกับประสบการณ์เดิม	2.2 เขียนขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.80	- เพิ่ม “ถูกต้อง” ในเกณฑ์การประเมิน - เพิ่ม หรือเขียนขั้นตอนไม่ถูกต้องเลย
	3.1 เขียนประโยคสัญลักษณ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ถาม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.80	- ปรับเหมือนข้อ 2.1
	3.2 เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.80	

ประเด็นการประเมิน	ข้อรายการย่อย	รายละเอียดการประเมิน			ดัชนีความ สอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
		2	1	0		
หรือไม่ และจะต้องคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งต้องเลือกใช้วิธีคำนวณหรือแนวคิดต่างๆ ให้ เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา	3.2 คำนวณหา คำตอบจากประโยค สัญลักษณ์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.80	- เพิ่มหาคำตอบได้ “ครบถ้วน”
	หาคำตอบได้ หาคำตอบได้บางส่วน ไม่สามารถหาคำตอบได้					
3.3 คำตอบที่ได้จาก						
คำนำฉนวน						
	คำตอบถูกต้อง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
4.1 สรุปคำตอบจาก						
4. การตรวจสอบคำตอบ หมายถึง ขั้นตอนและผู้แก้ปัญหาต้องดำเนินการ ตรวจสอบทุกกระบวนการตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้น ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้น ดำเนินการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นขั้นตอนใน การตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องและเหมาะสมกับ เงื่อนไขของปัญหาหรือไม่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
	คำตอบถูกต้อง					
4.2 การเขียนหน่วย						
	หน่วยถูกต้อง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
	หน่วยไม่ถูกต้อง					

ตารางที่ 18 ผลการตรวจสอบคุณภาพของการแปลงคะแนนในระดับชั้นที่ 2 โดยใช้วิธีการรูดิกรัดบิเลเลเยอร์

ประเด็นการ ประเมินที่	เกณฑ์การให้คะแนน		ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อเสนอแนะ
	โดยใช้รูดิกรัดบิเลเลเยอร์			
	ก่อนแปลงระดับ คะแนน	หลังแปลงระดับ คะแนน		
1	4	4	1.00	-
	3	3		
	2	2		
	1	1		
	0	0		
2	4	4	1.00	-
	3	3		
	2	2		
	1	1		
	0	0		
3	6	4	1.00	-
	4 - 5	3		
	2 - 3	2		
	1	1		
	0	0		
4	4	4	1.00	-
	3	3		
	2	2		
	1	1		
	0	0		

5) ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (intra-rater reliability) โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน และความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) จำนวน 2 ท่าน ผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ประเมิน ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง

คะแนนที่ได้จากการประเมิน (Pearson correlation coefficient) ซึ่งมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งถ้าหากเข้าใกล้ 1 แปลผลได้ว่า มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient : ICC) โดยเลือกใช้ two-way mixed-effects model แบบ K raters เนื่องจากมีผู้ประเมินมากกว่า 2 คนขึ้นไป โดยกำหนดรูปแบบนิยามเป็นความสอดคล้อง (consistency) เมื่อวิเคราะห์ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สามารถแปลผล ได้ดังนี้ .00 - .50 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับต่ำ, .50 - .74 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับพอใช้, .75 - .89 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับดี และ .90 - 1.00 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับดีมาก (Koo T. K. & Li M. Y., 2016)

ผลการตรวจสอบคุณภาพของผู้ประเมินในด้านความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมินและความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินของการประเมินแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมินที่ได้จากการคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน มีค่าเท่ากับ .972 ($r = .972, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีค่าความเที่ยงในระดับสูง ในส่วนของค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน มีค่าเท่ากับ .877 ($r = .877, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีค่าความเที่ยงในระดับสูง นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นมีค่า .934 ($ICC(3,k) = .934, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีสอดคล้องในระดับดีมาก ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 19 และตารางที่ 20

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์

ความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (intra-rater reliability)		
ประเมินครั้งที่ 1	ประเมินครั้งที่ 2	
	Pearson's Correlation	.972**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	61
ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability)		
ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	
	Pearson's Correlation	.877**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	61

ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient : ICC) ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูดัชนีเบิ้ลเลเยอร์

	สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ภายในชั้น	ความเชื่อมั่น 95%		F - test			
		ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน	ค่า	df1	df2	p
การวัดโดย เฉลี่ย	.934	.889	.960	15.063	60	60	.000

3. แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 5

1) กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเพียง 1 ผลการเรียนรู้ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องสัมพันธ์กันกับหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวรายละเอียดของผลการเรียนรู้ เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรม ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 รายละเอียดผลการเรียนรู้ เนื้อหา และตัวชี้วัดพฤติกรรมวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม

ผลการเรียนรู้	เนื้อหา	ตัวชี้วัดพฤติกรรม
1. ใช้สมบัติเกี่ยวกับพีระมิด กรวยและทรงกลมในการแก้ โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	ฉบับที่ 1 พื้นที่ผิวและปริมาตร ของพีระมิด กรวย และทรงกลม ฉบับที่ 2 พื้นที่ผิวและปริมาตร ของพีระมิด ฉบับที่ 3 พื้นที่ผิวและปริมาตร ของกรวย ฉบับที่ 4 พื้นที่ผิวและปริมาตร ของพีระมิด กรวย และทรงกลม	1. สามารถระบุปัญหาและทำ ให้ง่ายต่อการเข้าใจ 2. สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยง ข้อมูลของปัญหา นำไปสู่การ วางแผนการแก้ปัญหาได้ 3. สามารถดำเนินการตาม ขั้นตอนหรือวิธีการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาได้ 4. สามารถพิจารณาถึงความ สมเหตุสมผลระหว่างวิธีการ แก้ปัญหากับคำตอบได้

2) แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบเดิมคำตอบ จำนวน 5 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 5 จะเป็นแบบสอบมีความเป็นคู่ขนานกัน ฉบับละ 6 ข้อ ข้อ ละ 1 คะแนน ประกอบไปด้วย ฉบับที่ 1 เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม, ฉบับที่ 2 เรื่อง พีระมิด, ฉบับที่ 3 เรื่อง กรวย, ฉบับที่ 4 เรื่อง ทรงกลม และฉบับที่ 5 เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม ซึ่ง แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผังการสร้างแบบสอบคู่ขนาน (parallel test blueprint) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ฉบับที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ร้อยละ	จำนวนข้อ	เลขข้อ
1	พีระมิด กรวยและ ทรงกลม	1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาพีระมิดได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหากรวยได้ 3. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาทรงกลมได้	33.33 33.33 33.33	2 2 2	1-2 3-4 5-6

ฉบับที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ร้อยละ	จำนวนข้อ	เลขข้อ
2	พีระมิต	1. นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาพีระมิตได้	100	6	1-6
3	กรวย	1. นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหากรวยได้	100	6	1-6
4	ทรงกลม	1. นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทรงกลมได้	100	6	1-6
5	พีระมิต กรวยและทรงกลม	1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาพีระมิตได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหากรวยได้ 3. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทรงกลมได้	33.33 33.33 33.33	2 2 2	1-2 3-4 5-6

3) นำข้อคำถามในแบบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับไปดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน โดยผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี ในส่วนของคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิตหรือสูงกว่าจากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงดังภาคผนวก ก. โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงการพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามกับระดับความสามารถของนักเรียน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบด้านความตรงเชิง

เนื้อหา (Content Validity) ใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (วรรณิ แกมเกตุ, 2555)

ผลจากการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน พบว่า ข้อคำถามในแบบสอบถามทุกขบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับวัตถุประสงค์ที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันและในส่วนของด้านภาษาที่ใช้ การสื่อความหมาย มีความเหมาะสมเป็นไปในแนวทางที่ดี โดยมีผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญผ่านเกณฑ์ มากกว่า 0.5 ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ข้อที่	ระดับความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC)					ความเป็น คู่ขนาน
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5	
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.80
5	1.00	1.00	1.00	1.00	.80	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.80

4) ตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 5 โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน โดยผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี ในส่วนของคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการวัดและการประเมินผลการศึกษา รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิแสดงดังภาคผนวก ก. ตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาเช่นเดียวกันกับเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (วรรณิ แกมเกตุ, 2555)

ผลจากการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 5 โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยแบ่งออกเป็น ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านได้มีความเห็นตรงกันว่าแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 5 มีความเป็นคู่ขนาน ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 21

5) ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (intra-rater reliability) โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน และความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) จำนวน 2 ท่าน ผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติผู้ประเมิน ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตหรือสูงกว่า จากคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ หรือมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน (Pearson correlation coefficient) ซึ่งมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งถ้าหากเข้าใกล้ 1 แปลผลได้ว่า มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient: ICC) โดยเลือกใช้ two-way mixed-effects model แบบ K raters เนื่องจากมีผู้ประเมินมากกว่า 2 คนขึ้นไป โดยกำหนดรูปแบบนิยามเป็นความสอดคล้อง (consistency) เมื่อวิเคราะห์ที่ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สามารถแปลผลได้ดังนี้ .00 - .50 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับต่ำ, .50 - .74 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับพอใช้, .75 - .89 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับดี และ .90 - 1.00 แปลผลได้ว่า สอดคล้องกันในระดับดีมาก (Koo T. K. & Li M. Y., 2016)

ผลการตรวจสอบคุณภาพของผู้ประเมินในด้านความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมินและความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินของการประเมินแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่า ค่าความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมินที่ได้จากการคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน มีค่าเท่ากับ ($r = .967, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง ในส่วนของค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมิน มีค่าเท่ากับ ($r = .803, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีความเที่ยงอยู่ใน

ระดับสูง นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นมีค่าเท่ากับ .888 ($ICC(3,k) = .888, p = .000$) สามารถแปลผลได้ว่ามีสอดคล้องในระดับดี ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 24 และ 25

ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) แบบสอบ
คู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (intra-rater reliability)		
		ประเมินครั้งที่ 2
ประเมินครั้งที่ 1	Pearson's Correlation	.967**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	61
ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability)		
		ผู้ประเมินคนที่ 2
ผู้ประเมินคนที่ 1	Pearson's Correlation	.803**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	61

ตารางที่ 25 ผลการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient : ICC) แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

	สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ภายในชั้น	ความเชื่อมั่น 95%		F - test			
		ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน	ค่า	df1	df2	p
การวัด โดยเฉลี่ย	.888	.814	.933	15.063	60	60	.000

6) ปรับปรุงแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามที่ได้รับ
คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทั้งในส่วนของการตรวจสอบด้านเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์และด้านการวัด
และประเมินผลการศึกษา

7) นำแบบสอบวัดคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบ
และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้ (try out) โดยการนำแบบสอบคู่ขนาน

ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย จำนวน 61 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม ซึ่งมีคุณสมบัติและลักษณะที่มีความใกล้เคียงกับตัวอย่างวิจัย จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบทั้งฉบับ โดยการพิจารณาข้อสอบรายข้อ ซึ่งจะพิจารณาความยาก อำนาจจำแนกของแบบสอบ สำหรับเกณฑ์ในการแปลความหมายของความยาก มีรายละเอียดดังตาราง ซึ่งความยากควรมีค่าอยู่ระหว่าง .20 - .80 และอำนาจจำแนกควรมีค่ามากกว่า .20 (โชติกา ภาชีผล, 2559)

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพของข้อคำถามในแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 ฉบับ พบว่า ข้อคำถามทุกข้อในแบบสอบแต่ละฉบับมีค่าความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ข้อที่	ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2		ฉบับที่ 3		ฉบับที่ 4		ฉบับที่ 5	
	P	B-index	P	B-index	P	B-index	P	B-index	P	B-index
1	.72	.32	.70	.42	.68	.52	.71	.45	.75	.39
2	.49	.75	.57	.68	.53	.71	.62	.60	.44	.68
3	.31	.43	.56	.52	.41	.49	.78	.56	.57	.51
4	.38	.72	.31	.25	.26	.56	.54	.41	.49	.40
5	.25	.61	.49	.40	.46	.21	.61	.75	.32	.53
6	.29	.75	.52	.23	.53	.49	.62	.53	.31	.64

8) ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยพิจารณาจากค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ด้วยวิธีการของลิฟวิงตัน ซึ่งควรมีค่าความเที่ยงไม่น้อยกว่า 0.5 (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ผลจากการตรวจสอบ พบว่าแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับในทุกฉบับมีความเที่ยง (R_{cc} = .56, .82, .69, .59 และ .57 ตามลำดับ) ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 27

9) ตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (classical test theory) ซึ่งกำหนดไว้ว่า แบบสอบที่

มีความเป็นคู่ขนานกันจะต้องมีคะแนนสอบเฉลี่ย ความแปรปรวนของคะแนนสอบ และความเที่ยงของแบบสอบไม่แตกต่างกัน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) โดยสามารถตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นโดยใช้วิธีการทางสถิติทั้งหมด 3 ข้อ ดังนี้ (1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสอบระหว่างแบบสอบด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพราะว่าจากการตรวจสอบคะแนนสอบทุกฉบับมีลักษณะการแจกแจงแบบโค้งปกติ (SPSS Base 8.0, 1998) (2) เปรียบเทียบความแปรปรวนของคะแนนสอบระหว่างแบบสอบด้วยวิธีการของ Pitman-Morgan เพราะว่าตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องมือ ต้องดำเนินการทำแบบสอบทุกฉบับ ซึ่งจะถือว่าตัวอย่างไม่มีความเป็นอิสระจากกัน และ (3) เปรียบเทียบค่าความเที่ยงระหว่างแบบสอบต่างฉบับด้วยวิธีการของ Fisher-Bonett เพราะว่าตัวอย่างที่ใช้มีจำนวนน้อยกว่า 100 คน ซึ่งผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทั้ง 3 ข้อ ควรที่จะไม่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงจะบอกได้ว่าแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ มีความเป็นคู่ขนานกันตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (โชติกา ภาชีผล, 2562) เมื่อได้ดำเนินการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, $F(4,300) = 36.803$, $p = .264$ 2) ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 $t(59) = .421$, $p = .729$, ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 $t(59) = .473$, $p = .753$, ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 4 $t(59) = .542$, $p = .516$, ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 5 $t(59) = .613$, $p = .487$, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 $t(59) = .378$, $p = .781$, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 4 $t(59) = .397$, $p = .764$, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 5 $t(59) = .414$, $p = .613$, ฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 4 $t(59) = .322$, $p = .863$, ฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 5 $t(59) = .384$, $p = .825$ และฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5 $t(59) = .286$, $p = .942$ และ 3) ความเที่ยงของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทั้ง 3 ข้อ สามารถสรุปได้ว่าแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ มีความเป็นคู่ขนานตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ซึ่งแสดงรายละเอียดการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของความเป็นคู่ขนานกันของแบบสอบคู่ขนาน
ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

แบบสอบ	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>sk (SE)</i>	<i>ku (SE)</i>	α	<i>Rcc</i>
ฉบับที่ 1	0.57	.50	-.31 (.306)	-1.97 (.604)	0.42	0.56
ฉบับที่ 2	1.44	1.37	1.30 (.306)	2.47 (.604)	0.56	0.82
ฉบับที่ 3	1.93	1.39	-.11 (.306)	-1.07 (.604)	0.52	0.69
ฉบับที่ 4	2.31	1.49	.22 (.306)	-.66 (.604)	0.51	0.59
ฉบับที่ 5	3.23	1.35	.12 (.306)	-.86 (.604)	0.44	0.57

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

แหล่งความแปรปรวน	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
ระหว่างกลุ่ม	238.275	4	59.569	36.803	.264
ภายในกลุ่ม	485.574	300	1.619		
รวม	723.849	304			

Levene's test $F(4,300) = .701, p = .552$

แบบสอบ	การเปรียบเทียบความแปรปรวน			การเปรียบเทียบความเที่ยง		
	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>SE</i>	<i>z statistic</i>	<i>p</i>
ฉบับที่ 1 - ฉบับที่ 2	.421	59	.729	0.285	-0.969	0.166
ฉบับที่ 1 - ฉบับที่ 3	.473	59	.753	0.285	-0.664	0.254
ฉบับที่ 1 - ฉบับที่ 4	.542	59	.516	0.285	-0.591	0.277
ฉบับที่ 1 - ฉบับที่ 5	.613	59	.487	0.285	-0.123	0.451
ฉบับที่ 2 - ฉบับที่ 3	.378	59	.781	0.285	-0.305	0.380
ฉบับที่ 2 - ฉบับที่ 4	.397	59	.764	0.285	-0.377	0.353
ฉบับที่ 2 - ฉบับที่ 5	.414	59	.613	0.285	-0.846	0.199
ฉบับที่ 3 - ฉบับที่ 4	.322	59	.863	0.285	-0.072	0.471
ฉบับที่ 3 - ฉบับที่ 5	.384	59	.825	0.285	-0.540	0.294
ฉบับที่ 4 - ฉบับที่ 5	.286	59	.942	0.285	-0.468	0.320

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเตรียมการทดลอง ระยะดำเนินการทดลอง และระยะหลังการทดลอง

ระยะเตรียมการทดลอง

1. ดำเนินการออกหนังสือขอความร่วมมือจากงานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้งานการวิจัย โดยส่งถึง ผู้อำนวยการโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

2. กำหนดวันและเวลาในการดำเนินการเก็บข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 307, 308 และ 309 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

3. ดำเนินการชี้แจงรายละเอียดในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย เกี่ยวกับวิธีการประเมินตนเองทั้ง 2 วิธี คือ วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์ โดยอธิบายองค์ประกอบของการให้คะแนนทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบคำตอบ จากนั้นแบ่งนักเรียนทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่มตามการสุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 309 จำนวน 33 คน โดยแบ่งกลุ่มตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง จำนวน 12 คน ปานกลาง 11 จำนวน 10 คน และต่ำ 9 จำนวน 10 คน ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 308 จำนวน 33 คน โดยแบ่งกลุ่มตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง จำนวน 12 คน ปานกลาง จำนวน 12 คน และต่ำ จำนวน 9 คน ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์ และกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 307 จำนวน 34 คน โดยแบ่งกลุ่มตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง จำนวน 13 คน ปานกลาง จำนวน 11 คน และต่ำ จำนวน 10 คน ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเอง

4. ดำเนินการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยทั้ง 3 กลุ่มจะต้องได้รับการทดสอบจากแบบสอบนี้

5. ดำเนินการจัดเตรียมแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ครบถ้วนตามตัวอย่างที่ใช้ในทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

6. ดำเนินการฝึกนักเรียนเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิธีการประเมินตนเอง เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยและเข้าใจวิธีการประเมินตนเองในรูปแบบต่างๆ ทั้ง 3 วิธี โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ระยะดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยนำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 ถึง 5 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำไปใช้กับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยนำไปใช้กับทั้งกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ซึ่งมีระยะเวลาดำเนินการ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ โดยในการทดลองครั้งนี้มีเครื่องมือในการทดลอง คือ การประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง 2 วิธี คือ การประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ (Applied annotate rubric) และการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric) ซึ่งข้อคำถามในแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการประเมินตนเองโดยใช้รูบริกแอนโนเทตประยุกต์ และรูบริกดับเบิลเลเยอร์จะมีความสอดคล้องกัน ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมนั้นจะไม่ได้รับการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 แสดงรายละเอียดขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

ครั้งที่	ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	รายละเอียด
1	1.1 ขั้นนำ	ผู้วิจัยชี้แจงและอธิบายวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้
	1.2 ขั้นอภิปรายทบทวนความรู้	ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา รวมไปถึงถ้อยคำที่ปรากฏอยู่ในปัญหา โดยจะต้องทำความเข้าใจได้อย่างง่าย นอกจากนี้ต้องพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดชัดเจน เพียงพอต่อการนำไปแก้ปัญหหรือไม่

ครั้งที่	ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	รายละเอียด
		<p>2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนด จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และผสมผสานกับประสบการณ์เดิมเพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา</p> <p>3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยจะต้องตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องเป็นไปตามแผนที่กำหนด และจะต้องคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง มีวิธีการคำนวณหรือแนวคิดเหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา</p> <p>4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ หมายถึง ขั้นตอนที่ดำเนินการตรวจสอบทุกขั้นตอน เริ่มต้นที่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบ เพื่อหาจุดผิดพลาดในแต่ละขั้นตอน ซึ่งถ้าหากพบจุดผิดพลาดก็จะดำเนินการแก้ไข อีกทั้งยังเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบว่ามีความถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่</p>
1.3	ขั้นการทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ครั้งที่ 1 (O ₁)	<p>นักเรียนทำแบบทดสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม แบบเติมคำตอบ จำนวน 6 ข้อ เวลาในการทำประมาณ 30 นาที</p>
2	2.1 ขั้นอธิบายสร้างความเข้าใจ	<p>ผู้วิจัยดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบสอบและบันทึกคะแนน</p> <p>ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนและกระบวนการในการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1 ดำเนินการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน จากนั้นประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2 ดำเนินการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน จากนั้นประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดั้งเดิม นักเรียนในกลุ่มควบคุม ดำเนินการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน โดยไม่ต้องประเมินตนเอง

ครั้งที่	ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	รายละเอียด
	2.2 ขั้นการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการประเมินตนเอง	นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มดำเนินการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่อง พีระมิด แบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ โดยนักเรียนกลุ่มที่ 1 ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ กลุ่มที่ 2 ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์ และกลุ่มที่ 3 ทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยไม่ต้องประเมินตนเอง
	2.3 ขั้นการทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2 (O ₂)	นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2 แบบเติมคำตอบ จำนวน 6 ข้อ ใช้เวลาในการทำประมาณ 30 นาที ผู้วิจัยดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบสอบและบันทึกคะแนน
3	3.1 ขั้นทบทวนความเข้าใจ	ผู้วิจัยอธิบายทบทวนแนวทางการประเมินตนเอง รวมไปถึงกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และให้นักเรียนสามารถสอบถามในข้อสงสัย
	3.2 ขั้นการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการประเมินตนเอง	นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มดำเนินการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 เรื่อง กรวย แบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ โดยนักเรียนกลุ่มที่ 1 ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ กลุ่มที่ 2 ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์ และกลุ่มที่ 3 ทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยไม่ต้องประเมินตนเอง
	3.3 ขั้นการทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 3 (O ₃)	นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 3 แบบเติมคำตอบ จำนวน 6 ข้อ ใช้เวลาในการทำประมาณ 30 นาที ผู้วิจัยดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบสอบและบันทึกคะแนน
4	4.1 ขั้นทบทวนความเข้าใจ	ผู้วิจัยอธิบายทบทวนแนวทางการประเมินตนเอง รวมไปถึงกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และให้นักเรียนสามารถสอบถามในข้อสงสัย
	4.2 ขั้นการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการประเมินตนเอง	นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มดำเนินการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 3 เรื่อง ทรงกลม แบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ โดยนักเรียนกลุ่มที่ 1 ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ กลุ่มที่ 2 ประเมิน

ครั้งที่	ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	รายละเอียด
		ตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ และกลุ่มที่ 3 ทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยไม่ต้องประเมินตนเอง
	4.3 ขั้นการทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 4 (O ₄)	นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 4 แบบเติมคำตอบ จำนวน 6 ข้อ ใช้เวลาในการทำประมาณ 30 นาที
		ผู้วิจัยดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบสอบและบันทึกคะแนน
5	5.1 ขั้นอภิปรายทบทวนความรู้	ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนเกี่ยวกับแนวทางการเขียนประเมินตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
	5.2 ขั้นการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการประเมินตนเอง	นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มดำเนินการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 4 เรื่อง การทบทวนพีระมิด ทรงกลม และกรวย แบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ โดยนักเรียนกลุ่มที่ 1 ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ กลุ่มที่ 2 ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ และกลุ่มที่ 3 ทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยไม่ต้องประเมินตนเอง
	5.3 ขั้นการทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 5 (O ₅)	นักเรียนทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 5 เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม แบบเติมคำตอบ จำนวน 6 ข้อ เวลาในการทำประมาณ 30 นาที
		ผู้วิจัยดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบสอบและบันทึกคะแนน

ระยะหลังการทดลอง

หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ผู้วิจัยดำเนินการนำผลการตรวจให้คะแนนของนักเรียนแต่ละคนนำมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน คะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาพิจารณาถึงพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีการสัมภาษณ์ถึงความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากที่ได้ประเมินตนเองใน 2 วิธีการ คือ การประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ และนักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวแปรตาม เพื่อจะได้ทราบถึงลักษณะของข้อมูลในภาพรวมของคะแนนที่ครูประเมินแบบสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ครั้ง โดยนำมาวิเคราะห์สถิติเชิงบรรยาย (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) คะแนนต่ำสุด (min) คะแนนสูงสุด (max) ความเบ้ (skewness) และความโด่ง (kurtosis)

2. การวิเคราะห์พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 ถึง 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยกำหนดเป็น 5 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 เป็นพัฒนาการระหว่างฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 ระยะที่ 2 เป็นพัฒนาการระหว่างฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 ระยะที่ 3 เป็นพัฒนาการระหว่างฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 4 ระยะที่ 4 เป็นพัฒนาการระหว่างฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5 และระยะที่ 5 เป็นพัฒนาการระหว่างฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 5



ภาพที่ 4 ระยะติดตามพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โดยใช้วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative gain score) ที่เสนอโดยศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$DS (\%) = \frac{(Y-X)}{(F-X)} \times 100$$

DS (%) = คะแนนร้อยละของพัฒนาการนักเรียน (Development Score)

X = คะแนนในการวัดครั้งแรก

Y = คะแนนในการวัดครั้งหลัง

F = คะแนนรวมทั้งหมด

3. การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA)

4. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถที่ใช้วิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้สถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

5. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ครั้งที่ 1 ถึง 5 ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยใช้สถิติบรรยายและการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (Repeated measure ANOVA)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสอบถามด้วยวิธีการสัมภาษณ์นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน สรุปข้อมูลด้วยวิธีการสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย (analytic induction)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การประเมินตนเองโดยใช้รูปrikที่มีวิธีการต่างกันที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์: วิธีแอนโนเทตประยุกต์และดับเบิลเลเยอร์ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง กับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้ออกแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental designs) แบบได้รับการทดสอบก่อนการจัดกระทำ หลังการจัดกระทำ และมีกลุ่มควบคุม (Pretest-posttest control-group design) โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ ได้รับการคัดเลือกแบ่งกลุ่มย่อยตามระดับความสามารถและวิธีการประเมินตนเองของผู้เรียน

กลุ่มทดลองที่ได้รับประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูปrikแอนโนเทตประยุกต์ มีจำนวน 33 คน โดยแบ่งออกเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง จำนวน 12 คน ปานกลาง จำนวน 11 คน และต่ำ จำนวน 10 คน

กลุ่มทดลองที่ได้รับประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองโดยใช้วิธีการรูปrikดับเบิลเลเยอร์ มีจำนวน 33 คน โดยแบ่งออกเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง จำนวน 12 คน ปานกลาง จำนวน 12 คน และต่ำ จำนวน 9 คน

กลุ่มควบคุมที่ได้รับประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองโดยไม่ใช้เครื่องมือ มีจำนวน 34 คน โดยแบ่งออกเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง จำนวน 13 คน ปานกลาง จำนวน 11 คน และต่ำ จำนวน 10 คน

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัยดังกล่าว โดยได้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกันและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน

1.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ

1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

1.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์

3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอเกี่ยวกับรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างที่อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากแบบสอบ 5 ฉบับ 2) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบ 5 ฉบับ จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกันและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ 3) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากแบบสอบ 5 ฉบับ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน 4) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ 5) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ และ 6) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

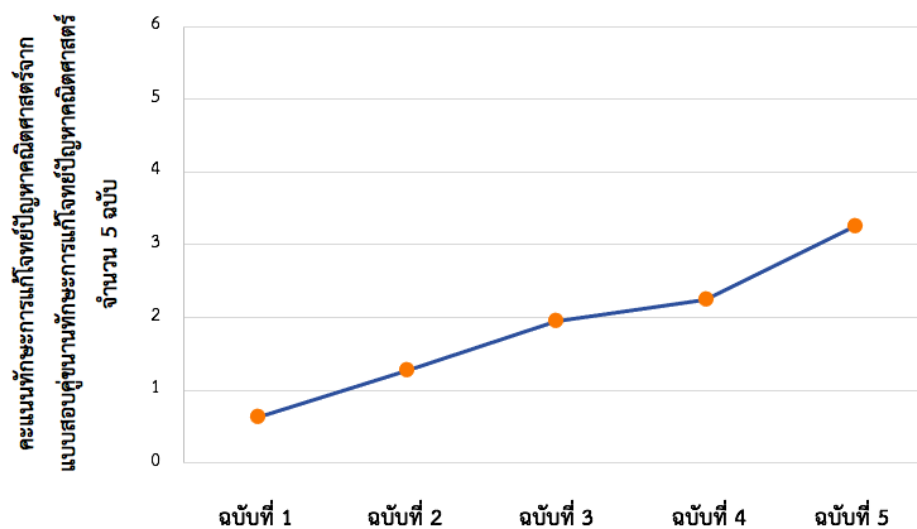
1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากแบบสอบคู่ขนานทักษะ 5 ฉบับ

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ โดยคะแนนเต็มของแบบสอบในแต่ละฉบับ คือ 6 คะแนน พบว่าคะแนนต่ำสุดของแบบสอบ มีคะแนนเท่ากันทุกฉบับ คือ 0 คะแนน ในส่วนคะแนนสูงสุด มีคะแนนเท่ากันในแบบสอบ ฉบับที่ 4 และ 5 คือ 6 คะแนน จากนั้นเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนน พบว่าแบบสอบ ฉบับที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงที่สุด คือ 3.25 คะแนน ($SD = 1.540$) รองลงมา ได้แก่ แบบสอบฉบับที่ 4, 3, 2 และ 1 มีค่าเฉลี่ย 2.24 คะแนน ($SD = 1.393$), 1.95 คะแนน ($SD = 1.403$), 1.28 คะแนน ($SD = 1.030$) และ 0.63 คะแนน ($SD = 0.614$) ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้และความโด่ง เพื่อพิจารณารูปโค้งการแจกแจงของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ จำนวน 5 ฉบับ พบว่า คะแนนที่ได้จากแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา โดยคะแนนที่ได้จากแบบสอบ ฉบับที่ 1 (ภาพที่ 4) มีลักษณะการเบ้ขวามากที่สุด ($Sk = 0.442$) รองลงมาคือ คะแนนที่ได้จากแบบสอบ ฉบับที่ 4 (ภาพที่ 7) ($Sk = 0.267$) ฉบับที่ 2 (ภาพที่ 5) ($Sk = 0.247$) ฉบับที่ 5 (ภาพที่ 8) ($Sk = 0.213$) และฉบับที่ 3 (ภาพที่ 6) ($Sk = 0.023$) ตามลำดับ ในส่วนของการพิจารณาความโด่งของลักษณะการแจกแจงของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ จำนวน 5 ฉบับ พบว่า คะแนนที่ได้จากแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ มีลักษณะแบนกว่าโค้งปกติ โดยคะแนนที่ได้จากแบบสอบฉบับที่ 3 ($Ku = -0.926$) มีลักษณะแบนกว่าโค้งปกติที่สุด รองลงมา คือ ฉบับที่ 4 ($Ku = -0.875$), 5 ($Ku = -0.747$), 1 ($Ku = -0.637$) และ 4 ($Ku = -0.281$) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากความคลาดของความเบ้และความโด่ง พบว่า คะแนนที่ได้จากแบบสอบในแต่ละครั้งมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งที่มีค่าไม่เกิน 2.00 หรือไม่น้อยกว่า -2.00 จะยังถือว่าเป็นลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงใน อวยพร เรื่องตระกูล, 2544) ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 29

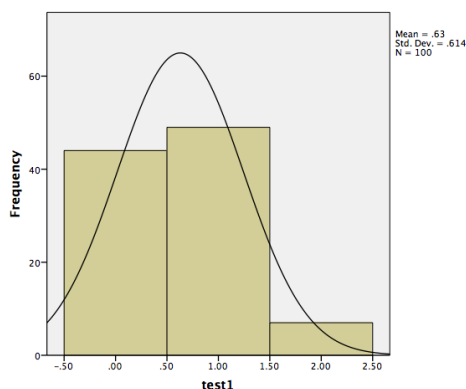
ตารางที่ 29 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ

ค่าสถิติพื้นฐาน	แบบสอบ				
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5
Minimum	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)
Maximum	2(6)	4(6)	5(6)	6(6)	6(6)
Mean	0.63(6)	1.28(6)	1.95(6)	2.24(6)	3.25(6)
SD	0.614	1.030	1.403	1.393	1.540
Skewness	0.442	0.247	0.023	0.267	0.213
SE (Sk)	0.241	0.241	0.241	0.241	0.241
Kurtosis	-0.637	-0.875	-0.926	-0.281	-0.747
SE (Ku)	0.478	0.478	0.478	0.478	0.478

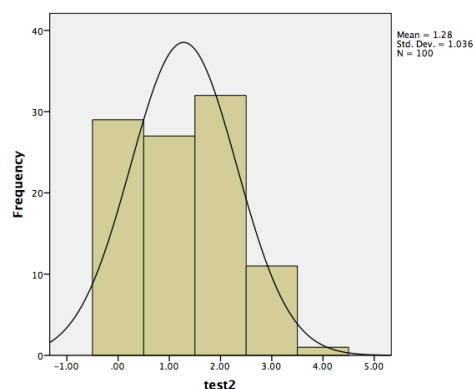


ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนาน
ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ

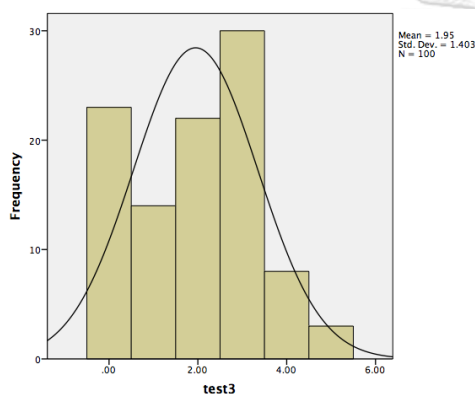




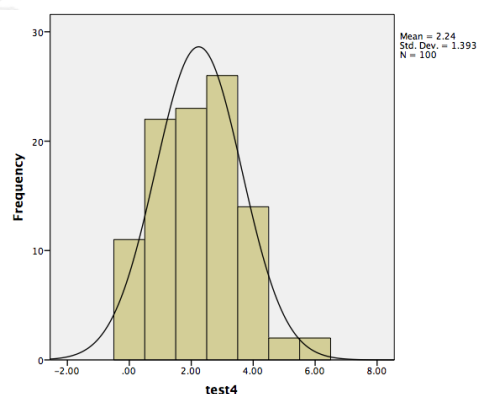
ภาพที่ 6 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ
คู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1



ภาพที่ 7 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ
คู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2



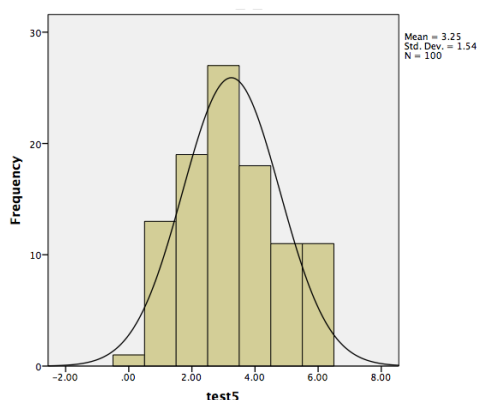
ภาพที่ 8 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ
คู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3



ภาพที่ 9 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ
คู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHU



ภาพที่ 10 การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ
คู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 5

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองที่ต่างกันและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ จำแนกตามวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวัยวิธีการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่ต่างกัน จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นในทุก ๆ ฉบับ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบสอบในแต่ละฉบับ พบว่า นักเรียนที่ประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นในทุก ๆ ฉบับ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบสอบในแต่ละฉบับ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการที่ต่างกัน จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์สูงขึ้นในแต่ละฉบับ ตามลำดับ ต่อมาพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากแบบสอบในแต่ละฉบับ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์มีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดในแบบสอบ ฉบับที่ 3 ($M = 2.15$, $SD = 1.44$) ฉบับที่ 4 ($M = 2.48$, $SD = 1.46$) และฉบับที่ 5 ($M = 3.48$, $SD = 1.60$) แต่มีค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุดในแบบสอบ ฉบับที่ 1 ($M = 0.58$, $SD = 0.56$) ส่วนนักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์ จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงที่สุดในแบบสอบ ฉบับที่ 1 ($M = 0.73$, $SD = 0.72$) แต่มีค่าเฉลี่ยคะแนน (ฉบับที่ 3 $M = 1.97$, $SD = 1.53$; ฉบับที่ 4 $M = 2.21$, $SD = 1.49$; ฉบับที่ 5 $M = 3.27$, $SD = 1.57$) ต่ำกว่านักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ใน ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 และฉบับที่ 5 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยคะแนน (ฉบับที่ 1 $M = 0.73$, $SD = 0.72$) เท่ากับนักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ใน ฉบับที่ 1 และนอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยไม่ใช้เครื่องมือมีค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำที่สุดในแบบสอบ ฉบับที่ 2 ($M = 1.12$, $SD = 0.91$), ฉบับที่ 3 ($M = 1.74$, $SD = 1.24$), ฉบับที่ 4 ($M = 2.03$, $SD = 1.22$) และฉบับที่ 5 ($M = 3.00$, $SD = 1.46$) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยคะแนน (ฉบับที่ 1 $M = 0.59$, $SD = 0.56$) ต่ำกว่านักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ในแบบสอบ ฉบับที่ 1

