

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด



การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาของการศึกษา
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
มิถุนายน 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษาได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษาของมหาวิทยาลัยนเรศวร



ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภฤตยาภาณุจณ์ โดพิทักษ์ ที่รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย คอยดูแล ให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี อีกทั้งยังให้ข้อคิดและคำแนะนำ ในการเป็นนักวิจัยที่ดีเพื่อนำไปพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ให้ข้อเสนอแนะและแก้ไขข้อบกพร่องอันเป็นประโยชน์ ต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณนายเกษม สारมโน ผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียน โรงเรียนบ้านนาล้อม โรงเรียนบ้านในเมือง โรงเรียนบ้านนายาง โรงเรียนนาอินพิทยาคม โรงเรียนชุมชนบ้านโคก โรงเรียนบ้านหนองกวาง และโรงเรียนบ้านคลองละวาน ที่ให้การสนับสนุน อีกทั้งยังอนุเคราะห์ให้มีการดำเนินการเก็บข้อมูลและพัฒนางานวิจัยภายในสถานศึกษา พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการนำ งานวิจัยมาพัฒนาในด้านการศึกษาให้ดีขึ้น

ที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณบิดา มารดา ครอบครัวของข้าพเจ้าและเพื่อนๆ สาขาวิชาวิจัยและ ประเมินทางการศึกษา ที่อยู่เคียงข้างและให้กำลังใจในการศึกษาและทำการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไป ด้วยดี

ชญาทิพ ชูช่วย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
ผู้ศึกษาค้นคว้า	ชญาทิพ ชูช่วย
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎากาญจน์ ไตพิทักษ์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง, สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุกดาหาร เขต 1 ได้โดยการสุ่มหลายขั้นตอน จำนวน 120 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นแบบสอดคล้องภายในและการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ผลการวิจัยพบว่า

1) แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีจำนวน 3 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะในรูปแบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ

2) การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้ง 3 ชุด มีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามตั้งแต่ 0.80-1.00 ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 0.60-1.00 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.31-0.66 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31-0.71 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดตั้งแต่ 0.70-0.72 การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ของแบบวัดทั้ง 3 ชุดสูงสุด คือ 0.89 และ 0.87 ตามลำดับ

Title The Development of a Mathematics Process Skills test for Prathom Suksa 2 students by Application of Generalizability Theory

Authors Chayatip Chuchuy

Advisor Assistant Professor Krittayakan Topithak , Ph.D.

Academic Paper Independent Study M.E. in Education Research and Evaluation. Naresuan University, 2019

Keywords Mathematics Process Skills, Generalizability Theory, G-Coefficient

ABSTRACT

The purposes of this study were to develop of instrument for evaluation of Mathematics Process Skills of student at Grade 2 and to determine of instrument for evaluation of Mathematics Process Skills. The sample of this study consisted of 120 Grade 2 students of the schools in The Uttaradit Primary Education Service Area Office¹, selected by Purposive Sampling technique. The instrument used in this research was the Mathematics Process Skills test. Data were analyzed using index of validity item-objective congruence: IOC, difficulty analysis, discrimination analysis, reliability analysis, and G-Coefficient analysis. The result of this research indicated that:

1) Mathematical Process Skills Test for Grade 2 students created by the researcher, 3 sets, each of which consists of questions about subjective mathematical process skills 12 items.

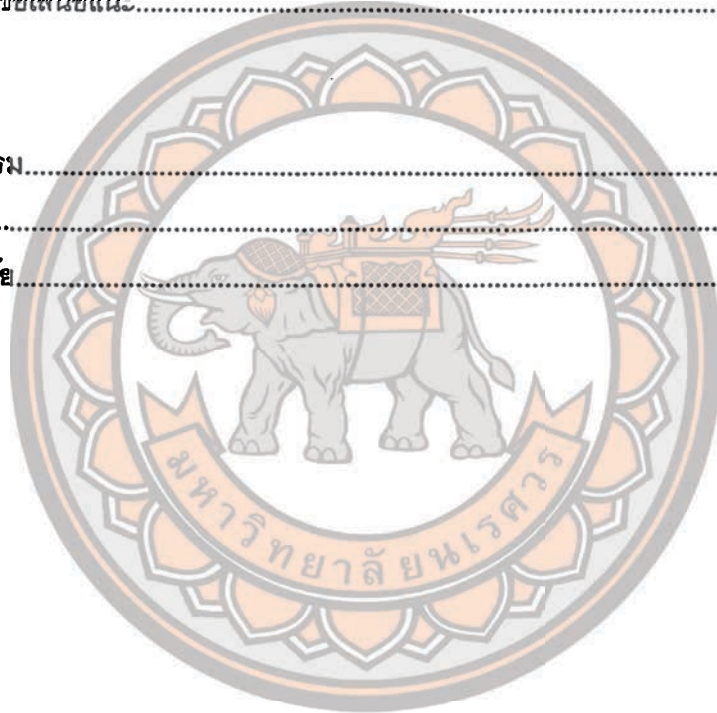
2) The study of quality of instrument for evaluation of Mathematics Process Skills of student at Grade 2. The content validity of question was 0.80-1.00, content validity of criterion was 0.60-1.00, difficulty scale was 0.31-0.66, discrimination scale was 0.31-0.71, reliability was 0.70-0.72. Generalizability Theory for checked the reliability which consisted of absolute coefficient of instrument for evaluation of Mathematics Process Skills. The result found that the G-Coefficient for relative decision was 0.89 and G-Coefficient for absolute decision was 0.87.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
มาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	11
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	13
เกณฑ์การให้คะแนน.....	22
ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	44
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	46
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	34
การพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	47
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	50
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
สถิติที่ใช้.....	51
4 ผลการวิจัย.....	51
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรูปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	72
สรุปผลการวิจัย.....	73
อภิปรายผลการวิจัย.....	75
ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก.....	83
ประวัติผู้วิจัย.....	143



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินทักษะการเขียน.....	26
2 แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแสดงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน Analytic Rubrics	27
3 แสดงตัวอย่างการแสดงผลตัวอย่าง Rubrics แบบภาพรวม.....	30
4 แสดงจำนวนข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.....	57
5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	59
6 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	60
7 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนกับข้อคำถามและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	63
8 แสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อคำถามในแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.....	66
9 แสดงค่าเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	68
10 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน จากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ (G – Study of p x s Design).....	69
11 แสดงผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D – Study of p x s Design).....	70

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ.....	15
2 การแยกส่วนความคลาดเคลื่อนใน G-Theory.....	33
3 สัมประสิทธิ์สรูปอ้างอิง (G-Coefficient).....	37
4 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่ง องค์ประกอบแบบไขว้ $p \times i$ (one facet, $p \times i$ design).....	39
5 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสอง องค์ประกอบแบบไขว้ $p \times r \times o$ (two – facet, $p \times r \times o$ design).....	39
6 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่ง องค์ประกอบแบบแฝง เมื่อ i แฝงใน p (one facet, $i:p$ design).....	40
7 ความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวน สำหรับสององค์ประกอบแบบแฝง กรณี $i : r : p$	41
8 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	45
9 วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	48
10 ตัวอย่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	58

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการด้านต่างๆ ของโลกยุคโลกาภิวัตน์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาของชาติ (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 1) กระทรวงศึกษาธิการโดยอาศัยอำนาจตามความในบทเฉพาะกาล มาตรา 74 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 จึงเห็นสมควรกำหนดให้มีหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2545 (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 2) ซึ่งหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดมุ่งหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งหนึ่งในจุดมุ่งหมายคือ มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะการดำเนินชีวิต (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 4) เห็นได้ว่าการศึกษานับเป็นรากฐานที่สำคัญที่สุดประการหนึ่ง ในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้ สามารถสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้าและแก้ปัญหาต่างๆ ได้ในสังคม เนื่องจากการศึกษาเป็นกระบวนการที่ช่วยให้คนได้พัฒนาตนเองตั้งแต่แรกเกิดจนตลอดชีวิตซึ่งเป็นการพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถให้คนได้รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในโลกยุคโลกาภิวัตน์และให้มีคุณลักษณะที่มองกว้าง คิดไกล ใฝ่ดี มีวินัยในตนเอง มีทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขสอดคล้องกับกระแสการเปลี่ยนแปลงของชาติและสังคมโลก ซึ่งทำให้ศักยภาพที่มีอยู่ในตัวคนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่ มีมาตรฐานและคุณภาพ (รุ่ง แก้วแดง, 2544, หน้า 61) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการการเรียนรู้และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม ของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่มสาระ ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 4) คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระหนึ่งใน 8 กลุ่มสาระซึ่งมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์และมนุษย์ได้ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบและระเบียบแบบแผน

สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบถี่ถ้วน สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 1)

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งการเรียนรู้และเป็นฐานความรู้ที่จะเป็นเครื่องมือในการทำ ความเข้าใจในศาสตร์อื่นๆ ทั้งที่เป็นนามธรรมและรูปธรรม คณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้เกิด ประโยชน์ในด้านต่างๆ รวมทั้ง อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ อันแสดงถึงวิวัฒนาการการคิดค้น สิ่งประดิษฐ์ของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี (คณาจารย์มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย, 2551, หน้า 2) คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ ปัญหาหรือสถานการณ์ได้ อย่างถี่ถ้วน รอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนา คุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 47) คณิตศาสตร์มีประโยชน์และเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน การดำรงชีวิตจะหลีกเลี่ยง การใช้คณิตศาสตร์ไม่พ้น ในการดำรงชีวิตอยู่ก็ต้องใช้เงินในการใช้จ่าย หรือการแลกเปลี่ยน สิ่งของ ก็ต้องอาศัยตัวเลข การทำงานหรือการตัดสินใจต่างๆ ก็ต้องอาศัยประสบการณ์หรือข้อมูล หรือ ปริมาณในการตัดสินใจ คณิตศาสตร์ยังมีประโยชน์ในงานอาชีพ เนื่องจากงานอาชีพทุกสาขาย่อม ต้องการกำไรหรือผลสำเร็จในการประกอบอาชีพ และการประกอบอาชีพที่จะได้กำไรหรือประสบ ผลสำเร็จนั้น จะต้องขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจและคณิตศาสตร์ยังเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง คือ มีความงาม ในการฝึกสมองของคนให้คิดจินตนาการให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มองหาความรู้ ใหม่ๆ ที่จะ พัฒนาสมองมนุษย์ให้สามารถดึงเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดความสะดวกสบายต่อการ ดำรงชีวิตของ มนุษย์ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผู้เรียนย่อมจำเป็นต้องมีทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์เพื่อที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และ ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้น ที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ทักษะในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำ ความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ ทักษะการให้ เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่ การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมาย

ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย สรุปผลและนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน ทักษะการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์เนื้อหาต่างๆ หรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง ทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้แก่ผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 12)

จากการศึกษาผลการทดสอบโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติหรือ PISA ที่สะท้อนให้เห็นคุณภาพการศึกษาของไทยที่ค่อนข้างตกต่ำ โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ถ้าพิจารณาผลการประเมินในหมวดกระบวนการทางคณิตศาสตร์พบว่าผู้เรียนของประเทศไทยมีความสามารถค่อนข้างต่ำในเรื่องกระบวนการหรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ นั่นคือ การคิดถึงปัญหาตามสภาพการณ์ในบริบทให้เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ (สสวท., 2559, หน้า 4) ซึ่งล้วนสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนไทยประสบปัญหาในด้านการกระบวนการและทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในช่วงระยะหลายปีย้อนหลัง พบว่าผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการทดสอบคณิตศาสตร์ที่ตกต่ำลงและผลการทดสอบในแต่ละปีการศึกษาก็มีคะแนนโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ไม่ผ่านครึ่งของคะแนนเต็ม โดยเมื่อพิจารณาให้ละเอียดลงไปถึงสาระการเรียนรู้ของรายวิชาคณิตศาสตร์พบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด และเพื่อให้ทราบว่ามีนักเรียนหรือผู้ถูกประเมินขาดทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์ในด้านใดควรใช้แบบวัดหรือแบบทดสอบเป็นสิ่งที่ง่าย กระตุ้นยั่วยุ หรือชักนำให้ผู้ถูกทดสอบแสดงพฤติกรรมหรือปฏิกิริยาตอบสนองตามแนวทางที่ต้องการ เพราะถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่วัดสมรรถภาพทางสมองได้ดีที่สุด (มลิวัลย์ ผิวคราม, 2545, หน้า 10) แต่พบว่าในปัจจุบันแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นแบบทดสอบที่วัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพียงด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้ไม่สามารถวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ครบทั้ง 5 ด้าน อีกทั้งยังเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย แบบเลือกตอบ ซึ่งมีจุดอ่อนที่สำคัญคือเปิดโอกาสให้มีการตอบถูกโดยการเดาคำตอบได้ ปัญหาการตอบแบบสุ่มเดาจึงเป็นแหล่งความคาดเคลื่อนในการวัด นอกจากนี้ผลการวัดที่ได้ยังไม่สามารถให้สารสนเทศที่เพียงพอต่อการนำไปพัฒนาต่อยอดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ มีความเชื่อมั่นสูง และมีความน่าเชื่อถือในผลการวัด

จึงสนใจนำเทคนิคการศึกษาความเที่ยงของแบบสอบมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ แต่เทคนิคการศึกษาความเที่ยงของแบบสอบหรือแบบวัดตามทฤษฎีการทดสอบที่ยังใช้กันอยู่นั้นเป็นแบบดั้งเดิม (CTT) ซึ่งเป็นการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบที่ใช้กับเฉพาะกลุ่มบุคคล ภายใต้งื่อนไขของการทดสอบที่เฉพาะ ได้แก่ การทดสอบที่ผู้สอบทุกคนต้องทำข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ ผลการสอบได้รับการให้คะแนนโดยผู้ตรวจคนเดียว แต่ถ้าสถานการณ์ของการทดสอบแตกต่างกันไปจากที่กล่าวมานั้น เทคนิคการประมาณค่าความเที่ยงตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น กรณีของการทดสอบที่มีผู้ตรวจหลายคนให้คะแนนข้อสอบ ความเรียงของผู้สอบทุกคน หรือกรณีการทดสอบที่ใช้ผู้ตรวจหลายคนให้คะแนนผลการตรวจแบบสอบที่มีความยาวต่างกัน หรือกรณีที่ผู้ตรวจหลายคนให้คะแนนผลการตอบแบบสอบที่มีรูปแบบความยาวหรือจำนวนของแบบทดสอบที่แตกต่างกัน เป็นต้น นอกจากนี้โมเดลการวัดของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมถือว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือความคลาดเคลื่อนของการวัดเป็นคะแนนรวมความคลาดเคลื่อนทุกแหล่งเข้าด้วยกันและเป็นความคลาดเคลื่อนรวมอันเดียวกันที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้ จึงเป็นข้อจำกัดทางทฤษฎีที่ไม่สามารถศึกษารายละเอียดของแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดในสถานการณ์หรือเงื่อนไขการวัดต่างๆ ได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี ,2545, หน้า 11) แต่ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) เป็นทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ ซึ่งทฤษฎีนี้ถือได้ว่า คะแนนความคลาดเคลื่อนของการวัดสามารถเกิดได้จากหลายแหล่ง (Multiple sources of error) ที่สามารถประมาณค่าแยกกันภายใต้การวิเคราะห์ครั้งเดียวกันได้ เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของการทดสอบที่จะใช้มีได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับการออกแบบ (design) เช่น อาจกำหนดเงื่อนไขเป็นความยาวของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ จำนวนครั้งของการสอบ จำนวนผู้ตรวจ เป็นต้น ทำให้ทราบและสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนได้ตรงประเด็น เพื่อผลการวัดที่มีความน่าเชื่อถือหรือมีความเที่ยงสูงถึงระดับที่ต้องการ

จากความสำคัญที่กล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจการสร้างและตรวจสอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด โดยนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory หรือ G-Theory) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินความน่าเชื่อถือและความเชื่อมั่น (Reliability) ของจำนวนชุดของเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพและทำให้ผลการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างถูกต้อง เพื่อนำสารสนเทศที่ได้ไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ตรงตามศักยภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ขอบเขตของงานวิจัย

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นี้ อยู่ในรูปแบบสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่อิงเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ซึ่งแบบวัดทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์นี้ต้องการให้ผู้สอบแสดงทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลสารสนเทศ ที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาต่อไป ผู้วิจัยจึงศึกษาความแปรปรวนขององค์ประกอบหลัก ได้แก่ จำนวน ชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดย ขอบเขตงานวิจัยดังนี้

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 205 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 จำนวน 6 โรงเรียน โดยการสุ่มหลายขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 สุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาอุตรดิตถ์ โดยใช้เขตพื้นที่การศึกษาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มและสุ่มอย่างง่าย ออกมา 1 เขต ได้แก่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1

1.1.2 สุ่มกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 ได้โรงเรียนชุมชนบ้านโคก โรงเรียนบ้านคลองละวาน โรงเรียนบ้านหนองกวาง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 60 คน

1.1.3 สุ่มกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นเกณฑ์ในการสุ่มและสุ่มอย่างง่ายขนาดละ 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนนาอินวิทยาคม โรงเรียนบ้านนายาง โรงเรียนบ้านหลักร้อย จำนวน 120 คน

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีแหล่งความคลาดเคลื่อน คือ จำนวนชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (s) โดยใช้จำนวนของชุดแบบวัดจำนวน 1 ชุด 2 ชุด และ 3 ชุด

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ใช้เนื้อหาที่ครอบคลุมทั้ง 5 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ เรื่องแผนภูมิรูปภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
2. ได้ผลและแนวทางประกอบการตัดสินใจให้ผู้เกี่ยวข้องในการเลือกใช้จำนวนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและมีความเที่ยงสูงตามหลักของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบวัดที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมุ่งเน้นประเมินความสามารถในการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์

2. ชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุด ในแต่ละชุดประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาจำนวน 4 ข้อ ทักษะการให้เหตุผลจำนวน 1 ข้อ ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ข้อ ทักษะการเชื่อมโยงจำนวน 2 ข้อ และทักษะความคิดสร้างสรรค์จำนวน 4 ข้อ รวมใน 1 ชุดของแบบวัดจะมีข้อคำถามทั้งหมด 12 ข้อ

3. คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการคิดศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของเครื่องมือประเมินต่างๆ ซึ่งได้พิจารณาคุณลักษณะดังนี้

3.1 ความตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง ความสามารถแบบวัดทักษะกระบวนการคิดศาสตร์ที่สามารถพิจารณาได้จากเนื้อหาของแบบทดสอบว่าเป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาที่ต้องการวัดมากน้อยเพียงใด

3.2 ความยากง่ายของข้อสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดทักษะกระบวนการคิดศาสตร์ที่ได้จากสัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง คำนวณหาค่าความยากง่ายรายข้อ โดยใช้คะแนนเฉลี่ยแต่ละข้อเทียบกับคะแนนเต็มของข้อนั้น

3.3 อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดทักษะกระบวนการคิดศาสตร์ที่สามารถจำแนกหรือแยกผู้สอบ โดยผู้ทำข้อสอบถูกต้องควรมีความสามารถในระดับสูง และผู้ทำข้อสอบผิดควรมีความสามารถในระดับต่ำ

3.4 ความเชื่อมั่นของข้อสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดทักษะกระบวนการคิดศาสตร์ที่วัดความสามารถของนักเรียนได้คงที่

3.5 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) หมายถึง คุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในเนื้อหา เรื่อง แผนภูมิรูปภาพ ในเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้

4. ทักษะกระบวนการคิดศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากแบบวัดทักษะกระบวนการคิดศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถการให้เหตุผล ความสามารถการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถการเชื่อมโยง และความสามารถความคิดสร้างสรรค์

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ ประกอบด้วย

4.1.1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา

4.1.2 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์รายละเอียดและหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา โดยใช้บทนิยาม สมบัติ และทฤษฎี

ต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาก่อนแล้ว ในการพิจารณาอาจใช้วิธีการต่างๆ เพื่อช่วยให้ได้ข้อสรุปที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้

4.1.3 การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้

4.1.4 การสรุปผล เป็นการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

4.2 ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

4.3 ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายสรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

4.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ได้แก่

4.4.1 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ภายในวิชา เป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล

4.4.2 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างรายวิชาหรือในชีวิตประจำวัน เป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาสาระความรู้ของศาสตร์อื่นๆ หรือในชีวิตประจำวัน

4.5 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ประกอบด้วย

4.5.1 ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี

4.5.2 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์คิดแล้วเลือก/นำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป

4.5.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดพื้นฐาน เป็นความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่แตกต่างจากความคิดพื้นฐาน ที่มีอยู่เดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องมีความ

กล้าคิดนอกกรอบ กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตนและบ่อยครั้งที่ต้องอาศัยความคิด
จินตนาการในการประยุกต์

4.5.4 ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้
ความคิดที่มีรายละเอียดอย่างลุ่มลึกหลายแง่มุมของแต่ละคำตอบของปัญหาจนกระทั่งสามารถ
สร้างผลงานหรือชิ้นงานขึ้น มาได้สำเร็จ ความคิดละเอียดลออเป็นส่วนเสริมให้องค์ประกอบสำคัญ
3 ข้อข้างต้นมีความสมบูรณ์นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ

5. เอกภพ (Universe) หมายถึง เส้นใยของการวัดที่สนใจทั้งหมดขององค์ประกอบ

6. ฟาเซท (Facet) หมายถึง กลุ่มเส้นใยของการวัดที่สนใจในการศึกษา โดยในการวิจัย
ครั้งนี้มี 1 ฟาเซท ซึ่งมีกลุ่มเส้นใยเดียว คือ จำนวนของชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือในการวัด (Generalizability Theory) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (หลักสูตรฯ 2551 ฉบับปรับปรุง 2560)
2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.2 ความสามารถในการให้เหตุผล
 - 2.3 ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง
 - 2.5 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
3. เกณฑ์การให้คะแนน
4. ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
 - 4.1 ความเป็นมาของทฤษฎี
 - 4.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
 - 4.3 แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น
 - 4.4 คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
 - 4.5 การออกแบบฟาเซต
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (หลักสูตรฯ 2551 ฉบับปรับปรุง 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาคือ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

1.1 ความสำคัญของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 นี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมสามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง

สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ คอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ใน สถานการณ์ต่างๆ สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวม ข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบาย เหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจ

1.3 คุณภาพของผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขึ้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจใน เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือใน การเรียนรู้ สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุล ระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการ แก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งให้ตระหนักในคุณค่าและมี เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

1.4 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และลักษณะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควร บูรณาการสาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชันลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือ ช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ช่วย เสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ ตลอดจน มีทักษะการแก้ปัญหา ทำให้สามารถคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ทำให้มีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก

ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากนักการศึกษาคณิตศาสตร์ตระหนักถึงความสำคัญและจำเป็น ไม่เพียงแต่ประเทศไทย

เท่านั้นที่หันมาใส่ใจส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ยังมีประเทศอื่นๆ อีกทั่วโลกที่สนใจส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยเช่นกัน เช่น ออสเตรเลีย สิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกา สภาครูคณิตศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทอย่างมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ได้เสนอหนังสือมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผลคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ในปี ค.ศ.1989 และหนังสือหลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ในปี ค.ศ.2000 ว่าด้วยมาตรฐานทางด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนระดับโรงเรียนได้เรียนรู้ฝึกฝนทักษะและพัฒนาให้ดีขึ้น ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยงและการนำเสนอ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกรวมทั้งนักการศึกษาของไทยหันมาสนใจศึกษาเกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

2.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่ได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันทีและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาย่อยรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ในขั้นตอนนี้ต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข อาจใช้วิธีต่างๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้มองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่