เมื่อจำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงและปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นในแต่ละฉบับ ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการ

แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในแบบสอบ ฉบับที่ 2 ที่ต่ำกว่าในแบบสอบ ฉบับที่ 1 โดยพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงที่สุดในแต่ละฉบับ (ฉบับที่ 1 $M = 0.86$, $SD = 0.63$; ฉบับที่ 2 $M = 2.11$, $SD = 1.29$; ฉบับที่ 3 $M = 3.27$, $SD = 0.77$; ฉบับที่ 4 $M = 3.62$, $SD = 0.83$; ฉบับที่ 5 $M = 4.73$, $SD = 1.04$) ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางมีค่าเฉลี่ยคะแนน (ฉบับที่ 1 $M = 0.65$, $SD = 0.60$; ฉบับที่ 2 $M = 1.29$, $SD = 0.84$; ฉบับที่ 3 $M = 1.82$, $SD = 0.94$; ฉบับที่ 4 $M = 2.03$, $SD = 0.63$; ฉบับที่ 5 $M = 3.12$, $SD = 0.59$) สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำในแต่ละฉบับ (ฉบับที่ 1 $M = 0.31$, $SD = 0.47$; ฉบับที่ 2 $M = 0.21$, $SD = 0.41$; ฉบับที่ 3 $M = 0.41$, $SD = 0.63$; ฉบับที่ 4 $M = 0.69$, $SD = 0.60$; ฉบับที่ 5 $M = 1.48$, $SD = 0.57$) ตามลำดับ ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกันและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

วิธีการประเมินตนเอง และระดับความสามารถ	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์									
	ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2		ฉบับที่ 3		ฉบับที่ 4		ฉบับที่ 5	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
วิธีการประเมินตนเอง										
รูปрикแอนโนเทตประยุกต์	0.58(6)	0.56	1.36(6)	1.03	2.15(6)	1.44	2.48(6)	1.46	3.48(6)	1.60
รูปริกดับเบิลเยอร์	0.73(6)	0.72	1.36(6)	1.17	1.97(6)	1.53	2.21(6)	1.49	3.27(6)	1.57
ไม่ใช่เครื่องมือ	0.59(6)	0.56	1.12(6)	0.91	1.74(6)	1.24	2.03(6)	1.22	3.00(6)	1.46
ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์										
สูง	0.86(6)	0.63	2.11(6)	0.74	3.27(6)	0.77	3.62(6)	0.83	4.73(6)	1.04
ปานกลาง	0.65(6)	0.60	1.29(6)	0.84	1.82(6)	0.94	2.03(6)	0.63	3.12(6)	0.59
ต่ำ	0.31(6)	0.47	0.21(6)	0.41	0.41(6)	0.63	0.69(6)	0.60	1.48(6)	0.57

1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง

คณิตศาสตร์สูงและปานกลาง ที่ได้รับการประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และรูบริกดับเบิลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบสอบสูงขึ้นในแต่ละฉบับ ในทางตรงกันข้ามนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่ได้รับการประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และรูบริกดับเบิลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบสอบต่ำลงในฉบับที่ 2 ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตาราง 31

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

ระดับ ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	วิธีการ ประเมิน ตนเอง	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์									
		ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2		ฉบับที่ 3		ฉบับที่ 4		ฉบับที่ 5	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
สูง	รูบริก แอนโน เทตประ ยุกต์	0.92(6)	0.51	2.25(6)	0.62	3.42(6)	0.79	4.00(6)	1.13	5.25(6)	0.62
	รูบริก ดับเบิล เยอร์	0.92(6)	0.79	2.33(6)	0.89	3.58(6)	0.67	3.92(6)	0.51	5.00(6)	0.95
	ไม่ใช่ เครื่องมือ	0.77(6)	0.60	1.77(6)	1.00	2.84(6)	0.69	3.08(6)	0.28	4.08(6)	1.12
ปานกลาง	รูบริก แอนโน เทตประ ยุกต์	0.55(6)	0.52	1.45(6)	0.69	2.27(6)	0.90	2.00(6)	0.77	3.27(6)	0.47
	รูบริก ดับเบิล เยอร์	0.75(6)	0.75	1.42(6)	0.79	1.58(6)	1.00	1.83(6)	0.39	2.83(6)	0.39
	ไม่ใช่ เครื่องมือ	0.63(6)	0.67	1.00(6)	1.00	1.63(6)	0.81	2.27(6)	0.65	3.27(6)	0.79
ต่ำ	รูบริก แอนโน เทตประ ยุกต์	0.20(6)	0.42	0.20(6)	0.42	0.50(6)	0.71	1.20(6)	0.42	1.60(6)	0.71

ระดับ ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	วิธีการ ประเมิน ตนเอง	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์									
		ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2		ฉบับที่ 3		ฉบับที่ 4		ฉบับที่ 5	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
	รูปเรขาคณิต ระดับเบิ้ลเล เยอร์	0.44(6)	0.53	0.00(6)	0.00	0.33(6)	0.50	0.44(6)	0.53	1.56(6)	0.53
	ไม่ใช่ เครื่องมือ	0.30(6)	0.48	0.40(6)	0.52	0.40(6)	0.70	0.40(6)	0.52	1.30(6)	0.67

1.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain score) ในการคำนวณที่เสนอโดย ศิริชัย กาญจนวาสี (2556)

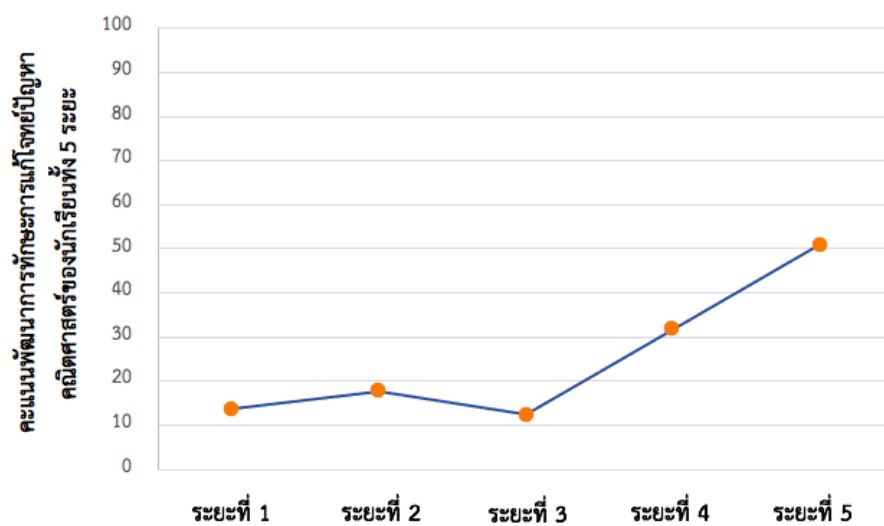
การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ โดยแต่ละระยะของพัฒนาการสัมพัทธ์ มีคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 100 พบว่า ค่าต่ำสุดของคะแนนพัฒนาการของแบบสอบทั้ง 5 ระยะ มีค่าเท่ากันทุกระยะ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0 ในส่วนค่าสูงสุดของคะแนนพัฒนาการ มีค่าเท่ากันในระยะที่ 4 และ 5 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100 ในส่วนของระยะที่ 1, 2 และ 3 มีค่าสูงสุดของคะแนนพัฒนาการ คิดเป็นร้อยละ 60.00, 75.00 และ 66.67 ตามลำดับ จากนั้นเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการในระยะที่ 5 สูงที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 50.85 ($SD = 26.54$) รองลงมา ได้แก่ ระยะที่ 4 โดยคิดเป็นร้อยละ 31.83 ($SD = 32.02$), ระยะที่ 2 โดยคิดเป็นร้อยละ 17.58 ($SD = 17.97$), ระยะที่ 1 โดยคิดเป็นร้อยละ 13.88 ($SD = 15.37$) และระยะที่ 3 โดยคิดเป็นร้อยละ 12.48 ($SD = 16.93$) ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้และความโด่ง เพื่อพิจารณารูปโค้งการแจกแจงของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ พบว่า คะแนนพัฒนาการที่ได้จากแบบสอบทั้ง 5 ระยะ มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา โดยคะแนนพัฒนาการในระยะที่ 3 (ภาพที่ 11) ($Sk = 1.33$) มีลักษณะการเบ้ขวามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ คะแนนพัฒนาการในระยะที่ 4 (ภาพที่ 12) ($Sk = 0.92$) ระยะที่ 2 (ภาพที่ 10) ($Sk = 0.90$) ระยะที่ 1 (ภาพที่ 9) ($Sk = 0.74$) และระยะที่ 5 (ภาพที่ 13) ($Sk = 0.47$) ตามลำดับ ในส่วนของการพิจารณาความโด่งของลักษณะการแจกแจงของคะแนนพัฒนาการ พบว่า คะแนนพัฒนาการในระยะที่ 2, ระยะที่ 3 และ 4

มีลักษณะโด่งกว่าโค้งปกติ โดยคะแนนพัฒนาการในระยะที่ 3 ($Ku = 1.41$) มีลักษณะโด่งกว่าโค้งปกติที่สุด รองลงมา คือ ระยะที่ 2 ($Ku = 0.55$) และระยะที่ 4 ($Ku = 0.13$) ตามลำดับ นอกจากนี้คะแนนพัฒนาการในระยะที่ 1 และระยะที่ 5 มีลักษณะแบนกว่าโค้งปกติ โดยคะแนนพัฒนาการในระยะที่ 5 ($Ku = -0.71$) มีลักษณะแบนกว่าโค้งปกติที่สุด รองลงมา คือ ระยะที่ 1 ($Ku = -0.34$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากความคลาดของความเบ้และความโด่ง พบว่า คะแนนพัฒนาการที่ได้จากแบบสอบในแต่ละครั้งมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งที่มีค่าไม่เกิน 2.00 หรือไม่น้อยกว่า -2.00 จะยังถือว่าเป็นลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงใน อวยพร เรืองตระกูล, 2544) ซึ่งแสดงรายละเอียดในตาราง 32

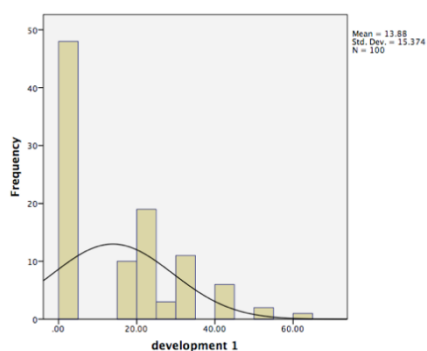
ตารางที่ 32 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ

ค่าสถิติพื้นฐาน	ระยะที่				
	1	2	3	4	5
<i>Minimum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Maximum</i>	60.00	75.00	66.67	100.00	100.00
<i>Mean</i>	13.88	17.58	12.48	31.83	50.85
<i>SD</i>	15.37	17.97	16.93	32.02	26.54
<i>Skewness</i>	0.74	0.90	1.33	0.92	0.47
<i>SE (Sk)</i>	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
<i>Kurtosis</i>	-0.38	0.55	1.41	0.13	-0.71
<i>SE (Ku)</i>	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48

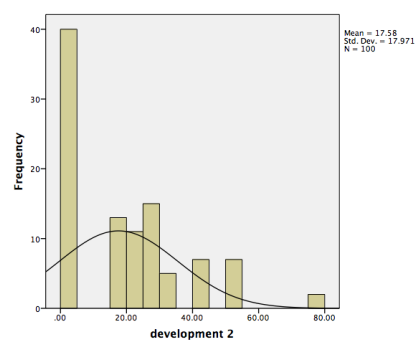


ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ

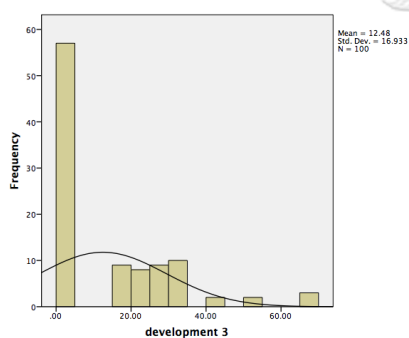




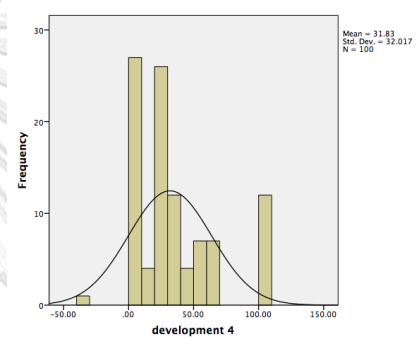
ภาพที่ 12 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะ
การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 1



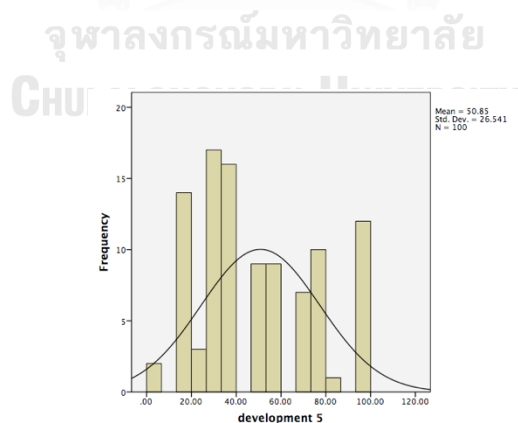
ภาพที่ 13 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะ
การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2



ภาพที่ 14 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะ
การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 3



ภาพที่ 15 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะ
การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 4



ภาพที่ 16 การกระจายของคะแนนพัฒนาการทักษะ
การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระยะที่ 5

1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่ต่างกัน จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นในแต่ละระยะ ยกเว้นในระยะที่ 3 ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการลดลงเพียงระยะเดียว เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในแต่ละระยะ พบว่านักเรียนที่ประเมินตนเอง โดยไม่ใช้เครื่องมือมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการต่ำสุดในทุกระยะ (ระยะที่ 1 $M = 11.76$, $SD = 13.08$; ระยะที่ 2 $M = 15.29$, $SD = 16.76$; ระยะที่ 3 $M = 10.69$, $SD = 14.26$; ระยะที่ 4 $M = 25.00$, $SD = 28.09$; ระยะที่ 5 $M = 44.75$, $SD = 25.32$) ตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามนักเรียนที่ประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการ RUBRIC แอนโนเทตประยุกต์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการสูงสุดในระยะที่ 1 ($M = 14.70$, $SD = 15.58$) ระยะที่ 2 ($M = 20.56$, $SD = 18.76$) ระยะที่ 4 ($M = 39.20$, $SD = 33.68$) และระยะที่ 5 ($M = 57.47$, $SD = 26.91$) ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการ RUBRIC ดับเบิลเยอร์ ($M = 12.94$, $SD = 16.77$) มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการสูงเกินกว่านักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยวิธีแอนโนเทตประยุกต์ในระยะที่ 3 ($M = 11.57$, $SD = 19.60$) แต่มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการ (ระยะที่ 1 $M = 13.48$, $SD = 17.46$; ระยะที่ 2 $M = 16.12$, $SD = 18.51$; ระยะที่ 4 $M = 30.70$, $SD = 33.55$; ระยะที่ 5 $M = 50.51$, $SD = 26.63$) ต่ำกว่านักเรียนที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการแอนโนเทตประยุกต์ในระยะที่ 1 ($M = 14.70$, $SD = 15.58$) ระยะที่ 2 ($M = 20.56$, $SD = 18.76$) ระยะที่ 4 ($M = 39.20$, $SD = 33.68$) และระยะที่ 5 ($M = 57.47$, $SD = 26.91$)

เมื่อจำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นในทุกระยะ ตามลำดับ ยกเว้นในระยะที่ 3 ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการลดลงเพียงระยะเดียว เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการสูงที่สุดในทุกระยะ (ระยะที่ 1 $M = 23.56$, $SD = 14.61$; ระยะที่ 2 $M = 28.65$, $SD = 20.83$; ระยะที่ 3 $M = 16.67$, $SD = 21.70$; ระยะที่ 4 $M = 52.25$, $SD = 40.85$; ระยะที่ 5 $M = 76.26$, $SD = 21.52$) ตามลำดับ รองลงมา คือ

นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง (ระยะที่ 1 $M = 13.73$, $SD = 14.79$; ระยะที่ 2 $M = 13.97$, $SD = 13.94$; ระยะที่ 3 $M = 12.99$, $SD = 15.29$; ระยะที่ 4 $M = 23.63$, $SD = 17.81$; ระยะที่ 5 $M = 45.29$, $SD = 13.31$) และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ (ระยะที่ 1 $M = 1.72$, $SD = 5.17$; ระยะที่ 2 $M = 7.70$, $SD = 8.73$; ระยะที่ 3 $M = 6.55$, $SD = 8.57$; ระยะที่ 4 $M = 16.55$, $SD = 10.71$; ระยะที่ 5 $M = 24.94$, $SD = 10.02$) ตามลำดับ ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 ระยะ จำแนกตามวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

วิธีการประเมินตนเองและระดับความสามารถ	ความพัฒนาการสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์									
	ระยะที่ 1		ระยะที่ 2		ระยะที่ 3		ระยะที่ 4		ระยะที่ 5	
	ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 1	
	กับ 2		กับ 2		กับ 2		กับ 2		กับ 2	
ความสามารถ	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
วิธีการประเมินตนเอง										
รูปริกแอนโน										
เทตประยุกต์	14.70	15.58	20.56	18.76	11.57	19.60	39.20	33.68	57.47	26.91
รูปริก										
ดับเบิลเลเยอร์	13.48	17.46	16.12	18.51	12.94	16.77	30.70	33.55	50.51	26.63
ไม่ใช่เครื่องมือ	11.76	13.08	15.29	16.76	10.69	14.26	25.00	28.09	44.75	25.32
ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์										
สูง	23.56	14.61	28.65	20.83	16.67	21.70	52.25	40.85	76.26	21.52
ปานกลาง	13.73	14.79	13.97	13.94	12.99	15.29	23.63	17.81	45.29	13.31
ต่ำ	1.72	5.17	7.70	8.73	6.55	8.57	16.55	10.71	24.94	10.02

1.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกันพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการ

RUBRIK ANONIMOUS PRAGMATICS วิธีการระบุบริบทับเบิลเลเยอร์ และวิธีการไม่ใช้เครื่องมือ จะมีค่าเฉลี่ยคะแนน
 พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นในแต่ละระยะ ยกเว้นในระยะที่ 3 ที่มีค่าเฉลี่ย
 คะแนนพัฒนาการลดลงเพียงระยะเดียว ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปาน
 กลาง ที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยวิธีการระบุบริบทอนโนมิตปรกฏและวิธีการดับเบิลเลเยอร์ จะมี
 ค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นในแต่ละระยะ ยกเว้นในระยะที่
 3 เช่นเดียวกัน ในขณะที่วิธีการไม่ใช้เครื่อง จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการลดลงทั้งหมด 2 ระยะ
 ได้แก่ ระยะที่ 2 และระยะที่ 4 และในส่วนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่
 ประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการระบุบริบทอนโนมิตปรกฏ จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้
 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นในแต่ละระยะ ยกเว้นในระยะที่ 3 ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการลดลง
 เพียงระยะเดียว แต่วิธีการระบุบริกดับเบิลเลเยอร์ จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นในแต่ละระยะ
 ในขณะที่วิธีการไม่ใช้เครื่องมือ จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 ลดลงในระยะที่ 2 ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตาราง 34

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการประเมินตนเองที่
แตกต่างกัน

ระดับ ความสามาร ถทาง คณิตศาสตร์	วิธีการ ประเมิน ตนเอง	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์									
		ระยะที่ 1		ระยะที่ 2		ระยะที่ 3		ระยะที่ 4		ระยะที่ 5	
		ฉบับที่ 1 กับ 2	ฉบับที่ 2 กับ 3	ฉบับที่ 3 กับ 4	ฉบับที่ 4 กับ 5	ฉบับที่ 1 กับ 5					
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
สูง	แอนโนเทต										
	ประยุกต์	25.69	13.19	29.03	25.18	23.61	27.02	72.22	30.43	88.61	10.10
	ดับเบิลยูเออร์	25.00	0.00	33.06	17.99	16.67	22.47	52.78	45.41	79.72	19.72
	ไม่ใช้เครื่องมือ	18.46	11.91	24.23	19.56	10.26	13.67	33.33	38.49	61.67	23.33
ปานกลาง	แอนโนเทต										
	ประยุกต์	16.06	14.89	19.09	14.29	4.09	9.17	28.03	18.15	49.39	10.73
	ดับเบิลยูเออร์	10.00	15.13	15.30	13.22	16.36	17.90	28.64	16.70	48.48	16.08
	ไม่ใช้เครื่องมือ	15.42	15.23	8.06	13.14	18.06	14.65	15.00	16.51	38.61	10.75
ต่ำ	แอนโนเทต										
	ประยุกต์	0.00	0.00	12.00	8.34	5.33	8.64	12.00	10.33	29.00	7.04
	ดับเบิลยูเออร์	0.00	0.00	7.41	8.78	9.63	9.20	22.22	10.54	27.41	7.03
	ไม่ใช้เครื่องมือ	5.00	8.05	3.67	7.77	5.00	8.05	16.00	9.79	18.67	12.29

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการประเมินตนเองแตกต่างกัน พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5 ของแต่ละกลุ่มมีความเป็นเอกพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, $F(8, 91) = 4.303, p = .479$ ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของวิธีการดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวน ต่อมาผู้วิจัยได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, $F(4, 91) = 3.723, p = .007, \eta_p^2 = .141$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวมีขนาดอิทธิพลต่อการพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับน้อย (Cohen, 1988) แสดงให้เห็นว่านักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการประเมินตนเองที่แตกต่างกันจะมีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 35

ต่อมาเมื่อผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์อิทธิพลหลักอย่างง่ายของวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้วยการใช้สถิติ Bonferroni ในการวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่ได้รับการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5 สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่ได้รับการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5 สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 14 และตารางที่

ตารางที่ 36 การทดสอบอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5

ระดับ ความสามารถ ทางคณิตศาสตร์	วิธีการประเมินตนเอง	Mean difference	SE	p
สูง	แอนโนเทตประยุกต์ – ไม่ใช่เครื่องมือ	26.94444**	7.49921	.003
	แอนโนเทตประยุกต์ – ดับเบิลเยอร์	8.88889	7.64772	.760
	ดับเบิลเยอร์ - ไม่ใช่เครื่องมือ	18.05556	7.49921	.065
ปานกลาง	แอนโนเทตประยุกต์ – ไม่ใช่เครื่องมือ	.90909	5.42000	1.000
	แอนโนเทตประยุกต์ – ดับเบิลเยอร์	10.78283	5.30588	.152
	ดับเบิลเยอร์ - ไม่ใช่เครื่องมือ	-9.87374	5.30588	.217
ต่ำ	แอนโนเทตประยุกต์ - ไม่ใช่ เครื่องมือ	26.00000**	2.54289	.000
	แอนโนเทตประยุกต์ - ดับเบิล เยอร์	1.59259	2.61257	1.000
	ดับเบิลเยอร์ - ไม่ใช่เครื่องมือ	24.40741**	2.61257	.000

หมายเหตุ : ** $p < .01$

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 3.1) ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในแต่

ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน และ 3.2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ผลความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated measures ANOVA) โดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity ซึ่งเป็นข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ จากการทดสอบ พบว่า ไม่มีความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในแต่ละระยะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Approx. Chi-Square 100.31, 24.698, 15.862 และ $p = .000, .003$ และ $.002$ ตามลำดับ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่เป็นแบบ compound symmetry ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Greenhouse-Geisser ซึ่งแสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 37

ตารางที่ 37 การทดสอบ Sphericity ของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

ระดับ ความสามารถ	within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi- square	df	p	epsilon		
						Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Lower- bound
สูง	time	.055	100.031	9	.000	.533	.567	.250
ปานกลาง	time	.456	24.698	9	.003	.789	.882	.250
ต่ำ	time	.549	15.862	9	.002	.831	.957	.250

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนที่พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ระดับสูง $F = 44.171, p = .000$, ระดับปานกลาง $F = 27.366, p = .000$ และระดับต่ำ $F = 30.741, p = .000$) ซึ่งแสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 38

ตารางที่ 38 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	แหล่งที่มา	วิธีการประมาณค่า	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
ระดับสูง	time	Sphericity	89822.913	4	22455.728	44.171	.000
		Assumed					
		Greenhouse-Geisser	89822.913	2.132	42136.756	44.171**	.000
		Huynh-Fedlt	89822.913	2.270	39573.761	44.171	.000
		Lower-bound	89822.913	1.000	89822.913	44.171	.000
		Error(time)					
	Error(time)	Sphericity	73207.087	144	508.383		
		Assumed					
		Greenhouse-Geisser	73207.087	76.741	953.948		
		Huynh-Fedlt	73207.087	81.711	895.923		
ระดับปานกลาง	time	Sphericity	25736.503	4	6434.126	27.366	.000
		Assumed					
		Greenhouse-Geisser	25736.503	3.156	8153.926	27.366**	.000
		Huynh-Fedlt	25736.503	3.529	7293.067	27.366	.000
		Lower-bound	25736.503	1.000	25736.503	27.366	.000
		Error(time)					
	Error(time)	Sphericity	31034.503	132	235.111		
		Assumed					
		Greenhouse-Geisser	31034.503	104.159	297.954		

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	แหล่งที่มา	วิธีการประมาณค่า	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
ระดับต่ำ	time	Huynh-Fedlt	31034.503	116.454	266.497		
		Lower-bound	31034.503	33.000	940.443		
		Sphericity	9880.460	4	2470.115	30.741	.000
		Assumed					
		Greenhouse-Geisser	9880.460	3.325	2971.443	30.741**	.000
		Huynh-Fedlt	9880.460	3.827	2581.823	30.741	.000
		Lower-bound	9880.460	1.000	9880.460	30.741	.000
	Error(time)	Sphericity	8999.540	112	80.353		
		Assumed					
		Greenhouse-Geisser	8999.540	93.104	96.661		
		Huynh-Fedlt	8999.540	107.154	83.987		
		Lower-bound	8999.540	28.000	321.412		

หมายเหตุ : ** $p < .01$

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการของนักเรียนทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5 สูงกว่าในระยะที่ 3 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในระยะที่ 4 สูงกว่าในระยะที่ 3 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5 สูงกว่าในระยะที่ 4 ระยะที่ 3 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในระยะที่ 4 สูงกว่าในระยะที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5 สูงกว่าในระยะที่ 4 ระยะที่ 3 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และและมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในระยะที่ 4 สูงกว่าในระยะที่ 3 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการประเมิน

ตนเองด้วยวิธีการประเมินตนเองที่ต่างกัน จะมีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต่างกัน ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่คะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	ระยะการวัด	Mean Difference	Std. Error	p
สูง	ระยะที่ 2 - ระยะที่ 1	5.72072	6.87028	1.000
	ระยะที่ 3 - ระยะที่ 2	-15.06840	7.47942	.455
	ระยะที่ 3 - ระยะที่ 1	-9.34768	7.47942	1.00
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 3	38.67201**	7.47942	.000
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 2	23.60360**	6.87028	.007
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 1	29.32432**	6.87028	.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 4	.00000	6.87028	1.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 3	38.67201**	7.47942	.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 2	23.60360**	6.87028	.007
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 1	29.32432**	6.87028	.000
ปานกลาง	ระยะที่ 2 - ระยะที่ 1	.09804	3.66784	1.000
	ระยะที่ 3 - ระยะที่ 2	-.98039	3.66784	1.000
	ระยะที่ 3 - ระยะที่ 1	-.88235	3.66784	1.000
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 3	10.63725*	3.66784	.042
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 2	9.65686	3.66784	.093
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 1	9.75490	3.66784	.086
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 4	21.66667**	3.66784	.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 3	32.30392**	3.66784	.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 2	31.32353**	3.66784	.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 1	31.42157**	3.66784	.000
ต่ำ	ระยะที่ 2 - ระยะที่ 1	5.97701	2.32384	.112
	ระยะที่ 3 - ระยะที่ 2	-1.14943	2.32384	1.000
	ระยะที่ 3 - ระยะที่ 1	4.82759	2.32384	.396

ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	ระยะการวัด	Mean Difference	Std. Error	p
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 3	10.00000**	2.32384	.000
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 2	8.85057**	2.32384	.002
	ระยะที่ 4 - ระยะที่ 1	14.82759**	2.32384	.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 4	8.39080**	2.32384	.004
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 3	18.39080**	2.32384	.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 2	17.24138**	2.32384	.000
	ระยะที่ 5 - ระยะที่ 1	23.21839**	2.32384	.000

หมายเหตุ : * $p < .05$ ** $p < .01$

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่พัฒนาการทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่ได้รับการประเมินตนเองด้วยวิธีการที่ต่างกัน จะมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และรูบริกดับเบิลเลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในส่วนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่า 1) นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ และวิธีการไม่ใช้เครื่องมือ มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน 2) นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ จะมีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนในกลุ่มนี้ และ 3) นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ จะมีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนในกลุ่มนี้ ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตาราง 40

ตารางที่ 40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ระยะ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

ระดับ ความสามารถ	วิธีการประเมินตนเอง	Mean Difference	Std. Error	p
สูง	แอนโนเทตประยุกต์ – ไม่ใช้เครื่องมือ	11.01295	6.12415	.222
	แอนโนเทตประยุกต์ – ดัดแปลงใบเลเยอร์	-.31173	6.14806	1.000
	ดัดแปลงใบเลเยอร์ - ไม่ใช้เครื่องมือ	11.32468	5.95951	.177
ปานกลาง	แอนโนเทตประยุกต์ – ไม่ใช้เครื่องมือ	19.71019*	7.32041	.046
	แอนโนเทตประยุกต์ – ดัดแปลงใบเลเยอร์	2.93762	7.01342	1.000
	ดัดแปลงใบเลเยอร์ - ไม่ใช้เครื่องมือ	22.64781*	7.32041	.014
ต่ำ	แอนโนเทตประยุกต์ – ไม่ใช้เครื่องมือ	11.83794	5.78314	.294
	แอนโนเทตประยุกต์ – ดัดแปลงใบเลเยอร์	6.40329	4.72593	1.000
	ดัดแปลงใบเลเยอร์ - ไม่ใช้เครื่องมือ	18.24123*	4.92132	.020

หมายเหตุ : * $p < .05$

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้ให้ความคิดเห็นสอดคล้องสัมพันธ์ไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งความคิดเห็นของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของนักเรียนที่ได้รับการ

ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ วิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์ และวิธีการไม่ใช่เครื่องมือ โดยสามารถสรุปความคิดเห็นที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน และมีตัวอย่างของผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

1. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงให้ความคิดเห็นไว้ว่า การประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ การประเมินตนเองด้วยวิธีการดัดเบิ้ลเลเยอร์ ทำให้ทราบเกี่ยวกับรายละเอียดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอน ทำให้สามารถทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของตนเอง โดยจะทำให้ นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้รับไปวางแผนและดำเนินการปรับปรุง แก้ไขในส่วนของจุดอ่อน และรักษา คงไว้ซึ่งจุดแข็งของตนเอง และต้องการที่จะพัฒนาตนเองไปเพื่อให้ได้รับคะแนนที่ดีมากขึ้น ในส่วนของการไม่ใช่เครื่องมือทำให้นักเรียนไม่ทราบถึงจุดที่บกพร่องของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนที่จะพัฒนาตนเองเพื่อที่จะได้รับคะแนนที่ดีมากขึ้นนั่นเอง โดยมีตัวอย่างของผลการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูงที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์:

“วิธีการของรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ทำให้ผมเข้าใจถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของตัวเองในการแก้โจทย์ปัญหาได้มากขึ้นครับ เพราะว่าครูให้ผมได้มีโอกาสทบทวนสิ่งที่ดีกับสิ่งที่พลาดในการทำแบบฝึกหัดและในการสอบแต่ละครั้ง และเกณฑ์ที่ครูสร้างขึ้นก็ทำให้ยากที่จะพัฒนาตัวเองให้มีคะแนนสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ ครับ”

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูงที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์:

“เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์ ทำให้ผมทราบถึงสิ่งที่ควรจะต้องทำในแต่ละขั้นตอน ครับ เพราะว่าเกณฑ์ที่ครูมีค่อนข้างชัดเจนและแยกย่อยถึงสิ่งที่ผมควรจะต้องทำ และมีคะแนน ค่อนข้างที่จะเห็นได้ชัด ทำให้ผมทราบว่าต้องทำอะไรในการสอบครั้งหน้า เพื่อจะได้คะแนนที่ดีมากขึ้นกว่าเดิม”

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูงที่ประเมินตนเองโดยไม่ใช้เครื่องมือ:

“ผมไม่สามารถรู้ได้เลยว่า การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่ทำไปถูกหรือผิด ผมจึงไม่สามารถที่จะรู้ถึงจุดที่ผมต้องปรับปรุงหรือแก้ไข”

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางให้ความคิดเห็นไว้ว่า การประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ การประเมินตนเองด้วยวิธีการดับเบิลเชอร์ ทำให้ทราบเกี่ยวกับรายละเอียดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอน ทำให้สามารถทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของตนเอง และประเมินตนเองได้อย่างเข้าใจได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนในกลุ่มนี้ค่อนข้างใช้เวลาพอสมควรในการประเมินตนเอง เนื่องจากติดขัดในบางขั้นตอน ทำให้ประเมินตนเองไม่ครบทุกองค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แต่ยังคงทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเอง ในส่วนของการไม่ใช้เครื่องมือทำให้นักเรียนไม่ทราบถึงจุดที่บกพร่องของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนที่จะพัฒนาตนเองเพื่อที่จะได้รับคะแนนที่ดีมากขึ้นนั่นเอง โดยมีตัวอย่างของผลการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์:

“วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ ทำให้ผมสามารถรู้ได้ว่าผมควรจะต้องทำอย่างไรในการแก้โจทย์ปัญหา เพราะว่ามีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน รู้ทันทีว่าผมผิดพลาดตรงไหน ทำให้รู้ถึงสิ่งที่ต้องพัฒนาต่อไป จากที่ดูในการเขียนถึงจุดแข็ง จุดอ่อนครับ”

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบρικดับเบิลเชอร์:

“วิธีการรูบρικดับเบิลเชอร์ค่อนข้างที่จะประเมินง่ายครับ เพราะว่ามีข้อย่อยไม่กี่ข้อที่ผมอ่านแล้วรู้สึกเข้าใจได้ง่ายครับ แต่บางทีผมก็ลืมไปว่าต้องทำยังไงต่อไปถ้าอยากจะได้คะแนนเยอะ ๆ เพราะว่า ผมประเมินแล้วจำไม่ได้ว่าผมผิดพลาดตรงไหน”

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการไม่ใช่เครื่องมือ:

“ไม่สามารถที่จะรู้ได้เลยว่าผมนั้นผิดพลาดตรงองค์ประกอบไหน เนื่องจากรู้แค่ว่าได้คะแนนเท่าไร”

3. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำทำให้ความคิดเห็นไว้ว่า การประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ ทำให้ทราบเกี่ยวกับรายละเอียดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอน ทำให้สามารถทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของตนเอง ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้ใช้เวลาในการประเมินตนเองนาน และไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนได้ จนส่งผลทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ทันภายในเวลาที่กำหนด ดัดขัดในการประเมินในหลายองค์ประกอบ แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนยังสามารถทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเอง ในขณะที่การประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ นักเรียนจะสามารถจัดการเวลาในแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้นเนื่องจากไม่มีการเขียนประเมินตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนในกลุ่มนี้ไม่ถนัด และมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน และในส่วนของกรไม่ใช่เครื่องมือทำให้นักเรียนไม่ทราบถึงจุดที่บกพร่องของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนที่จะพัฒนาตนเองเพื่อที่จะได้รับคะแนนที่ดีมากขึ้นนั่นเอง โดยมีตัวอย่างของผลการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์:

“การเขียนถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของการประเมินด้วยรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ ทำให้ผมทราบถึงสิ่งที่ควรจะต้องเขียนลงในข้อสอบแต่ละครั้ง ว่าต้องเขียนอะไรบ้างจึงจะได้คะแนน ซึ่งผมก็รู้ได้จากเกณฑ์ที่ครูให้ไว้ ทำให้ผมรู้จุดแข็งและลบจุดอ่อนของผมได้ครับ”

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์:

“เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกดับเบิลเลเยอร์ผมรู้สึกว่าการให้คะแนนดูชัดเจนดีครับ มีแบบฟอร์มในการประเมินที่เข้าใจง่าย ไม่ยุ่ง มีแนวทางที่จะทำให้ผมมีคะแนนมากขึ้นชัดเจนครับ แต่พอจบคาบอาจจะลืม ๆ บางอย่างไปบ้างครับ”

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการไม่ใช่เครื่องมือ:

“บอกผมแค่คะแนน ผมไม่รู้เลยว่าจะต้องไปปรับปรุง แก้ไขที่ตรงไหน”

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การประเมินตนเองโดยใช้รูบริกที่มีวิธีการต่างกันที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์: วิธีแอนโนเทตประยุกต์และดับเบิลเลเยอร์ มีวัตถุประสงค์สำหรับการดำเนินการวิจัย 2 ข้อ ประกอบด้วย 1) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ โดยมีรูปแบบการดำเนินการวิจัยเป็นแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experiment designs) ซึ่งมีการทดสอบก่อนและหลังการจัดกระทำและมีกลุ่มควบคุม (pretest-posttest control group design) ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 5 สัปดาห์

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกประชากรจาก นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 100 คน ซึ่งได้ทำการคัดเลือกนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร โดยคัดเลือกโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัยแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) กำหนดห้องเรียนที่เป็นแบบละความสามารรถและมีครูผู้สอนท่านเดียวกัน จำนวน 3 ห้องเรียน แบ่งนักเรียนในแต่ละห้องเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ จากนั้นสุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) เพื่อนำไปสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยที่ประกอบไปด้วย 1) แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ (applied annotated rubric) จำนวน 4 ฉบับ ที่มีความคู่ขนานกัน 2) แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ (double layer rubric) จำนวน 4 ฉบับ ที่มีความคู่ขนานกัน และ 3) แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ที่มีความคู่ขนานกัน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติภาคบรรยาย (descriptive statistic) วิเคราะห์คะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยสูตรการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain score) วิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้รับจากการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (repeated measures ANOVA) และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ด้วยวิธีการสร้างข้อสรุปที่ได้จากการอุปนัย (analytic induction)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วางแนวทางในการนำเสนอผลการวิจัย ออกเป็น 2 ตอน โดยให้สอดคล้องกับคำถามการวิจัย ประกอบด้วย 1) การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และ 2) การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยสามารถสรุปตามแนวทางที่กล่าวไว้ข้างต้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อมาเมื่อวิเคราะห์อิทธิพลหลักอย่างง่ายของวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในระยะเวลาที่ 5 สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือใน

การประเมินตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระยะที่ 5 สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกัน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่ได้รับการประเมินตนเองด้วยวิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และรูบริกดับเบิลเลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในส่วน of นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอประเด็นที่น่าสนใจเพื่ออภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 2 ประเด็น โดยสอดคล้องกับคำถามการวิจัย ประกอบด้วย 1) การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน ซึ่งการอภิปรายผลการวิจัยในแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ ตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์

ผลจากการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ
ตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยคาดว่าน่าจะ
มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับ
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจกล่าวใน
อีกนัยหนึ่งได้ว่า นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการประเมินตนเองที่
แตกต่างกัน จะมีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองที่แตกต่างกัน โดยวิธีการประเมิน
ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง ด้วยวิธีการรูดริกแอนโนเทตประยุกต์ ส่งผลให้
นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
สูงกว่าวิธีการไม่ใช้เครื่องมือ และในส่วนของวิธีการรูดริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการดับเบิล
เยอร์ ส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำมีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการไม่ใช้เครื่องมือ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจมีที่มาจากนักเรียนในแต่ละระดับ
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ต่างกันตอบสนองต่อวิธีการประเมินตนเองที่ต่างกัน ซึ่ง
สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ญญฐนี ศิริโชติ (2558) ที่กล่าวไว้ว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถ
ทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน จะตอบสนองต่อเครื่องมือที่ต่างกันด้วย และเป็นจุดสังเกตที่ว่า
วิธีการรูดริกแอนโนเทตประยุกต์และรูดริกกับเบิลเยอร์มีประสิทธิภาพกับนักเรียนที่มีระดับ
ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงและต่ำมากกว่า ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง
คณิตศาสตร์ปานกลางให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน นั่นคือนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์
ปานกลางอาจใช้เพียงวิธีการไม่ใช้เครื่องมือ ซึ่งความซับซ้อนน้อยกว่าวิธีการรูดริกแอนโนเทตประยุกต์
และรูดริกดับเบิลเยอร์ สอดคล้องกับผลการศึกษา อารยา ยูณะเดมีย์ (2560) ที่กล่าวไว้ว่า มี
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับ
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เหตุที่นักเรียนที่มีระดับ
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับวิธีการประเมินตนเองที่ต่างกัน อาจมี
สาเหตุมาจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางนั้น มีคุณลักษณะบางประการ

อยู่ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงและต่ำ กล่าวคือนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง มีศักยภาพเพียงพอที่จะสามารถพัฒนาตนเองขึ้นไปเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง หากมีการฝึกหัด พัฒนาอย่างเป็นประจำสม่ำเสมอ ในขณะเดียวกันก็สามารถลดระดับลงเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มต่ำได้เช่นกัน หากขาดเอาใจใส่ในการฝึกหัด พัฒนา ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีเชื่อมโยงของ Thondike (Thondike's connected theory) ที่มีหลักการว่า การเรียนรู้จะเกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า (stimulus) กับการตอบสนอง (response) ที่เหมาะสม มั่นคง ซึ่งเกิดได้จากการฝึกหัด ทำซ้ำบ่อยครั้ง ย่อมทำให้เกิดการเรียนรู้ได้นาน และคงทนถาวร (law of used) ในทางตรงกันข้าม หากไม่ได้ฝึกหัดทำซ้ำบ่อย ๆ ก็จะทำให้การเรียนรู้นั้นไม่คงทนถาวร (law of disused) (ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2524), อ้างถึงในทิตินา แคมมณี, (2540)) ข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง กับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้นทำให้สามารถสรุปได้ว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ วิธีการรูบริกดั้งเดิมและวิธีการไม่ใช้เครื่องมือ มีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 โดยผู้วิจัยคาดว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง ด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ น่าจะมีพัฒนาการทักษะ

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงสุด เหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจมีสาเหตุมาจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง เป็นนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของวิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ เป็นภาพรวม ทำให้สามารถตีความ วิเคราะห์และแยกแยะโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทราบถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ดังนั้นวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองที่ใช้กับนักเรียนในระดับความสามารถนี้ ไม่จำเป็นที่จะต้องเครื่องมือในการประเมินตนเอง ซึ่งนักเรียนในระดับความสามารถนี้ถ้าหากทราบว่าคำตอบของตนเองนั้นไม่ถูกต้องหรือมีจุดผิดพลาด จะเริ่มทบทวนตนเองมองปัญหาที่เกิดขึ้น โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ที่ครูสร้างขึ้น และมองการแก้ปัญหาอย่างเป็นภาพรวมตามเกณฑ์ดังกล่าว สอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ ดังนี้ “วิธีการของรูบริกแอนโนเทตประยุกต์ทำให้ผมเข้าใจถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของตัวเองในการแก้โจทย์ได้มากขึ้นครับ เพราะว่าครูให้ผมได้มีโอกาสทบทวนสิ่งที่ดีกับสิ่งที่พลาดในการทำแบบฝึกหัด และในการสอบแต่ละครั้ง และเกณฑ์ที่ครูสร้างขึ้นก็ทำให้อยากที่จะพัฒนาตัวเองให้มีคะแนนสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ ครับ ” และสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ ดังนี้ “เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกดับเบิลเลเยอร์ ทำให้ผมทราบถึงสิ่งที่ควรจะต้องทำในแต่ละขั้นตอนครับ เพราะว่าเกณฑ์ที่ครูมีค่อนข้างชัดเจนและแยกย่อยถึงสิ่งที่ผมควรจะต้องทำ และมีคะแนนค่อนข้างที่จะเห็นได้ชัด ทำให้ผมทราบว่าต้องทำอย่างไรในการสอบครั้งหน้า เพื่อจะได้คะแนนที่ดีมากขึ้นกว่าเดิม ” ในทำนองเดียวกับผลการศึกษาของ ณัฏฐณี ศิริโชติ (2558) ที่กล่าวว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกเหมาะสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ซึ่งอาจคาดคะเนได้ว่าวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ ที่ต่างก็มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกเช่นเดียวกัน อาจมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากวิธีการไม่ใช้เครื่องมือ สำหรับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในส่วน

ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่ได้รับการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริก
 ดัชนีเบิ้ลเลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียน
 ที่ไม่ใช่เครื่องมือในการประเมินตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับ
 สมมติฐานข้อที่ 2 โดยผู้วิจัยคาดว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ
 ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง ด้วยวิธีการรูบริกดัชนีเบิ้ลเลเยอร์ น่าจะมี
 พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สูงที่สุด เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจมีสาเหตุมาจากวิธีการ
 รูบริกแอนโนเทตประยุกต์เป็นวิธีการประเมินตนเองที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคำอธิบายระดับ
 คุณภาพ แยกตามองค์ประกอบ ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้ใช้เกณฑ์ดังกล่าวมาตัดสินคะแนนของ
 ตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงเอื้อให้นักเรียนได้ทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเอง แต่มี
 เงื่อนไขที่ว่าการนักเรียนจะต้องพิจารณาจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเอง โดยการเขียนอธิบาย ซึ่งนักเรียน
 ที่มีระดับความสามารถปานกลาง อาจจะมีทักษะในการเขียนอธิบายและการพิจารณาตนเองในระดับ
 ที่ดีกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ ในทางตรงกันข้ามนักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง
 คณิตศาสตร์ต่ำนั้น อาจจะมีข้อจำกัดในการเขียนอธิบาย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุทธาวรรณ
 ภาณุรัตน์ (2553) ที่กล่าวไว้ว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางและต่ำที่มีข้อจำกัดในการใช้
 ภาษา ทำให้เขียนตอบได้เพียงสั้น ๆ ทำให้การระบุถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของนักเรียนไม่ละเอียดชัดเจน
 มากพอ และในส่วนของวิธีการรูบริกดัชนีเบิ้ลเลเยอร์ เป็นวิธีการประเมินตนเองที่มีเกณฑ์การให้คะแนน
 ที่มีคำอธิบายระดับคุณภาพ แยกตามองค์ประกอบที่มีการให้คะแนนทั้งหมด 2 ระดับชั้น โดยใน
 ระดับชั้นที่ 1 นักเรียนให้คะแนนตามระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แยกตาม
 ข้อย่อยการ จากนั้นนำคะแนนรวมที่ได้ในระดับชั้นที่ 1 มาจัดกระทำเป็นคะแนนในระดับชั้นที่ 2 ซึ่งจะ
 ไม่มีขั้นตอนของการเขียนอธิบายรายละเอียด ทำให้นักเรียนสามารถที่มีระดับความสามารถทาง
 คณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ สามารถที่จะประเมินตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีพัฒนาการทักษะ
 การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีมากขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Egodawatte (2010) ที่
 กล่าวไว้ว่า วิธีการรูบริกมีส่วนช่วยในการปรับปรุงผลการเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียน
 ส่วนมากไม่ได้ตระหนักถึงวิธีการดังกล่าว จึงคาดคะเนได้ว่าวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และ
 วิธีการรูบริกดัชนีเบิ้ลเลเยอร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการไม่ใช่เครื่องมือ ทั้งนี้จะต้องใช้เวลาสำหรับ
 ฝึกฝนการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง เพื่อที่จะเห็นถึงพัฒนาการทักษะการแก้
 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Macdonald and Boud (2003) ที่พบว่า
 ต้องอาศัยช่วงเวลาของการฝึกฝนการประเมินตนเอง (self-assessment training) ที่จะนำไปสู่การ

พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ยิ่งไปกว่านั้นเวลาสำหรับการฝึกฝนการประเมินตนเองข้างต้น อาจต้องดำเนินการควบคู่ไปกับความสนใจใคร่ที่จะเรียนรู้ของนักเรียนด้วย จึงจะทำให้การประเมินตนเองมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Osmond, Merry and Reiling, 1997)

ข้อสรุปที่ได้จากการเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินตนเองที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน มีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเอง และในส่วนของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการวิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเอง ดังนั้นทำให้สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน มีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ประเมินตนเองโดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเอง และนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีการวิธีการรูบริกดับเบิลเยอร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินตนเอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนควรเลือกใช้วิธีการประเมินตนเองให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจากผลการวิจัยจะเห็นว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมีความเหมาะสมที่จะได้รับการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือวิธีการไม่ใช้เครื่องมือโดยพิจารณาจากเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลางมีความ

เหมาะสมที่จะได้รับการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการรูบริก แอนโนเทตประยุกต์หรือวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำมีความเหมาะสมที่จะได้รับการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองด้วยวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์

2. ครูผู้สอนควรให้นักเรียนทำความเข้าใจวิธีการประเมินแบบต่าง ๆ และฝึกก่อนที่จะนำไปใช้ในการประเมินตนเองในการแก้โจทย์ปัญหา

3. ครูผู้สอนควรจัดให้นักเรียนได้มีการทบทวนตนเองและประเมินตนเองอย่างสม่ำเสมอ โดยมีแผนในการปฏิบัติการชัดเจนและครอบคลุมตลอดช่วงของการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ครูจะต้องแจ้งให้นักเรียนได้รับทราบแผนการปฏิบัติการนั้นด้วย เพื่อที่ว่านักเรียนจะได้รู้ เข้าใจและเตรียมตัวสำหรับการทบทวนและการประเมินตนเองดังกล่าว ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยอาจจะนำไปเปรียบเทียบกับกับวิธีการประเมินตนเองแบบอื่น ๆ เพื่อนำมาซึ่งวิธีการประเมินตนเองที่มีประสิทธิภาพและความเหมาะสมกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ดีมากยิ่งขึ้น

2. ควรให้นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของการนำเครื่องมือไปใช้เป็นผู้ประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (intra-rater reliability) และความเที่ยงระหว่างตัวผู้ประเมิน (inter-rater reliability)

3. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำวิธีการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ นำไปใช้กับนักเรียนที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำวิธีการประเมินตนเอง โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์ นำไปใช้กับรายวิชาอื่นที่ต้องมีการประเมินทักษะหรือวิชาที่อาศัยทักษะอย่างสูงในการเรียน เช่น ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เนื่องจากวิธีการประเมินตนเองทั้งสองวิธีจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะที่ต้องการ

5. ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย เช่น โรงเรียนสหศึกษา หรือโรงเรียนหญิงล้วน เพื่อพิจารณารูปแบบวิธีการประเมินตนเองที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้ทราบถึงรูปแบบวิธีการประเมินที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในแต่ละประเภทที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน



บรรณานุกรม

- กติกกร กมลรัตน์สมบัติ. (2558). ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีต่อพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา [จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพมหานคร.
- กมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2559). การวัดและการประเมินทักษะการปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมวิชาการ. (2545) หนังสือสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กฤษรัตน์ วิทยาเวช. (2551). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดเมตาความรู้ด้านความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (ปริญาอุษฎฐบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษฎา วรพิน. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติทัศน์ หวานฉ่ำ. (2560). ผลของประเภทข้อมูลย้อนกลับและการเปลี่ยนคำตอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนที่เพิ่มขึ้น และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชมภูษ จันทรแสง. (2557). ผลของการประเมินตนเองโดยใช้วิธีการสะท้อนคิดที่แตกต่างกัน ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐณี ศิริโชติ. (2558). ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธัญญ์ริณณ์ จิรกฤษณศิริโชติ. (2559). การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจัยตนเอง ในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. (ปริญาดุขฎฐิบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทนัช อ่อนพวน. (2553). การพัฒนาคู่มือการสร้างรูปปริศนาเพื่อให้คะแนนสำหรับการประเมินการปฏิบัติงานของผู้เรียน. (ปริญาดุขฎฐิบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปริษา เนาว์เย็นผล. (2537). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิธีวิทยาทางวิชาคณิตศาสตร์. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- พรศรี ลีทวีกุลสมบูรณ์. (2539). การเลือกรับข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณิ์ แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ คงเผ่า. (2555). รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแนวทางการตรวจงาน การให้ข้อมูลย้อนกลับ และผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับงานเขียนของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต ชั้นปีที่ 1. (ค.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Trans.).
- วัชริ กาญจนกิริติ. (2554). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. สำนักพิมพ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560).
- สมวงศ์ แปลงประสพโชค, สมเดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภู่อุดม. (2556). ผลสำรวจสาเหตุเด็กไทยอ่อนคณิตศาสตร์และแนวทางแก้ไข. เข้าถึงได้ จาก http://ripnmath.com/doc/25512502/child_low_math_doc.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรณ. (2554). การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง. เชียงใหม่ : เชียงใหม่โรงพิมพ์แสงศิลป์.

- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2546). ระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษา: กรอบแนวคิดและการดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงฯ
- สิริพรรณ พรรณโกสม. (2537). ผลของการประเมินตนเองที่มีต่อความสนใจในกิจกรรมและผลสัมฤทธิ์ ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์. (2553). การเปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะการเขียนเรียงความภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ประเมินตนเองโดยใช้แบบตรวจสอบรายการกับแบบสอบถามปลายเปิด. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช. (2553). การประเมินตนเอง (self-evaluation). เข้าถึงได้จาก <http://ednet.kku.ac.th>.
- สุวรรรัตน์ ทองพันชั่ง. (2560). ผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกันด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ว่องวาณิช. (2547). การประเมินการปฏิบัติงาน การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. (2555). ผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อวยพร เรื่องตระกูล และ สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช. (2551). การประเมินตนเองเพื่อการพัฒนา เติมเต็มความรู้: รู้คิด – รู้ทำ.
- อารยา ยุวนะเดมิย์. (2560). การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้วิธีการประเมินตนเองต่างกัน: วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และแบบสอบถามปลายเปิด. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Amalia, E., Surya, E., Syahputra, E. (2017). The effectiveness of using Problem Based Learning in Mathematics problem solving ability for junior high school students. *IJARIE*, 3(2).

- Arther, J., & McTighe, J. (2001). *Scoring Rubrics in the classroom: Using Performance Criteria for Assessing and Improving Student Performance. Experts in Assessment Series*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Attali, Y., & Van der kleij, F. (2017). Effect of feedback and feedback timing during computer - based practice in mathematics problem solving. *Computer & Education*, 110, 154-169
- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristic and school learning*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Boud, D. (1991). *Implementing student self-assessment*. Campbell town: Higher education research and development society of Australia Inc.
- Edogawatte, G. (2010). A Rubric to self-assess and peer-assess Mathematical problem solving tasks of college student. *Acta Didactica Napocensia*, 3(1), 75-88.
- Falchikov, N. & Boud, D. (1989). Student self assessment in higher education: A meta-analysis. *Review of Education Research*, 59, 395-430.
- Fontana, D., & Fernandes, M. (1994). Improvements in mathematics performance as a consequence of self-assessment in Portuguese primary school pupils. *Educational Psychology*, 64(3), 407-417.
- Hamzah, M. S. G., Abdullah, S. K., Muhammad, M. M., & Nasri, H. Z. K. (2014). *Transformation of research instrument development in education*. Malaysia: David Publishing.
- Hamzah, M. S. G., Abdullah, S. K., Muhammad, M. M., & Nasri, H. Z. K. (2015). Development of the double layer rubric for the study on the implement of school-based assessment among teacher. Malaysia: David Publishing.
- Koo T. K. & Li M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Interclass Correlation Coefficient for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155-163.