วิลสัน (Wilson) และคณะจึงได้เสนอแนะกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปวนมาได้ดังแผนภูมิ



ภาพ 1 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ

ยุทธวิธีแก้ปัญหา

ยุทธวิธีแก้ปัญหาคือเครื่องมือสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป
2. การสร้างตาราง
3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ
4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
5. การคาดเดาและตรวจสอบ
6. การทำงานแบบย้อนกลับ
7. การเขียนสมการ
8. การเปลี่ยนมุมมอง

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย
10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์
11. การให้เหตุผลทางอารมณ์
12. เชื่อมโยงกับปัญหาที่คุ้นเคย
13. การวาดภาพ
14. การสร้างแบบจำลอง
15. ลงมือแก้ปัญหา

2.2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

รูปแบบของการให้เหตุผล

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย

การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองหลายๆ ครั้งแล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเชื่อว่า น่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริงมีความเป็นไปได้มากที่สุดแต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนั้นว่า ข้อความคาดการณ์

ตัวอย่าง แก้วตาสังเกตว่าในวันที่โรงเรียนเปิด คุณครูนวนลศรีซึ่งมีบ้านอยู่ท้ายซอยจะขับรถผ่านบ้านของแก้วตาไปโรงเรียนทุกเช้าประมาณ 7.00 น. แต่วันนี้สายแล้ว แก้วตายังไม่เห็นคุณครูนวนลศรีขับรถไปโรงเรียน แก้วตาจึงสรุปเป็นข้อความคาดการณ์ว่า วันนี้เป็นวันที่โรงเรียนหยุด

พิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถ้าแสดงหรือพิสูจน์ได้ว่าข้อความคาดการณ์เป็นจริงในกรณีทั่วไป ข้อความคาดการณ์นั้นจะเป็นทฤษฎีบทในทางตรงกันข้าม ถ้าสามารถยกตัวอย่างค้านได้แม้เพียงกรณีเดียว ข้อความคาดการณ์นั้นจะเป็นเท็จทันที

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย

การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ การให้เหตุผลแบบนิรนัยประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

2.1 เหตุหรือสมมติฐาน ซึ่งหมายถึง สิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ได้แก่ คำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบทที่พิสูจน์แล้ว กฎหรือสมบัติต่างๆ

2.2 ผลหรือผลสรุป ซึ่งหมายถึง ข้อสรุปที่ได้จากเหตุหรือสมมติฐานในทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลแบบนิรนัย ประกอบด้วย

2.2.1 คำนิยาม หมายถึง คำที่เราไม่ให้ความหมายหรือให้ความหมายไม่ได้ แต่เข้าใจความหมายได้ โดยอาศัยการรับรู้จากประสบการณ์ ความคุ้นเคย หรือสมบัติที่เข้าใจตรงกันเช่น กำหนดให้คำว่า จุด เส้น และระนาบ เป็นคำนิยามในเรขาคณิตแบบยุคลิด

2.2.2 บทนิยาม หมายถึง ข้อความแสดงความหมายหรือคำจำกัดความของคำที่ต้องการ โดยอาศัยคำนิยาม บทนิยามหรือสมบัติต่างๆที่เคยทราบมาแล้ว เช่น กำหนดบทนิยามว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ รูปที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก

2.2.3 สัจพจน์ หมายถึง ข้อความที่เรายอมรับหรือตกลงว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ เช่น กำหนดให้ข้อความว่า ระหว่างจุดสองจุดใดๆจะมีส่วนของเส้นตรงเชื่อมเป็นสัจพจน์ในเรขาคณิตแบบยุคลิด

2.2.4 ทฤษฎีบท หมายถึง ข้อความที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริงซึ่งในการพิสูจน์อาจใช้บทนิยาม สัจพจน์ หรือทฤษฎีบทอื่นๆที่ได้พิสูจน์ไว้ก่อนแล้วมาอ้างอิงในการพิสูจน์ข้อความที่เป็นทฤษฎีบทควรเป็นข้อความที่สำคัญ มักนำไปอ้างอิงในการพิสูจน์ข้อความอื่นๆ หรือนำไปใช้แก้ปัญหาต่อไป

2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

ในวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาความรู้ส่วนใหญ่เป็นนามธรรมที่ต้องใช้สัญลักษณ์ตัวแปรแบบเชิงคณิตศาสตร์ (เช่น ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชันต่างๆ หรือแบบจำลอง) เข้ามาช่วยสื่อความหมายและนำเสนอให้ความรู้ นั้น มีความกะทัดรัดและชัดเจนใช้สัญลักษณ์ $f(x)$ แทนฟังก์ชันของตัวแปร x ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดของ f ใช้สมการ $y = 2x + 1$ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y ใช้กราฟแท่งหรือแผนภูมิรูปวงกลม เพื่อนำเสนอข้อมูลต่างๆ เป็นต้น

การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ นักเรียนจะต้องอาศัย สัญลักษณ์ ตัวแปร ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองมาช่วยในการนำเสนอแนวคิดหรือ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความกะทัดรัดชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทั้งนี้เพื่อให้ ครู เพื่อนนักเรียน หรือผู้เกี่ยวข้อง สามารถรับรู้แนวคิดหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่าง ถูกต้องและตรงประเด็น นอกจากนี้การเรียนการสอนตามปกติที่ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มี การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอระหว่างกันแล้ว กิจกรรมต่อไปนี้จะช่วย ส่งเสริมการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ที่ครูสามารถนำไปใช้ในการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่

1. การสืบสวนสอบสวน
2. การเขียนอนุทิน (journal writing)
3. การเขียนรายงาน หรือทำโครงงาน
4. การเขียนโปสเตอร์

2.4 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ในปี ค.ศ. 2000 สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวไว้ในหนังสือ หลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนว่า การเชื่อมโยงต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญ ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอน การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ที่เชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพดีขึ้น สิ่งนี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ในการศึกษาเหล่านั้น นักการศึกษาสำคัญ หลายคนได้นำเสนอแนวคิดต่างๆเกี่ยวกับความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และรูปแบบ ของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิด วิเคราะห์และ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้าง ความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่ มีในเนื้อหา คณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือ สมบูรณ์ขึ้น

รูปแบบของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อาจจำแนกตามลักษณะการเชื่อมโยงได้ เป็น 2 แบบ

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

มนุษย์ทุกคนล้วนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไม่ว่ามากหรือน้อยยกเว้นคนพิการทางสมองที่ไม่อาจใช้ความคิดได้และคนที่ไม่ยอมคิดหรือไม่กล้าที่จะคิดเท่านั้น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่พัฒนาอย่างไม่หยุดยั้งของมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ ผลิตภัณฑ์ อันเป็นประโยชน์เป็นความต้องการของมวลชนซึ่งมีค่า มีราคาสามารถแปรรูปเป็นทรัพย์สินเงินทองได้

ความหมายของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐานจินตนาการและวิจารณ์ญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดพื้นฐานๆ เพียงเล็กน้อย ไปจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก บางครั้งมากจนไร้ขอบเขตจำกัด คนอื่นคิดไปไม่ถึงจนมองดูเหมือนว่าเป็นการเพ้อฝัน

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ระดับพื้นฐาน เป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นกับผู้คนเกือบตลอดเวลาเมื่อต้องการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า หรือแก้ปัญหาที่ใช้วิธีการไม่ยุ่งยาก เช่น การเดินป่าหรือเดินทางไกลในสมัยก่อนที่ยังไม่มีความสะดวกในการเดินทาง การเตรียมข้าวปลาอาหารไม่อาจนำภาชนะถ้วยชามไปได้ ชาวบ้านจึงมีการหุงข้าวโดยใช้กระบอกไม้ไผ่แทนหม้อข้าว ซึ่งต่อมาได้พัฒนาเป็นข้าวหลาม

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ระดับสูง เป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ส่งผลกระทบหรือก่อประโยชน์ที่กว้างขวางต่อมวลมนุษย์ เช่น การคิดสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

สำหรับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ระดับสูงในทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้จากผลงานของนักคณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ให้กำเนิดวิชาการบางแขนงทางคณิตศาสตร์ เช่น วิชาแคลคูลัส ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งที่มีประโยชน์อย่างมากในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทฤษฎีกราฟที่มีประโยชน์ในการวางแผนงานจัดระบบการขนส่งหรือลอจิสติกส์

องค์ประกอบที่สำคัญที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความคิดคล่อง (fluency)

ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี

2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility)

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือก / นำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป

3. ความคิดริเริ่ม (originality)

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดอื่นๆ เป็นความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่แตกต่างจากความคิดอื่นๆ ที่มีอยู่เดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องมีความกล้าคิดนอกกรอบ กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน และบ่อยครั้งที่ต้องอาศัยความคิดจินตนาการในการประยุกต์

4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration)

ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีรายละเอียดอย่างลุ่มลึกหลายแง่มุมของแต่ละคำตอบของปัญหาจนกระทั่งสามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานขึ้นมาได้สำเร็จ ความคิดละเอียดลออ เป็นส่วนเสริมให้องค์ประกอบสำคัญ 3 ข้อข้างต้นมีความสมบูรณ์ นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารต่างๆ ผู้วิจัยจึงสรุปความหมาย และองค์ประกอบเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะกระบวนการ ดังนี้

ทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสามารถความคิดสร้างสรรค์

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลประกอบด้วย

1.1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา

1.2 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์รายละเอียดและหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา โดยใช้บทนิยาม สมบัติ และทฤษฎีบทต่างๆ

ที่ได้เรียนรู้มาก่อนแล้ว ในการพิจารณาอาจใช้วิธีการต่างๆ เพื่อช่วยให้ได้ข้อสรุปที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้

1.3 การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้

1.4 การสรุปผล เป็นการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2. ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

3. ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

4. ความสามารถในการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ได้แก่

4.1 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ภายในวิชา เป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล

4.2 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างรายวิชาหรือในชีวิตประจำวัน เป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาสาระความรู้ของศาสตร์อื่นๆ หรือในชีวิตประจำวัน

5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ประกอบด้วย

5.1 ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี

5.2 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์คิดแล้วเลือก/นำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป

5.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดพื้นฐาน เป็นความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่แตกต่างจากความคิดพื้นฐาน ที่มีอยู่เดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องมีความกล้าคิดนอกกรอบ กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตนและบ่อยครั้งที่ต้องอาศัยความคิดจินตนาการในการประยุกต์

5.4 ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีรายละเอียดอย่างลุ่มลึกหลายแง่มุมของแต่ละคำตอบของปัญหาจนกระทั่งสามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานขึ้นมาได้สำเร็จ ความคิดละเอียดลออเป็นส่วนเสริมให้องค์ประกอบสำคัญ 3 ข้อข้างต้น มีความสมบูรณ์นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ

3. เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics)

การประเมินผลการเรียน ผู้สอนจำเป็นต้องมีเครื่องมือการให้คะแนนเพื่ออธิบายความสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน ซึ่งในปัจจุบันนักการศึกษาได้ให้ความสนใจอย่างมากกับ Rubric ทั้งนี้จากการวัดและประเมินผลกำลังเปลี่ยนแปลงสู่การประเมินตามสภาพจริง และการประเมินอิงการปฏิบัติมากขึ้น ครูจำเป็นต้องพัฒนา Rubrics ที่สะท้อนหลักสูตรและการสอนของแต่ละคน เพื่อให้ Rubrics มีความสัมพันธ์กับการเรียนมากขึ้นในการประเมินรูปแบบใหม่ ผู้ประเมินควรที่จะกำหนดเกณฑ์การประเมิน และนักเรียนควรจะได้ทราบก่อนการทำงาน เกณฑ์การประเมินนี้จะระบุคุณภาพที่ต้องการให้นักเรียนกระทำแต่ละคะแนนบน Rubrics ซึ่งสอดคล้องกับตัวอย่างการตอบสนองนั้นๆ ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนนั้นจะทำให้นักเรียนได้รู้ว่าครูต้องการอะไร และเขาจะต้องทำอะไรเพื่อจะให้ผลงานของเขาได้คะแนนในระดับที่ต้องการ

ความหมายของ Rubrics

Rubrics คือเครื่องมือการให้คะแนน Scoring T ซึ่งเกิดจากการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนน Scoring criteria กับมาตราประมาณค่าหรือระดับคะแนน Scoring scale เพื่อระบุความแตกต่างของผลงานหรือประสิทธิภาพ Proficiency ของงาน สำหรับแนวทางในการที่จะนำไปใช้ในการประเมินผลงานของนักเรียนต่อไป ซึ่งการประเมินผลของนักเรียนมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ผลงานที่ได้จากกระบวนการของนักเรียน และกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงาน จะประเมินในลักษณะใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ อาจจะประเมินลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือประเมินทั้งสองลักษณะก็ได้ เพื่อให้การตัดสินใจสอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละคน ผู้ประเมินจะต้องใช้เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพชิ้นงานของผู้เรียน เกณฑ์อาจจะอยู่เชิงคุณภาพหรือปริมาณ อาจจะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) หรือแบบตรวจสอบ (Checklist) โดยปกติจะใช้ Rubric ในการประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้เดียว หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของงานปฏิบัติ แต่การปฏิบัติงานที่ซับซ้อน ผู้ประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ที่หลากหลายและประเมินหลายๆ ส่วนของการปฏิบัติ การให้คะแนนจะอยู่ในรูปของตัวเลข โดยปกติจะเป็น 0-3 หรือ 1-4 ในแต่ละระดับของคะแนนขึ้นอยู่กับระดับของคุณภาพของงาน ดังนั้นตัวเลข 4 อาจจะหมายถึงระดับคุณภาพสูงสุด ตัวเลข 3 เป็นระดับคุณภาพรองลงมา คุณภาพของงานในแต่

ระดับจะต้องใช้การอธิบาย (Rubric) ดังนั้นในแต่ละระดับคะแนนจะต้องอธิบายเป็นภาษาที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการปฏิบัติงานในแต่ละระดับนั้น

เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) มีความสำคัญอย่างไร

การประเมินศักยภาพของผู้เรียนโดยให้ลงมือปฏิบัติ นั้น ไม่มีคำเลยหรือคำตอบถูกที่แน่ชัดลงไป เหมือนแบบทดสอบเลือกตอบ การประเมินผลงานแต่ละชิ้นของผู้เรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติจึงมีความจำเป็นที่จะต้องประเมินคุณภาพของงานอย่างเป็นปรนัย ซึ่งมันเป็นการยากที่จะทำได้ และได้ค้นพบการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน Rubric ขึ้นมาซึ่งมีความสำคัญดังนี้

1. เพื่อกำหนดแนวทางในการตัดสินใจอย่างยุติธรรม และปราศจากความลำเอียง Rubric จะต้องมีความชัดเจนในเกณฑ์การให้คะแนนอย่างเพียงพอถึงขนาดที่ผู้ประเมิน 2 คน สามารถใช้ Rubric เดียวกันประเมินชิ้นงานของผู้เรียนชิ้นเดียวกันแล้วให้คะแนนได้ตรงกัน ระดับของความสอดคล้องในการให้คะแนนของผู้ประเมิน 2 คน ที่ประเมินอย่างเป็นอิสระจากกันจะเรียกว่า ความเชื่อมั่น (Reliability) ของการประเมิน

2. เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ทั้งสอนและการประเมิน เราสามารถใช้ Rubric เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงการพัฒนาของนักเรียนได้และช่วยให้ครูสามารถตั้งความคาดหวังหรือการปฏิบัติงานของนักเรียนได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังสามารถให้นักเรียนเห็นได้อย่างชัดเจนว่าทำอย่างไรจึงจะปฏิบัติงานได้ความคาดหวังที่ได้ตั้งไว้

3. เป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ในการช่วยเหลือนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถตัดสินใจคุณภาพชิ้นงานอย่างมีเหตุผลทั้งงานของตนเองและผู้อื่น นักเรียนจะรู้ข้อผิดพลาดของตนเองและผู้อื่น การทำเช่นนี้บ่อยๆ ช่วยให้นักเรียนเกิดความรับผิดชอบในงานของตนเองได้มากขึ้น

4. เป็นเครื่องมือที่ช่วยลดจำนวนเวลาที่ใช้ในการประเมินผลงานของนักเรียนลงได้ เพราะโดยปกติครูจะประเมินผลงานของนักเรียนทีละชิ้น แต่ถ้าใช้ Rubric ในการประเมินงานแล้วนักเรียนสามารถประเมินงานของตนเองและเพื่อนๆ ได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนได้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับกับจุดเด่น และสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในชิ้นงานของตนเองได้ดีอีกด้วย

5. Rubric มีลักษณะยืดหยุ่นที่สามารถทำให้ครูสอนนักเรียนได้อย่างหลากหลายแตกต่างกันไปได้อย่างดี

6. Rubric ใช้ได้ง่ายและอธิบายได้ง่ายเช่นกัน การใช้จะช่วยให้นักเรียนทราบว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร และเมื่อมีการประชุมผู้ปกครอง ครูอาจใช้ Rubric อธิบายผู้ปกครองให้เข้าใจง่าย โดยผู้ปกครองจะทราบได้ว่าบุตรหลานของตนจะต้องทำอะไรบ้างจึงจะประสบความสำเร็จในการเรียน

จุดประสงค์ของการสร้าง Rubric

1. เพื่อประเมินกระบวนการ (Process) เช่น ประเมินการเรียนรู้เป็นที่ทีม ประเมินการนำเสนอปากเปล่า การอภิปราย การสาธิต

2. เพื่อประเมินผลผลิต (Product) เช่น ประเมินแฟ้มสะสมผลงาน รายงานการวิจัย นิทรรศการ งานศิลปะ เป็นต้น

ลักษณะของ Rubric ที่ดี

1. มีความเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมายทั่วไป (General goals) กล่าวคือเกี่ยวข้องกับงานที่ทำ

2. จำแนกการปฏิบัติได้อย่างเที่ยงตรง (Performances Validly)

3. ในแต่ละ Rubric จะไม่มีการรวมเกณฑ์การให้คะแนน

4. วิเคราะห์งานได้อย่างละเอียด

5. ภาษาที่ใช้อธิบายคุณลักษณะงาน จำแนกคุณภาพของงานได้ถูกต้อง

6. สามารถตัดสินงานได้ถูกต้อง

7. อธิบายอย่างชัดเจนในแต่ละระดับของคะแนน และมีความเที่ยงตรงในการให้คะแนนในตัวของมันเอง

8. ตัดสินให้คะแนนจากผลงานที่ปฏิบัติ มากกว่ากระบวนการ รูปแบบเนื้อหา หรือความตั้งใจในการทำงาน

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจะต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ

1. ประเด็นที่จะประเมิน คือ สิ่งสะท้อนผลการเรียนรู้หลักๆ หรือมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายของแต่ละหน่วย / ภาระงาน

2. ระดับความสามารถ (Performance Levels) ส่วนใหญ่จะกำหนดเป็นเลขคี่มากกว่าเลขคู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการให้คะแนนที่ตกอยู่ตรงกลาง ทำให้จำแนกความสามารถได้ยาก และแต่ละระดับอาจกำหนดเป็นตัวเลขหรือคำแสดงคุณภาพต่างๆ ดีมาก ดี พอใช้ ยังต้องปรับปรุง เป็นต้น

3. คำอธิบายคุณภาพของแต่ละระดับความสามารถ (Quality Descriptors) ว่าคุณภาพความสามารถแต่ละระดับที่คาดหวังนั้นเป็นอย่างไร คำอธิบายเหล่านี้จะต้องมีความชัดเจนในการใช้ภาษาที่กะทัดรัด เข้าใจง่ายและเห็นความแตกต่างระหว่างระดับความชัดเจน

องค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

Scoring Rubrics มีหลายองค์ประกอบ ในแต่ละองค์ประกอบมีประโยชน์ มีความสำคัญ องค์ประกอบมีดังนี้

1. จะมีอย่างน้อย 1 คุณลักษณะหรือมิติที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินผู้เรียน

2. การนิยามและการยกตัวอย่างจะต้องมีความชัดเจนในแต่ละคุณลักษณะ
3. มาตรการให้คะแนนจะต้องเป็นอัตราส่วนกันในแต่ละคุณลักษณะ
4. จะต้องมีความมาตรฐานที่เด่นชัดในแต่ละระดับของการให้คะแนน

ในแต่ละระดับของการให้คะแนนจะต้องมีความชัดเจนในการนิยาม และความกว้างของระดับคะแนนไม่ควรเกิน 6 ถึง 7 ระดับ ถ้ามีระดับของการให้คะแนนมากเกินไปจะมีความลำบากในการตัดสินใจความแตกต่างในแต่ละระดับ เช่น ความคงคะแนนเป็น 1 ทำให้ยากที่จะอธิบายว่าคะแนน 81 มีคุณภาพแตกต่างจาก 80 หรือ 82 อย่างไร และจะทำให้ความสอดคล้องของการประเมินด้วยผู้ประเมินหลายคนลดลงไป การกำหนดความกว้างของการให้คะแนนเป็นเท่าไรนั้น จะต้องมีความเหมาะสมและมีความชัดเจนในการนิยามที่ครอบคลุมตั้งแต่ระดับแย่มากที่สุด (Poor) จนถึงดีเลิศที่สุด (Excellent)

Scoring Rubrics มี 3 ชนิด คือ

1. Holistic Rubrics เป็นเกณฑ์การให้คะแนนผลงานหรือกระบวนการที่ไม่ได้แยกส่วนหรือแยกองค์ประกอบการให้คะแนน คือจะประเมินในภาพรวมผลงานหรือกระบวนการนั้นการให้คะแนนแบบ holistic rubrics ใช้ได้ง่ายและใช้เพียงไม่กี่ครั้งต่อผู้เรียน 1 คน จะเป็นการประเมินในภาพรวมของทุกคุณลักษณะในการปฏิบัติงาน ส่วนการให้คะแนนแบบนี้จะมีประโยชน์เมื่อสนใจจะวินิจฉัยหรือ ช่วยเหลือผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในแต่ละส่วนหรือแต่ละคุณลักษณะของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินทักษะการเขียน

ระดับคะแนน	ลักษณะของงาน
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - เขียนได้ตรงประเด็นตามที่กำหนดไว้ - มีรูปแบบการเขียนชัดเจน เช่น มีคำนำ เนื้อหา และบทสรุป - ภาษาที่ใช้ เช่น ตัวสะกดและไวยากรณ์มีความถูกต้อง สมบูรณ์ ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย - มีแนวคิดที่น่าสนใจ ใช้ภาษาสละสลวย

ตาราง 1 (ต่อ) แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินทักษะการเขียน

ระดับคะแนน	ลักษณะของงาน
2 (ผ่าน)	<ul style="list-style-type: none"> - เขียนได้ตรงประเด็นตามที่กำหนดไว้ - มีรูปแบบการเขียนที่ชัดเจนมีค่านำ เนื้อหาและบทสรุป - ภาษาที่ใช้ทำให้ผู้อ่านเข้าใจ - ใช้ศัพท์เหมาะสม
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - เขียนไม่ตรงประเด็น - รูปแบบการเขียนไม่ถูกต้อง - ภาษาที่ใช้ทำให้ผู้อ่านเกิดความสับสน - ใช้ศัพท์ที่เหมาะสม
0	- ไม่มีผลงาน

เกณฑ์การประเมินในภาพรวมส่วนใหญ่จะประกอบด้วย 3-6 ระดับ ซึ่งเกณฑ์การประเมิน 3 ระดับจะเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากกำหนดรายละเอียดง่ายโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย(อยู่ระดับกลาง) สูงกว่าค่าเฉลี่ย และต่ำกว่าค่าเฉลี่ย นอกจากง่ายต่อการกำหนดค่าแล้วยังง่ายต่อการตรวจให้คะแนนอีกด้วย เนื่องจากความแตกต่างระหว่างระดับนั้น จะชัดเจน แต่ถ้าใช้ 5 หรือ 6 ระดับความแตกต่างระหว่างระดับจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยซึ่งตรวจให้คะแนนยาก ถ้าต้องการให้เกณฑ์ 5 หรือ 6 ระดับ วิธีการที่จะช่วยในการกำหนดเกณฑ์ให้ง่ายขึ้น ผู้สอนอาจสุ่มตัวอย่างงานของนักเรียนมาตรวจ จากนั้นในแต่ละกองจะต้องแยกความแตกต่างให้ได้อีก 2 กอง ตามระดับคุณภาพของงาน ในกรณีที่ต้องการทำเป็น 5 กอง กองที่เป็นคุณภาพปานกลางจะไม่แบ่ง แล้วนำมากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. Analytic Rubrics คือแนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากแต่ละส่วนของงาน ซึ่งแต่ละส่วนจะต้อง กำหนดแนวทางการให้คะแนนโดยมีคำนิยามหรือคำอธิบายลักษณะของงานส่วนนั้นๆ ในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน เทคนิคการเขียนรายละเอียดการให้คะแนนการเขียนรายละเอียดการให้คะแนนหรือระดับคะแนนแบบแยกส่วน (Analytic) มีเทคนิควิธีการเขียนดังนี้

กำหนดรายละเอียดขั้นต่ำไว้ที่ระดับ 1 แล้วเพิ่มลักษณะที่สำคัญๆ สูงขึ้นมาทีละระดับ ตัวอย่างเช่น งานเขียน มีประเด็นการประเมิน คือ เนื้อหา การใช้ภาษาและรูปแบบการกำหนดรายละเอียด ถ้าแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ควรกำหนดลักษณะย่อย หรือตัวแปรย่อยที่สำคัญให้ได้ 4 ลักษณะ เช่น

ตาราง 2 แสดงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน Analytic Rubrics

ประเด็นการประเมิน	ระดับ	เกณฑ์การให้คะแนน
เนื้อหา	1	เนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง
	2	เนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง เรียงลำดับเนื้อเรื่องชัดเจน
	3	เนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง เรียงลำดับเนื้อเรื่องชัดเจน มีรายละเอียดน่าสนใจ
	4	เนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง เรียงลำดับเนื้อเรื่องชัดเจน มีรายละเอียดน่าสนใจ แสดงออกถึงการมีจินตนาการ
การใช้ภาษา	1	ผิดพลาดมาก แต่ยังสามารถสื่อความหมายได้
	2	ใช้ภาษาถูกต้องบ้าง และสามารถสื่อความหมายได้
	3	ใช้ภาษาถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ สื่อความหมายได้และสามารถเชื่อมโยงภาษาได้ดี
	4	มีปก คำนำ สารบัญ การอ้างอิง และบรรณานุกรม มีรูปแบบถูกต้องครบถ้วน
รูปแบบ	3	ขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง
	2	ขาด 2 องค์ประกอบ
	1	ขาด 3 องค์ประกอบ

3. Annotated Holistic Rubrics ผู้ประเมินจะประเมินแบบ Holistic Rubrics ก่อนแล้วจึงประเมินแยกส่วน อีกบางคุณลักษณะที่เด่นๆ เพื่อใช้เป็นผลสะท้อนในบางคุณลักษณะของผู้เรียน ส่วนแบบ annotated rubrics จะรวมข้อจำกัดของ holistic และ analytic ไว้ด้วยกันเริ่มด้วยการประเมินใน ภาพรวมของการปฏิบัติงานด้วย holistic แล้วผู้ประเมินเลือกประเมินอีกเพียงบางคุณลักษณะของงานแบบ annotated ซึ่งการประเมินเพียงบางคุณลักษณะนี้จะไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคะแนนที่ประเมินแบบ holistic ประโยชน์ก็คือ จะมีความรวดเร็วในการประเมินและการประเมินได้เลือกประเมินเฉพาะคุณลักษณะที่โดดเด่นเพียงไม่กี่องค์ประกอบเพื่อเป็นผลสะท้อน (feedback) ให้แก่ผู้เรียน แต่ไม่มีประโยชน์ในการวินิจฉัยผู้เรียนว่าบกพร่องใน คุณลักษณะใด เพราะหลาย ๆ คุณลักษณะไม่ได้ถูกประเมิน

แนวทางการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

1. ต้องแน่ใจว่าเกณฑ์การให้คะแนนได้เน้นประเด็นที่สำคัญของงาน (Be sure the criteria focus on important aspects of the performance)

2. มีความสอดคล้องระหว่างระดับคะแนนกับจุดมุ่งหมายของการประเมิน ถ้าจุดมุ่งหมายของการประเมินกว้างและต้องใช้ในการตัดสินทุกๆ ส่วนของชิ้นงาน ควรจะใช้การประเมินแบบภาพรวม (holistic Scale) แต่ถ้าการประเมินต้องการสะท้อนกลับให้เห็นความแตกต่างของประเด็นต่างๆ ของงานควรใช้การประเมินแบบแยกเป็นรายด้าน (Annotated approach)

3. ข้อความที่ใช้อธิบายในแต่ละระดับคะแนน ต้องเป็นข้อความที่สามารถประเมินหรือสังเกตได้ (The descriptions of the criteria should be directly observable)

4. ควรให้นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้เชี่ยวชาญ ได้ร่วมกันสร้างเกณฑ์การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันสร้างเกณฑ์การปฏิบัตินั้นๆ จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจงานและจะให้นักเรียนนำไปเป็นแนวทางในการ ปฏิบัติงานนั้นๆ

5. คุณลักษณะหรือสิ่งที่จะวัดควรนิยามให้ชัดเจน

6. แสดงขั้นตอนหรือลำดับขั้นที่เหมาะสมของคะแนนในแต่ละระดับเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เช่นหลีกเลี่ยงการให้คะแนนที่สูงมากเกินไป การให้คะแนนต่ำเกินไป การให้คะแนนส่วนใหญ่อยู่ตรงกลางและการให้คะแนนที่เกิดจากความพอใจส่วนตัวของครูที่มีต่อนักเรียนคนนั้นๆ

7. ระบบของการให้คะแนนต้องมีความเป็นไปได้ กล่าวคือ การให้คะแนนนิยมแบ่งเป็น 3-8 ระดับ ดังนั้นในแต่ละระดับคะแนนต้องมีความชัดเจนและแยกจากกันได้

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่าการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ต้องคำนึงถึงงานที่ทำให้ต้องมี ความสำคัญ มีความสอดคล้องระหว่างคะแนนกับจุดมุ่งหมายการประเมิน เกณฑ์ที่สร้างต้องมีความเป็นรูปธรรม มีความชัดเจน เหมาะสมกับระดับชั้น และควรให้นักเรียนและผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการสร้างเกณฑ์การประเมินด้วย

ขั้นตอนการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน

เนื่องจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เน้นการประเมินให้ ดำเนินควบคู่กันไปในกิจกรรมการเรียน ดังนั้นการสร้างและพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนสามารถทำได้ดังนี้

1. เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ หรือภาระงานที่กำหนดขึ้นนั้นตรงกับมาตรฐาน การเรียนรู้ข้อใด

2. ประเด็นที่จะนำมาประเมินภาระงานนั้นสามารถบอกได้ว่าเป็นคุณภาพของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ข้อใดบ้าง
3. จัดทำกรอบการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นที่จะนำมาประเมิน
4. อธิบายการแสดงออกถึงระดับความสามารถตามประเด็นที่กำหนดเป็นลำดับ
5. ทดลองหาความชัดเจนของเกณฑ์โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา
6. หลังจากนำเกณฑ์ไปใช้ประเมินผู้เรียนแล้วให้ข้อดี ข้อควรปรับปรุงแก้ไขด้านต่าง ๆ เช่น ความชัดเจน ความสะดวกในการนำไปใช้
7. ทบทวนและปรับปรุงเกณฑ์อื่นๆ ให้ดียิ่งขึ้น

การเขียน Rubrics

ในการเขียน Rubrics จะเป็นแบบการประเมินภาพรวม หรือประเมินแยกเป็นด้านๆ ขึ้นอยู่ความถนัดของครู โดยให้ยึดแนวทางของคุณลักษณะที่ดีของ Rubrics ดังที่กล่าวมาแล้ว เทคนิคการเขียน Rubrics จะเริ่มจากด้านดีที่สุด กับด้านที่แย่ที่สุดให้ตรงข้ามกันก่อน เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนในระดับอื่นๆ หรืออาจเขียนด้านดีที่สุดก่อน (เขียนเหมือนกับแบบประเมินภาพรวม) และระดับด้านลบ และด้านไม่ดีในระดับคะแนนที่ต่ำลงมา หรืออาจเขียนด้านที่แย่ที่สุดก่อน เป็นด้านลบทั้งหมดซึ่งเป็นคะแนนต่ำสุด และในระดับที่คะแนนและในระดับคะแนนที่สูงขึ้นให้เพิ่มด้านบวกหรือด้านดีไปเรื่อย ๆ

การเขียนแบบประเมินรวม

ให้อธิบายคุณลักษณะของงานในแต่ละระดับ โดยต้องให้ครอบคลุมคุณภาพในระดับนั้น แต่ต้องไม่ใช่เพื่อฝืนเกินความเป็นจริง จนนักเรียนไม่สามารถที่จะถือปฏิบัติ

ตาราง 3 แสดงตัวอย่าง Rubrics แบบภาพรวม

ระดับ	คำอธิบาย
5 ยอดเยี่ยม	นักเรียนอธิบายเรื่องที่ได้ศึกษามาอย่างชัดเจน พร้อมให้เหตุผลที่หนักแน่น ชี้ให้เห็นความสำคัญของเรื่องที่ได้ศึกษา มีข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงสนับสนุน ข้อสรุปมีความต่อเนื่อง มีการสบสายตาผู้ฟังโดยตลอด มีการเตรียมการก่อนนำเสนอและมีการจัดลำดับการนำเสนอ มีการใช้สื่อและตอบคำถามผู้ฟังได้ชัดเจน ตรงประเด็น และเหมาะสม

ตาราง 3 (ต่อ) แสดงตัวอย่าง Rubric แบบภาพรวมเพื่อประเมินการนำเสนอปากเปล่า

ระดับ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	นักเรียนอธิบายเรื่องที่ศึกษาพร้อมให้เหตุผลที่ชี้ให้เห็นความสำคัญเรื่องที่ศึกษามาเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อสรุป การนำเสนอถูกต้องมีการเตรียมการก่อนนำเสนอและมีการจัดลำดับการนำเสนอ มีการใช้สื่อและตอบคำถามผู้ฟังได้ชัดเจน
3 ดี	นักเรียนอธิบายเรื่องที่ศึกษามาพร้อมสรุป แต่ข้อมูลสนับสนุนข้อสรุปไม่มากพอเหมือน 4 กับ 5 การนำเสนอถูกต้อง มีการเตรียมการก่อนนำเสนอ และมีการจัดลำดับการนำเสนอ มีการและตอบคำถามผู้ฟัง
1 ควรปรับปรุง	นักเรียนนำเสนอโดยไม่เริ่มที่คำถาม หรือความสำคัญ หัวข้อที่นำเสนอไม่ชัดเจน และมีข้อสรุปที่ไม่เพียงพอการนำเสนอเน้นยากต่อการติดตามฟัง ขาดการเตรียมตัวหรือขาดการจัดระบบระเบียบ มีการตอบคำถามบางคำถามหรือไม่ตอบ
0	ไม่มีการนำเสนอปากเปล่า

การเขียนแบบแยกประเด็นย่อย

การให้คะแนนแบบนี้จะดีกว่าการให้คะแนนภาพรวม เพราะมีความเป็นปรนัยในการให้คะแนนมากขึ้น และ ในการตัดสินใจให้คะแนน ผู้ประเมินสามารถตัดสินใจให้คะแนนได้ง่าย โดยเทียบงานกับเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละระดับ ในแต่ละประเด็น

การกำหนดระดับคะแนน อาจกำหนดให้แต่ละประเด็นมีน้ำหนักเท่ากันในทุกประเด็น หรือมีน้ำหนัก แตกต่างกันในแต่ละประเด็นดังตัวอย่างต่อไปนี้

สิ่งที่ประเมิน : สมุดภาพ

1. น้ำหนักประเด็นเท่ากัน

รูปเล่ม	: 1 ส่วน ระดับ 1-4 คะแนน (เต็ม 4)
เนื้อเรื่อง	: 1 ส่วน ระดับ 1-4 คะแนน (เต็ม 4)
ภาษา	: 1 ส่วน ระดับ 1-4 คะแนน (เต็ม 4)
ภาพประกอบ	: 1 ส่วน ระดับ 1-4 คะแนน (เต็ม 4)
คะแนนรวม	4 = 16 คะแนน

2. ใช้น้ำหนักประเด็นไม่เท่ากัน โดยน้ำหนักคูณกับระดับคะแนน

รูปเล่ม	: 1 ส่วน ระดับ 1-4 คะแนน (เต็ม 4)
เนื้อเรื่อง	: 3 ส่วน ระดับ 1-4 คะแนน (เต็ม 12)
ภาษา	: 2 ส่วน ระดับ 1-4 คะแนน (เต็ม 8)
ภาพประกอบ	: 2 ส่วน ระดับ 1-4 คะแนน (เต็ม 8)
คะแนนรวม	4 = 32 คะแนน

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่า Rubrics ทั้ง 2 รูปแบบ เป็นเสมือนเครื่องมือที่ช่วยในการให้คะแนนในงานของนักเรียน ซึ่งการประเมินงานของนักเรียนต้องสัมพันธ์กับเกณฑ์และระดับคุณภาพของเกณฑ์เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของการประเมินด้วย ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์และระดับคุณภาพของเกณฑ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากเพื่อป้องกันความเที่ยงตรงของการประเมิน ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การประเมินตนเอง (Self-evaluation) และการปรับปรุงตนเอง (Self-adjustment)

4. ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory เป็นทฤษฎีสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดที่แสดงประสิทธิภาพการสรุปอ้างอิงผลของการวัดที่ได้จากแบบสอบไปยังคะแนนเฉลี่ยที่ผู้สอบแต่ละคนควรได้รับ ภายใต้สถานการณ์สอบหรือเงื่อนไขต่างๆ ของการวัดหรือแหล่งความคลาดเคลื่อนต่างๆ ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแบบวัดให้มีระดับความเที่ยงที่ต้องการภายใต้สถานการณ์ทดสอบที่ต้องการนำแบบวัดไปใช้ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ผู้วิจัยจำนำเสนอประเด็นดังต่อไปนี้ คือ ความเป็นมาของทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง การออกแบบฟาเซตตามลำดับ

4.1 ความเป็นมาของทฤษฎี

ในอดีตการศึกษาความเที่ยงและวิธีการประเมินค่าความเที่ยงของแบบสอบใช้หลักการของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) หรือ CTT ซึ่งคะแนนของการวัด (X) ได้มาจากการรวมกันระหว่างคะแนนจริง (T) กับคะแนนจากแหล่งความคลาดเคลื่อน (E) ซึ่งถือว่าคะแนน ความคลาดเคลื่อนของการวัดมีลักษณะเป็นหนึ่งเดียวที่แบ่งแยกไม่ได้ (Unique error) จึงทำให้มีข้อจำกัดสำหรับการศึกษาค่าความเที่ยงของแบบวัดหรือแบบสอบที่จะต้องทำการ

วิเคราะห์ภายใต้ แหล่งความคลาดเคลื่อนครั้งละ 1 แหล่ง เช่น การศึกษาความคลาดเคลื่อนจากช่วงเวลาของการ ทดสอบ สามารถวิเคราะห์ได้จากความเที่ยงของการสอบซ้ำ (Test-retest reliability) การศึกษาความคลาดเคลื่อนจากความยาวของข้อสอบ สามารถวิเคราะห์ได้จากสูตรความเที่ยงของสเปียร์แมนบราวน์ (Spearman-Brown formula) เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักทฤษฎีหลายคนพยายามศึกษา ถึงแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดที่สามารถประมาณค่าแยกกันภายใต้ การวิเคราะห์ โดยเริ่มต้นใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) มาใช้ในการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบและ ในเวลาต่อมา Cronbach และคณะ ได้มีการพัฒนา ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory ซึ่งเป็นครั้งแรกเพื่อประเมินค่าความเที่ยงทั่วไปของการทดสอบหรือเงื่อนไขการวัดแบบต่างๆ ซึ่ง ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดเป็นทฤษฎีที่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งความคลาดเคลื่อนของผลการวัดอย่างเป็นระบบภายใต้เงื่อนไขและสถานการณ์ของการวัด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแบบสอบหรือแบบวัดให้มีระดับความเที่ยงตามต้องการ

4.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดมาจากข้อจำกัดของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) พบว่าความคลาดเคลื่อนรวมทุกแหล่งที่ไม่สามารถระบุหรือแบ่งแยกได้ (Single error source) ซึ่งตามหลักของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ความผันแปรของคะแนนที่สังเกตได้ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ความผันแปรของคะแนนจริง ซึ่งเป็นความแตกต่างที่แท้จริงระหว่างบุคคลและความผันแปรของคะแนนความ คลาดเคลื่อน นอกจากนี้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมไม่ได้ให้ความสนใจต่อสถานการณ์หรือ เงื่อนไขการวัด และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเงื่อนไขของการวัดซึ่งสามารถส่งผลต่อความน่าเชื่อถือ ของผลการวัดในขณะที่ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการ แยกส่วนความคลาดเคลื่อน (Error) จากหลายแหล่ง (Multiple error sources) ซึ่งประกอบด้วย ความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (Systematic sources) และความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random source) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังภาพ

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

Systematic
Randoms
error variance
error variance

ภาพ 2 การแยกส่วนความคลาดเคลื่อนใน G-Theory

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

4.3 แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Theory) เป็นทฤษฎีทางสถิติของการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดในสถานการณ์การวัดผลลักษณะต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายของการนำเครื่องมือไปใช้ ซึ่งความหมายของผลการวัด คือ ความถูกต้องของการสรุปอ้างอิง (Generalization) จากคะแนนที่สังเกตได้ไปยังคะแนนจริงของบุคคล โดยคะแนนจริงเป็นคะแนนเฉลี่ยที่พึงได้ของผู้สอบแต่ละคน จากการทดสอบภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดที่ยอมรับได้ทั้งหมด โดยการศึกษาความน่าเชื่อถือของผลการวัดตามแนวทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Theory) อยู่บนพื้นฐานของข้อตกลงเบื้องต้น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังต่อไปนี้

1. คุณลักษณะที่มุ่งวัดของแต่ละบุคคล เช่น ความรู้ ทักษะ หรือคุณลักษณะอื่นๆซึ่งเป็นเป้าหมายของการวัดซึ่งจะต้องเป็นค่าที่อยู่ในสภาวะคงที่
2. ผู้สอบแต่ละบุคคลมีผลคะแนนแตกต่างกันตามการวัดในแต่ละสถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัด เนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง โดยองค์ประกอบด้านวุฒิภาวะ และการเรียนรู้ระหว่างการวัดไม่เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนของคะแนน

3. เมื่อพิจารณาผู้สอบทั้งกลุ่ม ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ประกอบด้วย ความแปรปรวนของคะแนนจริง ซึ่งเป็นความแตกต่างที่แท้จริงของแต่ละบุคคล ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

นอกจากนี้คะแนนที่ได้จากการวัดภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขเดียวกันด้วยแบบทดสอบชุดเดียว และการทำข้อสอบเพียงครั้งเดียว ตามแนวคิดของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Theory) คะแนนที่ได้จะไม่สามารถให้ความน่าเชื่อถือได้อย่างเต็มที่ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) เนื่องจากคะแนนที่ได้จะไม่เป็นตัวแทนที่ดีของคะแนนจริงซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลายๆ สถานการณ์ด้วยแบบทดสอบหลายๆชุด และการทำสอบหลายๆครั้ง เนื่องจากผู้สอบคนเดียวกันเมื่อทำการทดสอบแบบใดจึงจะทำให้ได้คะแนนที่น่าเชื่อถือตามระดับที่ต้องการ จากผลการวิเคราะห์ด้วย G-Theory จะให้ค่าสัมประสิทธิ์เชิงสรุปที่แสดงถึงความน่าเชื่อถือของคะแนนที่ได้จากผลการวัด (Level of dependability) เรียกว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Coefficient) ซึ่งคล้ายกับสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability Coefficient) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

4.4 คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดมีความจำเป็นในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้อง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังนี้

1. ประชากร (Population) หมายถึง สิ่งที่มีงวัดทั้งหมด ในสถานการณ์การทดสอบทั่วไป สิ่งที่มีงวัดคือ บุคคลหรือผู้ทำข้อสอบ
2. เอกภพ (Universe) หมายถึง เงื่อนไขของการวัดทั้งหมดที่สนใจ กลุ่มเงื่อนไขของการวัดซึ่งเป็นองค์ประกอบที่คาดว่าจะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการวัด เช่น ความยาวของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ จำนวนครั้งของการทดสอบ จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน เป็นต้น
3. ฟาเซต (Facet) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขของการวัดซึ่งองค์ประกอบที่คาดว่าจะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการวัด เช่น ความยาวของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ จำนวนครั้งของการทดสอบ จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน เป็นต้น ซึ่งอาจเป็นองค์ประกอบสุ่มหรือองค์ประกอบเจาะจง ถ้าเงื่อนไขการวัดเลือกมาอย่างเฉพาะเจาะจงจากองค์ประกอบที่ศึกษา แปลว่าผู้ศึกษาสามารถทำการสรุปอ้างอิง ความเที่ยงของแบบสอบไปยังองค์ประกอบเฉพาะระดับของเงื่อนไขที่เลือกมาศึกษา

เท่านั้น แต่ถ้า เงื่อนไขการวัดได้รับการสุ่มเพื่อเป็นตัวแทนองค์ประกอบที่ศึกษา แสดงว่าผู้ศึกษาสามารถทำการสรุป อ้างอิงความเที่ยงของแบบสอบ ไปยังระดับต่างๆขององค์ประกอบที่ศึกษาได้

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

5. เอกภพของการสรุปอ้างอิง (Universe of Generalization) หมายถึง การวัดที่ครอบคลุม เงื่อนไขที่สนใจทั้งหมด ซึ่งเป็นเงื่อนไขของการวัดที่เป็นเป้าหมายของการสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบ

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

6.1 การศึกษา G (Generalizability study) คือการสรุปอ้างอิงผลจากการศึกษาตัวอย่างของการวัดตามเงื่อนไขที่สนใจ และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งต่างๆที่สนใจเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนการตัดสินใจศึกษา D

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

7. รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ แบ่งเป็น 3 แบบ ดังนี้

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

7.2 ความสัมพันธ์แบบแฝง (Nested) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันสัญลักษณ์ที่ใช้คือ ":" อ่านว่า nested within

7.3 ความสัมพันธ์แบบผสม (Confounded) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแบบไขว้และแฝงผสมกัน

8. ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์และสัมพัทธ์ (Absolute and Relative Error Variance) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CCT) คะแนนจริงของผู้สอบ (True score : TP) คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบสอบคู่ขนาน ดังนั้นความแปรปรวนของคะแนนจริง จึงเป็นความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการค่าเฉลี่ยของการสอบซ้ำนั้น และความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้เป็นผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

สำหรับความคลาดเคลื่อนของการวัดของ G – Theory จะถูกแยกเป็นความคลาดเคลื่อนของฟาเซตหรือกลุ่มเงื่อนไขของการวัดและความคลาดเคลื่อนจากแหล่งที่เหลืออื่น ๆ ส่วนความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ เป็นผลรวมจากความแปรปรวนของคะแนน เอกภพและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆ ของการวัดและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่น ๆ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

สำหรับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆ ของการวัด สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

8.1 ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute error variance) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่างๆ

8.2 ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative error variance) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่างๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอบ

9. สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient)

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) เป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับความแปรปรวนของค่าคาดหมายของคะแนนที่สังเกตได้ ดังนี้

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

ภาพ 3 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (G-Coefficient)

ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆ ของการวัดมี 2 ประเภท จึงทำให้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมี 2 ประเภท (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ดังนี้

9.1 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ เมื่อคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์บอกค่าความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์การตัดสินใจที่ขึ้นอยู่กับคะแนนของผู้สอบตามลำพัง ไม่มีการเปรียบเทียบภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม

9.2 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ เมื่อคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์บอกค่าความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์การตัดสินใจที่มีการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างผู้สอบ

4.5 การออกแบบฟาเซต

การออกแบบฟาเซต หมายถึง การออกแบบเงื่อนไขในสิ่งที่เราต้องการศึกษาซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบฟาเซตดังนี้

1. การออกแบบการวัดแบบไขว้ (crossed design)

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

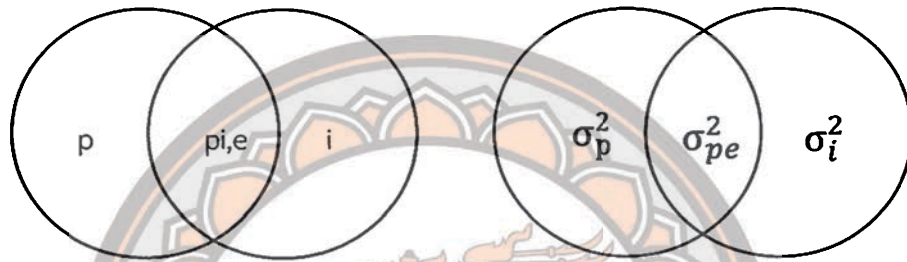
สำหรับ G-Theory ให้คะแนนเฉลี่ยของบุคคลในการทำข้อสอบ 1 ข้อ เป็นคะแนนที่สังเกตได้ของแต่ละบุคคล ทำให้การคำนวณต่างๆ สะดวกขึ้นและคะแนนดังกล่าวยังสามารถแปลงเป็นคะแนนรวมได้โดยไม่สูญเสียรายละเอียด เช่น ผู้สอบทุกคนในประชากรตอบแบบสอบถามที่ประกอบด้วยข้อสอบทุกระดับความยาวในเอกภพ

การแจกแจงที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และมีความแปรปรวน เรียกว่าองค์ประกอบความแปรปรวน (variance component) ประกอบด้วยส่วนแรกเป็นอิทธิพลของบุคคล ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนนระหว่างบุคคลเป็นศูนย์

ความแปรปรวนของอิทธิพลของบุคคล เรียกว่าองค์ประกอบความแปรปรวนของบุคคล หรือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ

ค่าเฉลี่ยและองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบสอบจะมีค่าเฉลี่ยรายข้อเป็นศูนย์ และองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบสอบ อิทธิพลสุดท้ายคือ ส่วนที่เหลือ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็นจะได้ว่าความแปรปรวนของคะแนนสังเกตเป็นผลรวมของ 3 องค์ประกอบความแปรปรวนข้างต้น ดังนี้

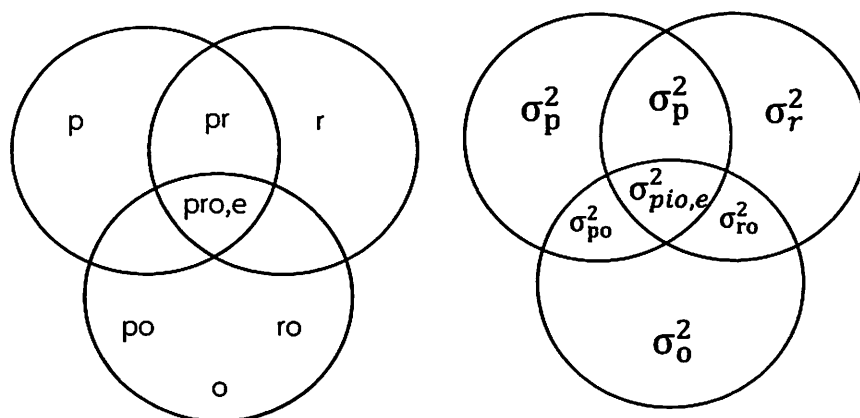
ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดที่มีหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ (one-facet crossed design) จึงขึ้นอยู่กับ 4 แหล่ง คือ 1) ความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือสิ่งที่วัด (person effect) 2) ความแตกต่างระหว่างความยากของข้อสอบ (item effect) 3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับข้อสอบ ($p \times i$ interaction) และ 4) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม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



ภาพ 4 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ $p \times i$ (one facet, $p \times i$ design)

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

คะแนนสังเกตของบุคคลในข้อสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆ โดยแต่ละองค์ประกอบยกเว้นค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean) นั้นมีการกระจาย นั่นคือ พฤติกรรมของผู้สอบเปลี่ยนไป ผู้ตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละการกระจายมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และมีความแปรปรวน ความแปรปรวนทั้งหมดของเอกภพและประชากร จึงเป็นผลรวมขององค์ประกอบความแปรปรวน เขียนแผนภาพได้ดังภาพ 4



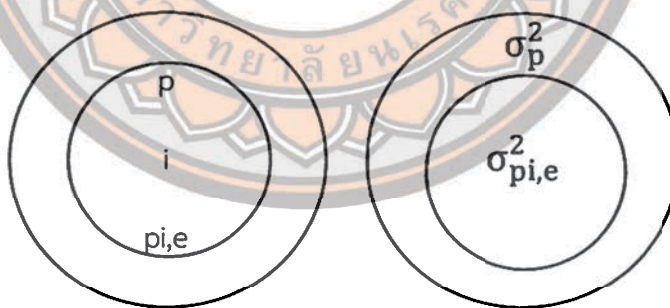
ภาพ 5 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับสอง
องค์ประกอบแบบไขว้ $p \times r \times o$ (two – facet, $p \times r \times o$ design)

2. การออกแบบการวัดแบบแฝง (nested design)

2.1 กรณีการวัดที่มีหนึ่งองค์ประกอบแบบแฝง เมื่อ i แฝงใน p (one facet; $i : p$ design) คะแนนสังเกตของบุคคลในข้อสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆ

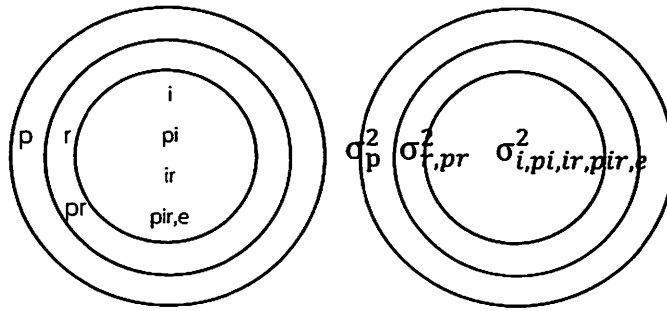
การออกแบบแบบแฝง (nested $i : p$ design) จะไม่ได้จำแนกเทอมออกมาเป็นอิทธิพลของแบบสอบ โดยอิทธิพลของแบบสอบเป็นส่วนหนึ่งของเทอมส่วนที่เหลือ เนื่องจากบุคคลทำแบบสอบต่างข้อกัน จึงไม่สามารถประมาณค่าอิทธิพลของแบบสอบได้อย่างอิสระจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับแบบสอบได้ จะได้ว่า องค์ประกอบความแปรปรวนของบุคคลหรือความแปรปรวนของคะแนนเอกภพนิยามเหมือนกับในการออกแบบแบบไขว้ และองค์ประกอบความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ

จากองค์ประกอบความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของข้อสอบนั้นรวมอยู่กับอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและแบบสอบ ซึ่งมีแหล่งของความแปรปรวนที่ไม่เป็นระบบหรือไม่สามารถวัดได้รวมอยู่ด้วย เขียนแผนภาพได้ดังภาพ 6



ภาพ 6 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่ง
องค์ประกอบแบบแฝง เมื่อ i แฝงใน p (one facet, $i:p$ design)

2.2 กรณีการวัดที่มีสององค์ประกอบแบบแฝง เช่นกรณี $i : r : p$ (two facet, $i : r : p$ Design) คะแนนสังเกตของบุคคลในแบบสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆ เขียนแผนภาพได้ดังภาพ 7



ภาพ 7 ความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวน
สำหรับสององค์ประกอบแบบแฝง กรณี $i : r : p$ (two facet, $i : r : p$ design)

จากการศึกษาทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory เป็นทฤษฎีที่ขยายแนวคิดมาจากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนี้ สามารถประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ได้จากการวัดบริบทเดียวกันและจากการวิเคราะห์เพียงครั้งเดียว ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงโดยเน้นไปที่องค์ประกอบความแปรปรวนของแต่ละแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด สามารถแบ่งตัดสินใจออกเป็น 2 ลักษณะ คือการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (relative decision) และการตัดสินใจเชิงสมบูรณ์ (absolute decision) และสามารถประมาณน้ำหนักของแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดที่สามารถเป็นไปได้อย่างหมด (G-Study) และสามารถนำข้อมูลหรือสารสนเทศที่ได้มาใช้ในการออกแบบการวัดในครั้งต่อไปเพื่อเป็นการลดความคลาดเคลื่อนของการวัดให้น้อยลง (D-Study) ซึ่งเป็นการออกแบบการวัดเพื่อก่อให้เกิดความคุ้มค่าทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา และยังสามารถออกแบบการวัดได้หลายรูปแบบทั้งการออกแบบการวัดแบบไขว้ (crossed design) การออกแบบการวัดแบบแฝง (Nested design) และกรณีออกแบบการวัดแบบผสม (confounded design)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lane et al. (1996) ได้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความเที่ยงของการประเมินผลของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาจากเครื่องมือประเมินความรู้แบบ QUASAR ชื่อว่า QCAI ซึ่งเป็นชุดของข้อคำถามปลายเปิด (Open-Ended) ที่เป็นการประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นที่วิธีการตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวม (Holistic) และมีกฎเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubric) แล้วจึงใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงตรวจสอบความสอดคล้องภายในของข้อสอบและภายในผู้ตรวจโดยมีรูปแบบจำนวน 3 รูปแบบคือ 1) $p \times t$ คือ ผู้สอบทำข้อสอบทุกข้อ 2) $p \times t \times r$ คือ ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบ

ทุกข้อและผู้ตรวจแต่ละคนตรวจข้อสอบทุกข้อและ 3) (p : s) x t ผู้สอบที่แนบอยู่ในแต่ละโรงเรียน ทำข้อสอบทุกข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม GENOVA ผลการวิจัยพบว่าความคลาดเคลื่อน เนื่องจากผู้ตรวจมีค่าน้อย เนื่องจากการให้รายละเอียดเกี่ยวกับกฎเกณฑ์การให้คะแนนและตัวอย่าง การตอบของนักเรียน รวมทั้งการฝึกฝนวิธีที่ตรวจให้คะแนนกับผู้ตรวจถูกต้องเพียงพอ ค่าความเที่ยงที่ได้จากการศึกษา D-study แบบสัมบูรณ์พบว่า เมื่อจำนวนนักเรียนเท่ากับ 350 คน ค่าสัมประสิทธิ์อยู่ระหว่าง 0.80 – 0.90 ขึ้นอยู่กับชุดข้อสอบและระดับชั้น

Swartz et al. (2000) ศึกษาการประมาณค่าความเที่ยงของคะแนนงานเขียนโดยใช้ทฤษฎี การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ด้วยวิธีการตรวจแบบรวม (Holistic) และ แบบย่อย (Analytic) ของแบบสอบมาตรฐาน (Standardized) และแบบสอบที่ไม่ใช่มาตรฐานที่ครูใช้ในการ วัดประเมินในห้องเรียนตนเอง เพื่อดูอิทธิพลของจำนวนผู้ตรวจและชนิดชนิดของการตัดสินใจที่มีต่อความเที่ยงของคะแนน พบว่าความเที่ยงเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนผู้ตรวจเพิ่มมากขึ้นและต้องใช้ ผู้ตรวจจำนวน 4 คนจึงจะทำให้ความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 0.90 เมื่อพิจารณาค่าความ เียงของการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative decisions) ของผู้ตรวจ 3 คน ของวิธีการตรวจแบบรวม เป็น 0.94 และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบย่อยอยู่ในช่วง 0.71-0.91 การใช้ผู้ตรวจต่ำกว่า 3 คนจะ ทำให้ความเที่ยงต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่าความเที่ยงของการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์มีความ สอดคล้องกับค่าความเที่ยงของการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์

Chen et al. (2007) ทดสอบการใช้ทฤษฎีสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดใน การประเมินผลงานทางด้านการเขียน เพื่อทดสอบความตรงของเครื่องมือวัดความสามารถทาง การเขียนของนักเรียนโดยใช้จำนวนงานเขียนในปริมาณจำกัดโดยมีการระบุหัวข้อที่จะให้เขียน (writing prompt) กับนักเรียนทราบโดยในงานวิจัยนี้มีทั้ง 4 งานเขียน และผลจากการศึกษาพบว่า ควรจะมีบทความงานเขียน 3-5 ความเรียงที่มีความเที่ยงในการตัดสินความสามารถทางด้าน การเขียนของนักเรียน

สาวิตรี จัยทอง (2554) การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบของชุดเครื่องมือการประเมินผล การเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ผลการวิจัยพบว่า ชุดเครื่องมือวัดความสามารถในการสื่อสารของผู้เรียน ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารแบบกำหนดสถานการณ์ชนิดเลือกตอบ 4ตัวเลือก แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารชนิดเขียนตอบและพูดตอบแบบกำหนด สถานการณ์ และแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแสดงออกในการสื่อสาร โดยแบบทดสอบวัดความ

สามารถในการสื่อสารแบบกำหนดสถานการณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ตั้งแต่ 0.71 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.44 ถึง 0.76 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.71 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.71 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารชนิดเขียนตอบและพูดตอบแบบกำหนดสถานการณ์ มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ตั้งแต่ 0.71 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.42 ถึง 0.55 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.75 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.83 และแบบสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกในการสื่อสาร มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ตั้งแต่ 0.71 ถึง 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.85 และการตรวจสอบคุณภาพของชุดเครื่องมือวัดความสามารถในการสื่อสารของผู้เรียน จำนวน 3 ฉบับ โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่น โดยศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ มีค่าเท่ากับ 0.78 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ มีค่าเท่ากับ 0.775

ชนิสรา สงวนไว้ (2558) การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ประเมินค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) ของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 2) ประเมินค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคนและผู้ตรวจตรวจข้อสอบเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคนและ 3) เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการออกแบบฟาเซตที่ต่างกันภายใต้จำนวนข้อและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 120 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันคุณภาพของผู้ตรวจ และ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลการประมาณค่าความแปรปรวนพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อสอบส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมากที่สุด 2) ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงพบว่าเมื่อจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative coefficient) และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (absolute coefficient) ที่สูงขึ้น 3) ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง พบว่าการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจเฉพาะข้อของผู้สอบทุกคนมีความเที่ยงสูงกว่าผู้ตรวจตรวจทุกข้อของผู้สอบทุกคนและควรเลือกใช้ใช้สถานการณ์ที่มีผู้ตรวจ 1 คน ตรวจให้คะแนน 7 ข้อหรือที่มีผู้ตรวจ 2 คน ตรวจให้คะแนนคนละ 5 ข้อ เพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์มากกว่า 0.90

อภิญา แก้วประเสริฐ (2558) ศึกษาการเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของผลการวัดของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบต่างกัน โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของผลการวัดของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบของคำตอบต่างกัน ตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี ปีการศึกษา 2558 จำนวน 350 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.73 ค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.77 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.78 ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดที่ได้จากคะแนนของแบบทดสอบที่มีรูปแบบของคำตอบต่างกั นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของผลการวัดที่ได้จากคะแนนของแบบทดสอบที่มีรูปแบบของคำตอบต่างกั นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

กิตติยาภรณ์ สุปะทัง (2560) ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 3 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการให้เหตุผล แบบเลือกตอบชนิด 3 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ 2 ฉบับที่ 2 แบบวัดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ อื่นๆ แบบเลือกตอบชนิด 3 ตัวเลือก ฉบับที่ 3 แบบวัดทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แบบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ และการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า แบบวัดทั้ง 3 ฉบับ คุณภาพด้านความตรง เชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความตรงเชิงโครงสร้าง โดยแบบวัดทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทั้ง 3 ฉบับ

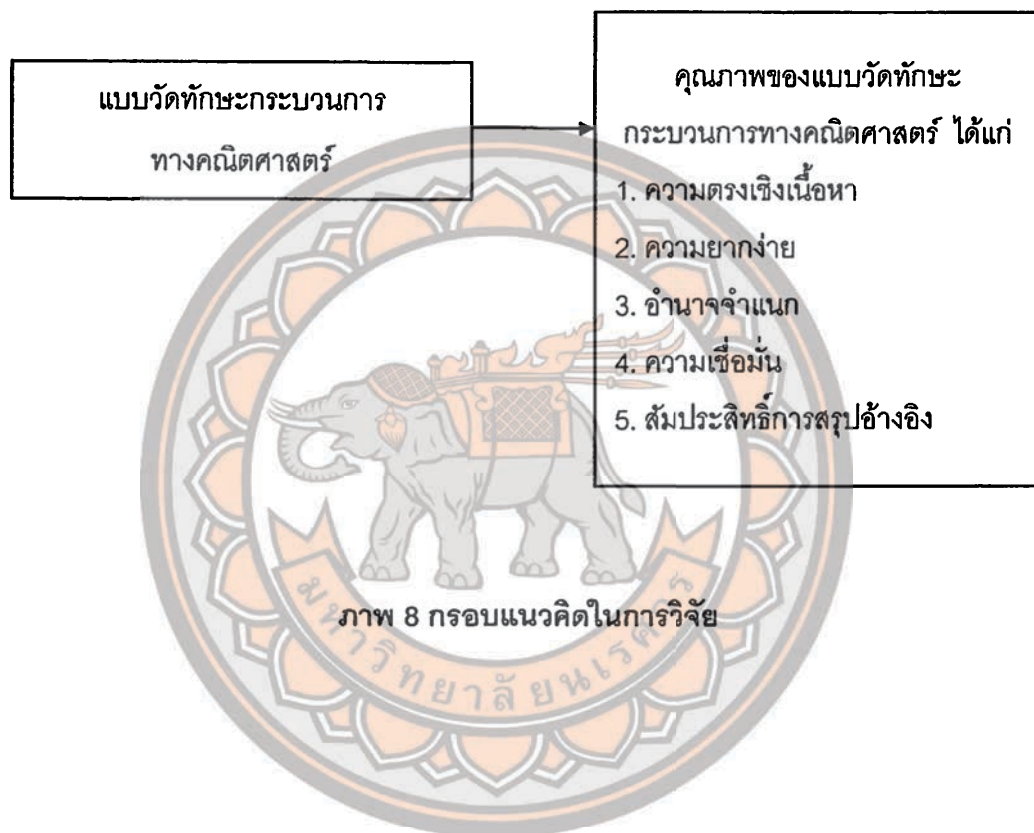
ศิริขวัญ ไสแสง, เรืองเดช ศิริกิจ และอรอุมา เจริญสุข (2561) ศึกษาการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎี

การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 420 คน โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผลการวิจัยพบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 2) คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด โดยมีเงื่อนไขของการวัด คือ ความยาวของแบบทดสอบ จำนวน 10, 15 และ 20 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจแบบทดสอบ กำหนดเป็น 1, 2 และ 3 คน ผลพบว่าความยาวของแบบทดสอบ 10 ข้อ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 1 คน มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงต่ำที่สุด เท่ากับ 0.827 ส่วนความยาวของแบบทดสอบ 20 ข้อ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงที่สุด เท่ากับ 0.913 นั่นคือเมื่อความยาวของแบบทดสอบ และจำนวนผู้ตรวจเพิ่มขึ้น ค่าความเชื่อมั่นก็จะสูงขึ้นตามลำดับ

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

เนื่องจากกระบวนการคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ 2551, หน้า 47) ซึ่งทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ทักษะกระบวนการ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยง ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และเพื่อให้ทราบว่านักเรียนหรือผู้ถูกประเมินขาดทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์ในด้านใดผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ขึ้น เพื่อใช้ในการวัดและประเมินทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด โดยนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory หรือ G-Theory) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินความน่าเชื่อถือและความเชื่อมั่น (Reliability) ของจำนวนชุดของเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้ได้

เครื่องมือที่มีคุณภาพและทำให้ผลการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างถูกต้อง เพื่อนำสารสนเทศที่ได้ไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ตรงตาม ศักยภาพอย่างมีประสิทธิภาพ



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินงานวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 205 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 จำนวน 6 โรงเรียน โดยการสุ่มหลายขั้นตอน ดังนี้

2.1 สุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ โดยใช้เขตพื้นที่การศึกษาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มและสุ่มอย่างง่ายออกมา 1 เขต ได้แก่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1

2.2 สุ่มกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 ได้โรงเรียนชุมชนบ้านโคก โรงเรียนบ้านคลองละวาน โรงเรียนบ้านหนองกวาง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 60 คน

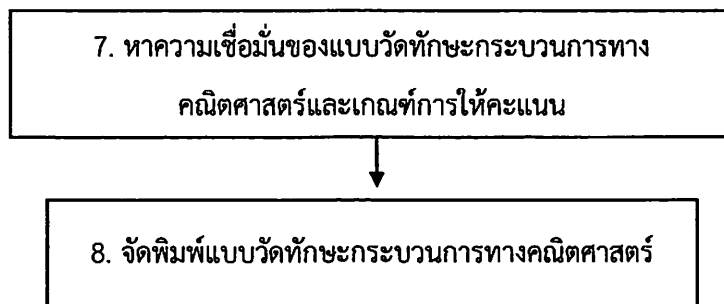
2.3 สุ่มกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นเกณฑ์ในการสุ่มและสุ่มอย่างง่ายมาขนาดละ 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนนาอินวิทยาคม โรงเรียนบ้านนายาง และโรงเรียนบ้านหลักร้อย จำนวน 120 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบประเมินเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ชุด โดยในแต่ละชุดประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยง ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยมีวิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้



วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ (ต่อ)



ภาพ 9 วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามภาพประกอบข้างต้นดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้
 - 2.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อคำถามชนิดเขียนตอบหรืออัตนัยและเกณฑ์การให้คะแนน
 - 2.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หนังสือแบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่ต้องการวัดซึ่งใช้เนื้อหา เรื่อง แผนภูมิรูปภาพ
3. เขียนนิยาม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้
 - 3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงคุณสมบัติของคำตอบ ประกอบด้วย การทำความเข้าใจ การเลือกวิธีการแก้ปัญหา การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และการสรุปผล
 - 3.2 ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

3.3 ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายสรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

3.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ประกอบด้วย การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ภายในวิชา และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างรายวิชาหรือในชีวิตประจำวัน

3.5 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

4. เขียนข้อคำถามตามนิยามและเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนคิด และเขียนคำตอบเอง โดยข้อคำถามที่ใช้มีความเกี่ยวข้องกับในชีวิตจริงของผู้เรียน ในการประเมินผู้ตอบจะต้องใช้ความรู้ความสามารถเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการและขั้นตอนที่ชัดเจนและเหมาะสม คำตอบถูกมีหลายคำตอบ วิธีการหาคำตอบมีหลายวิธี สะท้อนให้เห็นถึงการใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างรอบด้าน

4.2 สร้างข้อคำถามให้ตรงตามนิยามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ ดังนี้ (แสดงดังภาคผนวก ข)

ทักษะที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหา

ทักษะที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผล

ทักษะที่ 3 ความสามารถสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ทักษะที่ 4 ความสามารถในการเชื่อมโยง

ทักษะที่ 5 ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4.3 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ซึ่งปรับปรุงมาจากการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูปрикขของ เลน และคนอื่นๆ (Lane; et al. 1996: 71-91) และจากเอกสารการประเมินผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Assessment) (Stenmark. 1991: 24) โดยเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric Score) (แสดงดังภาคผนวก ข)

5. นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบขั้นต้นในการขอคำแนะนำในส่วนที่ยังบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

จากนั้นนำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน โดยประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษาจำนวน 2 คน พิจารณาตรวจสอบข้อคำถามในแต่ละข้อว่าตรงตามที่ต้องการวัดหรือไม่ และตรวจสอบเกณฑ์การให้คะแนนว่าวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่กำหนดไว้หรือไม่ แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งต้องมีค่าสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่า ทุกข้อคำถามผ่านเกณฑ์การประเมิน

6. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะคณิตศาสตร์ด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก โดยนำข้อคำถามของแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแล้ว ไปทดลองครั้งที่ 1 กับนักเรียนจำนวน 60 คน และนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยพิจารณาดัชนีค่าความง่าย (Difficulty) ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปทุกข้อคำถามผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. นำข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนจำนวน 120 คน โดยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach' s Alpha Coefficient) และค่าความเชื่อมั่นของจำนวนชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

8. นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์และทำรูปเล่ม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรถึงผู้อำนวยการโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียน
2. ติดต่อสถานศึกษาที่ใช้กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบและขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อบอกวันและเวลาที่จะประเมิน
3. จัดเตรียมแบบประเมินให้เพียงพอกับจำนวนของนักเรียน

4. ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินให้กับครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ทราบและช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
5. ทำการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
6. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผล โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้น ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ค่าความเชื่อมั่นในการตรวจให้คะแนนโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนจากผู้ตรวจ ค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในโดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และค่าความเชื่อมั่นของจำนวนชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่าง 1-3 ชุด จากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (σ^2_{Abs}) และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (σ^2_{Rel})

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ใช้สูตรดังนี้ (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 214)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีสูตรดังนี้ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2539 หน้า 44)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน กำลังสองของคะแนนผลรวม
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรของโรวินอลล์และแฮมเบลตัน ใช้สูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามข้อนั้นๆ
 $\sum R$ แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty) โดยคำนวณจากดัชนีค่าความยากง่าย (P_e) โดยใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มเก่งและอ่อน แล้วนำไปคำนวณจากสูตร วิทนีย์ และซาเบอร์ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2548, หน้า 109)

$$P = \frac{S_H + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก
 S_H แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
 S_L แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ

N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยคำนวณจากดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วนำไปคำนวณจากสูตร วิทนีย์ และ ซาเบอร์ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2548, หน้า 109)

$$D = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.4 ความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient : α) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 71)

$$\alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัด
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ 1
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ

2.5 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (ρ^2_{Abs}) คำนวณจากสูตร (Brennan. 1983: 17) โดยคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) Version 25

$$\rho^2_{Abs} = \frac{\sigma^2_p}{\sigma^2_p + \sigma^2_{Abs}}$$

เมื่อ ρ^2_{Abs} แทน สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงตัดสินใจสัมบูรณ์
 σ^2_p แทน ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ
 σ^2_{Abs} แทน ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

2.6 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (ρ^2_{Rel}) คำนวณจากสูตร (Brennan. 1983: 17) โดยคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) Version 25

$$\rho^2_{Rel} = \frac{\sigma^2_p}{\sigma^2_p + \sigma^2_{Rel}}$$

เมื่อ ρ^2_{Rel} แทน สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงตัดสินใจสัมพัทธ์
 σ^2_p แทน ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ
 σ^2_{Abs} แทน ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูล ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ ได้แก่ 1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ 2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ
p	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
df	แทน	องศาความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
SS	แทน	ผลบวกกำลังสอง (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (Mean Square)
ρ^2_{Rel}	แทน	สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงตัดสินใจสัมพัทธ์
ρ^2_{Abs}	แทน	สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงตัดสินใจสัมบูรณ์
σ^2_p	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ
σ^2_{Abs}	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์
σ^2_{Rel}	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบอัตโนมัติประยุกต์
S.E. _{mean}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด ในเนื้อหาเรื่อง แผนภูมิรูปภาพ

1.1 ข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2.2 ผลการตรวจสอบความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2.3 ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของจำนวนชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2.4.1 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีค่าต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient)

2.4.2 ผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการพัฒนาเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

1.1 ข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ขึ้นจำนวน 3 ชุด โดยในแต่ละชุดประกอบด้วยข้อคำถามที่ใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะกระบวนการ ได้แก่ ทักษะที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผล ทักษะที่ 3 ความสามารถสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ทักษะที่ 4 ความสามารถในการเชื่อมโยง ทักษะที่ 5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดเสนอข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 แสดงจำนวนข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	องค์ประกอบ	ข้อ	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)	รวมข้อสอบ แต่ละทักษะ กระบวนการ
1. ความสามารถในการ แก้ปัญหา	1.1 การเข้าใจปัญหา	1	1	4
	1.2 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	2	1	
	1.3 การแสดงขั้นตอนในการ แก้ปัญหา	3	1	
	1.4 การสรุปผล	4	1	
2. ความสามารถในการ ให้เหตุผล	2.1 การให้เหตุผลสนับสนุนหรือ โต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป	5	1	1
3. ความสามารถในการ สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์	3.1 ความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร	6	1	1
4. ความสามารถในการ เชื่อมโยง	4.1 การเชื่อมโยงภายในรายวิชา	7	1	2
	4.2 การเชื่อมโยงความรู้ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ	8	1	
5. ความสามารถในการ คิดสร้างสรรค์	5.1 ความคิดคล่อง	9	1	4
	5.2 ความคิดยืดหยุ่น	10	1	
	5.3 ความคิดริเริ่ม	11	1	
	5.4 ความคิดละเอียดลออ	12	1	
รวม		12	12	12

จากตาราง 4 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 2 ในแต่ละชุดมี 12 ข้อ ประกอบด้วย ทักษะที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหา มี
จำนวน 4 ข้อ ทักษะที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผล มีจำนวน 1 ข้อ ทักษะที่ 3 ความสามารถ
สื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีจำนวน 1 ข้อ ทักษะที่ 4 ความสามารถในการ
เชื่อมโยง มีจำนวน 2 ข้อ ทักษะที่ 5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจำนวน 4 ข้อ






ตัวอย่างรูปแบบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 2


แบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ชุดที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยกำหนดเวลา 1 ชั่วโมง
คะแนนเต็ม 9 คะแนน

ทักษะที่ 1 : ความสามารถในการแก้ปัญหา

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนข้าวสารที่ร้านมีสุงขายได้ใน 5 วัน

วันจันทร์	
วันอังคาร	
วันพุธ	
วันพฤหัสบดี	
วันศุกร์	

โดยกำหนดให้  แทนจำนวนข้าวสาร 1 ถุง

จากแผนภูมิรูปภาพ ถ้าข้าวสาร 1 ถุงหนัก 2 กิโลกรัม
วันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านมีสุงขายข้าวสารได้กี่กิโลกรัม

1. โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้อะไร

2. จากโจทย์ มีการคิดหาตัวเลขได้อย่างไร (บอก ลบ คูณ บวก) (1 คะแนน)

3. จากโจทย์คิดหาตัวเลขได้อย่างไร (บอกวิธีทำ) (3 คะแนน)

4. สรุปคำตอบได้อย่างไร (3 คะแนน)

ภาพ 10 ตัวอย่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 3 ชุด ในแต่ละชุดมีจำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 43 คะแนน โดยมีรายละเอียด คือ ทักษะที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ข้อย่อย 9 คะแนน ทักษะที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผล ประกอบด้วย 1 ข้อย่อย 3 คะแนน ทักษะที่ 3 ความสามารถสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ข้อย่อย 3 คะแนน ทักษะที่ 4 ความสามารถในการเชื่อมโยง ประกอบด้วย 2 ข้อย่อย ข้อย่อยละ 3 คะแนน ทักษะที่ 5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 ข้อย่อย ข้อย่อยที่ 1 ความคิดคล่อง 10 คะแนน ข้อย่อยที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น ข้อย่อยละ 6 คะแนน ข้อย่อยที่ 3 ความคิดริเริ่ม 3 คะแนน และข้อย่อยที่ 4 ความคิดละเอียดลออ 3 คะแนน ซึ่งในแต่ละข้อจะมีเกณฑ์การให้คะแนนในรูปแบบเกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) จะแสดงให้เห็นชัดเจนในตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	องค์ประกอบ	ข้อ	คะแนน
1. ความสามารถในการแก้ปัญหา	1.1 การเข้าใจปัญหา	1	3
	1.2 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	2	1
	1.3 การแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา	3	3
	1.4 การสรุปผล	4	2
2. ความสามารถในการให้เหตุผล	2.1 การให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป	5	3
3. ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	3.1 ความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร	6	3
4. ความสามารถในการเชื่อมโยง	4.1 การเชื่อมโยงภายในรายวิชา	7	3
	4.2 การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ	8	3

ตาราง 5 (ต่อ) แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	องค์ประกอบ	ข้อ	คะแนน
5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์	5.1 ความคิดคล่อง	9	10
	5.2 ความคิดยืดหยุ่น	10	6
	5.3 ความคิดริเริ่ม	11	3
	5.4 ความคิดละเอียดลออ	12	3
รวม		12	43

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถาม เกณฑ์การให้คะแนนกับเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวนทั้ง 3 ชุด ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพิจารณาความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน โดยผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องและคัดเลือกข้อคำถามและเกณฑ์ที่มีค่าดัชนีมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือได้ว่าเป็นข้อคำถามที่วัดได้ตรงตามเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนสอดคล้องกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งจะแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางต่อไปนี้

ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชุดที่	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ข้อคำถามที่	IOC	สรุปผล	ข้อเสนอแนะ
1	ความสามารถในการแก้ปัญหา	1.1	1.00	สอดคล้อง	-
		1.2	1.00	สอดคล้อง	-
		1.3	1.00	สอดคล้อง	-
		1.4	1.00	สอดคล้อง	-

ตาราง 6 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาและ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชุดที่	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ข้อคำถามที่	IOC	สรุปผล	ข้อเสนอแนะ
1	ความสามารถในการให้เหตุผล	2	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถในการความหมายทางคณิตศาสตร์	3	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถในการเชื่อมโยง	4.1	1.00	สอดคล้อง	-
		4.2	0.80	สอดคล้อง	ปรับสถานการณ์ในข้อคำถามให้หลากหลาย
	ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์	5.1	1.00	สอดคล้อง	-
		5.2	1.00	สอดคล้อง	-
		5.3	1.00	สอดคล้อง	-
		5.4	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถในการแก้ปัญหา	1.1	1.00	สอดคล้อง	-
		1.2	1.00	สอดคล้อง	-
	1.3	1.00	สอดคล้อง	-	
	1.4	1.00	สอดคล้อง	-	
2	ความสามารถในการให้เหตุผล	2	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถในการความหมายทางคณิตศาสตร์	3	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถในการเชื่อมโยง	4.1	1.00	สอดคล้อง	-
		4.2	1.00	สอดคล้อง	-

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนกับข้อคำถาม และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชุดที่	ทักษะกระบวนการ ทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การ ให้คะแนน		สรุปผล	ข้อเสนอแนะ	
		ข้อที่	IOC			
1	ความสามารถในการ แก้ปัญหา	1.1	1.00	สอดคล้อง	-	
		1.2	1.00	สอดคล้อง	-	
		1.3	1.00	สอดคล้อง	-	
		1.4	1.00	สอดคล้อง	-	
	ความสามารถในการให้ เหตุผล	2	1.00	สอดคล้อง	-	
	ความสามารถใน การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์	3	0.60	สอดคล้อง	ปรับค่าที่ใช้ใน เกณฑ์การให้ คะแนน	
	ความสามารถในการ เชื่อมโยง	4.1	1.00	สอดคล้อง	-	
		4.2	1.00	สอดคล้อง	-	
		ความสามารถในการคิด สร้างสรรค์	5.1	1.00	สอดคล้อง	-
			5.2	1.00	สอดคล้อง	-
			5.3	0.80	สอดคล้อง	แยกความชัดเจน ระหว่าง 2 คะแนน และ 3 คะแนน
			5.4	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถในการ แก้ปัญหา	1.1	1.00	สอดคล้อง	-	
		1.2	1.00	สอดคล้อง	-	
1.3		1.00	สอดคล้อง	-		
1.4		0.80	สอดคล้อง	ปรับค่าที่ใช้ใน เกณฑ์การให้ คะแนน		

ตาราง 7 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนกับข้อ
คำถามกับเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชุดที่	ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ข้อ คำถามที่	IOC	สรุปผล	ข้อเสนอแนะ
2	ความสามารถในการ แก้ปัญหา	1.1	1.00	สอดคล้อง	-
		1.2	1.00	สอดคล้อง	-
		1.3	1.00	สอดคล้อง	-
		1.4	0.60	สอดคล้อง	ปรับค่าที่ใช้ใน เกณฑ์การให้ คะแนน
	ความสามารถในการ ให้เหตุผล	2	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถในการ สื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	3	0.80	สอดคล้อง	ยกตัวอย่าง เพิ่มเติม
	ความสามารถในการ เชื่อมโยง	4.1	1.00	สอดคล้อง	-
		4.2	1.00	สอดคล้อง	-
		5.1	1.00	สอดคล้อง	-
		คิดสร้างสรรค์	5.2	1.00	สอดคล้อง
5.3	1.00		สอดคล้อง	-	
5.4	1.00		สอดคล้อง	-	
3	ความสามารถใน การแก้ปัญหา	1.1	1.00	สอดคล้อง	-
		1.2	1.00	สอดคล้อง	-
		1.3	1.00	สอดคล้อง	-
		1.4	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถใน การให้เหตุผล	2	1.00	สอดคล้อง	-

ตาราง 7 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนกับข้อ
คำถามกับเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชุดที่	ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ข้อ คำถามที่	IOC	สรุปผล	ข้อเสนอแนะ
3	ความสามารถใน การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	3	1.00	สอดคล้อง	-
	ความสามารถในการ เชื่อมโยง	4.1	1.00	สอดคล้อง	-
		4.2	0.80	สอดคล้อง	ปรับคำที่ใช้ใน เกณฑ์การให้ คะแนนให้ชัดเจน
	ความสามารถในการคิด สร้างสรรค์	5.1	1.00	สอดคล้อง	-
		5.2	1.00	สอดคล้อง	-
		5.3	1.00	สอดคล้อง	-
		5.4	1.00	สอดคล้อง	-

จากตาราง 7 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญได้ค่า
ดัชนีความสอดคล้อง 0.60 - 1.00 มีเกณฑ์การให้คะแนนบางข้อที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้มีการ
การปรับให้มีความชัดเจนและให้ยกตัวอย่างเพิ่มเติมในเกณฑ์การให้คะแนน ผู้วิจัยจึงได้แก้ไขตาม
คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปหาคุณภาพต่อไป

2.2 ผลการตรวจสอบความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะ กระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ซึ่งผ่านการพิจารณาแล้ว
ไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน แล้วนำผลการ
ทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้สูตรคำนวณจากสูตรของ
วิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney, D.R. & Sabers, D.L., 1970) โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index
of Discrimination) ค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) และใช้หลักการ 27% คะแนนในกลุ่มสูง
กลุ่มต่ำ โดยคัดเลือกข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจ
จำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยได้รายละเอียดผลการวิเคราะห์เสนอในตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 แสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อคำถามในแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ชุดที่	ทักษะกระบวนการ	ข้อคำถามที่	ความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล	ผลการพิจารณา	
1	การแก้ปัญหา	1.1	0.50	ปานกลาง	0.50	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
		1.2	0.69	ง่าย	0.38	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
		1.3	0.57	ปานกลาง	0.44	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
		1.4	0.58	ปานกลาง	0.34	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
	การให้เหตุผล	2	0.40	ยาก	0.67	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
	การสื่อความหมาย	3	0.47	ปานกลาง	0.48	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
	การเชื่อมโยง	4.1	0.45	ปานกลาง	0.40	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
		4.2	0.39	ยาก	0.59	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
	การคิดสร้างสรรค์	5.1	0.46	ปานกลาง	0.66	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
		5.2	0.51	ปานกลาง	0.59	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
		5.3	0.52	ปานกลาง	0.46	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
		5.4	0.57	ปานกลาง	0.52	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
	2	การแก้ปัญหา	1.1	0.53	ปานกลาง	0.48	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
			1.2	0.56	ปานกลาง	0.38	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
1.3			0.51	ปานกลาง	0.48	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
1.4			0.59	ปานกลาง	0.50	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
การให้เหตุผล		2	0.38	ยาก	0.50	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
การสื่อความหมาย		3	0.34	ยาก	0.69	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
การเชื่อมโยง		4.1	0.43	ปานกลาง	0.48	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
		4.2	0.40	ยาก	0.54	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	

ตาราง 8 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อคำถามในแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ชุดที่	ทักษะกระบวนการ	ข้อคำถามที่	ความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล	ผลการพิจารณา
2	การคิด สร้างสรรค์	5.1	0.50	ปานกลาง	0.70	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
		5.2	0.54	ปานกลาง	0.58	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
		5.3	0.53	ปานกลาง	0.37	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
		5.4	0.51	ปานกลาง	0.44	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
3	การ แก้ปัญหา	1.1	0.53	ปานกลาง	0.48	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
		1.2	0.72	ง่าย	0.44	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
		1.3	0.57	ปานกลาง	0.48	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
		1.4	0.56	ปานกลาง	0.56	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
	การให้ เหตุผล	2	0.38	ยาก	0.63	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
		3	0.36	ยาก	0.40	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
	การ เชื่อมโยง	4.1	0.55	ปานกลาง	0.56	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
		4.2	0.42	ปานกลาง	0.54	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
	การคิด สร้างสรรค์	5.1	0.51	ปานกลาง	0.61	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
		5.2	0.46	ปานกลาง	0.71	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
		5.3	0.45	ปานกลาง	0.31	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
		5.4	0.47	ยาก	0.65	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้

จากตาราง 8 พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 3 ในรูปแบบอัตโนมัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36 – 0.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31–0.71 ทุกข้อผ่านเกณฑ์ สามารถนำไปใช้ในการหาคุณภาพต่อไปได้

2.3 ผลการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นแบบสอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของของครอนบาค รายละเอียดผลการวิเคราะห์เสนอในตาราง 6

ตาราง 9 แสดงค่าเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะ	ชุดที่	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	α	S.E. _{mean}
กระบวนการทางคณิตศาสตร์	1	60	43	27.32	3.73	0.695	2.05
	2	60	43	27.30	3.45	0.706	1.87
	3	60	43	24.15	4.07	0.716	2.16

จากตาราง 9 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด มีคะแนนเต็มเท่ากับ 43 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.15 – 27.32 คะแนน มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่างเท่ากับ 3.45 - 4.07 มีค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในอยู่ระหว่าง 0.696 – 0.716 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดอยู่ระหว่าง 1.87 – 2.16

2.4 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งออกแบบการวัดเป็นแบบ One-facet design โดยมีรูปแบบการวัดเป็น $p \times s$ เมื่อแทน ผู้สอบ และ s แทน จำนวนชุดของแบบวัดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) Version 25

2.4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ของคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ชุด เมื่อทำการประเมินกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน จากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ
(G – Study of p x s Design)

EFFECT	df	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARIANCE
PERSON (p)	119	7356.86	61.82	18.24	69.46
SET (s)	2	237.41	118.70	0.93	3.54
RESIDUAL (ps,e)	238	1687.93	7.09	7.09	27.00
TOTAL	359	9282.20		26.26	100.00

เมื่อ	p	แทน ผู้สอบ
	s	แทน จำนวนชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
	ps	แทน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
	ps,e	แทน ความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้

จากตาราง 10 ผลการศึกษาค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด เมื่อทำการประเมินกับนักเรียนจำนวน 120 คน พบว่า องค์ประกอบความแปรปรวนของบุคคล (σ_p^2) ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนของคะแนนจริง (Universe score) คิดเป็น 69% ของความแปรปรวนทั้งหมด องค์ประกอบของความแปรปรวนของชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (σ_s^2) ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1 ชุด ซึ่งคิดเป็น 4% ของความแปรปรวนทั้งหมด สำหรับองค์ประกอบของความแปรปรวนส่วนที่เหลือ ($\sigma_{ps,e}^2$) จึงเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนส่วนที่เหลือจาก 2 แหล่งดังกล่าวคิดเป็น 27%

2.4.2 ผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจในการสรุปอ้างอิง (D - Study)

การศึกษากการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงเพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความแม่นยำของการสรุปอ้างอิงคุณภาพของชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีเงื่อนไขในการประเมินคือ ชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 3 ชุด โดยมีผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 11 ดังนี้

ตาราง 11 แสดงผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D – Study of p x s Design) เมื่อ p แทน ผู้สอบ s แทน จำนวนชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

D-STUDY DESIGN				
EFFECT	G-STUDY	$n'_s = 1$	$n'_s = 2$	$n'_s = 3$
PERSON (p)	$\sigma_p^2 = 18.24$	$\sigma_p^2 = 18.24$	18.24	18.24
SET (s)	$\sigma_s^2 = 0.93$	$\sigma_s^2 = 0.93$	0.47	0.31
RESIDUAL (ps,e)	$\sigma_{ps,e}^2 = 7.09$	$\sigma_{ps,e}^2 = 7.09$	3.55	2.36
Relative error variance (σ_{Rel}^2)		$\hat{\sigma}_\delta^2$ 7.09	3.55	2.36
Absolute error variance (σ_{Abs}^2)		$\hat{\sigma}_\Delta^2$ 8.02	4.01	2.67
G-Coeff. For Rel. decision (ρ_{Rel}^2)		$\hat{\rho}_\delta^2$ 0.72	0.84	0.89
G-Coeff. For Abs. decision (ρ_{Abs}^2)		$\hat{\rho}_\Delta^2$ 0.70	0.82	0.87

จากตาราง 11 พบว่า ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ในการศึกษากการตัดสินใจ (D - Study) เมื่อชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีจำนวน 3 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ชุด เท่ากับ 0.72 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.70 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ชุด พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.84 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจ

สัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.82 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ชุดพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.89 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.87 และจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในตาราง 7 พบว่า เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบวัด (G - Coefficient) แสดงว่า การเพิ่มจำนวนของชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จาก 1 ชุด เป็น 2 ชุด ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เพิ่มขึ้นจาก 0.72 เป็น 0.84 โดยเพิ่มขึ้น 0.12 และแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากการเพิ่มจำนวนจาก 2 ชุด เป็น 3 ชุด ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ เพิ่มขึ้นจาก 0.84 เป็น 0.89 โดยเพิ่มขึ้น 0.05 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์เพิ่มขึ้นจาก 0.82 เป็น 0.87 เพิ่มขึ้น 0.05 ตามลำดับ



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือในการวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สังเขปจุดมุ่งหมายและวิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ ได้แก่ เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในเนื้อหาเรื่อง แผนภูมิรูปภาพ จำนวน 3 ชุด และตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 205 โรงเรียน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 6 โรงเรียน จำนวนนักเรียน จำนวน 120 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ขึ้น ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 3 ชุด โดยในแต่ละชุดจะมีข้อคำถามที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะความคิดสร้างสรรค์

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย โดยได้ผลสรุปการวิจัยตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

1.1 ข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ขึ้น ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ชุด ในรูปแบบของข้อคำถามอัตนัย ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละชุดประกอบด้วยดังนี้

ทักษะที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ข้อคำถาม ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหาจำนวน 1 ข้อ การเลือกวิธีการแก้ปัญหาจำนวน 1 ข้อ การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจำนวน 1 ข้อ และการสรุปผลจำนวน 1 ข้อ

ทักษะที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้จำนวน 1 ข้อ

ทักษะที่ 3 ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ

ทักษะที่ 4 ความสามารถในการเชื่อมโยง ประกอบด้วย การเชื่อมโยงเนื้อหาต่างๆ ภายในรายวิชา จำนวน 1 ข้อ และจากศาสตร์อื่นๆ หรือในชีวิตประจำวัน จำนวน 1 ข้อ

ทักษะที่ 5 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดคล่อง จำนวน 1 ข้อ ความคิดยืดหยุ่นจำนวน 1 ข้อ ความคิดริเริ่มจำนวน 1 ข้อ และความคิดละเอียดลออ จำนวน 1 ข้อ

1.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นอยู่ในรูปแบบเกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) ซึ่งเป็นการประเมินผลงานโดยจำแนกออกเป็นส่วนๆ และมีการกำหนดวิธีการให้คะแนนตามระดับความสามารถของผู้ถูกประเมิน พร้อมทั้งอธิบายระดับของคะแนนในแต่ละส่วนไว้อย่างชัดเจน โดยการกำหนดจุดอ่อนไว้ในระดับที่ต่ำสุดคือระดับ 0 แล้วเพิ่มความถูกต้องขึ้นทีละระดับตามความสำคัญและสิ่งที่ต้องการวัดของข้อคำถามนั้นๆ

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามตั้งแต่ 0.80 – 1.00 และค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 0.60 – 1.00 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามตั้งแต่ 0.80 – 1.00 และค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 0.60 – 1.00 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 3 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม 1.00 และค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน 0.80 - 1.00

2.2 ผลการตรวจสอบความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.39 – 0.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34 – 0.66 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.34 – 0.59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37 – 0.70 และแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 3 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36 – 0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37 – 0.70

2.3 ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

การตรวจสอบความเชื่อมั่นสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องภายในของแบบวัดชุดที่ 1 เท่ากับ 0.70 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.71 และแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 3 มีค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.72 ซึ่งหมายความว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องภายในสูง

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงของจำนวนชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งออกแบบการวัดเป็นแบบ One – facet design โดยมีรูปแบบการวัดเป็น $p \times s$ เมื่อ p แทน ผู้สอบ และ s แทน จำนวนชุดของแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ ผลจากการศึกษาพบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 3 ชุด มีค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงสูง นั่นคือ มีคุณภาพด้านความเชื่อมั่นสูง โดยเมื่อมีการจัดทำ การประเมินกับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 1 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิง

เชิงตัดสนใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.72 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสนใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.70 เมื่อประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 2 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสนใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.84 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสนใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.82 และประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสนใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.89 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสนใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.87 แสดงให้เห็นว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 3 ชุดสามารถนำไปใช้ในการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลสารสนเทศได้

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

1.1 ข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีจำนวน 3 ชุด ในรูปแบบของข้อคำถามอัตนัย ประกอบด้วย 5 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ทักษะที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นข้อคำถามในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา ผู้เรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการการแก้ปัญหา การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมทั้ง 4 ขั้นตอนได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การเลือกวิธีการแก้ปัญห จำนวน การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา การสรุปผล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนัฐพร ตี้อัจฉา (2552) สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และกิตติยาภรณ์ สุปะทัง (2560) สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้กระบวนการการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนในการออกแบบข้อคำถามในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ทักษะที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลมีข้อคำถามที่สร้างขึ้นจำนวน 1 ข้อ เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับการให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุดใจ พลະศักดิ์ (2556) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนควรเน้นในการให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะความรู้ทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุด

ทักษะที่ 3 ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีข้อคำถามจำนวน 1 ข้อ เป็นข้อคำถามที่ให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการสื่อความหมายโดยใช้ความรู้ความเข้าใจทางด้านคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของกรวิภา ปานศักดิ์ , วรินทร์ สุภาพ และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คือ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนความคิด

ทักษะที่ 4 ความสามารถในการเชื่อมโยง เป็นข้อคำถามที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ภายในวิชาและการเชื่อมโยงระหว่างรายวิชาหรือในชีวิตประจำวัน โดยผ่านข้อคำถาม 2 ข้อ ได้แก่ ข้อคำถามในการเชื่อมโยงความรู้ในรายวิชา 1 ข้อ และข้อคำถามในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างรายวิชาหรือในชีวิตประจำวัน 1 ข้อ เพื่อให้ทราบความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนทั้ง 2 ด้านให้ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสกล ตั้งแก้วสกุล (2560) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทักษะที่ 5 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นข้อคำถามที่เน้นให้ผู้เรียนได้ขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ผ่านข้อคำถาม 4 ข้อ ตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งหากนักเรียนมีองค์ประกอบทั้ง 4 ส่วนนี้แล้วจะช่วยให้นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับคำกล่าวของกิลฟอร์ด (1967) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองในการคิดหลายทิศทาง ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ

ความสามารถในการริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความสามารถในการคิดแต่งเติมละเอียดลออ

1.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นอยู่ในรูปแบบเกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) ซึ่งเป็นการประเมินผลงานโดยจำแนกออกเป็นส่วนๆ และมีการกำหนดวิธีการให้คะแนนตามระดับความสามารถของผู้ถูกประเมิน เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้ตรงจุดต่อไป สอดคล้องกับสาริตา สกุศลรัตนกุลชัย (2559) ที่กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) นั้นเหมาะสมกับการประเมินความก้าวหน้าที่ต้องการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงและพัฒนา

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80 – 1.00 จึงกล่าวได้ว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 3 ชุดมีความตรงเชิงเนื้อหาเป็นไปตามเกณฑ์ที่มีคุณภาพ ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ซึ่งกล่าวว่า ถ้าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ครอบคลุมตรงตามสิ่งที่ต้องการวัด

2.2 ผลการตรวจสอบความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีค่าความยากตั้งแต่ 0.34 – 0.72 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31 – 0.71 ซึ่งมีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดสอดคล้องกับล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ที่กล่าวว่าค่าความยากของข้อสอบควรอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และสอดคล้องกับสุวิมล ติรกานันท์ (2551) ที่กล่าวว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งจะเห็นได้ว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้น มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกเหมาะสมตามเกณฑ์ สามารถใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้

2.3 ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องภายในของทั้ง 3 ชุดอยู่ระหว่าง 0.70 - 0.72 เห็นได้ว่ามีความเชื่อมั่นสอดคล้องภายในตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาวิตรี จุ้ยทอง (2554) ได้ศึกษาความ

เชื่อมั่นของรูปแบบเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง รายวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.73 ถือได้ว่าเหมาะสมตามเกณฑ์

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของจำนวนชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้ออกแบบการวัดแบบ One – facet design โดยมีรูปแบบการวัดเป็น $p \times s$ ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อนำมาวิเคราะห์จำนวนของชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แล้วมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูง นั่นคือ มีคุณภาพด้านความเชื่อมั่นสูง เมื่อนำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ชุด พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.70 เมื่อประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 2 ชุด พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.82 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการใช้แบบวัดเพียงชุดเดียว 0.12 และเมื่อประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 ชุด พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เท่ากับ 0.87 เพิ่มขึ้นจากการใช้แบบวัดจำนวน 2 ชุด เท่ากับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับกับคำกล่าวของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ค่าความเชื่อมั่นควรมีค่ามากกว่า 0.70 จึงจะเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นได้ นอกจากนี้จากผลสรุปของจากวิจัยพบว่า ค่าของสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจากแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ 1 ชุด 2 ชุด และ 3 ชุด มีค่าเพิ่มมากขึ้น จึงสอดคล้องกับแนวคิดของครอนบาคและคณะ (Cronbach et al. 1972 อ้างอิงจาก ศิริชัย กาญจนวาสี 2555 หน้า 12) ได้กล่าวว่า ผลที่ได้จากการวัดภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดเดียวด้วยแบบทดสอบชุดเดียว และทำการทดสอบครั้งเดียว ยังมีความเชื่อถือไม่ได้เต็มที่ ซึ่งการทดสอบในหลายๆ สถานการณ์ด้วยแบบทดสอบหลายชุด หรือทำการสอบหลายครั้ง จะทำให้ได้ความน่าเชื่อถือมากกว่าการวัดเพียงครั้งเดียวด้วยแบบทดสอบชุดเดียวที่นิยมกันในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

1.1 การนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ควรนำไปใช้วัดทักษะทางคณิตศาสตร์ทีละชุด เนื่องจากหากนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ภายในครั้งเดียวจะทำให้เด็กเกิดความเบื่อหน่ายจากการสอบที่ใช้เวลานานเกินไป ซึ่งจะส่งผลให้ผลที่ได้ไม่ตรงกับความเป็นจริง

1.2 ในการนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ควรชี้แจงขั้นตอนในการสอบให้นักเรียนเข้าใจ และให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยความสามารถของนักเรียนเองในเวลาที่กำหนด

1.3 ในการเลือกแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการทดสอบเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับผู้สอบ ควรเลือกใช้ชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่นอย่างน้อย 0.70 ทั้งการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์และการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นอื่นๆ เพิ่มเติม หรือนำไปปรับประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแบบวัดอื่นๆ

2.2 ควรมีการเพิ่มองค์ประกอบหรือกลุ่มเงื่อนไขของการวัด (Conditions of measurement) ให้นำสนใจมากยิ่งขึ้น เช่น ความยาวของแบบทดสอบที่แตกต่างกัน จำนวนผู้ตรวจที่แตกต่างกัน เป็นต้น





บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมวิชาการ. (2544). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2554 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว.
- กรวิภา ปานศักดิ์ , วรินทร์ สุภาพ และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2561). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สืบค้นจาก https://edu.msu.ac.th/journal/home/journal_file/584.pdf
- จิราพร อัครสมพงษ์. (2536). การเปรียบเทียบความสอดคล้องของคะแนนแบบสอบถามเรียงจาก ผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- จริยาวัต ชูวงศ์ศิริกุล. (2550). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาภูเก็ต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2540). การพัฒนาเพิ่มสัมผลงานในการประเมินผลการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (การศึกษาดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ชาญวิทย์ จรัสสุทธิอิสร. (2545). การพัฒนากฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย
- นัฐพร ตี้อัจฉิตา. (2552). การสร้างแบบวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่). สืบค้นจาก <http://repository.cmu.ac.th/handle/6653943832/25847>
- พรรณี เจียมสุบุตร. (2543). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย

บรรณานุกรม (ต่อ)

- มลิวัลย์ ผิวคราม. (2545). การวิจัยทางการศึกษา. สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/wichakarwicaythangkarsuksa/raylaxeiyd-wicha>
- รุ่ง แก้วแดง. (2544). ประกันคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และ ดิเรกศรีสุขโข. (2544). การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ : บุญศิริการพิมพ์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2545). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สกล ตั้งแก้วสกล. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สืบค้นจาก <https://so01.tcihaijo.org/index.php/OJED>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สาคร สียางนอก. (2556). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- สาธิตา สกุลรัตนกุลชัย. (2559). การสร้างเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินแบบ SCORING RUBRICS. สืบค้นจาก <https://www.spu.ac.th/tlc/files/2016/02/2-การสร้าง-rubric-scoring.pdf>
- สาวิตรี จุ้ยทอง. (2554). การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบของชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2551). การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สุดใจ พละศักดิ์. (2556). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สืบค้นจาก <http://ethesis.kru.ac.th/abstract.pdf>
- อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์. (2542). การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชา คณิตศาสตร์ที่มีการตรวจ จำนวนผู้ตรวจ และประสบการณ์ของผู้ตรวจ แตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. McGraw-Hill, Book Company.
- Lane, S., & et al. (1996). Generalizability and Validity of Mathematics Performance Assessment. *Journal of Education Measurement*, 33(1), 71-92.
- Swartz, C. M., & et al. (1999). Using generalizability Theory to estimate the reliability of writing scores derived from holistic and analytical scoring methods. *Educational and Psychological Measurement*, 59(3), 492-506.





ภาคผนวก ก

รายนามผู้ให้สัตยาบัน

มหาวิทยาลัยพระนคร

คณะผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปานวงษ์

ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินนทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์

ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. นางราตรี แสงฤทธิ

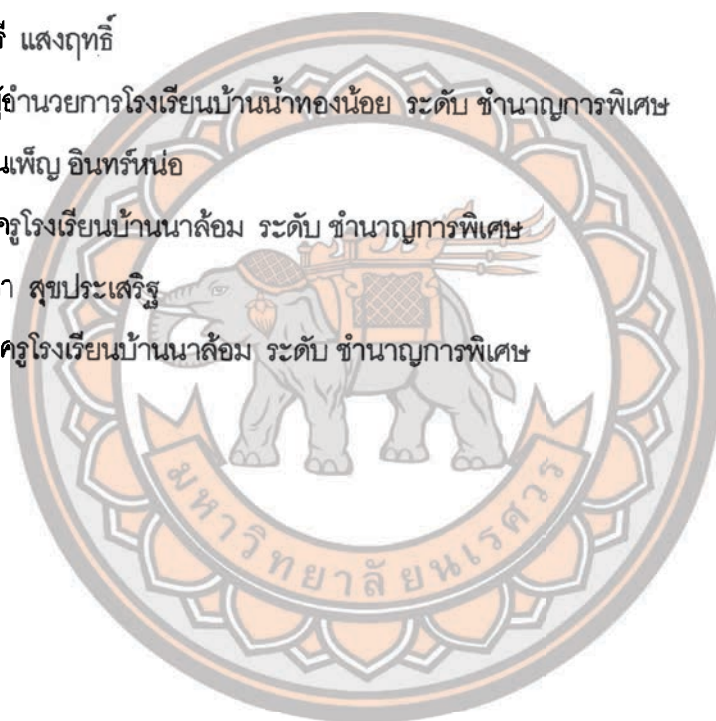
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านน้ำทองน้อย ระดับชำนาญการพิเศษ

4. นางเดือนเพ็ญ อินทร์หน่อ

ตำแหน่ง ครูโรงเรียนบ้านนาล้อม ระดับชำนาญการพิเศษ

5. นางสุนิศา สุขประเสริฐ

ตำแหน่ง ครูโรงเรียนบ้านนาล้อม ระดับชำนาญการพิเศษ





ภาคผนวก ข

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยพระนคร






แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์


ชุดที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยกำหนดเวลา 1.30 ชั่วโมง คะแนนเต็ม 43 คะแนน

ทักษะที่ 1 : ความสามารถในการแก้ปัญหา

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนข้าวสารที่ร้านมีสุขขายได้ใน 5 วัน

วันจันทร์	
วันอังคาร	
วันพุธ	
วันพฤหัสบดี	
วันศุกร์	

โดยกำหนดให้  แทนจำนวนข้าวสาร 1 ถุง

จากแผนภูมิรูปภาพ ถ้าข้าวสาร 1 ถุงหนัก 2 กิโลกรัม
วันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านมีสุขขายข้าวสารได้กี่กิโลกรัม

1. โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

2. จากโจทย์ มีวิธีการคิดหาคำตอบได้ด้วยวิธีใด (บวก ลบ คูณ หาร) (1 คะแนน)

3. จากโจทย์คิดหาคำตอบได้อย่างไร จงแสดงวิธีทำ (3 คะแนน)

4. สรุปคำตอบได้อย่างไร (3 คะแนน)



ทักษะที่ 2 : ความสามารถในการให้เหตุผล

สหกรณ์โรงเรียนขายนมกล่องรสชาติต่างๆ ได้แก่ รสจืดราคา 10 บาท รสหวานราคา 12 บาท รสช็อกโกแลตราคา 14 บาท และรสสตอเบอร์รี่ราคา 16 บาท โดยขายได้ดังแผนภูมิรูปภาพต่อไปนี้

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนนมกล่องที่ขายได้ในร้านค้าโรงเรียน

รสจืด	
รสหวาน	
รสช็อกโกแลต	
รสสตอเบอร์รี่	

โดยกำหนดให้  แทนจำนวนนมกล่อง 1 กล่อง

จากแผนภูมิรูปภาพข้างต้น นักเรียนคิดว่านมกล่องที่ขายได้เงินมากที่สุดคือนมกล่องรสจืดจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

ทักษะที่ 3 : ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ภูผาและน้ำใสจัดบันทึกจำนวนผักที่ปลูกไว้ในแปลงผักโรงเรียน ได้ข้อมูลดังนี้

พริก จำนวน 10 ต้น มะเขือ จำนวน 30 ต้น

คะน้า จำนวน 15 ต้น ผักกาด จำนวน 20 ต้น

มะเขือเทศ จำนวน 40 ต้น

หากภูผาและน้ำใสต้องการแสดงจำนวนของผักในรูปแบบอื่นๆ ที่เข้าใจได้ง่าย

ภูผาและน้ำใสควรเขียนในรูปแบบใด



ทักษะที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมโยง


เด็กวัยเรียน เป็นวัยที่มีการเคลื่อนไหวและใช้พลังงานอยู่ตลอดเวลาไม่หยุดนิ่ง ยกเว้นช่วงเวลาที่เจ็บป่วย ดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องได้รับสารอาหารต่างๆ ครบทั้ง 5 หมู่และควรได้รับอาหารที่สมดุลตามสัดส่วนที่สอดคล้องกับความต้องการของร่างกายของเด็กวัยนี้ ได้แก่ เนื้อสัตว์ 130 กรัม ผักใบเขียว 120 กรัม ไข่ 35 กรัม ข้าว 265 กรัม

1. จากข้อมูลที่กล่าวข้างต้น ถ้ารับประทานเนื้อสัตว์ ผักใบเขียว ไข่ และข้าวรวมกัน จะได้ปริมาณอาหารทั้งหมดกี่กรัม

2. หากนักเรียนต้องการนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบที่เข้าใจง่าย นักเรียนควรจะแสดงข้อมูลอย่างไร

2. ให้นักเรียนจับคู่อาหารว่าง 2 อย่างที่รวมกันได้ 30 ชิ้นขึ้นไป แต่ไม่เกิน 60 ชิ้น

3. จากแผนภูมิรูปภาพ นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาได้ว่าอย่างไรบ้าง (สร้างได้มากกว่า 1 โจทย์ปัญหา)



4. ถ้าต้องการจัดอาหารว่างที่ได้ขนม 1 อย่าง ผลไม้ 1 อย่าง น้ำ 1 อย่าง และนม 1 อย่าง รวมกันในกล่องเดียว จะจัดอาหารว่างได้กี่กล่อง

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์


ชุดที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ จำนวน 12 ข้อ
คะแนนเต็ม 43 คะแนน

ทักษะที่ 1 : ความสามารถในการแก้ปัญหา

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนน้ำมะนาวที่ร้านน้ำปั่นขายได้ใน 5 วัน

วันจันทร์	
วันอังคาร	
วันพุธ	
วันพฤหัสบดี	
วันศุกร์	

โดยกำหนดให้  แทนจำนวนน้ำมะนาว 2 แก้ว






จากแผนภูมิรูปภาพ ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านน้ำปั่นขายน้ำมะนาวได้ทั้งหมดกี่แก้ว

1. โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง (3 คะแนน)

ทักษะที่ 2 : ความสามารถในการให้เหตุผล

ห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งมีร้านขายโดนัทรสชาติต่างๆ ในราคาที่แตกต่างกัน ได้แก่ รสช็อกโกแลตราคาชิ้นละ 10 บาท รสบลูเบอร์รี่ราคา 15 บาท รสครีมราคา 6 บาท รสส้ม 10 บาท รสใบเตย 12 บาทโดยชายได้ตั้งแผนภูมิรูปภาพต่อไปนี้

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนซาลาเปารสชาติต่างๆ ที่ขายได้

				
ช็อกโกแลต	บลูเบอร์รี่	ครีม	ส้ม	ใบเตย

โดยกำหนดให้  แทนจำนวนโดนัท 1 ชิ้น

จากแผนภูมิรูปภาพข้างต้น นักเรียนคิดว่าโดนัทที่ขายได้เงินน้อยที่สุดคือโดนัทรสครีมจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

ทักษะที่ 3 : ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

เด็กชายที่ต้องการสำรวจสีของลูกโป่งที่เพื่อนชื่นชอบ โดยได้ข้อมูลดังนี้
 เพื่อนๆ ชอบลูกโป่งสีฟ้า จำนวน 10 คน สีแดงจำนวน 8 คน สีเขียวจำนวน 12 คน
 สีชมพูจำนวน 4 และสีส้มจำนวน 6 คน จากข้อมูลที่สำรวจได้ เด็กชายที่ต้องการ
 แสดงจำนวนของลูกโป่งในรูปแบบอื่นๆ ที่เข้าใจได้ง่าย นที่ควรเขียนในรูปแบบใด



ทักษะที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมโยง

จากผลการสำรวจผู้ที่ชื่นชอบรับประทานอาหารในโรงเรียนแห่งหนึ่ง พบข้อมูลดังต่อไปนี้

● ● ● ● ● ●	● ● ●	● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
โดนัท	ผักผลไม้	ขนมกรุบกรอบ	นม	น้ำผลไม้

กำหนดให้ ● แทนจำนวนนักเรียน 10 คน

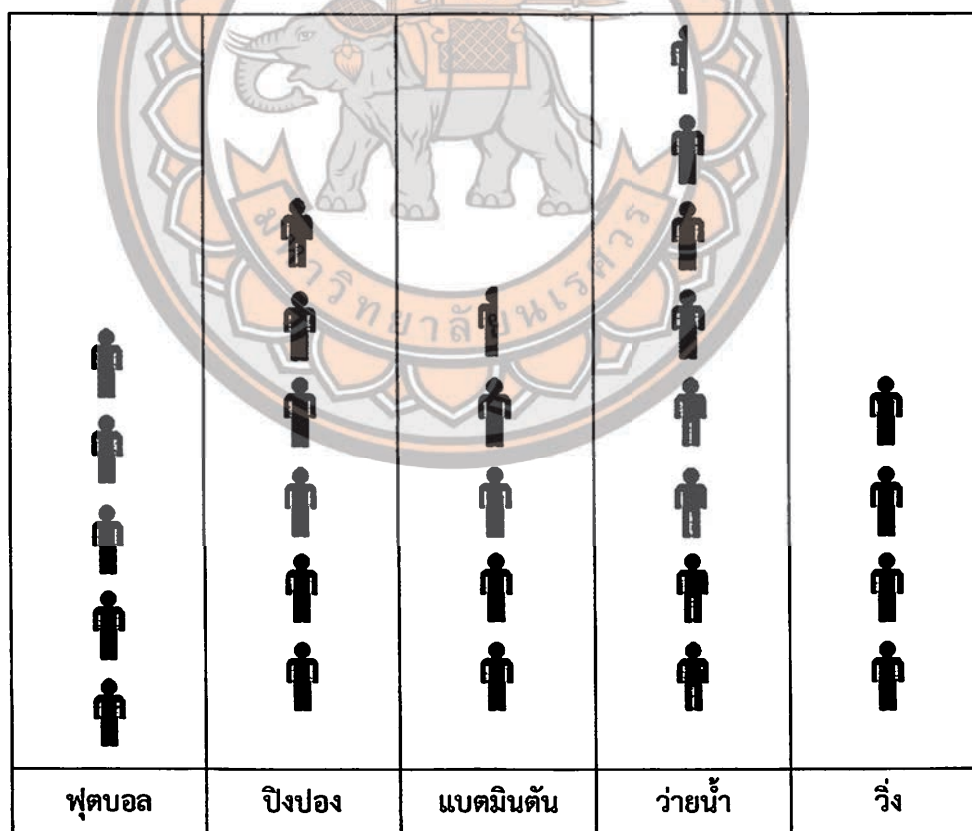
1. จำนวนของนักเรียนที่ชื่นชอบขนมกรุบกรอบต่างจากโดนัทรวมกับนม จำนวนกี่คน จงแสดงวิธีการคิด


2. อาหารชนิดใดที่นักเรียนชอบมากที่สุดมีจำนวนกี่คน และถ้านักเรียนรับประทาน
อาหารชนิดนี้มากๆเป็นเวลานานๆ จะเป็นเช่นไร

ทักษะที่ 5 : ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

สมชายสำรวจข้อมูลจากเพื่อนๆ ที่ชอบเล่นกีฬา 5 ชนิด ได้ข้อมูลดังนี้

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนเพื่อนที่ชื่นชอบกีฬาทั้ง 5 ชนิด



กำหนดให้  แทนจำนวนเพื่อนที่ชื่นชอบกีฬา 2 คน

4. ให้นักเรียนเลือกโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อที่ 3 มาแสดงวิธีการหาคำตอบ



แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์


ชุดที่ 3

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ จำนวน 12 ข้อ
คะแนนเต็ม 43 คะแนน

ทักษะที่ 1 : ความสามารถในการแก้ปัญหา

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนแซนวิชที่ร้านค้าโรงเรียนขายได้ใน 5 วัน

วันจันทร์	
วันอังคาร	
วันพุธ	
วันพฤหัสบดี	
วันศุกร์	

โดยกำหนดให้  แทนจำนวนแซนวิช 1 ชิ้น

จากแผนภูมิรูปภาพ ถ้าแซนวิช 1 ชิ้น ราคาชิ้นละ 3 บาท
ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านค้าโรงเรียนขายแซนวิชได้ทั้งหมดกี่บาท

ทักษะที่ 2 : ความสามารถในการให้เหตุผล

ร้านค้าขายซาลาเปาไส้ต่างๆ โดยขายไส้ครีมราคาลูกละ 7 บาท ไส้หมูสับราคาลูกละ 8 บาท ไส้หมูแดงราคาลูกละ 10 บาท ไส้ถั่วดำราคาลูกละ 5 บาท ไส้เห็ดหอมราคาลูกละ 7 บาท โดยขายได้ตั้งแผนภูมิรูปภาพต่อไปนี้

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนซาลาเปาไส้ต่างๆ ที่ขายได้

ครีม	
หมูสับ	
หมูแดง	
ถั่วดำ	
เห็ดหอม	

โดยกำหนดให้ แทนจำนวนซาลาเปา 2 ลูก

จากแผนภูมิรูปภาพข้างต้น นักเรียนคิดว่าซาลาเปาที่ขายได้เงินมากที่สุดคือซาลาเปาไส้หมูสับใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

ทักษะที่ 3 : ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

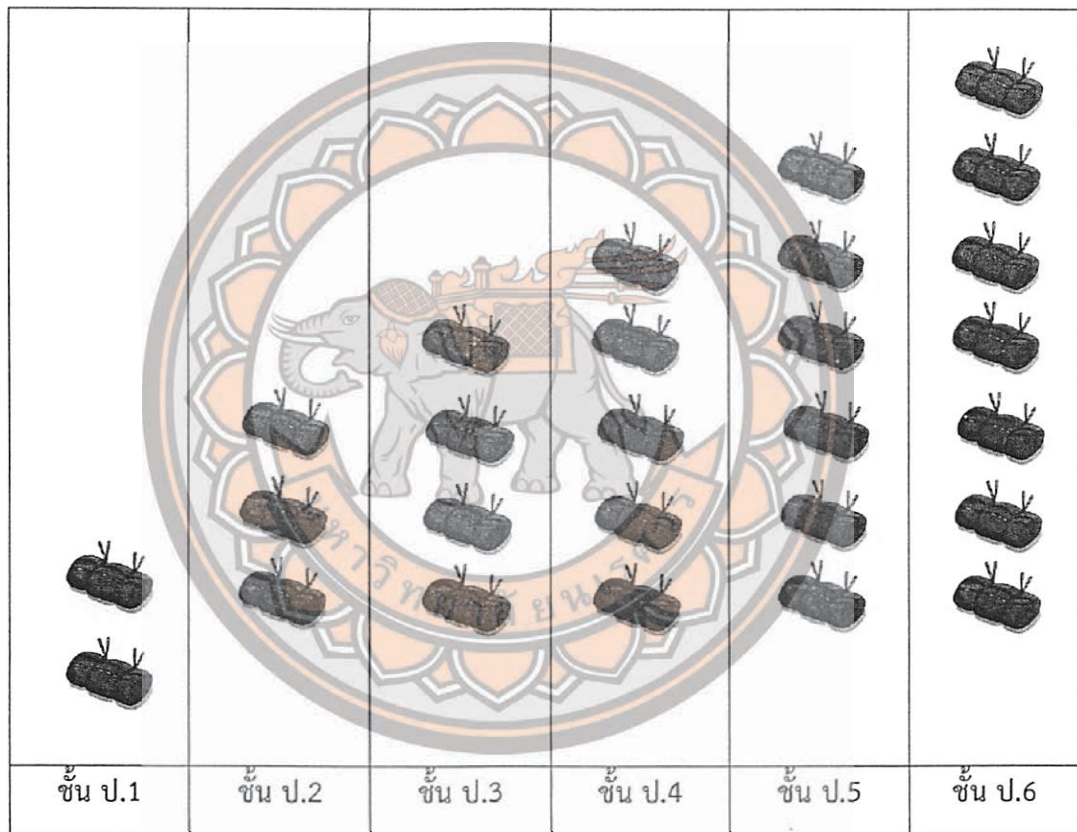
ทับทิมต้องการทราบ จำนวนสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้อง ได้จดบันทึกข้อมูลไว้ดังนี้
 สุนัข 10 ตัว แมว 14 ตัว ปลา 8 ตัว กระจ่าง 4 ตัว
 หากทับทิมต้องการแสดงจำนวนของสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้อง ในรูปแบบ
 อื่นๆ ที่เข้าใจได้ง่าย ทับทิมจะเขียนในรูปแบบใด



ทักษะที่ 5 : ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

โรงเรียนต้องการทำข้าวต้มมัดเพื่อนำไปร่วมงานบุญที่วัด โดยให้นักเรียนแต่ละระดับชั้น
ร่วมกันทำข้าวต้มมัดตามจำนวนต่อไปนี้

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนข้าวต้มมัดที่นักเรียนทำในแต่ละชั้น



กำหนดให้  แทนจำนวนข้าวต้มมัด 5 มัด

1. นักเรียนชั้นใดบ้างที่ทำขนมต้มมัดรวมกันได้ 40 มัดขึ้นไป (ตอบให้ได้มากที่สุด)



คำชี้แจง
เครื่องมือวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
ชุดที่ 1

จุดมุ่งหมายของแบบวัด

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สร้างขึ้น
 สำหรับใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มี
 ประสิทธิภาพในการเสริมและพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

ลักษณะของแบบวัด

เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ใน
 รูปแบบข้อคำถามอัตนัยจำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 43 คะแนน มุ่งเน้นการวัดทักษะกระบวนการทาง
 คณิตศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 4 ข้อ
2. ความสามารถในการให้เหตุผล จำนวน 1 ข้อ
3. ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ
4. ความสามารถในการเชื่อมโยง จำนวน 2 ข้อ
5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะที่ 1 : ความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อคำถามข้อที่ 1

โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า

- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ วันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านมีสุขขายข้าวสารได้กี่กิโลกรัม
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ข้าวสาร 1 ถุงหนัก 2 กิโลกรัม

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อสามารถแยกได้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งใดเป็นปัญหาที่โจทย์ถาม แต่เขียนตอบไม่สมบูรณ์หรือไม่ครบประโยค เช่น

- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ วันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านมีสุข
- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ ร้านมีสุขขายข้าวสารได้กี่กิโลกรัม
- สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ ข้าวสาร 1 ถุง
- สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ หนัก 2 กิโลกรัม
- ฯลฯ

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อตอบได้ถูกต้องเพียง 1 อย่างระหว่างสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ข้อคำถามข้อที่ 2

จากโจทย์ มีวิธีการคิดหาคำตอบได้ด้วยวิธีใด (การบวก การลบ การคูณ การหาร)

เกณฑ์การให้คะแนน**ได้คะแนนเต็ม 1 คะแนน**

เมื่อตอบได้ว่า

- คิดหาคำตอบได้ด้วยวิธีการคูณ และ การบวก

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ข้อคำถามข้อที่ 3

จากโจทย์คิดหาคำตอบได้อย่างไร จงแสดงวิธีทำ

เกณฑ์การให้คะแนน**ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน**

เมื่อแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง เช่น

ข้าวสาร 1 ถุง หนัก 2 กิโลกรัม

จากแผนภูมิรูปภาพวันจันทร์ถึงวันศุกร์มีข้าวสารทั้งหมด 29 ถุง

วันจันทร์ถึงวันศุกร์ขายข้าวสารทั้งหมด $29 \times 2 = 58$ กิโลกรัม

หรือ

มีโหลขนม	29	ถุง		
			×	
แต่ละโหลมีขนม	<u>2</u>			กิโลกรัม
วันจันทร์ถึงวันศุกร์ขายข้าวสารทั้งหมด	<u>58</u>			กิโลกรัม

หรือ

วันจันทร์	$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2$	= 18	กิโลกรัม
วันอังคาร	$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2$	= 12	กิโลกรัม
วันพุธ	$2 + 2$	= 4	กิโลกรัม
วันพฤหัสบดี	$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2$	= 16	กิโลกรัม
วันศุกร์	$2 + 2 + 2 + 2$	= 8	กิโลกรัม
ดังนั้นวันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านมีสุขขายข้าวสารทั้งหมด	$18 + 12 + 4 + 16 + 8 = 58$		

กิโลกรัม

หรือ

วันจันทร์	9×2	= 18	กิโลกรัม
วันอังคาร	6×2	= 12	กิโลกรัม
วันพุธ	2×2	= 4	กิโลกรัม
วันพฤหัสบดี	8×2	= 16	กิโลกรัม
วันศุกร์	4×2	= 8	กิโลกรัม
ดังนั้นวันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านมีสุขขายข้าวสารทั้งหมด	$18 + 12 + 4 + 16 + 8 = 58$		

กิโลกรัม

*** วิธีการคิดสามารถแสดงได้ตามความเหมาะสม อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อนักเรียน

- สามารถแสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบถูกต้อง
- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- แสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบไม่ถูกต้อง

ไม่มีคะแนน

- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ข้อคำถามข้อที่ 4

สรุปคำตอบได้อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน

เมื่อสามารถสรุปคำตอบ โดยนำสิ่งที่โจทย์ถามมาเขียนตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน คือ

- วันจันทร์ถึงวันศุกร์ขายข้าวสารทั้งหมด

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อนักเรียน

- นำสิ่งที่โจทย์ถามมาเขียนตอบได้ไม่สมบูรณ์
- ตอบเพียงตัวเลขที่คำนวณได้

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 2 : ความสามารถในการให้เหตุผล

ข้อคำถาม

จากแผนภูมิรูปภาพข้างต้น นักเรียนคิดว่านมกล่องที่ขายได้เงินมากที่สุดคือนมกล่องรสจืดจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า ไม่จริง พร้อมระบุเหตุผลประกอบการตัดสินใจที่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ เช่น

- ไม่จริง เพราะ นมรสจืดขายได้ $10 \times 8 = 80$ บาท แต่นมรสช็อกโกแลตขายได้เงินมากที่สุด $14 \times 6 = 84$ บาท
- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า ไม่จริง มีการระบุเหตุผลแต่ไม่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ เช่น

- ไม่จริง เพราะ นมรสชาติที่ขายได้เงินเยอะที่สุดคือ รสช็อกโกแลต
- ไม่จริง เพราะ นมรสจืดขายได้น้อยกว่านมรสช็อกโกแลต
- ฯลฯ

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า ไม่จริง แต่ไม่มีการระบุเหตุผลและไม่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

ไม่มีคะแนน

- เมื่อตอบว่าจริง
- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 3 : ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถาม

จากแผนภูมิรูปภาพข้างต้น หากภูผาและน้ำใสต้องการแสดงจำนวนของผักในรูปแบบอื่นๆ ที่เข้าใจได้ง่าย ภูผาและน้ำใสควรเขียนในรูปแบบใด

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนด เช่น






แผนภูมิแสดงจำนวนผักที่ปลูกไว้ในโรงเรียน


● ●	● ● ● ● ● ● ●	● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
พริก	มะเขือ	คะน้า	ผักกาด	มะเขือเทศ

กำหนดให้ ● แทนจำนวนผัก 5 ต้น

หรือ

แผนภูมิแสดงจำนวนผักที่ปลูกไว้ในโรงเรียน

พริก	
มะเขือ	
คะน้า	
ผักกาด	
มะเขือเทศ	

กำหนดให้  แทนจำนวนผัก 5 ต้น

หรือ

ตารางแสดงจำนวนผักที่ปลูกไว้ในโรงเรียน

ผักในโรงเรียน	จำนวน
พริก	10
มะเขือ	30
คะน้า	15
ผักกาด	20
มะเขือเทศ	40

หรือ

ตารางแสดงจำนวนผักที่ปลูกไว้ในโรงเรียน

ผักในโรงเรียน	จำนวน
พริก	10
มะเขือ	30

คะน้ำ	15
ผักกาด	20
มะเขือเทศ	40

หรือ

ตารางแสดงจำนวนผักที่ปลูกไว้ในโรงเรียน

ผักในโรงเรียน	จำนวน
พริก	
มะเขือ	
คะน้ำ	
ผักกาด	
มะเขือเทศ	

หรือ

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ แต่ไม่สมบูรณ์หรือข้อมูลขาดหายไปบางส่วน

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- เมื่อสามารถตอบหรือแสดงรูปแบบได้เพียงชื่อ เช่น ตารางแสดงจำนวนผักในโรงเรียน , แผนภูมิแสดงจำนวนผักในโรงเรียน เป็นต้น

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมโยง

ข้อคำถามข้อที่ 1

จากข้อมูลที่กล่าวข้างต้น ถ้ารับประทานเนื้อสัตว์ ผักใบเขียว ไข่ และข้าวรวมกัน จะได้ปริมาณอาหารทั้งหมดกี่กรัม

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนน 3 คะแนน

เมื่อนักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง เช่น

ถ้ารับประทานเนื้อสัตว์ ผักใบเขียว ไข่ ข้าว รวมกัน จะได้ปริมาณสารอาหารทั้งหมด

$$130 + 120 + 35 + 265 \text{ กรัม} = 550 \text{ กรัม}$$

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อนักเรียน

- สามารถแสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบถูกต้อง
- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- แสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบไม่ถูกต้อง

ไม่มีคะแนน

- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง
- ไม่เขียนคำตอบ

ข้อคำถามข้อที่ 2

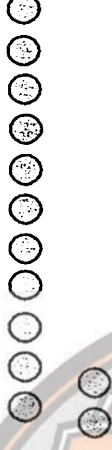
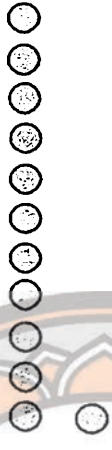

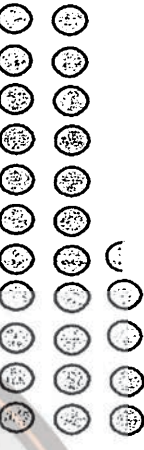
หากนักเรียนต้องการนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบที่เข้าใจง่าย นักเรียนควรจะแสดงข้อมูลอย่างไร


เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนน 3 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนด

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนสารอาหารที่ควรได้รับ

			
เนื้อสัตว์	ผักใบเขียว	ไข่	ข้าว

กำหนดให้  แทนจำนวนสารอาหาร 10 กรัม

*** นักเรียนสามารถกำหนดสัญลักษณ์แทนจำนวนได้ตามความเหมาะสม อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ
ได้คะแนน 2 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ แต่ไม่สมบูรณ์หรือข้อมูลขาดหายไปบางส่วน

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- เมื่อสามารถตอบหรือแสดงรูปแบบได้เพียงชื่อ เช่น ตารางแสดงจำนวนสัตว์ในป่าดงดิบ , แผนภูมิแสดงจำนวนสัตว์ในป่าดงดิบ เป็นต้น

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ

- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 5 : ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

ข้อคำถามข้อที่ 1

รายการอาหารว่างใดบ้างที่รวมกันแล้วเท่ากับ 30 ชิ้นขึ้นไป (ตอบให้ได้มากที่สุด)

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

แนวคำตอบ

รายการอาหารว่างใดบ้างที่รวมกันแล้วเท่ากับ 30 ชิ้นขึ้นไป ได้แก่

ขนม และ น้ำ ($20 + 30 = 50$)	ขนม และ ผลไม้ ($20 + 25 = 55$)
ขนม และ นม ($20 + 15 = 35$)	น้ำ และ ผลไม้ ($30 + 15 = 45$)
น้ำ และ นม ($20 + 30 = 50$)	ผลไม้ และ นม ($25 + 15 = 40$)
ขนม และ น้ำ และ ผลไม้ ($20 + 30 + 25 = 75$)	
ขนม และ น้ำ และ นม ($20 + 30 + 15 = 65$)	
น้ำ และ ผลไม้ และ นม ($30 + 25 + 15 = 70$)	
ขนม และ น้ำ และ ผลไม้ และ นม ($20 + 30 + 25 + 15 = 90$)	

ข้อคำถามข้อที่ 2

ให้นักเรียนจับคู่อาหารว่าง 2 อย่างที่รวมกันได้ 20 ชิ้นขึ้นไป แต่ไม่เกิน 60 ชิ้น

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

แนวคำตอบ

รายการอาหารว่างใดบ้างที่รวมกันแล้วเท่ากับ 20 ชิ้นขึ้นไปแต่ไม่เกิน 60 ชิ้น ได้แก่

ขนม และ น้ำ ($20 + 30 = 50$)	ขนม และ ผลไม้ ($20 + 25 = 55$)
ขนม และ นม ($20 + 15 = 35$)	น้ำ และ ผลไม้ ($30 + 15 = 45$)
น้ำ และ นม ($20 + 30 = 50$)	ผลไม้ และ นม ($25 + 15 = 40$)

ข้อคำถามข้อที่ 3

จากแผนภูมิรูปภาพ นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาได้ว่อย่างไรบ้าง (สร้างได้มากกว่า 1 โจทย์ปัญหา)

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากคำตอบที่ถูกต้องและแปลกแตกต่างหรือมีความซับซ้อนแตกต่างจากผู้อื่น ถ้าแนวคำตอบของผู้ใดซ้ำกันมากๆ จะได้คะแนนน้อย แต่ถ้าคำตอบไม่ซ้ำใครหรือมีความซับซ้อนกว่าผู้อื่นก็จะได้คะแนนมาก

เป็นโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนและแตกต่างจากคนอื่นๆ น้อยกว่า 10%	ให้	3	คะแนน
เป็นโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากคนอื่นๆ เล็กน้อย 10-19%	ให้	2	คะแนน
เป็นโจทย์ปัญหารธรรมดาที่นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ 20% ขึ้นไป	ให้	1	คะแนน
ไม่เขียนคำตอบหรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง	ให้	0	คะแนน

แนวคำตอบ

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ข้อคำถามข้อที่ 4

ให้นักเรียนเลือกโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อที่ 3 มาแสดงวิธีการหาคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

- พิจารณาจากการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องจากโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อที่ 3

แสดงวิธีการหาคำตอบถูกต้องสมบูรณ์	ให้	3	คะแนน
คำตอบถูกต้องแต่ข้ามวิธีการทำบางขั้นตอน	ให้	2	คะแนน
แสดงวิธีการหาคำตอบได้เพียงเล็กน้อย	ให้	1	คะแนน
ไม่เขียนคำตอบหรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง	ให้	0	คะแนน

แนวคำตอบ

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

คำชี้แจง
เครื่องมือวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
ชุดที่ 2

จุดมุ่งหมายของแบบวัด

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สร้างขึ้น
 สำหรับใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มี
 ประสิทธิภาพในการเสริมและพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

ลักษณะของแบบวัด

เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ใน
 รูปแบบข้อคำถามอัตนัยจำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 43 คะแนน มุ่งเน้นการจัดทักษะกระบวนการทาง
 คณิตศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 4 ข้อ
2. ความสามารถในการให้เหตุผล จำนวน 1 ข้อ
3. ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ
4. ความสามารถในการเชื่อมโยง จำนวน 2 ข้อ
5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะที่ 1 : ความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อคำถามข้อที่ 1

โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า

- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านน้ำปั่นขายน้ำมะนาวได้ทั้งหมดกี่แก้ว
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ มีน้ำมะนาว 25 แก้ว โดยกำหนดให้ 1 ภาพ แทนน้ำมะนาว 2

แก้ว

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อสามารถแยกได้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งใดเป็นปัญหาที่โจทย์ถาม แต่เขียนตอบไม่สมบูรณ์หรือไม่ครบประโยค เช่น

- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์
- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ ขายน้ำมะนาวได้ทั้งหมดกี่แก้ว
- สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ มีน้ำมะนาว 25 แก้ว
- สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ 1 ภาพ แทนน้ำมะนาว 2 แก้ว
- ฯลฯ

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อตอบได้ถูกต้องเพียง 1 อย่างระหว่างสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ข้อคำถามข้อที่ 2

จากโจทย์ มีวิธีการคิดหาคำตอบได้ด้วยวิธีใด (การบวก การลบ การคูณ การหาร)

เกณฑ์การให้คะแนน**ได้คะแนนเต็ม 1 คะแนน**

เมื่อตอบได้ว่า

- คูณ และ การบวก
- การบวก

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ข้อคำถามข้อที่ 3

จากโจทย์ มีวิธีการคิดหาคำตอบได้อย่างไร จงแสดงวิธีคิด

เกณฑ์การให้คะแนน**ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน**

เมื่อแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง

แนวคำตอบ

จากแผนภูมิรูปภาพมีน้ำมะนาวทั้งหมด 25 แก้ว

โดยภาพ 1 ภาพ แทนน้ำมะนาว 2 แก้ว

ขายน้ำมะนาวได้ทั้งหมด $25 \times 2 = 50$ แก้ว

หรือ

มีน้ำมะนาวทั้งหมด 25 แก้ว

x

1 ภาพแทนน้ำมะนาว 2 แก้ว

ขายน้ำมะนาวได้ทั้งหมด 50 แก้ว

หรือ

วันจันทร์ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 12$ บาท

วันอังคาร $2 + 2 + 2 + 2 = 8$ บาท

วันพุธ $2 + 2 = 4$ บาท

วันพฤหัสบดี $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 18$ บาท

วันศุกร์ $2 + 2 + 2 + 2 = 8$ บาท

ขายน้ำมะนาวได้ทั้งหมด $12 + 8 + 4 + 18 + 8 = 50$ บาท

หรือ

วันจันทร์ $2 \times 6 = 12$ บาท

วันอังคาร $2 \times 4 = 8$ บาท

วันพุธ $2 \times 2 = 4$ บาท

วันพฤหัสบดี $2 \times 9 = 18$ บาท

วันศุกร์ $2 \times 4 = 8$ บาท

ขายน้ำมะนาวได้ทั้งหมด $12 + 8 + 4 + 18 + 8 = 50$ บาท

*** วิธีการคิดสามารถแสดงได้ตามความเหมาะสม อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อนักเรียน

- สามารถแสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบถูกต้อง
- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- แสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบไม่ถูกต้อง

ไม่มีคะแนน

- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง
- ไม่ตอบ

ข้อคำถามข้อที่ 4

สรุปคำตอบได้อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน

เมื่อสามารถสรุปคำตอบ โดยนำสิ่งที่โจทย์ถามมาเขียนตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน คือ

- วันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านน้ำปั่นขายน้ำมะนาวได้ทั้งหมด 50 แก้ว

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อนักเรียน

- นำสิ่งที่โจทย์ถามมาเขียนตอบได้ไม่สมบูรณ์
- ตอบเพียงตัวเลขที่คำนวณได้

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 2 : ความสามารถในการให้เหตุผล

ข้อคำถาม

จากแผนภูมิรูปภาพข้างต้น นักเรียนคิดว่าโดนัทที่ขายได้เงินน้อยที่สุดคือโดนัทรสครีมจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า จริง พร้อมระบุเหตุผลประกอบการตัดสินใจที่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ เช่น

- จริง เพราะ โดนัทรสครีมขายได้เงิน $6 \times 4 = 24$ บาท แต่โดนัทรสชาติอื่นๆ ขายได้เงินมากกว่า 24 บาท
- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า จริง มีการระบุเหตุผลแต่ไม่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ เช่น

- จริง เพราะ ขายได้เงินน้อยที่สุดคือ รสชาติครีม
- ฯลฯ

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า จริง แต่ไม่มีการระบุเหตุผลและไม่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

ไม่มีคะแนน

- ตอบว่า ไม่จริง
- ไม่เขียนคำตอบ/ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 3 : ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์






ข้อคำถาม

เด็กชายที่ต้องการแสดงจำนวนของลูกโป่งในรูปแบบอื่นๆ ที่เข้าใจได้ง่าย นที่ควรเขียนในรูปแบบใด
เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนด เช่น






แผนภูมิแสดงจำนวนเพื่อนที่ชื่นชอบสีของลูกโป่งที่สำรวจได้


				
สีฟ้า	สีแดง	สีเขีย	สีชมพู	สีส้ม

กำหนดให้  แทนจำนวนเพื่อน 2 คน

หรือ

แผนภูมิแสดงจำนวนเพื่อนที่ชื่นชอบสีของลูกโป่งที่สำรวจได้

สีฟ้า	
สีแดง	
สีเขียว	
สีชมพู	
สีส้ม	

กำหนดให้  แทนจำนวนเพื่อน 2 คน

หรือ

ตารางแสดงจำนวนเพื่อนที่ชื่นชอบสีของลูกโป่งที่สำรวจได้

ผักในโรงเรียน	จำนวน
สีฟ้า	10
สีแดง	8
สีเขียว	12
สีชมพู	4
สีส้ม	6

หรือ

ตารางแสดงจำนวนเพื่อนที่ชื่นชอบสีของลูกโป่งที่สำรวจได้

ผักในโรงเรียน	จำนวน
สีฟ้า	
สีแดง	

สี่เขียว	
สี่ชมพู	
สี่ส้ม	

หรือ

- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ แต่ไม่สมบูรณ์หรือข้อมูลขาดหายไปบางส่วน

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- เมื่อสามารถตอบหรือแสดงรูปแบบได้เพียงชื่อ เช่น ตารางแสดงจำนวนเพื่อนที่ชื่นชอบสีของลูกโป่งที่สำรวจได้, แผนภูมิแสดงจำนวนเพื่อนที่ชื่นชอบสีของลูกโป่งที่สำรวจได้ เป็นต้น

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมโยง

ข้อคำถามข้อที่ 1

จำนวนของนักเรียนที่ชื่นชอบนมกรุปกรอบต่างจากโดนัทรวมกับนม จำนวนกี่คน จงแสดงวิธีการคิด

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนน 3 คะแนน

เมื่อนักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง

แนวคำตอบ

$$\text{โดนัทรวมกับนม } 60 + 40 = 100 \text{ คน}$$

$$\text{นมกรุปกรอบต่างจากโดนัทรวมกับนม } 100 - 65 = 35 \text{ คน}$$

ได้คะแนน 2 คะแนน**เมื่อนักเรียน**

- สามารถแสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบถูกต้อง
- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- แสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบไม่ถูกต้อง

ไม่มีคะแนน

- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง
- ไม่เขียนคำตอบ

ข้อคำถามข้อที่ 2

อาหารชนิดใดที่นักเรียนชอบมากที่สุดมีจำนวนกี่คน และถ้านักเรียนรับประทานอาหารชนิดนี้มากๆ เป็นเวลานานๆ จะเป็นเช่นไร

เกณฑ์การให้คะแนน**ได้คะแนน 2 คะแนน**

เมื่อนักเรียนสามารถตอบถึงโทษของขนมกรุบกรอบได้ พร้อมบอกเหตุผลประกอบ เช่น

- การรับประทานขนมกรุบกรอบมากๆ หรือเป็นประจำจะทำให้เกิดโรคอ้วน เพราะในขนมกรุบกรอบมีแป้งและน้ำตาลปริมาณมาก หากรับประทานแล้วไม่ออกกำลังกายหรือรับประทานมากๆ จะทำให้เกิดโรคอ้วน

- การรับประทานขนมกรุบกรอบมากๆ อาจทำให้ฟันผุได้ ถ้ารับประทานแล้วควรแปรงฟันให้สะอาดเพื่อป้องกันฟันผุ

- การรับประทานขนมกรุบกรอบมากๆ อาจทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคไต เพราะในขนมกรุบกรอบมีผงชูรส และมีสารแต่งกลิ่นแต่งสีผสมอยู่

- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถบอกโทษของการรับประทานขนมกรุบกรอบในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานๆ ได้ แต่ไม่มีการระบุเหตุผลประกอบ เช่น ทำให้เกิดโรคอ้วน ทำให้เกิดฟันผุ

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 5 : ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

ข้อคำถามข้อที่ 1

จำนวนของนักเรียนที่ชื่นชอบชมกรูบรอบต่างจากโดนัทรวมกับนม จำนวนกี่คน จงแสดงวิธีการคิด

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

แนวคำตอบ

กีฬาที่เพื่อนชื่นชอบรวมกันมากกว่า 30 คน ได้แก่

ฟุตบอล ปิงปอง แบดมินตัน ($10 + 12 + 9 = 31$)

ฟุตบอล ปิงปอง วายน้ำ ($10 + 12 + 15 = 37$)

ฟุตบอล ปิงปอง วิ่ง ($10 + 12 + 8 = 30$)

ฟุตบอล ปิงปอง แบดมินตัน วายน้ำ ($10 + 12 + 9 + 15 = 46$)

ฟุตบอล ปิงปอง แบดมินตัน วายน้ำ ($10 + 12 + 9 + 15 + 8 = 54$)

ข้อคำถามข้อที่ 2

กีฬาจำนวน 2 ชนิดที่มีคนชื่นชอบต่างกันน้อยกว่า 5 คน

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

แนวคำตอบ

กีฬาจำนวน 2 ชนิดที่มีคนชื่นชอบต่างกันน้อยกว่า 5 คน ได้แก่

ฟุตบอล ปิงปอง ($12 - 10 = 2$)

ฟุตบอล แบดมินตัน ($10 - 9 = 1$)

ฟุตบอล วายน้ำ ($15 - 10 = 5$)

ฟุตบอล วิ่ง ($10 - 8 = 2$)

ปิงปอง แบตมินตัน ($12 - 9 = 3$)

ปิงปอง ว่ายน้ำ ($15 - 12 = 3$)

ปิงปอง วิ่ง ($12 - 8 = 4$)

แบตมินตัน วิ่ง ($9 - 8 = 1$)

ข้อคำถามข้อที่ 3

จากแผนภูมิรูปภาพ นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาได้ว่อย่างไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากคำตอบที่ถูกต้องและแปลกแตกต่างหรือมีความซับซ้อนแตกต่างจากผู้อื่น ถ้าแนวคำตอบของผู้ใดซ้ำกันมากๆ จะได้คะแนนน้อย แต่ถ้าคำตอบไม่ซ้ำใครหรือมีความซับซ้อนกว่าผู้อื่นก็จะได้คะแนนมาก

เป็นโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนและแตกต่างจากคนอื่นๆ น้อยกว่า 10%	ให้	3	คะแนน
เป็นโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากคนอื่นๆ เล็กน้อย 10-19%	ให้	2	คะแนน
เป็นโจทย์ปัญหาธรรมดาที่นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ 20% ขึ้นไป	ให้	1	คะแนน
ไม่เขียนคำตอบหรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง	ให้	0	คะแนน

ข้อคำถามข้อที่ 4

ให้นักเรียนเลือกโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อที่ 3 มาแสดงวิธีการหาคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

- พิจารณาจากการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องจากโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อที่ 3

แสดงวิธีการหาคำตอบถูกต้องสมบูรณ์	ให้	3	คะแนน
คำตอบถูกต้องแต่ข้ามวิธีการทำบางขั้นตอน	ให้	2	คะแนน
แสดงวิธีการหาคำตอบได้เพียงเล็กน้อย	ให้	1	คะแนน
ไม่เขียนคำตอบหรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง	ให้	0	คะแนน

แนวคำตอบ

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

คำชี้แจง
เครื่องมือวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
ชุดที่ 3

จุดมุ่งหมายของแบบวัด

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สร้างขึ้น
 สำหรับใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มี
 ประสิทธิภาพในการเสริมและพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

ลักษณะของแบบวัด

เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ใน
 รูปแบบข้อคำถามอัตนัยจำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 43 คะแนน มุ่งเน้นการวัดทักษะกระบวนการทาง
 คณิตศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 4 ข้อ
2. ความสามารถในการให้เหตุผล จำนวน 1 ข้อ
3. ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ
4. ความสามารถในการเชื่อมโยง จำนวน 2 ข้อ
5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะที่ 1 : ความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อคำถามข้อที่ 1

โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า

- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านค้าโรงเรียนชายแดนวิชได้ทั้งหมดกี่ชิ้น
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ แขนวิช 1 ชิ้น ราคาชิ้นละ 3 บาท

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อสามารถแยกได้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งใดเป็นปัญหาที่โจทย์ถาม แต่เขียนตอบไม่สมบูรณ์หรือไม่ครบประโยค เช่น

- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ วันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านค้าโรงเรียน
- สิ่งที่โจทย์ถาม คือ ชายแขนวิซได้ทั้งหมดกี่ชิ้น
- สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ แขนวิซ 1 ชิ้น
- สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ ราคาชิ้นละ 3 บาท
- ฯลฯ

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อตอบได้ถูกต้องเพียง 1 อย่างระหว่างสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ข้อคำถามข้อที่ 2

จากโจทย์ มีวิธีการคิดหาคำตอบได้ด้วยวิธีใด (การบวก การลบ การคูณ การหาร)

เกณฑ์การให้คะแนน**ได้คะแนนเต็ม 1 คะแนน**

เมื่อตอบได้ว่า

- คิดหาคำตอบได้ด้วยวิธีการคูณ และการบวก

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ข้อคำถามข้อที่ 3

จากโจทย์ มีวิธีการคิดหาคำตอบได้อย่างไร จงแสดงวิธีทำ

เกณฑ์การให้คะแนน**ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน**

เมื่อแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง

แนวคำตอบ

แซนวิช 1 ชิ้น ราคาชิ้นละ 3 บาท

จากแผนภูมิรูปภาพวันจันทร์ถึงวันศุกร์ขายแซนวิชได้ทั้งหมด 23 ชิ้น

วันจันทร์ถึงวันศุกร์ขายแซนวิชได้ทั้งหมด $23 \times 3 = 69$ กิโลกรัม

หรือ

มีแซนวิช	23	ชิ้น	
			×
แต่ละโหลมีขนม	3	บาท	
วันจันทร์ถึงวันศุกร์ขายแซนวิชได้ทั้งหมด	69	บาท	

หรือ

วันจันทร์	$3 + 3 + 3 + 3 + 3$	= 15	บาท
วันอังคาร	$3 + 3 + 3 + 3$	= 12	บาท
วันพุธ	$3 + 3$	= 6	บาท
วันพฤหัสบดี	$3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3$	= 24	บาท
วันศุกร์	$3 + 3 + 3 + 3$	= 12	บาท

ดังนั้นวันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านค้าโรงเรียนขายได้ทั้งหมด $15 + 12 + 6 + 24 + 12 = 69$ บาท

หรือ

วันจันทร์	5×3	= 15	บาท
วันอังคาร	4×3	= 12	บาท
วันพุธ	2×3	= 6	บาท
วันพฤหัสบดี	8×3	= 24	บาท
วันศุกร์	4×3	= 12	บาท

ดังนั้นวันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านค้าโรงเรียนขายได้ทั้งหมด $15 + 12 + 6 + 24 + 12 = 69$ บาท

*** วิธีการคิดสามารถแสดงได้ตามความเหมาะสม อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อนักเรียน

- สามารถแสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบถูกต้อง
- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- แสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบไม่ถูกต้อง

ไม่มีคะแนน

- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง
- ไม่ตอบ

ข้อคำถามข้อที่ 4

สรุปคำตอบได้อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน

เมื่อสามารถสรุปคำตอบ โดยนำสิ่งที่โจทย์ถามมาเขียนตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน คือ

- วันจันทร์ถึงวันศุกร์ร้านค้าโรงเรียนชายแชนวิชได้ทั้งหมด 69 บาท

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อนักเรียน

- นำสิ่งที่โจทย์ถามมาเขียนตอบได้ไม่สมบูรณ์
- ตอบเพียงตัวเลขที่คำนวณได้

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 2 : ความสามารถในการให้เหตุผล

ข้อคำถาม

จากแผนภูมิรูปภาพข้างต้น นักเรียนคิดว่าซาลาเปาที่ขายได้เงินมากที่สุดคือซาลาเปาไส้หมูสับ
ไข่หรือไม่ เพราะเหตุใด

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า ไม่จริง พร้อมระบุเหตุผลประกอบการตัดสินใจที่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์
รองรับ เช่น

- ไม่จริง เพราะ ซาลาเปาไส้หมูแดงขายได้เงิน $10 \times 6 = 60$ บาท แต่ซาลาเปาไส้หมู
สับขายได้เงิน $8 \times 7 = 56$ บาท

- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า ไม่จริง มีการระบุเหตุผลแต่ไม่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ เช่น

- ไม่จริง เพราะ ซาลาเปาที่ขายได้เงินเยอะที่สุดคือ ไส้หมูแดง
- ไม่จริง เพราะ ซาลาเปาไส้หมูสับขายได้น้อยกว่าไส้หมูแดง
- ฯลฯ

ได้คะแนน 1 คะแนน

เมื่อตอบได้ว่า ไม่จริง แต่ไม่มีการระบุเหตุผลและไม่มีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

ไม่มีคะแนน

- เมื่อตอบว่าจริง
- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 3 : ความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์





ข้อคำถาม

หากทับทิมต้องการแสดงจำนวนของสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้อง ในรูปแบบอื่นๆ ที่เข้าใจ ได้
ง่าย ทับทิมจะเขียนในรูปแบบใด

ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สามารถ
นำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ
การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนด เช่น





แผนภูมิแสดงจำนวนสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้องเรียน


			
สุนัข	แมว	ปลา	กระต่าย

กำหนดให้  แทนจำนวนสัตว์เลี้ยง 2 ตัว

หรือ

แผนภูมิแสดงจำนวนสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้องเรียน

สุนัข	
แมว	
ปลา	
กระต่าย	

กำหนดให้  แทนจำนวนสัตว์เลี้ยง 2 ตัว

หรือ

ตารางแสดงจำนวนสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้องเรียน

ผักในโรงเรียน	จำนวน
สุนัข	10

แมว	14
ปลา	8
กระต่าย	4

หรือ ตารางแสดงจำนวนสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้องเรียน

ผักในโรงเรียน	จำนวน
สุนัข	
แมว	
ปลา	
กระต่าย	

หรือ

- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ แต่ไม่สมบูรณ์หรือข้อมูลขาดหายไปบางส่วน

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- เมื่อสามารถตอบหรือแสดงรูปแบบได้เพียงชื่อ เช่น ตารางแสดงจำนวนสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้องเรียน, แผนภูมิแสดงจำนวนสัตว์เลี้ยงของเพื่อนในห้องเรียน เป็นต้น

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ
- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมโยง

ข้อคำถามข้อที่ 1

พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2516 และ ปี พ.ศ. 2541 มีพื้นที่ป่าไม้รวมกันเท่าใด

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนน 3 คะแนน

เมื่อนักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง

แนวคำตอบ

พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2516 รวมกับพื้นที่ป่าในปี พ.ศ. 2541

$$55000 - 45000 = 10000 \text{ ไร่}$$

ได้คะแนน 2 คะแนน

เมื่อนักเรียน

- สามารถแสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบถูกต้อง
- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- แสดงวิธีทำได้ แต่ข้ามบางขั้นตอน คำตอบไม่ถูกต้อง

ไม่มีคะแนน

- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง
- ไม่เขียนคำตอบ

ข้อคำถามข้อที่ 2






หากต้องการเปรียบเทียบพื้นที่ป่าไม้ให้เข้าใจง่าย นักเรียนควรจะแสดงข้อมูลอย่างไร


เกณฑ์การให้คะแนน

ได้คะแนน 3 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนด

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนพื้นที่ป่าจังหวัดพิษณุโลก ในช่วงปี พ.ศ. 2504 – พ.ศ. 2562

พ.ศ. 2504	
พ.ศ. 2516	
พ.ศ. 2528	
พ.ศ. 2541	
พ.ศ. 2562	

กำหนดให้  แทนจำนวนพื้นที่ป่า 10,000 ไร่

*** นักเรียนสามารถกำหนดสัญลักษณ์แทนจำนวนได้ตามความเหมาะสม อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 2 คะแนน

- เมื่อนักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนภูมิ การวาดภาพ การสร้างตาราง แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ แต่ไม่สมบูรณ์หรือข้อมูลขาดหายไปบางส่วน

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ได้คะแนน 1 คะแนน

- เมื่อสามารถตอบหรือแสดงรูปแบบได้เพียงชื่อ เช่น ตารางแสดงจำนวนสัตว์ในป่าดงดิบ , แผนภูมิแสดงจำนวนสัตว์ในป่าดงดิบ เป็นต้น

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ไม่มีคะแนน

- ไม่เขียนคำตอบ

- ระบุคำตอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทักษะที่ 5 : ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

ข้อคำถามข้อที่ 1

นักเรียนชั้นใดบ้างที่ทำขนมต้มมัดรวมกันได้ 40 มัดขึ้นไป (ตอบให้ได้มากที่สุด)

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

แนวคำตอบ

ระดับชั้นที่มีจำนวนข้าวต้มมัดรวมกันได้ 40 มัดขึ้นไป ได้แก่

- | | |
|--|-------------------------------------|
| ชั้น ป.1 และ ป.5 ($10 + 30 = 40$) | ชั้น ป.2 และ ป.4 ($15 + 25 = 40$) |
| ชั้น ป.2 และ ป.5 ($15 + 30 = 45$) | ชั้น ป.2 และ ป.6 ($15 + 35 = 50$) |
| ชั้น ป.3 และ ป.4 ($20 + 25 = 45$) | ชั้น ป.3 และ ป.5 ($20 + 30 = 50$) |
| ชั้น ป.3 และ ป.6 ($20 + 35 = 55$) | ชั้น ป.4 และ ป.5 ($25 + 30 = 55$) |
| ชั้น ป.4 และ ป.6 ($25 + 35 = 60$) | |
| ชั้น ป.1 และ ป.2 และ ป.3 ($10 + 15 + 20 = 45$) | |
| ชั้น ป.1 และ ป.2 และ ป.4 ($10 + 15 + 25 = 50$) | |
| ชั้น ป.1 และ ป.2 และ ป.5 ($10 + 15 + 30 = 55$) | |
| ชั้น ป.1 และ ป.2 และ ป.6 ($10 + 15 + 35 = 60$) | |
| ชั้น ป.2 และ ป.3 และ ป.4 ($15 + 20 + 25 = 60$) | |
| ชั้น ป.2 และ ป.3 และ ป.5 ($15 + 20 + 30 = 65$) | |
| ชั้น ป.2 และ ป.3 และ ป.6 ($15 + 20 + 35 = 70$) | |
| ชั้น ป.3 และ ป.4 และ ป.5 ($20 + 25 + 30 = 75$) | |
| ชั้น ป.3 และ ป.4 และ ป.6 ($20 + 25 + 35 = 80$) | |
| ชั้น ป.4 และ ป.5 และ ป.6 ($25 + 30 + 35 = 90$) | |

ข้อคำถามข้อที่ 2

ถ้าต้องการนำข้าวต้มมัดจำนวน 50 มัดขึ้นไปของนักเรียน 2 ชั้น ไปร่วมงานบุญที่วัด ควรเลือกข้าวต้มมัดของชั้นใดบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

แนวคำตอบ

ระดับชั้นที่มีจำนวนข้าวต้มมัดรวมกันได้ 50 มัดขึ้นไป ของ 2 ระดับชั้น ได้แก่

ชั้น ป.2 และ ป.6 ($15 + 35 = 40$)

ชั้น ป.3 และ ป.5 ($20 + 30 = 50$)

ชั้น ป.3 และ ป.6 ($20 + 35 = 55$)

ชั้น ป.4 และ ป.6 ($25 + 35 = 60$)

ชั้น ป.3 และ ป.6 ($20 + 35 = 55$)

ข้อคำถามข้อที่ 3

จากแผนภูมิรูปภาพ นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาได้ว่อย่างไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาจากคำตอบที่ถูกต้องและแปลกแตกต่างหรือมีความซับซ้อนแตกต่างจากผู้อื่น ถ้าแนวคำตอบของผู้ใดซ้ำกันมากๆ จะได้คะแนนน้อย แต่ถ้าคำตอบไม่ซ้ำใครหรือมีความซับซ้อนกว่าผู้อื่นก็จะได้คะแนนมาก

เป็นโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนและแตกต่างจากคนอื่นๆ น้อยกว่า 10% ให้ 3 คะแนน

เป็นโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากคนอื่นๆเล็กน้อย 10-19% ให้ 2 คะแนน

เป็นโจทย์ปัญหาธรรมดาที่นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ 20% ขึ้นไป ให้ 1 คะแนน

ไม่เขียนคำตอบหรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง ให้ 0 คะแนน

แนวคำตอบ

นักเรียนนำสิ่งที่กำหนดให้จากแผนภูมิรูปภาพ มาสร้างเป็นโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง เช่น

- นักเรียนชั้น ป.3 มีข้าวต้มมัด 20 มัด ป.1 มีข้าวต้มมัด 10 มัด อยากทราบว่านักเรียนชั้น ป.3 มีมากกว่า ป.1 กี่มัด

- นักเรียนชั้น ป.2 มีข้าวต้มมัด 15 มัด ป.3 มีข้าวต้มมัด 20 มัด ป.5 มีข้าวต้มมัด 30 มัด อยากทราบว่านักเรียนทั้งสามห้องเรียนมีข้าวต้มมัดรวมกันกี่มัด

- อื่นๆ อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ข้อคำถามข้อที่ 4

ให้นักเรียนเลือกโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อที่ 3 มาแสดงวิธีการหาคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

- พิจารณาจากการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องจากโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อที่ 3

แสดงวิธีการหาคำตอบถูกต้องสมบูรณ์ ให้ 3 คะแนน

คำตอบถูกต้องแต่ข้ามวิธีการทำบางขั้นตอน ให้ 2 คะแนน

แสดงวิธีการหาคำตอบได้เพียงเล็กน้อย ให้ 1 คะแนน

ไม่เขียนคำตอบหรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง ให้ 0 คะแนน

แนวคำตอบ

- อยู่ในดุลพินิจของผู้ตรวจ





ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	ชญาทิพ ชูช่วย
วัน เดือน ปี เกิด	6 มีนาคม พ.ศ. 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน	110/1 หมู่ 3 ตำบลนายาง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ 53120
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านนาล้อม หมู่ 10 ตำบลป่าแดง อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก 65130
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู คศ.1
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2560	โรงเรียนบ้านนาล้อม อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก
พ.ศ. 2558	โรงเรียนบ้านนาอูซาง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2563	กศ.ม. (วิจัยและประเมินทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2559	กศ.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์(คูขนาน)) มหาวิทยาลัยนเรศวร