- Krulik, S. & Rudnick, J.A. (1993). *Reasoning and problem solving. A handbook for elementary school teachers*. United states of America: Allyn & Bacon.
- Nitko, A., & Brookhart, S. M. (2007). *Educational Assessment of Students*.
United states of America: Kevin M. Davis
- McDonald, B., & Boud, D. (2003). The impact of self-assessment on Achievement: the effect of self-assessment training on performance in external examinations. *Assessment in Education*, 10(2), 209-220
- McMillan, J. H., and Hearn, J. (2008). Student self assessment: The Key To Stronger Student Motivation and Higher Achievement. *Educational Horizons*, 87(1) : 40-49.
- Osmond, S., et al. (1997) . “A study in self-assessment: Tutor and students’ perceptions of performance criteria”. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 22(4): 357-369.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method (2nd ed.)*. New Jersey: Princeton University Press.
- Polya, G. (1985). *How to solve it*. New Jersey: Princeton University Press.
- Reys, R. E., & Reys, B. J. (2004) . Recruiting mathematics teachers: Strategies to consider. *Mathematics teacher*, 97.
- Ross, J. A. (2006) . *The reliability, validity, and utility of self-assessment. Practical assessment, Research, and Evaluation*, 11, 11-13.
- Schunk, D. H. (1996). *Learning theories: An Educational perspective (2nd ed.)*. New Jersey: Merrill.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่มีส่วนร่วมกับการดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้จำแนกผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพิจารณาตามความสามารถและความเชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ และ 2) ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1) ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิชาคณิตศาสตร์

1.1 นางอภिरดา มุขโต

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุพรรณบุรี

1.2 นายอดิศักดิ์ เฝียงสูงเนิน

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์

1.3 นายกิตติมนต์ ณะทอง

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ

2) ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษา

2.1 นางภรณ์ชภัทร์ โสถถยาคม

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

2.2 นายกิตติทัศน์ หวานฉ่ำ

คณบดีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง
โดยใช้วิธีการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิธีการบูรณาการกับวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 1 เรื่อง พระมิต

คำสั่ง จงอ่านโจทย์ปัญหาต่อไปนี้อย่างละเอียด เมื่ออ่านจบในแต่ละบรรทัดให้ทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องสี่เหลี่ยมด้านท้ายแต่ละบรรทัด จากนั้นแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
1	พระมิตฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้านละ 14 เซนติเมตร และมีสูงตรง 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของพระมิต	
1) การทำความเข้าใจ ปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :	
2) การวางแผนการ แก้ปัญหา	วาดรูป	1) 2) 3) 4)
3) การดำเนินการ แก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :	
4) การตรวจสอบ คำตอบ	สรุปคำตอบ :	

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
2	พระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้านละ 6 เซนติเมตร และมีสันยาว 5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของพระมิด	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
3	พระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งมีความยาวฐานด้านละ 10 เซนติเมตร และมีสูงเอียงยาว 12 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของพระมิด	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา
4	<div> <div> <p>พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 10 เซนติเมตร สูงเอียง 13 เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> </div> <div></div> </div> <div> <div> <p>1) การทำความเข้าใจปัญหา</p> </div> <div> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด :</p> <p>.....</p> <p>สิ่งที่โจทย์ถาม :</p> </div> </div> <div> <div> <p>2) การวางแผนการแก้ปัญหา</p> </div> <div> <p><u>วาดรูป</u></p> <div> <p>1)</p> <p>2).....</p> <p>3).....</p> <p>4).....</p> </div> </div> </div> <div> <div> <p>3) การดำเนินการแก้ปัญหา</p> </div> <div> <p>ประโยคสัญลักษณ์ :</p> <p>วิธีทำ :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> </div> <div> <div> <p>4) การตรวจสอบคำตอบ</p> </div> <div> <p>สรุปคำตอบ :</p> </div> </div>

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา
5	<div> <div> <p>พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 18 เซนติเมตร มีส้นยาว 15 เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> </div> <div></div> </div> <div> <div> <p>1) การทำความเข้าใจปัญหา</p> </div> <div> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด :</p> <p>.....</p> <p>สิ่งที่โจทย์ถาม :</p> </div> </div> <div> <div> <p>2) การวางแผนการแก้ปัญหา</p> </div> <div> <p><u>วาดรูป</u></p> <div> <p>1)</p> <p>2).....</p> <p>3)</p> <p>4).....</p> </div> </div> </div> <div> <div> <p>3) การดำเนินการแก้ปัญหา</p> </div> <div> <p>ประโยคสัญลักษณ์ :</p> <p>วิธีทำ :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> </div> <div> <div> <p>4) การตรวจสอบคำตอบ</p> </div> <div> <p>สรุปคำตอบ :</p> </div> </div>

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
6	พี่ระมีพื้นฐานทกเหลี่ยมด้านเท่า ความยาวรอบฐาน 60 หน่วย สันยาว 13 หน่วย จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง
โดยใช้วิธีการบูรณาการแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการบูรณาการแบบเบิ้ลเลเยอร์ ครั้งที่ 2 เรื่อง กรวย

คำสั่ง จงอ่านโจทย์ปัญหาต่อไปนี้อย่างละเอียด เมื่ออ่านจบในแต่ละบรรทัดให้ทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องสี่เหลี่ยมด้านท้ายแต่ละบรรทัด จากนั้นแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา
1	<div>กรวยกลมตรงมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานยาว 14 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของกรวย</div> <div> <div>1) การทำความเข้าใจปัญหา</div> <div> <div>สิ่งที่โจทย์กำหนด :</div> <div>สิ่งที่โจทย์ถาม :</div> </div> </div> <div> <div>2) การวางแผนการแก้ปัญหา</div> <div> <div>วาดรูป</div> <div> <div>1)</div> <div>2)</div> <div>3)</div> <div>4)</div> </div> </div> </div> <div> <div>3) การดำเนินการแก้ปัญหา</div> <div> <div>ประโยคสัญลักษณ์ :</div> <div>วิธีทำ :</div> <div>.....</div> <div>.....</div> </div> </div> <div> <div>4) การตรวจสอบคำตอบ</div> <div>สรุปคำตอบ :</div> </div>

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
2	ต้องการใช้ผ้าใบ เพื่อมาปิดรอบข้างเต็นท์รูปกรวยกลมตรง ซึ่งสูง 10 ฟุต และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 13 ฟุต จะต้องใช้ผ้าใบกี่ตารางฟุต	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
3	หมวกของชาวเวียดนามซึ่งมีลักษณะเป็นกรวยกลมตรงอันหนึ่งมีมุมที่ยอดกรวยเป็น 120 องศา และหมวกใบนี้มีสูงตรง 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวด้านนอกของหมวก	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
4	กรวยกลมตรงอันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณปากกรวยยาว 6 นิ้ว และมีความสูง 4 นิ้ว จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์นิ้ว	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
5	กรวยกลมตรงอันหนึ่งมีสูงเอียง 25 ฟุต และมีพื้นที่ผิวข้างเท่ากับ 550 ตารางฟุต จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์ฟุต	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา		
6	กدنน้ำใส่แก้วกรวยกระดาษซึ่งมีรัศมีที่ฐานเท่ากับ 3.5 เซนติเมตร มีปริมาตร 308 มิลลิลิตร พบว่าถ้ายกน้ำสูงขึ้นอีก 2 เซนติเมตร จะทำให้น้ำเต็มแก้วพอดี อยากทราบว่าแก้วกรวย กระดาษสูงเท่าใด		
	1) การทำความเข้าใจ ปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :	
	2) การวางแผนการ แก้ปัญหา	วาดรูป	1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการ แก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :	
	4) การตรวจสอบ คำตอบ	สรุปคำตอบ :	

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง
โดยใช้วิธีการรุกริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรุกริกดับเบิลเลเยอร์ ครั้งที่ 3 เรื่อง ทรงกลม

คำสั่ง จงอ่านโจทย์ปัญหาต่อไปนี้อย่างละเอียด เมื่ออ่านจบในแต่ละบรรทัดให้ทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องสี่เหลี่ยมด้านท้ายแต่ละบรรทัด จากนั้นแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา
1	<div>ลูกเหล็กทรงกลม มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของลูกเหล็กลูกนี้</div> <div> <div>1) การทำความเข้าใจปัญหา</div> <div> <div>สิ่งที่โจทย์กำหนด :</div> <div>สิ่งที่โจทย์ถาม :</div> </div> </div> <div> <div>2) การวางแผนการแก้ปัญหา</div> <div> <div>วาดรูป</div> <div> <div>1)</div> <div>2)</div> <div>3)</div> <div>4)</div> </div> </div> </div> <div> <div>3) การดำเนินการแก้ปัญหา</div> <div> <div>ประโยคสัญลักษณ์ :</div> <div>วิธีทำ :</div> <div>.....</div> <div>.....</div> </div> </div> <div> <div>4) การตรวจสอบคำตอบ</div> <div>สรุปคำตอบ :</div> </div>

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
2	เครื่องทรงกลมรูปหนึ่งมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 นิ้ว จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของเครื่องทรงกลมนี้	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
3	ชั้นทองแดงเครื่องทรงกลมใบหนึ่ง วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของขอบนอกยาว 12 เซนติเมตร และชั้นมีความหนา 1 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของชั้นใบนี้	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
4	ลูกฟุตบอลลูกหนึ่งวัดความยาวรอบของเส้นรอบวงได้ 66 เซนติเมตร ถ้าลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยากทราบว่าลูกฟุตบอลลูกนี้จะจุลมได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
5	โลกมีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 4 เท่าของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ จงหาว่าปริมาตรของโลกเป็นกี่เท่าของดวงจันทร์	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
6	นำโลหะทรงกลมตันซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว มาหลอมเป็นโลหะทรงกลมตัน 3 ลูก โดยลูกที่หนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และลูกที่สองมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จงหาว่า ลูกที่สามมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกี่นิ้ว	
	1) การทำความเข้าใจปัญหา	สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด : สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม :
	2) การวางแผนการแก้ปัญหา	<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <u>วาดรูป</u>  </div> <div style="flex: 1;"> 1) 2) 3) 4) </div> </div>
	3) การดำเนินการแก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบ :

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง
โดยใช้วิธีการรุกริแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรุกริดับเบิลเลเยอร์
ครั้งที่ 4 เรื่อง ทบทวนก่อนสอบ

คำสั่ง จงอ่านโจทย์ปัญหาต่อไปนี้อย่างละเอียด เมื่ออ่านจบในแต่ละบรรทัดให้ทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องสี่เหลี่ยมด้านท้ายแต่ละบรรทัด จากนั้นแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา
1	<div> <div> <p>พระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีฐานยาวด้านละ 10 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 6 จงหาพื้นที่ผิวข้างของพระมิด</p> </div> <div> <p>1) การทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด :</p> <p>สิ่งที่โจทย์ถาม :</p> </div> <div> <p>2) การวางแผนการแก้ปัญหา</p> <p>วาดรูป</p> <div> 1) 2) 3) 4) </div> </div> <div> <p>3) การดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ :</p> <p>วิธีทำ :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> <div> <p>4) การตรวจสอบคำตอบ</p> <p>สรุปคำตอบ :</p> </div> </div>

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
2	พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 24 เซนติเมตร และมีเส้นยาว $\sqrt{313}$ เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	
	1) การทำความเข้าใจ ปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการ แก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการ แก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบ คำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
3	กรวยกลมตรงอันหนึ่ง มีรัศมีของฐานกรวยยาว 14 เซนติเมตร และมีสูงตรง 61 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของกรวย	
	1) การทำความเข้าใจ ปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการ แก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการ แก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบ คำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
4	ถ้าทรงกรวยและทรงกระบอกมีปริมาตรและรัศมีเท่ากัน และทรงกระบอกสูง 18 นิ้ว อยากทราบว่ากรวยจะมีความสูงกี่นิ้ว	
	1) การทำความเข้าใจ ปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการ แก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการ แก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบ คำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
5	ครึ่งทรงกลมตันอันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 10.5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของ ครึ่งทรงกลม	
	1) การทำความเข้าใจ ปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการ แก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการ แก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบ คำตอบ	สรุปคำตอบ :

ข้อที่	สถานการณ์ปัญหา	
6	ทรงกลมมีพื้นที่ผิว 1,386 ตารางเซนติเมตร อยากทราบว่าปริมาตรทรงกลม จะมีปริมาตร กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	
	1) การทำความเข้าใจ ปัญหา	สิ่งที่โจทย์กำหนด : สิ่งที่โจทย์ถาม :
	2) การวางแผนการ แก้ปัญหา	วาดรูป 1) 2) 3) 4)
	3) การดำเนินการ แก้ปัญหา	ประโยคสัญลักษณ์ : วิธีทำ :
	4) การตรวจสอบ คำตอบ	สรุปคำตอบ :

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบฝึกที่	ข้อ	ระดับความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC)	ความเหมาะสมด้าน ภาษา และการสื่อ ความหมาย	ข้อเสนอแนะ
1	1. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้านละ 14 เซนติเมตร และมีสูงตรง 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิด	1.00	1.00	-
	2. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้านละ 6 เซนติเมตร และมีเส้นยาว 5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิด	1.00	1.00	-
	3. พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งมีความยาวฐานด้านละ 10 เซนติเมตร และมีสูงเอียง ยาว 12 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิด	1.00	1.00	-
	4. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 10 เซนติเมตร สูงเอียง 13 เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
	5. พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 18 เซนติเมตร มีเส้นยาว 15 เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
	6. พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า ความยาวรอบฐาน 60 หน่วย เส้นยาว 13 หน่วย จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย	1.00	1.00	-
2	1. กรวยกลมตรงมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานยาว 14 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของกรวย	1.00	1.00	-
	2. ต้องการใช้ผ้าใบ เพื่อมาปิดรอบข้างเต็นท์รูปกรวยกลมตรง ซึ่งสูง 10 ฟุต และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 13 ฟุต จะต้องใช้ผ้าใบกี่ตารางฟุต	1.00	1.00	-
	3. หมวกของชาวเวียตนามซึ่งมีลักษณะเป็นกรวยกลมตรงอันหนึ่งมีมุมที่ยอดกรวยเป็น 120 องศา และหมวกใบนี้ มีสูงตรง 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวด้านนอกของหมวก	1.00	1.00	-
	4. กรวยกลมตรงอันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณปากกรวยยาว 6 นิ้ว และมีความสูง 4 นิ้ว จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์นิ้ว	1.00	1.00	-

แบบ ฝึกที่	ข้อ	ระดับความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ต้องการ วัด (IOC)	ความเหมาะสมด้าน ภาษา และการสื่อ ความหมาย	ข้อเสนอแนะ
	5. กรวยกลมตรงอันหนึ่งมีสูงเอียง 25 ฟุต และมีพื้นที่ผิวข้างเท่ากับ 550 ตารางฟุต จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์ฟุต	1.00	1.00	-
	6. กदन้าใส่แก้วกรวยกระดาดซึ่งมีรัศมีที่ฐานเท่ากับ 3.5 เซนติเมตร มีปริมาตร 308 มิลลิลิตร พบว่าถ้ากदन้าสูงขึ้นอีก 2 เซนติเมตร จะทำให้น้ำเต็มแก้วพอดี อยากรทราบว่แก้วกรวยกระดาดสูงเท่าใด	1.00	1.00	-
3	1. ลูกเหล็กทรงกลม มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิว	1.00	1.00	-
	2. ครึ่งทรงกลมรูปหนึ่งมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 นิ้ว จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของครึ่งทรงกลมนี้	1.00	1.00	-
	3. ชั้นทองแดงครึ่งทรงกลมใบหนึ่ง วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของขอบนอกยาว 12 เซนติเมตร และชั้นมีความหนา 1 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของชั้นใบนี้	1.00	1.00	-
	4. ลูกฟุตบอลลูกหนึ่งวัดความยาวรอบของเส้นรอบวงได้ 66 เซนติเมตร ถ้าลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยากรทราบว่าลูกฟุตบอลลูกนี้จะจุลมได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
	5. โลกมีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 4 เท่าของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ จงหาว่าปริมาตรของโลกเป็นกี่เท่าของดวงจันทร์	1.00	1.00	-
	6. นำโลหะทรงกลมตันซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว มาหลอมเป็นโลหะทรงกลมตัน 3 ลูก โดยลูกที่หนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และลูกที่สองมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จงหาว่าลูกที่สามมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกี่นิ้ว	1.00	1.00	-
4	1. พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีฐานยาวด้านละ 10 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 6 จงหาพื้นที่ผิวข้างของพีระมิด	1.00	1.00	-
	2. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 24 เซนติเมตร และมีสันยาว $\sqrt{313}$ เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
	3. กรวยกลมตรงอันหนึ่ง มีรัศมีของฐานกรวยยาว 14 เซนติเมตร และมีสูงตรง 61 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของกรวย	1.00	1.00	-

แบบ ฝึกที่	ข้อ	ระดับความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ต้องการ วัด (IOC)	ความเหมาะสมด้าน ภาษา และการสื่อ ความหมาย	ข้อเสนอแนะ
	4. ถ้าทรงกรวยและทรงกระบอกมีปริมาตร และรัศมีเท่ากัน และทรงกระบอกสูง 18 นิ้ว อยากทราบว่ากรวยจะมีความสูงกี่นิ้ว	1.00	1.00	-
	5. ครึ่งทรงกลมตันอันหนึ่ง มีเส้นผ่าน ศูนย์กลางยาว 10.5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิว ของครึ่งทรงกลม	1.00	1.00	-
	6. ทรงกลมมีพื้นที่ผิว 1,386 ตารางเซนติเมตร อยากทราบว่าปริมาตรทรงกลม จะมีปริมาตร กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-



**ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานกันของแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ของการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง**

จุดประสงค์	ข้อคำถาม				ดัชนีความ สอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	แบบฝึกที่ 1	แบบฝึกที่ 2	แบบฝึกที่ 3	แบบฝึกที่ 4		
ประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่อง พื้นที่ผิวของ พีระมิด กรวย และ ทรงกลมใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหาใน ชีวิตจริงได้	1. พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส มี ฐานยาวด้านละ 14 เซนติเมตร และมีสูงตรง 24 เซนติเมตร จง หาพื้นที่ผิวของ พีระมิด	1. กรวยกลมตรง มีความยาวเส้น ผ่านศูนย์กลางที่ ฐานยาว 14 เซนติเมตร และมี สูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหา พื้นที่ผิวของกรวย	1. ลูกเหล็กทรง กลม มีความยาว ของเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 21 เซนติเมตร จงหา พื้นที่ผิว	1. พีระมิดฐานห้า เหลี่ยมด้านเท่ามุม เท่า มีฐานยาว ด้านละ 10 เซนติเมตร และมี สูงเอียง 6 จงหา พื้นที่ผิวข้างของ พีระมิด	0.80	ข้อสอบมี ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาที่ แตกต่างกัน
	2. พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส มี ฐานยาวด้านละ 6 เซนติเมตร และมีสันยาว 5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิว ของพีระมิด	2. ต้องการใช้ ผ้าใบ เพื่อมาปิด รอบข้างเต็นท์รูป กรวยกลมตรง ซึ่ง สูง 10 ฟุต และมี เส้นผ่าน ศูนย์กลางของ ฐานยาว 13 ฟุต จะต้องใช้ผ้าใบกี่ ตารางฟุต	2. ครึ่งทรงกลม รูปหนึ่งมีความ ยาวเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 14 นิ้ว จงหาพื้นที่ผิว ทั้งหมดของครึ่ง ทรงกลมนี้	2. พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัสยาว ด้านละ 24 เซนติเมตร และมี สันยาว $\sqrt{313}$ เซนติเมตร จะมี ปริมาตรกี่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	0.80	ข้อสอบมี ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาที่ แตกต่างกัน
	3. พีระมิดฐาน หกเหลี่ยมด้าน เท่า ซึ่งมีความ ยาวฐานด้านละ 10 เซนติเมตร และมีสูงเอียง ยาว 12 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิว ของพีระมิด	3. หมวกของชาว เวียดนามซึ่งมี ลักษณะเป็นกรวย กลมตรงอันหนึ่งมี มุมที่ยอดกรวย เป็น 120 องศา และ หมวกใบนี้มีสูง ตรง 24 เซนติเมตร จงหา พื้นที่ผิวด้านนอก ของหมวก	3. ชั้นทองแดง ครึ่งทรงกลมใบ หนึ่ง วัดเส้นผ่าน ศูนย์กลางของ ขอบนอกยาว 12 เซนติเมตร และ ชั้นมีความหนา 1 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิว ทั้งหมดของชั้นใบ นี้	3. กรวยกลมตรง อันหนึ่ง มีรัศมี ของฐานกรวยยาว 14 เซนติเมตร และมีสูงตรง 61 เซนติเมตร จงหา พื้นที่ผิวของกรวย	0.80	ข้อสอบมี ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาที่ แตกต่างกัน

จุดประสงค์	ข้อคำถาม				ดัชนีความ สอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	แบบฝึกที่ 1	แบบฝึกที่ 2	แบบฝึกที่ 3	แบบฝึกที่ 4		
ประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่อง ปริมาตรของ พีระมิด กรวย และ ทรงกลมใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหาใน ชีวิตจริงได้	4. พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 10 เซนติเมตร สูง เอียง 13 เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	4. กรวยกลมตรง อันหนึ่ง มีเส้น ผ่านศูนย์กลาง บริเวณปากกรวย ยาว 6 นิ้ว และมี ความสูง 4 นิ้ว จะ มีปริมาตรกี่ ลูกบาศก์นิ้ว	4. ลูกฟุตบอลลูก หนึ่งวัดความยาว รอบของเส้นรอบ วงได้ 66 เซนติเมตร ถ้าลูก ฟุตบอลทำด้วย หนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยาก ทราบว่าลูก ฟุตบอลลูกนี้จะจุ ลมได้กี่ลูกบาศก์ เซนติเมตร	4. ถ้าทรงกรวย และทรงกระบอก มีปริมาตรและ รัศมีเท่ากัน และ ทรงกระบอกสูง 18 นิ้ว อยาก ทราบว่ากรวยจะมี ความสูงกี่นิ้ว	0.80	ข้อสอบมี ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาที่ แตกต่างกัน
	5. พีระมิดฐาน สามเหลี่ยมด้าน เท่ายาวด้านละ 18 เซนติเมตร มี สันยาว 15 เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	5. กรวยกลมตรง อันหนึ่งมีสูงเอียง 25 ฟุต และมี พื้นที่ผิวข้าง เท่ากับ 550 ตารางฟุต จะมีปริมาตรกี่ ลูกบาศก์ฟุต	5. โกลมีเส้นผ่าน ศูนย์กลางเป็น 4 เท่าของความยาว เส้นผ่าน ศูนย์กลางของดวง จันทร์ จงหาว่า ปริมาตรของโลก เป็นกี่เท่าของดวง จันทร์	5. ครึ่งทรงกลม ตันอันหนึ่ง มีเส้น ผ่านศูนย์กลางยาว 10.5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของ ครึ่งทรงกลม	0.80	ข้อสอบมี ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาที่ แตกต่างกัน
	6. พีระมิดฐานหก เหลี่ยมด้านเท่า ความยาวรอบฐาน 60 หน่วย สันยาว 13 หน่วย จะมีปริมาตรกี่ ลูกบาศก์หน่วย	6. กدنน้ำใส่แก้ว กรวยกระต่ายซึ่ง มีรัศมีที่ฐาน เท่ากับ 3.5 เซนติเมตร มี ปริมาตร 308 มิลลิลิตร พบว่า ถ้าก้นน้ำสูงขึ้นอีก 2 เซนติเมตร จะ ทำให้น้ำเต็มแก้ว พอดี อยากทราบว่า แก้วกรวย กระต่ายสูงเท่าใด	6. นำโลหะทรง กลมตันซึ่งมีเส้น ผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว มาหลอมเป็น โลหะทรงกลมตัน 3 ลูก โดยลูกที่ หนึ่งมีเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 6 นิ้ว และลูกที่สองมี เส้นผ่าน ศูนย์กลาง 10 นิ้ว จงหาว่าลูกที่สาม มีเส้นผ่าน ศูนย์กลางยาวกี่ นิ้ว	6. ทรงกลมมีพื้นที่ ผิว 1,386 ตาราง เซนติเมตร อยาก ทราบว่าปริมาตร ทรงกลม จะมี ปริมาตรกี่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	0.80	ข้อสอบมี ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาที่ แตกต่างกัน

เครื่องมือการประเมินตนเองโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์
เรื่อง พิระมิด ทรงกลมและกรวย

ขั้นตอน	ระดับคะแนน				
	4	3	2	1	0
1. การทำความเข้าใจปัญหา	อ่านโจทย์อย่างละเอียด และบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องครบถ้วน	อ่านโจทย์อย่างละเอียด แต่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	อ่านโจทย์อย่างละเอียด แต่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	อ่านโจทย์อย่างละเอียด แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ถาม	ไม่อ่านโจทย์หรืออ่านโจทย์ไม่ละเอียด และไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ถาม
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	สามารถวาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ถามได้ทั้งหมด และสามารถเขียนขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหาได้ครบถ้วน	สามารถวาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ถามได้ทั้งหมด และสามารถเขียนขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน	สามารถวาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ถามได้บางส่วน และเขียนขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน	สามารถวาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ถามได้บางส่วน หรือสามารถเขียนขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วนอย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่สามารถวาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดและไม่สามารถเขียนขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหาได้
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ คำนวนหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และคำตอบที่ได้ถูกต้องครบถ้วน	สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ คำนวนหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่คำตอบที่ได้ถูกต้องบางส่วน	สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ คำนวนหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง	สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ คำนวนหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง
4. การตรวจสอบคำตอบ	สรุปคำตอบได้ สอดคล้องสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ถาม	สรุปคำตอบได้ สอดคล้องสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ถาม	สรุปคำตอบได้ไม่สอดคล้องสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ถาม	สรุปคำตอบได้ไม่สอดคล้องสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่เขียน	ไม่มีการสรุปคำตอบ

	และมีการเขียน หน่วย	แต่ไม่มีการเขียน หน่วย	แต่มีการเขียน หน่วย	หน่วยอย่างใด อย่างหนึ่ง	
--	------------------------	---------------------------	------------------------	----------------------------	--

คำสั่ง ให้นักเรียนดำเนินการประเมินตนเองด้วยวิธีการเขียน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิธีการ
รูปริกแอนโนเตตประยุกต์

ขั้นตอน	คะแนน	จุดแข็ง	จุดอ่อน
1. การทำความเข้าใจปัญหา	
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	
4. การตรวจสอบคำตอบ	

คะแนนที่ได้ =

เครื่องมือการประเมินตนเองโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์

เรื่อง พิระมิด ทรงกลมและกรวย

ขั้นตอน	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
1. การทำความเข้าใจปัญหา	1.1 อ่านโจทย์ปัญหา	<input type="checkbox"/> อ่านครบทุกบรรทัด	<input type="checkbox"/> อ่านแค่บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่อ่านโจทย์เลย
	1.2 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ถาม	<input type="checkbox"/> ระบุได้ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ระบุได้ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ระบุไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุเลย
	คะแนนรวม = คะแนน คิดเป็น = คะแนน			
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	2.1 วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนด	<input type="checkbox"/> วาดรูปได้ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> วาดรูปได้ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> วาดรูปไม่ถูกต้องหรือวาดไม่ได้เลย
	2.2 เขียนขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหา	<input type="checkbox"/> เขียนขั้นตอนได้ถูกต้องครบถ้วน	<input type="checkbox"/> เขียนขั้นตอนถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> เขียนขั้นตอนไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียนขั้นตอนเลย
	คะแนนรวม = คะแนน คิดเป็น = คะแนน			

ขั้นตอน	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
3. การดำเนินการ แก้ปัญหา	3.1 เขียนประโยค สัญลักษณ์จากสิ่งที่ โจทย์กำหนดและ สิ่งที่โจทย์ถาม	<input type="checkbox"/> เขียนได้ถูกต้อง ทั้งหมด	<input type="checkbox"/> เขียนได้ถูกต้อง บางส่วน	<input type="checkbox"/> เขียนไม่ถูกต้อง เลย
	3.2 คำนวณหา คำตอบจาก ประโยคสัญลักษณ์	<input type="checkbox"/> หาคำตอบได้ ครบถ้วน	<input type="checkbox"/> หาคำตอบได้ บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่สามารถหา คำตอบได้
	3.3 คำตอบที่ได้ จากคำนวณ	<input type="checkbox"/> คำตอบถูกต้อง	<input type="checkbox"/> คำตอบถูกต้อง บางส่วน	<input type="checkbox"/> คำตอบไม่ ถูกต้อง
	คะแนนรวม = คะแนน คิดเป็น = คะแนน			
4. การตรวจสอบ คำตอบ	4.1 สรุปคำตอบ จากสิ่งที่โจทย์ถาม	<input type="checkbox"/> สอดคล้อง	<input type="checkbox"/> ไม่สอดคล้อง	<input type="checkbox"/> ไม่สรุปคำตอบ
	4.2 การเขียน หน่วย	<input type="checkbox"/> หน่วยถูกต้อง	<input type="checkbox"/> หน่วยไม่ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> ไม่ได้เขียน หน่วย
	คะแนนรวม = คะแนน คิดเป็น = คะแนน			

การเปรียบเทียบเกณฑ์การให้คะแนนแบบ
วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และรูบริกดับเบิลเลเยอร์

ขั้นตอนที่	เกณฑ์การให้คะแนนแบบ วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์	เกณฑ์การให้คะแนนแบบ วิธีการรูบริกดับเบิลเลเยอร์	
		ก่อนแปลงระดับ คะแนน	หลังแปลงระดับ คะแนน
1	4	4	4
	3	3	3
	2	2	2
	1	1	1
	0	0	0
2	4	4	4
	3	3	3
	2	2	2
	1	1	1
	0	0	0
3	4	6	4
	3	4 - 5	3
	2	2 - 3	2
	1	1	1
	0	0	0
4	4	4	4
	3	3	3
	2	2	2
	1	1	1
	0	0	0

ภาคผนวก ค
แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินตนเอง
โดยใช้วิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และวิธีการรูบริกดัดเบิ้ลเลเยอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อ นามสกุล..... ชั้น เลขที่



แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1

เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม

- คำสั่ง : 1) แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบไปด้วยข้อสอบ จำนวน 6 ข้อ แบบเติมคำตอบ
2) จงเติมคำตอบลงในช่องว่างและแสดงวิธีทำในแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง

ข้อ	สถานการณ์ปัญหา	แนวคิด
1	เต็นท์กระโจมหลังหนึ่งมีรูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีฐานยาวด้านละ 14 เซนติเมตร และมีสูงเอียงเป็น 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของของเต็นท์กระโจม ตอบ	
2	ที่ทับกระดาษรูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 12 เซนติเมตร สูงเอียง 10 เซนติเมตร อยากทราบว่าที่ทับกระดาษจะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ตอบ	
3	แก้วกระดาดรูปทรงกรวยกลมตรงมีเส้นรอบปากกรวยยาว 44 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของแก้วกระดาด ตอบ	
4	ใส่น้ำลงในกรวยกลมตรงอันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณปากกรวยยาว 10 นิ้ว และมีความสูงเอียง 13 นิ้ว อยากทราบว่าจะมีปริมาตรน้ำกี่ลูกบาศก์นิ้ว ตอบ	
5	โคนไฟทรงกลม มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของโคนไฟนี้ ตอบ	
6	ลูกบาสเกตบอลลูกหนึ่งวัดความยาวรอบเส้นรอบวงได้ 44π เซนติเมตร ถ้าลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยากทราบว่าลูกฟุตบอลลูกนี้จะจุลมได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ตอบ	

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่



แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2

เรื่อง พีระมิด

- คำสั่ง : 1) แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบไปด้วยข้อสอบ จำนวน 6 ข้อ แบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ (อัตร้อย)
2) จงเขียนตอบแสดงวิธีทำในแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง

ข้อ	สถานการณ์ปัญหา	แนวคิด
1	ที่ทับกระดาษทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้านละ 20 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของที่ทับกระดาษ ตอบ	
2	กล่องของขวัญทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้านละ 12 เซนติเมตร และมีสันยาว 10 เซนติเมตร อยากรหาว่าพื้นที่ผิวของกล่องของขวัญเป็นเท่าใด ตอบ	
3	ลูกอมรูปทรงพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวรอบฐาน 120 เซนติเมตร และมีสูงเอียงยาว 22 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของเปลือกลูกอม ตอบ	
4	เจียรไนเพชรให้มีรูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 14 เซนติเมตร สูงเอียง 25 เซนติเมตร อยากรหาว่าปริมาตรของเพชรเป็นกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ตอบ	
5	วัตถุรูปทรงพีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 12 เซนติเมตร มีสันยาว 14 เซนติเมตร อยากรหาว่าวัตถุนี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ตอบ	
6	พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า มีฐานยาวด้านละ 20 หน่วย สันยาว 25 หน่วย จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย ตอบ	

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่



แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 3

เรื่อง กรวย

- คำสั่ง : 1) แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบไปด้วยข้อสอบ จำนวน 6 ข้อ แบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ (อัตร้อย)
2) จงเขียนตอบแสดงวิธีทำในแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง

ข้อ	สถานการณ์ปัญหา	แนวคิด
1	ทางเดินที่กระโจมผ้าใบรูปทรงกรวยกลมตรงมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานยาว 28 เมตร และมีสูงเอียง 50 เมตร จงหาว่าผ้าใบที่คลุมเดินที่เป็นกึ่งตารางเมตร ตอบ	
2	ต้องการใช้กระดาษ เพื่อมาประดิษฐ์เป็นรูปกรวยกลมตรง ซึ่งสูง 24 ฟุต และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 14 ฟุต จะต้องใช้กระดาษกึ่งตารางฟุต ตอบ	
3	หมวกของชาวเวียดนามซึ่งมีลักษณะเป็นกรวยกลมตรงอันหนึ่งมีมุมที่ยอดกรวยเป็น 120 องศา และหมวกใบนี้มีสูงตรง 12 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวด้านนอกของหมวก ตอบ	
4	แก้วกระดาษรูปทรงกรวยกลมตรงอันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณปากกรวยยาว 14 นิ้ว และมีความสูง 9 นิ้ว อยากทราบว่าแก้วกระดาษใบนี้จะบรรจุน้ำได้กี่ลูกบาศก์นิ้ว ตอบ	
5	กรวยกลมตรงอันหนึ่งมีสูงเอียง 35 ฟุต และมีพื้นที่ผิวข้างเท่ากับ 3,740 ตารางฟุต จะมีปริมาตรกี่ตารางฟุต ตอบ	
6	กรวยกระดาษซึ่งมีรัศมีที่ฐานเท่ากับ 6 เซนติเมตร มีปริมาตรประมาณ 301.71 มิลลิลิตร พบว่าถ้ากดน้ำสูงขึ้นอีก 3 เซนติเมตร จะทำให้น้ำเต็มแก้วพอดี อยากทราบว่ากรวยกระดาษสูงเท่าใด ตอบ	

ชื่อ นามสกุล.....ชั้น เลขที่



แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 4

เรื่อง ทรงกลม

คำสั่ง : 1) แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบไปด้วยข้อสอบ จำนวน 6 ข้อ แบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ (อัตร้อย)
2) จงเขียนตอบแสดงวิธีทำในแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง

ข้อ	สถานการณ์ปัญหา	แนวคิด
1	ทรงกลมรูปหนึ่ง มีความยาวของรัศมี 17.5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของลูกเหล็กลูกนี้ ตอบ	
2	ครึ่งทรงกลมที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 49 นิ้ว จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของครึ่งทรงกลมนี้ ตอบ	
3	กะลามะพร้าวครึ่งทรงกลมใบหนึ่ง วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของขอบนอกยาว 16 เซนติเมตร และกะลามะพร้าวมีความหนา 1 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของส่วนที่เป็นมะพร้าว ตอบ	
4	ลูกวอลเลย์บอลลูกหนึ่งวัดความยาวรอบของเส้นรอบวงได้ 66 เซนติเมตร ถ้าลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยากทราบว่าลูกฟุตบอลลูกนี้จะจุลมได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ตอบ	
5	โลกมีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 5 เท่าของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ จงหาว่าปริมาตรของโลกเป็นกี่เท่าของดวงจันทร์ ตอบ	
6	นำโลหะทรงกลมตันซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว มาหลอมเป็นโลหะทรงกลมตัน 3 ลูก โดยลูกที่หนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และลูกที่สองมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จงหาว่าลูกที่สามมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกี่นิ้ว ตอบ	

ชื่อ นามสกุล..... ชั้น เลขที่



แบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 5

เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม

คำสั่ง : 1) แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบไปด้วยข้อสอบ จำนวน 6 ข้อ แบบเขียนตอบแสดงวิธีทำ (อัตร้อย)
2) จงเขียนตอบแสดงวิธีทำในแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง

ข้อ	สถานการณ์ปัญหา	แนวคิด
1	เต็นท์กระโจมหลังหนึ่งมีรูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความรารอบฐาน 56 เซนติเมตร และมีสูงตรงเป็น 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของของเต็นท์กระโจมหลังนี้ ตอบ	
2	ที่ทับกระดาษรูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีปริมาตรเท่ากับ 384 ลูกบาศก์เซนติเมตร สูงเอียง 10 เซนติเมตร อยากทราบว่าที่ทับกระดาษจะมีความยาวด้าน ด้านละเท่าไร ตอบ	
3	แก้วกระดาดรูปทรงกรวยกลมตรงมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานยาว 14 เซนติเมตร และมีสูงตรง 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของแก้วกระดาด ตอบ	
4	ใส่น้ำลงในกรวยกลมตรงอันหนึ่ง มีเส้นรอบปากกรวยยาว 10π นิ้ว และมีความสูง 12 นิ้ว อยากทราบว่าจะมีปริมาตรน้ำกี่ลูกบาศก์นิ้ว ตอบ	
5	โคมไฟทรงกลม มีพื้นที่ผิวของโคมไฟนี้เท่ากับ 2,464 ตารางเซนติเมตร จงหารัศมีของโคมไฟนี้ ตอบ	
6	ลูกบาสเกตบอลลูกหนึ่งวัดความยาวรอบเส้นรอบวงได้ 46π เซนติเมตร ถ้าลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 1 เซนติเมตร อยากทราบว่าลูกฟุตบอลลูกนี้จะจุลมได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ตอบ	

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ฉบับ	ข้อ	ระดับความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC)	ความเหมาะสมด้านภาษา และการสื่อความหมาย	ข้อเสนอแนะ
1	1.เต็นท์กระโจมหลังหนึ่งมีรูปทรง พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีฐานยาว ด้านละ 14 เซนติเมตร และมีสูงเอียง เป็น 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของ ของเต็นท์กระโจม	1.00	1.00	-
	2.ที่ทับกระดาษรูปทรงพีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 12 เซนติเมตร สูงเอียง 10 เซนติเมตร อยากรทราบว่าที่ทับกระดาษจะมี ปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
	3.แก้วกระดาศรูปทรงกรวยกลมตรงมี เส้นรอบปากกรวยยาว 44 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ ผิวของแก้วกระดาศ	1.00	1.00	-
	4.ใส่น้ำลงในกรวยกลมตรงอันหนึ่ง มี เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณปากกรวยยาว 10 นิ้ว และมีความสูงเอียง 13 นิ้ว อยากรทราบว่าจะมีปริมาตรน้ำที่ ลูกบาศก์นิ้ว	1.00	1.00	-
	5.โคนไฟทรงกลม มีความยาวของเส้น ผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร จงหา พื้นที่ผิวของโคนไฟนี้	1.00	1.00	-
	6.ลูกบาสเกตบอลลูกหนึ่งวัดความยาว รอบเส้นรอบวงได้ 44π เซนติเมตร ถ้า ลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยากรทราบว่าลูกฟุตบอลลูก นี้จะจุลมได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
2	1.ที่ ทับกระดาษทรงพีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้านละ 20 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของที่ทับกระดาษ	1.00	1.00	-

ฉบับ	ข้อ	ระดับความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC)	ความเหมาะสมด้านภาษา และการสื่อความหมาย	ข้อเสนอแนะ
	2.กล่องของขวัญทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้านละ 12 เซนติเมตร และมีสันยาว 10 เซนติเมตร อยากทราบว่าพื้นที่ผิวของกล่องของขวัญเป็นเท่าใด	1.00	1.00	-
	3.ลูกอมรูปทรงพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวรอบฐาน 120 เซนติเมตร และมีสูงเอียงยาว 22 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของเปลือกลูกอม	1.00	0.80	ควรปรับโจทย์ให้สอดคล้องกับขนาดของสิ่งของ
	4.เจียรไนเพชรให้มีรูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 14 เซนติเมตร สูงเอียง 25 เซนติเมตร อยากทราบว่าปริมาตรของเพชรเป็นกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
	5.วัตถุรูปทรงพีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 12 เซนติเมตร มีสันยาว 14 เซนติเมตร อยากทราบว่าวัตถุนี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
	6.พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า มีฐานยาวด้านละ 20 หน่วย สันยาว 25 หน่วย จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย	1.00	1.00	-
3	1.กางเต็นท์กระโจมผ้าใบรูปทรงกรวยกลมตรงมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานยาว 28 เมตร และมีสูงเอียง 50 เมตร จงหาว่าผ้าใบที่คลุมเต็นท์เป็นกี่ตารางเมตร	1.00	1.00	-
	2.ต้องการใช้กระดาด เพื่อมาประดิษฐ์เป็นรูปกรวยกลมตรง ซึ่งสูง 24 ฟุต และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 14 ฟุต จะต้องใช้กระดาดกี่ตารางฟุต	1.00	1.00	-
	3.หมวกของชาวเวียดนามซึ่งมีลักษณะเป็นกรวยกลมตรงอันหนึ่งมีมุมที่ยอดกรวยเป็น 120 องศา และหมวกใบนี้มีสูงตรง 12 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวด้านนอกของหมวก	1.00	1.00	-

ฉบับ	ข้อ	ระดับความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC)	ความเหมาะสมด้านภาษา และการสื่อความหมาย	ข้อเสนอแนะ
	4. แก้วกระดาดรูปทรงกรวยกลมตรง อันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณ ปากกรวยยาว 14 นิ้ว และมีความสูง 9 นิ้ว อยากทราบว่าแก้วกระดาดใบนี้ บรรจุน้ำได้กี่ลูกบาศก์นิ้ว	1.00	1.00	-
	5. กรวยกลมตรงอันหนึ่งมีสูงเอียง 35 ฟุต และมีพื้นที่ผิวข้างเท่ากับ 3,740 ตารางฟุต จะมีปริมาตรกี่ตารางฟุต	1.00	1.00	-
	6. กรวยกระดาดซึ่งมีรัศมีที่ฐานเท่ากับ 6 เซนติเมตร มีปริมาตรประมาณ 301.71 มิลลิลิตร พบว่าถ้ากดน้ำสูงขึ้น อีก 3 เซนติเมตร จะทำให้น้ำเต็มแก้ว พอดี อยากทราบว่ากรวยกระดาดสูง เท่าใด	1.00	1.00	-
4	1. ทรงกลมรูปหนึ่ง มีความยาวของรัศมี 17.5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของลูก เหล็กลูกนี้	1.00	1.00	-
	2. ครึ่งทรงกลมที่มีความยาวเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 49 นิ้ว จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมด ของครึ่งทรงกลมนี้	1.00	1.00	-
	3. กะลามะพร้าวครึ่งทรงกลมใบหนึ่ง วัด เส้นผ่านศูนย์กลางของขอบนอกยาว 16 เซนติเมตร และกะลามะพร้าวมีความ หนา 1 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมด ของส่วนที่เป็นมะพร้าว	1.00	1.00	-
	4. ลูกวอลเลย์บอลลูกหนึ่งวัดความยาว รอบของเส้นรอบวงได้ 66 เซนติเมตร ถ้าลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยากทราบว่าลูกฟุตบอลลูก นี้จะจุลมได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1.00	1.00	-
	5. โลกมีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 5 เท่า ของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของ ดวงจันทร์ จงหาว่าปริมาตรโลกเป็นกี่ เท่าของดวงจันทร์	1.00	1.00	-
	6. นำโลหะทรงกลมตันซึ่งมีเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 12 นิ้ว มาหลอมเป็นโลหะ ทรงกลมตัน 3 ลูก โดยลูกที่หนึ่งมีเส้น ผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และลูกที่สองมีเส้น	1.00	1.00	-

ฉบับ	ข้อ	ระดับความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC)	ความเหมาะสมด้านภาษา และการสื่อความหมาย	ข้อเสนอแนะ
	ผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จงหาว่าลูกที่สาม มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกี่นิ้ว			
5	1.เต็นท์กระโจมหลังหนึ่งมีรูปทรง พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาว รอบฐาน 56 เซนติเมตร และมีสูงตรง เป็น 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของ ของเต็นท์กระโจมหลังนี้	1.00	1.00	-
	2.ที่ทับกระดาษรูปทรงพีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส มีปริมาตรเท่ากับ 384 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีพื้นที่ฐานเป็น 144 ตารางเซนติเมตร และสูงเอียง 10 เซนติเมตร อยากทราบว่าที่ทับกระดาษ จะมีความยาวด้าน ด้านละเท่าไร	1.00	1.00	-
	3.แก้วกระดาษรูปทรงกรวยกลมตรงมี ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานยาว 14 เซนติเมตร และมี สูงตรง 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของแก้ว กระดาษ	1.00	1.00	-
	4.ใส่น้ำลงในกรวยกลมตรงอันหนึ่ง มีสัน รอบปากกรวยยาว 10 นิ้ว และมี ความสูง 12 นิ้ว อยากทราบว่าจะมี ปริมาตรน้ำที่ลูกบาศก์นิ้ว	1.00	1.00	-
	5.โคมไฟทรงกลม มีพื้นที่ผิวของโคมไฟ นี้เท่ากับ 2,464 ตารางเซนติเมตร จงหา รัศมีของโคมไฟนี้	0.80	1.00	-
	6.ลูกบาสเกตบอลลูกหนึ่งวัดความยาว รอบเส้นรอบวงได้ 46 นิ้ว เซนติเมตร ถ้า ลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 1 เซนติเมตร อยากทราบว่าลูก บาสเกตบอลนี้จะจุลมได้กี่ลูกบาศก์ เซนติเมตร	1.00	1.00	-

**ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานกันของแบบสอบคู่ขนานทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ของการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง**

จุดประสงค์	ข้อคำถาม					ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5		
<p>ประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่อง พื้นที่ผิวของ พีระมิด กรวย และทรงกลม ในการ แก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหาใน ชีวิตจริงได้</p>	1. เติ้นท์ กระโจมหลัง หนึ่งมีรูปทรง พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้าน ละ 14 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิว ของของเต็นท์ กระโจมหลังนี้	1. ที่ทับ กระดาษทรง พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยม จัตุรัส มีฐาน ยาวด้านละ 20 เซนติเมตร และมีสูง เอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ ผิวของที่ทับ กระดาษ	1. กางเต็นท์ กระโจม ผ้าใบรูปทรง กรวยกลม ตรงมีความ ยาวเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ ฐานยาว 28 เมตร และมี สูงเอียง 50 เมตร จงหา ว่าผ้าใบที่ คลุมเต็นท์ เป็นกี่ตาราง เมตร	1. ทรงกลมรูป หนึ่ง มีความ ยาวของรัศมี 17.5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิว ของลูกเหล็ก ลูกนี้	1. เติ้นท์ กระโจมหลัง หนึ่งมีรูปทรง พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส มีฐานยาวด้าน ละ 14 เซนติเมตร และมีสูงเอียง เป็น 24 เซนติเมตร จง หาพื้นที่ผิว ของของเต็นท์ กระโจมหลังนี้	0.8	ควรปรับให้มี สูตรเดียวกัน และขั้นตอนใน การหาคำตอบ เหมือนกัน
	2. ที่ทับ กระดาษ รูปทรง พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาว ด้านละ 12 เซนติเมตร สูงเอียง 10 เซนติเมตร อยากทราบว่า ที่ทับกระดาษ จะมีปริมาตร กี่ลูกบาศก์ เซนติเมตร	2. กล่อง ของขวัญทรง พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยม จัตุรัส มีฐาน ยาวด้านละ 12 เซนติเมตร และมีสันยาว 10 เซนติเมตร อยากทราบว่า พื้นที่ผิว ของกล่อง ของขวัญเป็น เท่าใด	2. ต้องการ ใช้กระดาษ เพื่อมา ประดิษฐ์ เป็นรูปกรวย กลมตรง ซึ่งสูง 24 ฟุต และมี เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ของฐานยาว 14 ฟุต จะต้องใช้ กระดาษกี่ ตารางฟุต	2. ครึ่งทรง กลมที่มีความ ยาวเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 49 นิ้ว จงหาพื้นที่ ผิวทั้งหมดของ ครึ่งทรงกลมนี้	2. ที่ทับ กระดาษ รูปทรง พีระมิดฐาน สี่เหลี่ยมจัตุรัส มีปริมาตร เท่ากับ 384 ลูกบาศก์ เซนติเมตร สูง เอียง 10 เซนติเมตร อยากทราบว่า ที่ทับกระดาษ จะมีความยาว ด้าน ด้านละ เท่าไร	0.80	ข้อสอบต้องการ ถามหาพื้นที่ผิว หรือปริมาตร
	3. แก้ว กระดาษ รูปทรงกรวย	3. ลูกอม รูปทรง พีระมิดฐาน	3. หมวก ของชาว เวียดนามซึ่ง	3. กะลามะพร้าว ครึ่งทรงกลม	3. แก้ว กระดาษ รูปทรงกรวย	0.80	ควรปรับให้มี สูตรเดียวกัน

จุดประสงค์	ข้อคำถาม					ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5		
	กลมตรงมีเส้นรอบปากกรวยยาว 44 เซนติเมตร และมีสูงเอียง 25 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของแก้วกระดาศ	หกเหลี่ยมด้านเท่า มี ความยาวรอบฐาน 120 เซนติเมตร และมีสูงเอียงยาว 22 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของเปลือกลูกอม	มีลักษณะเป็นกรวยกลมตรง อันหนึ่งมีมุมที่ยอดกรวย เป็น 120 องศา และ หมวกใบนี้มี สูงตรง 12 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของผิวด้านนอกของหมวก	ใบหนึ่ง วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของขอบนอก ยาว 16 เซนติเมตร และ กะลามาพร้าว มีความหนา 1 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของ ส่วนที่เป็นมะพร้าว	กลมตรงมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานยาว 14 เซนติเมตร และมีสูงตรง 24 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของแก้วกระดาศ		และขั้นตอนในการหาคำตอบเหมือนกัน
ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริงได้	4. ใส่ น้ำลงในกรวยกลมตรง อันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณปากกรวยยาว 10 นิ้ว และมี ความสูงเอียง 13 นิ้ว อยากทราบว่า จะมีปริมาตร น้ำที่ลูกบาศก์ นิ้ว	4. เจียรไนเพชรให้มีรูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 14 เซนติเมตร สูงเอียง 25 เซนติเมตร อยากทราบว่ามีปริมาตร น้ำที่ลูกบาศก์ เป็นกี่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	4. แก้วกระดาศรูปทรงกรวยกลมตรง อันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณปากกรวยยาว 14 นิ้ว และ มีความสูง 9 นิ้ว อยากทราบว่าแก้วกระดาศใบนี้จะบรรจุ น้ำได้กี่ ลูกบาศก์นิ้ว	4. ลูกวอลเลย์บอล ลูกหนึ่งวัดความยาวรอบของเส้นรอบวงได้ 66 เซนติเมตร ถ้า ลูกฟุตบอลทำด้วยหนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยากทราบว่า ลูกฟุตบอลลูกนี้จะจุลมได้กี่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	4. ใส่ น้ำลงในกรวยกลมตรง อันหนึ่ง มีเส้นรอบปากกรวยยาว 10 นิ้ว และมี ความสูง 12 นิ้ว อยากทราบว่า จะมี ปริมาตรน้ำที่ ลูกบาศก์นิ้ว	0.80	ควรปรับให้มีสูตรเดียวกัน และขั้นตอนในการหาคำตอบเหมือนกัน
	5. โคมไฟทรงกลม มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของโคมไฟนี้	5. วัดถูรูปทรงพีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 12 เซนติเมตร มี สันยาว 14 เซนติเมตร อยากทราบ	5. กรวยกลมตรง อันหนึ่งมีสูงเอียง 35 ฟุต และมี พื้นที่ผิวข้างเท่ากับ 3,740 ตารางฟุต จะมี	5. โคมไฟเส้นผ่านศูนย์กลาง เป็น 5 เท่าของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ จงหาว่า ปริมาตรของ โคมไฟเป็นกี่เท่าของดวงจันทร์	5. โคมไฟทรงกลม มีพื้นที่ผิวของโคมไฟนี้เท่ากับ 2,464 ตารางเซนติเมตร จงหาว่า ปริมาตรของโคมไฟนี้	1.00	

จุดประสงค์	ข้อคำถาม					ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5		
		ว่าวัตถุนี้จะมี ปริมาตรที่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	ปริมาตรที่ ตารางฟุต				
	6. ลูก บาสเกตบอล ลูกหนึ่งวัด ความยาวรอบ เส้นรอบวงได้ 44π เซนติเมตร ถ้า ลูกฟุตบอลทำ ด้วยหนังหนา 0.5 เซนติเมตร อยากรหาว่า ลูกฟุตบอลลูก นี้จะจุลมได้กี่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	6. พีระมิด ฐานหก เหลี่ยมด้าน เท่า มีฐาน ยาวด้านละ 20 หน่วย สันยาว 25 หน่วย จะมีปริมาตร กี่ลูกบาศก์ หน่วย	6. กรวย กระดาดซึ่ง มีรัศมีที่ฐาน เท่ากับ 6 เซนติเมตร มีปริมาตร ประมาณ 301.71 มิลลิลิตร พบว่าถ้ากด น้ำสูงขึ้นอีก 3 เซนติเมตร จะทำให้ น้ำ เต็มแก้ว พอดี อยากร หาว่า กรวย กระดาดสูง เท่าใด	6. นำโลหะ ทรงกลมตันซึ่ง มีเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 12 นิ้วมาหลอม เป็นโลหะทรง กลมตัน 3 ลูก โดยลูกที่หนึ่งมี เส้นผ่าน ศูนย์กลาง 6 นิ้ว และลูกที่ สองมีเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 10 นิ้ว จงหาว่าลูกที่ สามมีเส้นผ่าน ศูนย์กลางยาว กี่นิ้ว	6. ลูก บาสเกตบอล ลูกหนึ่งวัด ความยาวรอบ เส้นรอบวงได้ 46π เซนติเมตร ถ้า ลูกฟุตบอลทำ ด้วยหนังหนา 1 เซนติเมตร อยากรหาว่า ลูกฟุตบอลลูก นี้จะจุลมได้กี่ ลูกบาศก์ เซนติเมตร	0.80	ควรปรับให้มี สูตรเดียวกัน และขั้นตอนใน การหาคำตอบ เหมือนกัน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

พงศ์พล จินตนประเสริฐ

วัน เดือน ปี เกิด

17 พฤศจิกายน 2536

วุฒิการศึกษา

มัธยมศึกษาตอนต้น - โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุพรรณบุรี

มัธยมศึกษาตอนปลาย - โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุพรรณบุรี

ปริญญาตรี - คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY