

การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์
วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน

สมคิด เทียรพิสุทธิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยทักษิณ

2550

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จากงบประมาณแผ่นดินปี พ.ศ. 2550
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยทักษิณ

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์
วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน
ชื่อ – ชื่อสกุลผู้ทำวิทยานิพนธ์ : สมคิด เทียรพิสุทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

..... ประธานที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.เรวดี กระโหมวงค์)

..... กรรมการที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสริม ทิศศรี)

มหาวิทยาลัยทักษิณอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยทักษิณ

.....
(รองศาสตราจารย์ประดิษฐ์ มีสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำเร็จการศึกษา เมื่อวันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยทักษิณ

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจ และจำนวนผู้ตรวจต่างกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติและการตรวจให้คะแนนแบบน็อก และมีจำนวนผู้ตรวจ 2 และ 3 คน และศึกษาการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ว่าควรใช้ข้อสอบจำนวนกี่ข้อ และผู้ตรวจจำนวนกี่คนจึงทำให้แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต ปีการศึกษา 2549 จำนวน 86 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลการวิจัยพบว่า

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากันมีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกันเมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกันมีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน และการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบให้มีค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ วิธีการตรวจแบบเฟลตติ เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 1 คน ต้องใช้ข้อสอบ 7 ข้อขึ้นไป เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 2 คน หรือ 3 คน ต้องใช้ข้อสอบ 6 ข้อขึ้นไป ส่วนการตรวจให้คะแนนแบบน็อกเมื่อกำหนดผู้ตรวจ 1 คน ต้องใช้ข้อสอบ 8 ข้อขึ้นไป เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 2 หรือ 3 คน ต้องใช้ข้อสอบ 7 ข้อขึ้นไป

Abstract

The Comparison of the Reliability of a Modified Mathematics Essay Question Test with Different Scoring Methods and Numbers of Raters

This research compared the reliability of a modified mathematics essay question test with different scoring methods and numbers of raters. The purpose of the study was to compare the reliability of a modified mathematics essay question test using both Knok and Feletti scoring methods and different numbers of raters (two raters and three raters) and to study D-study, how many items, and raters are required to obtain a test reliability of 0.8 at least. The instruments used was a modified mathematics essay question test. The sample of this study included 86 primary grade 6 students under Phuket Metropolitan Municipality, academic year 2006, the students were selected by the stratified random sampling technique. The research findings were as follows :

1. The comparison of the reliability of a modified mathematics essay question test with different scoring methods when the same numbers of raters was not significantly different.

2. The comparison of reliability of a modified mathematics essay question tests with different numbers of raters when the same scoring methods was not significantly different.

3. A D- study of the Feletti scoring method with a Generalizability Coefficient was 0.8 at least. The raters of 1, 2 and 3 were used for 7, 6 and 6 items, respectively.

A D-study of Knok scoring method with a Generalizability Coefficient was 0.8. The raters of 1, 2 and 3 were used for 8, 7 and 7 items, respectively.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.เรวดี กระโหมวงศ์ ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสริมศักดิ์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นรา บุรณรัช อาจารย์ ดร.ชัยลิขิต สร้อยเพชรเกษม อาจารย์ ดร.สุริยา เหมตะศิลป์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะและแนวคิดหลายประการ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ตลอดจนคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหาร ครูอาจารย์โรงเรียนสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบทดสอบและปฏิบัติกิจกรรมด้วยดี

ขอขอบคุณ ภรรยา ลูก ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ร่วมรุ่นวิชาเอกวัดผลการศึกษาทุกคน ที่ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่เวทิตา แต่คุณพ่อประสิทธิ์ เทียรพิสุทธิ์ บวรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน และขออุทิศคุณค่าเป็นผลบุญกุศลแก่คุณแม่สิริพร เทียรพิสุทธิ์ และบรรพบุรุษผู้ล่วงลับ

สมคิด เทียรพิสุทธิ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	4
สมมติฐาน	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
ความเป็นมาของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง	10
โครงสร้างทฤษฎีการสรุปอ้างอิง	11
หลักการพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง	14
การประมาณค่าความเชื่อมั่นตามโครงสร้างทฤษฎีการสรุปอ้างอิง	15
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์	21
แบบทดสอบความเรียงประยุกต์	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
งานวิจัยต่างประเทศ	41
งานวิจัยในประเทศ	44
กรอบแนวคิด	49
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	50
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	50
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	51
ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ อ	57
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	59
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	63
สัญลักษณ์ทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	75
บทย่อ	75
สรุปผล	77
อภิปรายผล	79
ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	88
ประวัติย่อผู้วิจัย	135

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง	51
2 ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์	65
3 การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบที่มีผล ต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่ได้จากวิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ เมื่อผู้สอบ 86 คน ข้อสอบ 6 ข้อ และผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน	66
4 การประมาณค่าความแปรปรวน ขององค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบที่มีผล ต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ที่ได้จากวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก เมื่อผู้สอบ 86 คน ข้อสอบ 6 ข้อ และผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน	67
5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากันแต่มีวิธีการตรวจ ต่างกัน	68
6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของ แบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกันแต่มี จำนวนผู้ตรวจให้คะแนนต่างกัน	69
7 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ โดยใช้จำนวนข้อสอบตั้งแต่ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน	70
8 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนนแบบน็อก โดยใช้จำนวนข้อสอบตั้งแต่ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน	71

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 แผนภาพเวนน์ -ออยเลอร์ แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนของรูปแบบ p x i x r เมื่อองค์ประกอบที่ศึกษาทั้งหมดเป็นองค์ประกอบสุ่ม	17
2 กรอบแนวคิดในการวิจัย	49
3 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	57
4 กราฟแสดง ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนน แบบเฟเลตติโดยใช้จำนวนข้อสอบ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน	72
5 กราฟแสดง ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนน แบบน็อกโดยใช้จำนวนข้อสอบ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน	73
6 กราฟแสดง ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนนแบบเฟเลตติและน็อก โดยใช้จำนวนข้อสอบ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน	74

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ได้กำหนดให้การจัดการศึกษาตามหลักสูตรต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทย ให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมแห่งความเป็นไทยในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เปิดโอกาสให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาพัฒนาสาระและกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง จึงกำหนดให้มีการจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อมุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ (วิชาการ, กรม. 2545 : 1- 4) ดังนั้น การศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพราะเยาวชนที่ได้รับการศึกษาดี มีคุณธรรมจะนำพาประเทศไปสู่ความเจริญก้าวหน้า

การจัดการศึกษานั้นประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือจุดมุ่งหมายทางการศึกษา การจัดการกระบวนการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผลองค์ประกอบดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันจะขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใดมิได้ การวัดผลการศึกษาจะเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพของการศึกษาในระดับการศึกษาต่าง ๆ เพราะผลจากการวัดจะเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจของครูและผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษา การวัดผลประเมินผลเป็นกิจกรรมที่จะช่วยตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนและประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนว่าบรรลุตามจุดมุ่งหมายของการศึกษามากน้อยเพียงใด จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งประการหนึ่งในการจัดการศึกษาและการพัฒนาการศึกษาให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น (พรรณเพ็ญ เมืองสง. 2543:1)

สิ่งสำคัญประการหนึ่งซึ่งช่วยให้การวัดผลมีประสิทธิภาพมากก็คือเครื่องมือวัดเพราะถ้าเครื่องมือดีมีคุณภาพก็จะทำให้ได้ข้อมูลหรือคะแนนที่ได้ ถูกต้องมีความน่าเชื่อถือ (วิรัช วรรณรัตน์. 2536 : 46) ปัจจุบันการวัดผลการศึกษาในโรงเรียน ครูส่วนมากนิยมใช้แบบทดสอบ ซึ่งแบ่งแบบทดสอบตามรูปแบบของการใช้คำถามได้ 2 ประเภท คือแบบทดสอบปรนัยกับแบบทดสอบอัตนัยหรือแบบทดสอบความเรียงซึ่งแบบทดสอบอัตนัยนี้ ผู้สอบจะต้องวางแผนในการตอบ จะต้องแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดของตัวเอง ผู้สอบสามารถตอบได้กว้างขวางเวลาส่วนใหญ่ใช้ในการคิดหาคำตอบส่วนแบบทดสอบปรนัยผู้สอบจะต้องเลือกคำตอบจากสิ่งที่กำหนดมาให้

ทำให้แบบทดสอบความเรียงเป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมสำหรับการวัดความสามารถทางด้านความรู้ ความเข้าใจ ความคิดริเริ่ม และความสามารถในการแก้ปัญหา (ปาริชาติ เกตุแก้ว. 2544 : 1) แต่แบบทดสอบความเรียงก็มีข้อด้อย คือมักจะถามกว้าง ๆ ไม่เฉพาะเจาะจงถ้าคำถามไม่ชัดเจน ผู้สอบมักจะตอบได้ไม่ตรงจุดประสงค์ของผู้ออกข้อสอบ (ฉลอง สวัสดิ์. 2538 : 2) และข้อสอบความเรียง อาจมีปัญหาค้นเนื่องมาจากนักเรียนมีจำนวนมากขึ้นทำให้ผู้ตรวจไม่สามารถอ่านคำตอบแบบเรียงความของนักเรียนได้อย่างรอบคอบ จึงมักมีจุดอ่อนในเรื่องความยุติธรรมในการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจ (พวงแก้ว ปุณยภน. 2531 : 3) จากจุดอ่อนด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบดังกล่าวนักวัดผลได้พยายามปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ผลการวัดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (Modified Essay Question Test) เป็นแบบทดสอบทดสอบ ที่ใช้ในการวัดกระบวนการแก้ปัญหา เริ่มใช้ครั้งแรกโดยคณะกรรมการตรวจสอบของราชวิทยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไปแห่งสหราชอาณาจักรโดยมีฮอดจกินและน็อก เป็นผู้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคลินิกของแพทย์ซึ่งต้องใช้การวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดสมมติฐานและการตัดสินใจในการแก้ปัญหาลักษณะของข้อสอบเป็นกรณีศึกษา ซึ่งผู้ออกข้อสอบสามารถเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา และออกข้อสอบให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการวัดที่ตั้งไว้แล้วเสนอกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์ ไม่เสนอเหตุการณ์ต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนจบ เหมือนข้อสอบความเรียง แต่แยกเสนอทีละขั้นตอน แล้วตั้งคำถามให้ตรงตามวัตถุประสงค์การวัดที่ตั้งไว้คำถามเป็นคำถามปลายเปิดที่ผู้เข้าสอบต้องหาคำตอบมาตอบเองโดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้ในข้อสอบต่อมาเฟลตติอาจารย์แพทย์คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยนิวคาสเซิลประเทศออสเตรเลีย ได้พัฒนาแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ จากรูปแบบเดิมของฮอดจกินและน็อก โดยการนำเอารูปแบบวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูม จำนวน 3 ชั้น มากำหนดเป็นเกณฑ์ คือ 1) ความรู้ ความจำ 2) ความเข้าใจ และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการศึกษามหาวิทยาลัยแพทย์ชั้นปีที่ 1 และปีที่ 2 ของมหาวิทยาลัย พบว่าข้อสอบที่ใช้ทดสอบกับนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 1 วัดได้ในวัตถุประสงค์ระดับ 1 และ 2 เป็นส่วนใหญ่ ส่วนข้อสอบที่ใช้ทดสอบกับนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น และเฟลตติ ได้กำหนดวิธีการให้คะแนนในแบบทดสอบแต่ละข้อ ตามระดับเกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำ (Mandatory Level of Competence : MLC) ซึ่งเกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำนี้ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้สร้างคำตอบและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนถ้าผู้เข้าสอบตอบได้ ผ่านเกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำให้ 1 คะแนน ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ให้ 0 คะแนน ในข้อนั้น ซึ่งวิธีการให้คะแนน

นี้แตกต่างจากวิธีการให้คะแนนของน็อกคือ น็อกให้คะแนนได้มากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละข้อ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ เหมาะสำหรับใช้เป็นเครื่องมือเพื่อวัดความสามารถในการ แก้ไขปัญหาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องโจทย์ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่กำหนดปัญหา มาให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา ถ้าได้นำแบบทดสอบนี้มาเป็นเครื่องมือสำหรับฝึกทักษะในการแก้ปัญหา ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียน นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ในด้านการพัฒนางานด้านการวัดและ ประเมินผลในโรงเรียน การคิดแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียนเพราะนักเรียนจะประสบ ผลสำเร็จในการเรียน นักเรียนจะต้องเป็นบุคคลที่มีความสามารถในการวางแผน คิดแก้ปัญหา หากเราฝึกนักเรียนให้รู้จักวิธีการวางแผนในการคิดแก้ปัญหาตั้งแต่ในชั้นเรียนแล้ว ประโยชน์จะต่อ ตัวนักเรียนเอง ทั้งในปัจจุบันและในอนาคตเพราะจะเป็นการฝึกให้นักเรียนเผชิญ ปัญหา ฝึกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นอุปสรรคให้หมดไปจนเกิดเป็นความเคยชินส่งผลให้เกิดเป็น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (ฉลอง สวัสดิ์. 2538 : 2-3)

สำหรับทฤษฎีที่ใช้ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่มี ความสำคัญ (อุษณีย์ บัวศิริพันธ์. 2543 : 2) ทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) ที่ ใช้กันอยู่เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ใช้กับเฉพาะกลุ่มบุคคล ภายใต้เงื่อนไข ของการทดสอบที่เฉพาะ ได้แก่ การทดสอบที่ผู้สอบทุกคนต้องทำข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ ผลการ ตอบได้รับการให้คะแนนโดยผู้ตรวจคนเดียว และแบบทดสอบที่ใช้ต้องอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้นของ ความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบ แต่ถ้าสถานการณ์ของการทดสอบแตกต่างไปจากที่กล่าวมา เช่น กรณีของการทดสอบที่มีผู้ตรวจหลายคนให้คะแนนข้อสอบความเรียงของผู้สอบทุกคน หรือกรณี ที่ผู้ตรวจหลายคนให้คะแนนผลการตอบแบบทดสอบ ที่มีรูปแบบความยาว และจำนวนครั้งของการ ทดสอบแตกต่างกัน การใช้ทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมจึงไม่เหมาะสม เพราะทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม ถือว่าคะแนนความคลาดเคลื่อน หรือความคลาดเคลื่อนจากการวัดเป็นคะแนนรวมความ คลาดเคลื่อนทุกแหล่งเข้าด้วยกัน และเป็นความคลาดเคลื่อนรวมอันเดียวกันที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้ จึงเป็นข้อจำกัดทางทฤษฎีดังกล่าว

ครอนบัค และคณะได้พัฒนาทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory) ขึ้น โดย ทฤษฎีจะไม่ยึดข้อตกลงเกี่ยวกับคุณสมบัติเท่าเทียม เป็นทฤษฎีที่ปรับปรุงและพัฒนามาจาก ทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการหาค่าความคลาดเคลื่อนจาก หลาย ๆ แหล่งทำให้ทราบและสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนได้ตรงประเด็น ทำให้ผลการ วัดมีความน่าเชื่อถือ หรือมีความเชื่อมั่นสูงถึงระดับที่ต้องการ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2545 : 11-12)

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามวิธีการของน็อกและเฟเลตติ โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory) ในการศึกษาและเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงนี้มุ่งขยายความเชื่อมั่นทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และใช้อธิบายความเชื่อมั่นของสถานการณ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงอาศัยกรอบแนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการศึกษาว่าแต่ละวิธีการตรวจให้คะแนนวิธีใดที่ทำให้ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าสูงสุด เพื่อใช้วัดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา แบบทดสอบความเรียงให้มีประสิทธิภาพสูง อันจะส่งผลต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในเรื่องโจทย์ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ และเต็มศักยภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อมีวิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน
3. เพื่อศึกษาการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง แบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ว่าควรใช้ข้อสอบจำนวนกี่ข้อและใช้ผู้ตรวจจำนวนกี่คน จึงทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ

สมมติฐาน

1. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน แตกต่างกัน
2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อมีวิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียง ประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละ เศษส่วน และความยาว-พื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษาจากวิธีการตรวจให้คะแนนของนักเรียนและวิธีการของเฟลเดติ ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นแนวทางสำคัญในการนำแบบทดสอบความเรียงประยุกต์มาพัฒนาเพื่อใช้ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในสถานศึกษา

2. ทำให้ได้แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ที่มีประสิทธิภาพใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละ เศษส่วน และความยาว-พื้นที่ ตามความเป็นจริงของสิ่งที่ต้องการวัดให้ได้มากที่สุด

3. การวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบถึง การเลือกใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ และจำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสถานการณสอบและได้แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูงซึ่งจะนำมาเป็นต้นแบบในการวัดสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนเทศบาลในสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต ซึ่งมีจำนวน 5 โรงเรียน รวม 1,213 คน (กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. 2549 : 40)

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนเทศบาลในสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต จำนวน 5 โรงเรียน การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 86 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย

3.1.1 วิธีการตรวจให้คะแนน จำแนกเป็น

3.1.1.1 วิธีของซัน อิก

3.1.1.2 วิธีของเฟลเดติ

3.1.2 จำนวนผู้ตรวจ แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

3.1.2.1 ผู้ตรวจ 2 คน

3.1.2.2 ผู้ตรวจ 3 คน

3.2 ตัวแปรตาม คือค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4. เนื้อหาที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ เป็นเรื่องการแก้ปัญหาโจทย์ร้อยละ เศษส่วน ความยาว และพื้นที่ในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

5. ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงตามแนวคิดของเบรนนอนซึ่งได้ขยายทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ให้สามารถศึกษาสิ่งที่ถูกวัดได้อย่างครอบคลุม อีกทั้งยังใช้สัญลักษณ์ในการอธิบายรูปแบบการวัดได้อย่างชัดเจน องค์ประกอบที่ใช้ในการศึกษาได้แก่นักเรียนหรือผู้สอบ (p), ข้อสอบ (i), และผู้ตรวจ (r)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ค่าความเชื่อมั่น หมายถึงคุณภาพของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่สามารถวัดประเมิณผลได้คงที่แน่นอน เป็นที่น่าเชื่อถือ โดยพิจารณา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจากทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ซึ่งคำนวณจากกระบวนการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA การวิจัยครั้งนี้จะเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นใน 2 กรณีคือ

1.1 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน

1.2 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อมีวิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน

2. แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (Modified Essay Question Test) หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้สถานการณ์จำลอง เป็นกรณีศึกษาตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องแก้ปัญหาโจทย์ร้อยละ เศษส่วน ความยาวและพื้นที่ คำถามเป็นคำถามปลายเปิด โดยเสนอกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์ แล้วแทรกคำถามเป็นระยะ ๆ การนำเสนอได้แยกสถานการณ์ จำลองออกเป็นตอน ๆ แล้วตั้งคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดที่กำหนดไว้ แต่ละกรณีศึกษาประกอบด้วยข้อคำถามประมาณ 4 – 6 คำถาม ผู้เข้าสอบต้องตัดสินใจเลือกข้อมูลที่กำหนดให้มาสังเคราะห์คำตอบเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง แต่ละข้อจะมีเวลากำหนดไว้สำหรับแก้ปัญหาทุกคนจะต้องทำจากข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย โดยไม่พลิกดูหน้าอื่นหรือแก้คำตอบที่ผ่านมา การวิจัยครั้งนี้จะใช้แบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ เศษส่วน และความยาว-พื้นที่

3. ผู้ตรวจ (Rater) หมายถึง ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับปฏิบัติการ (ครู คศ.1) ขึ้นไป และมีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน

4. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ระดับปริญญาโท มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน และนักวัดผลระดับปริญญาโท จำนวน 2 คน รวมจำนวน 5 คน

5. วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (knok) หมายถึง การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ โดยให้คะแนนมากไปน้อย ตามที่ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อในแบบทดสอบ คือเป็น 0, 1, 2, 3, 4 ... คะแนน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนและคะแนนเต็ม ของข้อสอบแต่ละข้อให้ได้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและความยากง่ายของคำถามข้อนั้น

6. วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (feletti) หมายถึงการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ โดยให้คะแนนตามที่คุณเชี่ยวชาญ เป็นผู้กำหนดระดับเกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำที่ให้ผ่าน ของแต่ละข้อคำถามในแบบทดสอบ เช่น มีคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดจำนวน 6 ข้อ ถ้าผู้เข้าสอบตอบได้อย่างน้อย 4 ข้อ เป็นข้อใดก็ได้ในจำนวนคำตอบทั้งหมดถือว่าผ่านเกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ให้ 1 คะแนน ถ้าตอบคำถามได้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ให้ 0 คะแนน

7. องค์ประกอบ (facets) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขการวัดชนิดเดียวกัน อยู่ภายใต้สถานการณ์ของการวัดที่ยอมรับได้ ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบของผู้เข้าสอบ องค์ประกอบของแบบทดสอบ และองค์ประกอบของผู้ตรวจ

8. เอกภพ (universe) หมายถึงเงื่อนไขการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบ มีความหมายคล้ายกับคำว่าประชากร (population) แต่คำว่าเอกภพมักใช้กับองค์ประกอบที่เกี่ยวกับการวัด ส่วนคำว่าประชากรมักใช้กับองค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่ถูกวัดเท่านั้น เอกภพในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต ปีการศึกษา 2549 ทุกคน ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกคน และแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ทุกข้อ

เอกภพของการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ชนิด ตามแนวทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ได้แก่

8.1 เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ (universe of admissible observation) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขของการวัดที่สามารถวัดหรือสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ผู้สอบทุกคนข้อสอบทุกข้อและผู้ตรวจทุกคน

8.2 เอกภพของการสรุปอ้างอิง (universe of generalizability) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขการวัดทั้งหมดขององค์ประกอบที่ผู้วิจัยต้องการสรุปอ้างอิงผลของการวัดจากกลุ่มตัวอย่าง

ของเงื่อนไขการวัดเหล่านี้ไปยังกลุ่มเงื่อนไขการวัดทั้งหมดขององค์ประกอบนั้น ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการอ้างอิงไปยังเอกภพที่มีขอบเขตต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 1) เอกภพของข้อสอบและเอกภพของผู้ตรวจพร้อม ๆ กัน 2) เอกภพของข้อสอบเพียงอย่างเดียว 3) เอกภพของผู้ตรวจอย่างเดียว

9. รูปแบบการวัด หมายถึงการกำหนดประเภทขององค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบในการวัดว่าเป็นองค์ประกอบสุ่มหรือองค์ประกอบกำหนด ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดรูปแบบของการวัดคือ ให้ผู้ตอบเป็นสิ่งที่ถูกวัดกำหนดให้เป็นองค์ประกอบสุ่ม ให้ข้อสอบและผู้ตรวจเป็นเครื่องมือในการวัดกำหนดให้เป็นองค์ประกอบสุ่มด้วย

10. รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ หมายถึง องค์ประกอบที่เป็นสิ่งชี้ถึงแหล่งความแปรปรวนของรูปแบบการวัดในแบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะใช้รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบแบบไขว้(crossed) หมายถึง ความสัมพันธ์แต่ละลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด เช่น $p \times i \times r$ หมายถึง ผู้สอบ (p) ทำข้อสอบ (i) และผู้ตรวจ (r) ตรวจข้อสอบของนักเรียนทุกคน ทุก ๆ ข้อ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียง
ประยุกต์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละ เศษส่วน ความยาวและพื้นที่
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำเสนอหลักการและบทสรุปซึ่งได้ศึกษาจากเอกสาร ตำรา
บทความ และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาดังนี้

1. ความเป็นมาของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง
2. โครงสร้างของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง
3. หลักการพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง
4. การประมาณค่าความเชื่อมั่น
 - 4.1 อิงตามโครงสร้างทฤษฎีการสรุปอ้างอิง
 - 4.2 การประมาณค่าความเชื่อมั่นตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (G-Theory)
 - 4.3 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ค่าการสรุปอ้างอิง
5. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์
 - 5.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
 - 5.3 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.4 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
6. แบบทดสอบความเรียงประยุกต์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความเป็นมาของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมที่ใช้กันอยู่นั้น เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ใช้กับเฉพาะกลุ่มบุคคลภายใต้เงื่อนไขของการทดสอบที่เฉพาะ ได้แก่ การทดสอบที่ผู้สอบทุกคนต้องทำข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ ผลการตอบได้รับการตรวจให้คะแนนโดยผู้ตรวจคนเดียว และแบบทดสอบที่ใช้ตั้งอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้นของความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบ แต่ถ้อยสถานการณ์ของแบบทดสอบแตกต่างกันไปเทคนิคการประมาณค่าความเชื่อมั่นตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น กรณีของการทดสอบที่มีผู้ตรวจให้คะแนนหลายคน ตรวจให้คะแนนข้อสอบความเรียงประยุกต์หลายข้อ ของผู้เข้าสอบทุกคนและคะแนนผลการตอบแบบทดสอบที่มีค่าคะแนนต่างกันเป็นต้น เพราะรูปแบบการวัดของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม ถือว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นคะแนนรวมความคลาดเคลื่อนทุกแห่งเข้าด้วยกันเป็นค่าความคลาดเคลื่อนรวมอันเดียวกันที่ไม่สามารถระบุว่าเป็นอะไรได้จึงเป็นข้อจำกัดข้อจำกัดทางทฤษฎีที่ไม่สามารถศึกษารายละเอียดของแหล่งความคลาดเคลื่อนจากการวัดต่าง ๆ ได้

ดังนั้นได้มีนักทฤษฎีการทดสอบหลายท่านพยายามศึกษาเชิงจำแนกแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การนำเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นวิธีทางสถิติมาใช้ประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและความคลาดเคลื่อนจากการวัดมีมานานแล้วในแวดวงวิชาการวัดผล วิธีที่เป็นที่รู้จักกันดี ได้แก่ พิซเซอร์ ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบทดลองแฟคทอเรียล (factorial experiment) ซึ่งสามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนจากแหล่งต่างๆ ได้ และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความเชื่อมั่นเริ่มเผยแพร่โดย เบิร์ท , ฮอยท์ รวมทั้งลินด์ควิสท์ ในงานของเบิร์ท และลินด์ควิสท์นั้นมีความคาดหมายว่า มีการพัฒนาทฤษฎีอ้างอิง ต่อมาครอนบัค และคณะ ได้เสนอทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (generalizability theory) ทางการศึกษาขึ้นเป็นครั้งแรกเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นทั่วไปของแบบทดสอบในสถานการณ์ของการทดสอบแบบต่าง ๆ หลังจากนั้น ได้มีนักการศึกษาหลายคนได้ศึกษาทฤษฎีนี้ และปรับปรุงวิธีการให้รัดกุมและง่ายขึ้น ผู้ที่มีส่วนพัฒนาทฤษฎีนี้อย่างมาก คือ เบรนนอนได้ปรับปรุงวิธีการให้ง่ายขึ้นในแง่ปริศติความและการคำนวณและต่อมาคาร์ดิเนท และคนอื่น ๆ ได้ขยายความในทฤษฎีบางจุดเพื่อให้สามารถประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงว่าการประยุกต์ใช้ในทางจิตวิทยานั้นมักใช้กับการศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สิ่งที่ถูกวัด

ได้แก่บุคคล องค์ประกอบจึงจำกัดอยู่เฉพาะแต่องค์ประกอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขการวัดเท่านั้น โดยหลักการแล้วทฤษฎีนี้สามารถทำได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ดังนั้น คาร์ดินัลและคนอื่น ๆ จึงนำหลักการของความสมมาตร (principle of symmetry) มาใช้ในการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง หลักการนี้ยอมรับว่าองค์ประกอบแต่ละตัวของรูปแบบการวัดใด ๆ สามารถเลือกให้เป็นสิ่งที่ถูกวัดได้ทั้งสิ้น แล้วแต่จุดมุ่งหมายของการวัดนั้น (ศิริชัย กาญจนวาสี 2545 : 11-12)

โดยสรุปหลักการของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง มุ่งอธิบายค่าความเชื่อมั่นโดยการประมาณ ค่าความคลาดเคลื่อนจากแหล่งต่างๆ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งอธิบายคะแนนที่ได้จากการวัดที่สังเกตได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$X_i = T_i + E_{i1} + E_{i2} + \dots + E_{in}$$

เมื่อ X_i แทน คะแนนที่สังเกตได้ของผู้สอบคนที่ i

T_i แทน คะแนนจริง ของผู้สอบคนที่ i

$E_{i1}, E_{i2}, \dots, E_{in}$ แทน คะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งต่างๆ ของผู้สอบคนที่ i

โครงสร้างของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

โครงสร้างของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ประกอบองค์ประกอบ เงื่อนไขการวัด รูปแบบความสัมพันธ์ เอกภพ การศึกษาเพื่อสรุปอ้างอิง การศึกษาเพื่อตัดสิ้นใจ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการสรุปอ้างอิง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบ (facet) หมายถึงชุดของเงื่อนไขการวัดที่คล้ายคลึงกัน (similar conditions of measurement) เช่น องค์ประกอบของข้อสอบ (item facet) องค์ประกอบของผู้ตรวจข้อสอบ (rater facet) เป็นต้น
2. เงื่อนไขการวัด (condition) หมายถึง ระดับขององค์ประกอบที่ทำให้ได้ค่าสังเกตแต่ค่าขึ้นมาในการวัดครั้งหนึ่ง ๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างขององค์ประกอบนั้น เช่น ข้อสอบแต่ละข้อเป็นเงื่อนไขการวัดหนึ่ง ๆ ขององค์ประกอบแบบทดสอบ
3. รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ หมายถึง องค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่ชี้ถึงแหล่งความแปรปรวนของรูปแบบการวัด ในแบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์นี้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

3.1 ความสัมพันธ์แบบไขว้ (crossed) หมายถึง ความสัมพันธ์แต่ละลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด สัญลักษณ์ คือ “X” อ่านว่า “crossed with” เช่น $p \times i \times r$ หมายถึง ผู้สอบ (p) ทำข้อสอบ (i) และผู้ตรวจ (r) ตรวจข้อสอบของนักเรียนทุกคน ทุก ๆ ข้อ

3.2 ความสัมพันธ์แบบแฝง (nested) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน สัญลักษณ์คือ “:” อ่านว่า nested within เช่น รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็น $i : r$ หมายถึง ผู้ตรวจข้อสอบ (r) ตรวจข้อสอบ (i) ต่างข้อกัน

3.3 ความสัมพันธ์แบบผสม หมายถึง ความสัมพันธ์ที่มีทั้งความสัมพันธ์แบบไขว้ □ และแฝงปนกัน เช่น $p \times (i : t)$ หมายถึง ผู้สอบ (p) ทำข้อสอบบางข้อ (i) ที่อยู่ในแบบทดสอบ (t)

4. เอกภพ (universe scores) หมายถึง เงื่อนไขของการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบ เช่น จำนวนข้อสอบทุกข้อ จำนวนผู้ตรวจทั้งหมด เอกภพมีความหมายคล้ายกับคำว่า ประชากร (population) แต่คำว่าเอกภพมักใช้กับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการวัด ส่วนคำว่าประชากรมักใช้กับองค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่ถูกวัด

คะแนนเอกภพ (universe Scores) หมายถึง คะแนนของเงื่อนไขการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบซึ่งคล้ายกับคะแนนจริง (ideal Score) ของสิ่งที่วัดในทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม

5. เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ (universe of admissible observation) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขของการวัดที่สามารถวัดหรือสังเกตได้ ในแต่ละองค์ประกอบ เช่น ถ้าต้องการวัดผลการเรียนของนักเรียน โดยครูต้องการแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่สามารถนำไปใช้ได้ และต้องการผู้ตรวจที่มีคุณภาพ ดังนั้น ครูจึงได้กำหนดเงื่อนไขของการวัดเป็นองค์ประกอบของข้อสอบและองค์ประกอบของผู้ตรวจให้คะแนน ซึ่งเรียกว่าเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ของครูคนนี้ คือองค์ประกอบของข้อสอบ และองค์ประกอบของผู้ตรวจให้คะแนน

6. เอกภพของการสรุปอ้างอิง (universe of generalization) หมายถึง เงื่อนไขการวัดทั้งหมดขององค์ประกอบที่ผู้วิจัยต้องการสรุปอ้างอิงผลการวัดจากกลุ่มตัวอย่างของเงื่อนไขการวัดเหล่านี้ไปยังกลุ่มเงื่อนไขทั้งหมดขององค์ประกอบนั้น ๆ ดังนั้นเงื่อนไขขององค์ประกอบในเอกภพของการสรุปอ้างอิงนี้ ผู้วิจัยต้องระบุประเด็นต่าง ๆ ให้ชัดเจน ซึ่งนำไปใช้ในการออกแบบการวัด ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ (D-Study)

7. การศึกษาเพื่อสรุปอ้างอิง (Generalizability Study : G Study) หมายถึงการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ของรูปแบบการวัดโดยเริ่มจากการกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ กำหนดความสัมพันธ์องค์ประกอบและกำหนดเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ และมีการวิเคราะห์ความแปรปรวน การประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ

8. การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (Decision Study : D Study) หมายถึง การศึกษาเพื่อประเมินวิธีการวัดที่เหมาะสม เพื่อการตัดสินใจหรือลงข้อสรุป เป็นขั้นสุดท้ายของการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง โดยเริ่มจากผู้วิจัยต้องระบุสิ่งที่ต้องการวัด เอกภพของการอ้างอิง จำนวนเงื่อนไขของการวัด หรือขนาดของกลุ่มตัวอย่างของแต่ละองค์ประกอบ และรูปแบบของการวัด แล้วหาค่าความแปรปรวนจากการศึกษา ประมาณค่าความแปรปรวน หาค่าการสรุปอ้างอิงหรือความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และสุดท้ายปรับปรุงรูปแบบการวัดเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

9. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (absolute error variance: $\sigma^2(\Delta)$) หมายถึงความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนสังเกตกับคะแนนเอกภพ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของความแปรปรวน ที่ประมาณได้ทั้งหมด ยกเว้นความแปรปรวนของแหล่งบุคคล

10. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (relative error variance $\sigma^2(\delta)$) หมายถึงความแปรปรวนของผลต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนสังเกต (ความแตกต่างของคะแนนสังเกต จากคะแนนเฉลี่ยของประชากรของคะแนนสังเกต) และส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนเอกภพ (ความแตกต่างของคะแนนเอกภพจากคะแนนเฉลี่ยของประชากรของคะแนนเอกภพ)

11. การสรุปอ้างอิง (generalizability coefficient: ρ^2) หมายถึงอัตราส่วนความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ และความแปรปรวนของคะแนนสังเกตที่คาดหวังซึ่งค่าการสรุปอ้างอิงที่ประมาณค่าได้จาก กำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพและคะแนนสังเกต

11.1 การสรุปอ้างอิง สำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจในเชิงเปรียบเทียบหรือการวัดแบบอิงกลุ่ม ความคลาดเคลื่อนการวัดเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ ดังนั้นการสรุปอ้างอิงประมาณค่าได้จาก อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพและผลบวกของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

11.2 การสรุปอ้างอิง สำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์ หรือการวัดแบบอิงเกณฑ์ ความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ ค่าการสรุปอ้างอิง

ประมาณค่าได้จาก อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพและผลบวกของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ □

11.3 การสรุปอ้างอิง สำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์ หรือการวัดแบบอิงเกณฑ์ที่คำนึงถึงคะแนนจุดตัดการสรุปอ้างอิงจะประมาณค่าได้จากอัตราส่วนที่เหมือนข้อ 11.2 แต่บวกทั้งเศษและส่วนด้วยผลต่างของคะแนนเฉลี่ยกับสัดส่วนคะแนนจุดตัดยกกำลังสอง

หลักการพื้นฐานของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง มีหลักการพื้นฐานที่ต้องกล่าวถึงในหัวข้อเรื่อง ข้อตกลงของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ความหมายของค่าการสรุปอ้างอิง ข้อแตกต่างระหว่างค่าความเชื่อมั่นกับการสรุปอ้างอิง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อตกลงของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง อาศัยข้อตกลงแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่สัมพันธ์กับรูปแบบการวัดที่ต้องการศึกษาโดยทั่วไปมีข้อตกลงดังนี้

1.1 ต้องระบุเอกภพที่ต้องการสรุปอ้างอิงให้ชัดเจน จนสามารถบอกได้ว่ามีเงื่อนไขใดบ้างที่เป็นสมาชิกของเอกภพนั้น

1.2 เงื่อนไขการวัดเป็นอิสระต่อกัน กล่าวคือ คะแนนของนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อ i ถูกหรือผิด ไม่ขึ้นอยู่กับคำตอบข้ออื่น

1.3 คะแนนสังเกต (X) สมมติเป็นค่าการวัดในมาตราช่วง (Interval Scale)

2. ความหมายของค่าการสรุปอ้างอิง

2.1 ค่าการสรุปอ้างอิง เป็นดัชนีที่ใช้อธิบายความแม่นยำของการวัดเช่นเดียวกับค่าความเชื่อมั่นของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม สามารถใช้คำนวณความเชื่อมั่นของคะแนนเอกภพหรือใช้ในสมการถดถอยในการประมาณค่าคะแนนเอกภพและใช้ในการปรับแก้ค่าสหสัมพันธ์ที่ลดลงอันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน

2.2 ค่าการสรุปอ้างอิง เป็นค่าประมาณของค่าเฉลี่ยของสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดที่สุ่มมาจากเอกภพรายคู่ เช่น ค่าการสรุปอ้างอิงเมื่ออ้างอิงไปยังแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบ 20 ข้อ มีค่าเป็น 0.83 หมายความว่าถ้าเราสุ่มนักเรียนจากประชากรหนึ่งสมมุติเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของจังหวัดหนึ่งมาทำการทดสอบ สุ่มแบบทดสอบมาที่ละฉบับ ๗ ฉบับละ 20 ข้อ ที่ไม่ซ้ำกัน ค่าเฉลี่ยของค่าระหว่างแบบทดสอบที่สุ่มมาจะมีค่าเป็น 0.83

2.3 ค่าการสรุปอ้างอิง เป็นค่ากำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพกับคะแนนสังเกต เช่นค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ของชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อมีค่าเป็น 0.90 แสดงว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพของแบบทดสอบ วิชาคณิตศาสตร์กับคะแนนสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ยกกำลังสองมีค่าเป็น 0.90 ถ้า ถอดรากที่ 2 จะได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์กับคะแนน สังเกต

2.4 ค่าการสรุปอ้างอิง สามารถอธิบายในรูปอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวน ของคะแนนเอกภพกับคะแนนสังเกต เช่น ค่าการสรุปอ้างอิงเป็น 90 แสดงว่าความแตกต่างที่วัด ได้ร้อยละ 90 เป็นความแตกต่างเนื่องมาจากคะแนนเอกภพอีกเพียงร้อยละ 10 เป็นความ แตกต่างเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน

3. ข้อแตกต่างระหว่างความเชื่อมั่นกับค่าการสรุปอ้างอิง ถึงแม้ว่าค่าการสรุปอ้างอิงมี □ ความหมายเดียวกับค่าความเชื่อมั่นของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมแต่มีประเด็นที่แตกต่างกัน ดังนี้

3.1 การวัดแต่ละครั้งมีค่ามีค่าการสรุปอ้างอิงมากกว่า 1 ค่า

3.2 การสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพใด ต้องระบุและอธิบายเอกภพนั้นให้ชัดเจนและ ต้องสุ่มเงื่อนไขนั้นมาศึกษาด้วย

3.3 ค่าการสรุปอ้างอิงสามารถบอกถึงความเป็นเอกพันธ์ของเอกภพได้ ถ้าข้อสอบที่ นำมาศึกษา เป็นตัวอย่างสุ่มจากเอกภพข้อสอบที่มีความเป็นเอกพันธ์ ก็สามารถใช้คะแนนสังเกต แทนคะแนนเอกภพได้อย่างมั่นใจ

การประมาณค่าความเชื่อมั่นตามโครงสร้างทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

การที่จะนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงไปใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนั้น จะต้องมีความรู้ในเรื่อง การวิเคราะห์ค่าการสรุปอ้างอิง และโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้วิเคราะห์ค่า การสรุปอ้างอิง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง

แนวคิดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง เบรนนอน เสนอ วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (Generalizability Study : G Study)

ขั้นที่ 2 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (Decision Study : D Study) (Brennan. 1983 : 105-146) แต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (G Study)

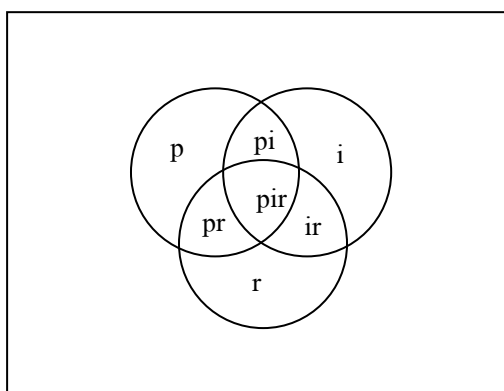
เป็นการประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขการวัดที่ยอมรับได้ โดยมีกระบวนการ 7 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ถูกวัด (object of measurement) ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. กำหนดองค์ประกอบ (facets) ของการวัด ได้แก่ องค์ประกอบของข้อสอบ องค์ประกอบของผู้ตรวจ
3. กำหนดเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ ในการวิจัยครั้งนี้เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ คือ องค์ประกอบของข้อสอบ องค์ประกอบของผู้ตรวจ
4. กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบว่า เป็นแบบไขว้หรือ แบบ แฝง เช่นในการวิจัยครั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็นแบบไขว้ คือ $p \times i \times r$ กล่าวคือ ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อและผู้ตรวจแต่ละคนตรวจข้อสอบทุกข้อ (เมื่อ p คือผู้สอบ, i คือข้อสอบ และ r คือผู้ตรวจ)
5. กำหนดชนิดขององค์ประกอบว่าเป็นชนิดใด ซึ่งมี 3 องค์ประกอบดังต่อไปนี้
 - 5.1 องค์ประกอบสุ่มแท้จริง (purely random facet) ได้แก่องค์ประกอบทุกเงื่อนไขของการวัด ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากเอกภพที่มีขนาดไม่จำกัด (∞)
 - 5.2 องค์ประกอบสุ่มจำกัด (finite random facet) ได้แก่องค์ประกอบทุกเงื่อนไขของการวัด ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากเอกภพที่มีขนาดจำกัด
 - 5.3 องค์ประกอบกำหนด (fixed facet) ได้แก่องค์ประกอบทุกเงื่อนไขของการวัดมีจำนวนจำกัดอยู่ในเอกภพและเงื่อนไขของการวัดที่ถูกเลือกมาศึกษาทั้งหมด
6. กำหนดรูปแบบ (model) การวัด y_{pik} ซึ่งมีด้วยกัน 3 รูปแบบดังต่อไปนี้
 - 6.1 รูปแบบกำหนด (fixed model) เป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบกำหนดทั้งหมด
 - 6.2 รูปแบบสุ่ม (random model) เป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบสุ่มแท้จริงและ / หรือองค์ประกอบสุ่มจำกัด
 - 6.3 รูปแบบผสม (mixed model) เป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบกำหนดและองค์ประกอบสุ่มแท้จริง และ/ หรือองค์ประกอบสุ่มจำกัด ผสมกัน

จากการกำหนดสิ่งที่วัดองค์ประกอบของการวัด เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบแล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่สอดคล้องกับ

แบบแผนและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยกำลังสอง (mean square) แล้วประมาณค่าความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ เรียกค่าประมาณความแปรปรวนของสิ่งที่ถูกวัดว่า ค่าประมาณความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ (the estimated universe score variance) ซึ่งสอดคล้องกับ ค่าประมาณความแปรปรวนของคะแนนจริง (True Score Variance) ของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมเรียกค่าประมาณความแปรปรวนขององค์ประกอบอื่น ๆ ว่า ค่าประมาณความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (estimate error score variance) การวิเคราะห์ในชั้นการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง ใช้ค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาจริง ๆ

7. การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ในรูปแบบสุ่มโดยการสุ่มตัวอย่างมาศึกษา คือ ผู้สอบ n_p คน ข้อสอบ n_i คน และผู้ตรวจ n_r คน ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงแบบ $p \times i \times r$ คือผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อและผู้ตรวจแต่ละคนตรวจข้อสอบทุกข้อแล้วคำนวณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบต่าง ๆ วิธีดังกล่าวนี้ จะได้แหล่งความแปรปรวน 7 แหล่ง (Brennan. 1983.27-28) เขียนแทนด้วยแผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์ (Venn - Euler diagram) ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงแผนภาพของ เวนน์-ออยเลอร์ แสดงองค์ประกอบความแปรปรวน ของรูปแบบ $p \times i \times r$ เมื่อองค์ประกอบที่ศึกษาทั้งหมดเป็นองค์ประกอบสุ่ม

จากภาพที่ 1 พบว่า มีผลหลัก (main effect) 3 แหล่ง คือ ผลของผู้สอบ (p) ผลของข้อสอบ (i) และผลของผู้ตรวจ (r) ส่วนผลของการปฏิสัมพันธ์ (Interaction Effects) 4 แหล่งคือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อสอบ(pi) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับผู้ตรวจ(pr) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับผู้ตรวจ (ir) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบ ข้อสอบและผู้ตรวจ (pir)

ค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ เหล่านี้ คำนวณจาก ค่าเฉลี่ยกำลังสองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แบบ Factorial Design $p \times i \times r$ ในการประมาณค่าความแปรปรวนจาก ค่าเฉลี่ยกำลังสองนั้น ใช้สูตรเฉพาะอย่างที่สุดอดคล้องกับรูปแบบ เช่น สูตรในการประมาณค่าความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ เมื่อองค์ประกอบที่ศึกษาเป็นองค์ประกอบสุ่มทั้งหมด และกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็นแบบไขว้ใช้สูตรของเบรนนอน (Brennan.1983:130) ดังนี้

$$Ems_p = \sigma^2(pir) + n_i \sigma^2(pr) + n_r \sigma^2(pi) + n_i n_r \sigma^2(p)$$

$$Ems_i = \sigma^2(pir) + n_p \sigma^2(ir) + n_r \sigma^2(pi) + n_p n_r \sigma^2(i)$$

$$Ems_r = \sigma^2(pir) + n_i \sigma^2(pr) + n_p \sigma^2(ir) + n_p n_i \sigma^2(r)$$

$$Ems_{pi} = \sigma^2(pir) + n_r \sigma^2(pi)$$

$$Ems_{pr} = \sigma^2(pir) + n_i \sigma^2(pr)$$

$$Ems_{ir} = \sigma^2(pir) + n_p \sigma^2(ir)$$

$$Ems_{pir} = \sigma^2(pir)$$

โครงสร้างของสมการทั้งหมดนี้สัมพันธ์กับแผนภาพของเวนน-ออยเลอร์ข้างต้น

ตัวอย่างเช่น ในวงกลม p ประกอบด้วยพจน์ (term) ต่างๆ 4 พจน์ คือ p , pi , pr และ pir เป็นเทอมทางขวามือของสูตรในการหาค่า EMS_p หรือในพื้นที่ pi ซึ่งเป็นส่วนร่วมระหว่างวงกลม p และวงกลม i จะประกอบด้วย 2 พจน์ คือ pi และ pir เป็นเทอมทางขวามือของสูตรในการหาค่า EMS_{pi} เป็นต้น ดังนั้นจึงสามารถสร้างสูตรเพื่อหาค่า EMS ได้โดยอาศัยแผนภาพเวนน-ออยเลอร์ โดยใช้ n_p เป็นตัวคูณควบถ้าองค์ประกอบนั้นไม่รวม p ใช้ n_i เป็นตัวคูณควบถ้าองค์ประกอบนั้นไม่มี i และใช้ n_r เป็นตัวคูณควบถ้าองค์ประกอบนั้นไม่มี r

ความแปรปรวนที่ได้จากการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงเป็นค่าประมาณความแปรปรวนที่แท้จริงของเอกภพของเงื่อนไขการวัดที่มีขนาด 1 หน่วย กล่าวคือ เป็นความแปรปรวนของข้อสอบ 1 ข้อ ผู้ตรวจ 1 คน ของนักเรียน 1 คน เช่น $\sigma^2(p)$ เป็นค่าประมาณความแปรปรวนของ $\sigma^2(p)$ หมายความว่า จากประชากรที่ทำการวัดนั้นจะได้คะแนนของผู้สอบ (p) แต่ละคนจากการทำข้อสอบทุกข้อ (N_i) และได้รับการตรวจจากผู้ตรวจทุกคน (N_r) ในเอกภพของการสังเกต คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละคน คือ คะแนนเอกภพ (μ_p) หรือเขียนให้ง่ายว่า $\sigma^2(p)$ เป็นความแปรปรวนของคะแนนเอกภพตรงกับความแปรปรวนของคะแนนจริงตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเพื่อตัดสินใจ (D study)

ขั้นนี้เน้นการใช้ค่าประมาณ และการตีความองค์ประกอบความแปรปรวน สำหรับการตัดสินใจภายใต้วิธีการวัดที่เหมาะสม มี 6 ประเด็นสำคัญดังนี้

1. เอกภพของการสรุปอ้างอิง เป้าหมายสำคัญของการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ ได้แก่ การกำหนดลักษณะเฉพาะของเอกภพของการสรุปอ้างอิง ที่ผู้ตัดสินใจต้องการสรุปอ้างอิงถึง อาจประกอบด้วยเงื่อนไขทั้งหมด ในเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้หรืออาจเป็นเซตย่อยของเอกภพการสังเกตที่ยอมรับได้

2. ขนาดของตัวอย่างการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ จำนวนเงื่อนไขขององค์ประกอบ ในการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ สามารถกำหนดให้แตกต่างจาก จำนวนเงื่อนไขการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง โดยใช้สัญลักษณ์ (') แทนขนาดของตัวอย่างเพื่อการตัดสินใจ เช่น n' แทนจำนวนข้อสอบ และ n' แทนจำนวนผู้ตรวจ

3. โครงสร้างแบบแผนการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ นอกจากระบุนขนาดของตัวอย่างในการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ ต้องระบุรูปแบบโครงสร้างของแบบแผน หรือความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่ศึกษา เช่น ถ้าต้องการตัดสินใจว่าในการสอบนั้นนักเรียนต้องทำข้อสอบเหมือนกันทั้ง n_i ข้อ และผู้ตรวจทั้ง n_j คน ต้องตรวจข้อสอบทุก ๆ ข้อ แบบแผนดังกล่าวนี้เป็น $P \times I \times R$ แล้ว การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ ก็ตรงกับการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง แต่ไม่จำเป็นต้องทำเช่นนั้นเสมอไป ซึ่งอาจตัดสินใจว่าผู้เข้าสอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อ แต่ผู้ตรวจแต่ละคนตรวจคำตอบต่างข้อกัน แบบแผนการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเป็น $P \times (I:R)$

4. การประมาณค่าความแปรปรวน ในขั้นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นการศึกษาเพื่อตัดสินใจ ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักวัดผลหรือผู้วิจัย ดังนั้นต้องมี การประมาณค่าความแปรปรวนขึ้นใหม่อีกครั้ง โดยอาศัยผลจากการประมาณค่าในขั้นการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงเป็นฐาน และให้สอดคล้องกับแบบแผนและขนาดของตัวอย่างที่ต้องการตัดสินใจ

5. ประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน นอกจากการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน (variance component) ตามรูปแบบและขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการแล้ว ต้องประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

5.1 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสมบูรณ์ (absolute error variance) ใช้สัญลักษณ์ $\sigma^2(\Delta)$ หมายถึง ความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการ

สังเกตกับคะแนนเอกภพของผู้เข้าสอบ คำนวณจากผลบวกของค่าองค์ประกอบความแปรปรวนทั้งหมด ยกเว้นความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ จากแบบแผน $P \times I \times R$ จะได้ □

$$\sigma^2(\Delta) = \sigma^2(I) + \sigma^2(R) + \sigma^2(PI) + \sigma^2(PR) + \sigma^2(IR) + \sigma^2(PIR)$$

5.2 ความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (relative error variance) ใช้สัญลักษณ์ $\sigma^2(\delta)$ หมายถึง ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนที่สังเกตได้กับส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนเอกภพ คำนวณจากผลบวกของค่าองค์ประกอบความแปรปรวนระหว่างที่ถูกวัดกับองค์ประกอบอื่น ๆ จากแบบแผน $P \times I \times R$ จะได้ □

$$\sigma^2(\delta) = \sigma^2(PI) + \sigma^2(PR) + \sigma^2(PIR)$$

6. ประมวลค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (generalizability coefficient) ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายของการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ ซึ่งเป็นดัชนีบ่งถึงความเชื่อถือได้ของการวัด (dependability of measurement) โดยคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกต ที่คาดหวัง

สูตรในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีดังนี้ (Brennan. 1983 : 17)

$$\rho^2 = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\Delta)}$$

หรือ
$$\rho^2 = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\delta)}$$

เมื่อ ρ^2 คือค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกับความเชื่อมั่น

โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ค่าการสรุปอ้างอิง

ในปี ค.ศ. 1982 คริกและเบรนนอน (Brennan.1983 : 141 ; Crick and Brennan.1982) ได้คิดค้นโปรแกรมสำเร็จรูปชื่อ GENOVA (Generalized Analysis of Variance System) ขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในทฤษฎีการสรุปอ้างอิง โปรแกรมนี้สามารถอธิบายถึงการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิงของแหล่งความแปรปรวน ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่น่าทฤษฎีการสรุปอ้างอิงไปใช้ โปรแกรม GENOVA สามารถคำนวณหาค่า พารามิเตอร์ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (G Study) เป็นขั้นที่ประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ และขั้นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D Study) เป็นขั้นที่นำผลจากการประมาณค่าความแปรปรวนมาเลือกวิธีการวัดที่เหมาะสมที่สุดภายใต้การตัดสินใจ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความเชื่อมั่นของการสรุปอ้างอิง ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA ในการวิเคราะห์ค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของ และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตร และการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ (สมเดช บุญประจักษ์ 2540 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Lester. 1977 : 12.) อีกทั้งสมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1980 : 1-3) ได้เสนอให้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญของหลักสูตร เป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยกำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญ และจำเป็นอันดับแรก ของทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ หัวข้อที่กล่าวถึงคือ ความหมายของปัญหา ประเภทของปัญหา การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบความสามารถในการแก้ไขปัญหาขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

พิชากร แปลงประสพโชค (2540 : 8) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นสถานการณ์ที่เราต้องแก้หรือหาทางออกของปัญหา แต่ยังไม่รู้วิธีที่เป็นทางออกหรือ คำตอบของสถานการณ์ไม่ได้เนื่องจากมีอุปสรรคขัดขวางปัญญาเราอยู่ ผู้แก้ปัญหา คือ บุคคลที่มีปัญหา

และรู้เป้าหมายที่ต้องบรรลุเพื่อแก้ปัญหา นั้น ๆ แต่ยังไม่มีความรู้หรือวิธีการใด ๆ อันจะนำไปสู่เป้าหมายนั้น

บรูคเนออร์ (นงคริภัก ไทธานี. 2542 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Brueckner. 1957 : 301)

กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ นักเรียนไม่สามารถตอบได้ทันทีโดยวิธีที่เคยชิน และสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อวานนี้อาจจะไม่ใช่ปัญหาในวันนี้ก็ได้ ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนสอน ครูจะต้องสร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาเพื่อที่จะให้เขาได้ค้นหา และพิจารณาเพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบบางครั้งอาจจะไม่ได้คำตอบที่เขาคาดหวังไว้ แต่มันไม่ใช่สิ่งสำคัญเท่ากับการที่ผู้เรียนได้ฝึกทักษะนั้นก็คือ วิธีการ หรือเทคนิคในการแก้ปัญหาเป็นจุดที่สำคัญมากกว่าการได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

โคลด์ (นงคริภัก ไทธานี. 2542 : 24 ; อ้างอิงมาจาก Clyde. 1967 : 108) ได้เสนอแนะถึงการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจไว้ 2 ข้อดังนี้

1. ให้มีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตจริง และมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยอาจเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหามานานหรือมักจะเกิดกับบุคคลทั่วไป หรือมีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหาควรใช้ภาษาหรือบรรยายในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์มาก่อน และไม่ควรเป็นปัญหาธรรมดาโดยทั่ว ๆ ไป

ณัฐพร ศรีบุรณ์ (2543 : 23) กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึงโจทย์คำถามทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยภาษาและตัวเลข ซึ่งผู้แก้ปัญหามันจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาทำการตัดสินใจประกอบกันในการตอบคำถามด้วยตนเอง

สมปอง พรหมพิน (2543 : 11) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นในลักษณะต่าง ๆ ประกอบด้วยข้อความหรือตัวเลขโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการคิด เพื่อคิดหาวิธีการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคอื่น ๆ ประกอบกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ

สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วย ตัวเลข จำนวน หรือข้อความ ผู้แก้ปัญหามันจะต้องจึงต้องอาศัย ความรู้ ความคิดและความพยายาม และประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาวิเคราะห์ สังเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบ โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์และเทคนิคอื่น ๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

ได้มีผู้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

พรอง (สมปอง พรหมพิน. 2543 : 12 ; อ้างอิงมาจาก Frong. 1993 : 257-263) ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาออกเป็น 5 ประเภทได้แก่

1. ปัญหาที่ไม่มีข้อความ (routine non-verbal problem) คือปัญหาที่ไม่มีข้อความใด ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เพียงพอ ซึ่งปัญหาในลักษณะดังกล่าวนี้ จะนำมาใช้เป็นแบบฝึกหัดสำหรับนักเรียนภายหลังที่เรียนรู้หลักการที่เกี่ยวข้องนั้นมาแล้ว

2. โจทย์ปัญหาทั่วไป (routine verbal problem) เป็นโจทย์ปัญหาโดยทั่วไปที่ใช้แก้ปัญหาแน่นอนตายตัวง่ายปนกันไป นักเรียนสามารถจำรูปแบบปัญหาและแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าปัญหาตอนเดียวตัวอย่างเช่น สนุ่ 6 ก้อนราคา 30 บาท ถ้า 9 ก้อนราคาเท่าไร

3. โจทย์ปัญหาประยุกต์ (verbal problem with application) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะหลายอย่างเพื่อแก้ปัญหา ผู้เรียนเคยเรียนรู้ทักษะ หรือความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาแล้ว เพียงแต่นำเอาความคิดรวบยอดนั้นมาประยุกต์เป็นปัญหาเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โจทย์ปัญหาหลายขั้นตอน

4. ปัญหาที่เน้นกระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ดัดแปลงพัฒนาจากปัญหาต่าง ๆ โดยต้องใช้ยุทธวิธี หรือเทคนิคมากกว่า 1 วิธีขึ้นไปในการแก้ปัญหา

5. ปัญหาในชีวิตประจำวัน (real life problem) ตัวอย่างเช่น มานีต้องการเตรียมน้ำส้มให้สมาชิกในครอบครัว อยากทราบว่า มานีต้องเตรียมน้ำส้มเป็นปริมาณเท่าใด เป็นต้น ในการแก้ปัญหานี้ผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องก่อน ได้แก่ ครอบครัวนี้มีสมาชิกกี่คน แก้วน้ำมีขนาดเท่าไร ราคาของน้ำส้ม ฯลฯ จึงจะสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาได้ ซึ่งเป็นปัญหาที่ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์สถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป

โพลยา (ณัฐพร ศรีบุรณ์ 2543 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Polya, 1957 : 23-29) พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ปัญหาให้ค้นคว้า เป็นปัญหาให้ค้นคว้าหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือให้หาวิธีการและคำอธิบายในการให้เหตุผล

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ต้องการให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

เรย์ และ ลินด์ควิสต์ (Reys, & Lindquist. 1992 : 29) พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา (routine problems) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาเมื่อพบปัญหาสามารถแก้ปัญหาได้ในทันที
2. ปัญหาแปลกใหม่ (nonroutine problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน และ ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหามust ต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน จึงจะแก้ปัญหานั้นได้

ชาร์ลและเลสเตอร์ (Charles and Lester. 1982 : 6-10) พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหา ตามเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหา ไว้ 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณ
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบมาก่อน เช่นปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณ
3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่ายแต่เพิ่มปัญหาที่มี 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 การดำเนินการ
4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหา เน้นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจมีการวางแผนแก้ปัญหาและประเมินผลคำตอบ
5. ปัญหาการประยุกต์ (applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้ในมิติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัย วิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่นการรวบรวม การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ จัดระบบ ประมวลผล และแปลผลเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลนั้น ๆ ปัญหาการประยุกต์เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้แก้ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์
6. ปัญหาปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิด

โอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุม ปัญหาปริศนามักเป็นปัญหาลับสมอง ปัญหาท้าทาย ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาลักษณะนี้ได้ดี □

สรุปว่าประเภทของโจทย์ปัญหาที่มีการแบ่งประเภทโดยการ พิจารณาจากเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหา จากลักษณะของปัญหา และจากจุดประสงค์ของปัญหา

ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

โคเปแลนด์ (Copeland. 1982: 75) ให้ความหมายการแก้ปัญหาว่า เป็นการกระทำหน้าที่ ที่จำเป็นหลาย ๆ อย่างรวมกัน เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวันรอบ ๆ ตัวเราประกอบด้วย ความเข้าใจในความคิดรวบยอด และเทคนิคการคำนวณ การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนความสัมพันธ์ของปัญหา การหาเหตุผลเชิงอุปนัย และนิรนัย เพื่อหาข้อสรุปวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การทดสอบสมมติฐาน การแสดงผลลัพธ์ที่ได้เป็นต้น ผู้เรียนต้องรู้จักคำสำคัญของโจทย์ เพื่อใช้วิเคราะห์หิยามปัญหา คิดหาแนวทางแก้ปัญหาต่อไป โดยมี □ จุดเน้นที่ความเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหามากกว่าการได้มาซึ่งคำตอบ

สมปอง พรหมพิน (2543 :17) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการทำความเข้าใจปัญหา การคัดเลือกหรือรวบรวมข้อมูลที่เป็นหนึ่งอย่างหรือมากกว่าตามสถานการณ์ การตอบปัญหาที่โจทย์ต้องการ และการประเมินความมีเหตุผลของคำตอบ นับเป็นกระบวนการที่มีความสลับซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ซึ่งเด็กส่วนมากยังแก้ปัญหาไม่ค่อยได้ จำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนมีศักยภาพในการใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 18) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหากับผู้แก้ปัญหา ในการนำประสบการณ์ ความรู้ ความเข้าใจ และความคิดมาประยุกต์หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคหรือปัญหาที่เผชิญอยู่ เพื่อหาคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน

จากที่กล่าวมานั้นพอสรุปความหมายของการแก้ปัญหาคือว่าเป็นกระบวนการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหานั้นกับผู้แก้ปัญหา โดยผู้แก้ปัญหาคือต้องอาศัยความรู้พื้นฐานประสบการณ์ ทักษะคำนวณ ทักษะการอ่าน คิด วิเคราะห์ ตีความแปลความ และจัดกระทำกับข้อมูล เพื่อให้ได้ □ คำตอบ

องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ได้มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังเช่น

สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 33 ; อ้างอิงมาจากสมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์

ในสหรัฐอเมริกา (NCTM). 1991 : 57) สรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน มีดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากผู้เรียน จะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์บทนิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหา เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองของผู้เรียนในการระลึก การนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาย่อยๆ ย่อมมีโอกาสที่จะพบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ ทั้งที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึง หรือแตกต่างกัน การเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการส่งเสริมประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผล เมื่อทำความเข้าใจกับปัญหา และวางแผนการปัญหาเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องลงมือปฏิบัติตาม แผนที่วางไว้ ซึ่งบางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผล ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็น และเพียงพอในระดับของตน

4. แรงขับ ในการแก้ปัญหาผู้เรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่ ปัญหาที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน ปัญหา ที่ไม่สามารถหาคำตอบในทันทีทันใดต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อจะหาคำตอบให้ได้ จึงจำเป็นที่ผู้เรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้มาจากความสนใจ เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงขับนี้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการบ่มเพาะมายาวนาน

5. ความยืดหยุ่น การจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ผู้เรียนต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดกับรูปแบบ การแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง หรือยึดติดรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่ต้องยอมรับรูปแบบและวิธีใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการแก้ปัญหา โดยบูรณาการ ความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

6. ความรู้พื้นฐานปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอ สามารถนำมาใช้ได้เหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหา ระดับสติปัญญา การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ที่มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาที่ด้อยกว่า

7. การอบรมเลี้ยงดูผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย ให้โอกาสแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่า ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย หรือเข้มงวดเกินไป

8. วิธีสอนของผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียน ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่า แบบที่บทบาทการเรียนการสอนตกอยู่ที่ผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว นอกจากนี้การจัดสภาพแวดล้อม ก็มีผลที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน

สุวรรณ กาญจนมยุร (2545: 50-51) ให้แนวคิดว่าการแก้ปัญหา เป็นการนำความรู้ทั้งหมดที่นักเรียนเรียนมาไปใช้ ซึ่งอยู่ในขั้นวิเคราะห์ และการที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้ที่ตนเองมีอยู่ไปวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้ ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ เช่น

1. ภาษา ได้แก่ ทักษะการอ่าน อ่านได้คล่องชัดเจน การเก็บใจความและรู้จักความหมายของคำ เลือกใช้ความหมายของคำถูกต้องตามเจตนาของโจทย์ปัญหา

2. ความเข้าใจได้แก่ ทักษะการจับใจความตีความและแปลความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหา ออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบ

3. การคิดคำนวณ ได้แก่ ทักษะในการบวก ลบ คูณ หาร ยกกำลังจำนวนต่าง ๆ และการแก้สมการ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

4. การย่อความและสรุปความไว้ครบถ้วนชัดเจน ในขั้นการแสดงวิธีทำ หมายถึงการย่อความจากโจทย์แต่ละตอนโดยเขียนสั้นๆ รัดกุมและมีใจความชัดเจนตามโจทย์อย่างเช่น ปัญหาที่ว่า “ร้านขายอาหารทะเลมีปูเนื้อ 36 ตัว และปูไข่อีก 12 ตัว ในร้านขายอาหารนี้มีปูทั้งหมดกี่ตัว” ก่อนที่นักเรียนจะแสดงวิธีทำ ควรฝึกทักษะสรุปความจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์บอกมาเป็นความรู้ใหม่ในแง่มุมต่าง ๆ ดังนี้

สิ่งที่โจทย์บอก มี 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1	มีปูเนื้อ	36	ตัว
ตอนที่ 2	และปูไข่	12	ตัว

จากตอนที่ 1 และ 2 นักเรียนควรฝึกการสรุปความว่า

- 1) มีปูทั้งหมดกี่ตัว
- 2) มีปูเนื้อมากกว่าปูไข่กี่ตัว
- 3) มีปูเนื้อมากกว่าปูไข่กี่เท่า
- 4) มีปูไข่น้อยกว่าปูเนื้อกี่ตัว
- 5) มีปูไข่คิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของปูเนื้อ

และแต่ละข้อของการสรุปความก็จะทำให้นักเรียนที่ฝึกการสรุปความ เข้าใจวิธีหาคำตอบได้ด้วยว่า

- 1) มีปูทั้งหมดกี่ตัว หาคำตอบได้โดยวิธีการบวก คือ $36 + 12 =$
- 2) มีปูเนื้อมากกว่าปูไข่กี่ตัว หาคำตอบได้โดยวิธีลบ $36 - 12 =$
- 3) มีปูเนื้อมากกว่าปูไข่กี่เท่า หาคำตอบได้โดยวิธีหาร $36 \div 12 =$
- 4) มีปูไข่น้อยกว่าปูเนื้อกี่ตัว หาคำตอบได้โดยวิธีลบ $36 - 12 =$
- 5) มีปูไข่คิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของปูเนื้อ หาคำตอบได้โดยวิธีหาร ดังนี้

$$\text{มีปูไข่คิดเป็น } \frac{12}{36} \text{ ของปูเนื้อ หรือปูไข่คิดเป็น } \frac{1}{3} \text{ ของปูเนื้อ}$$

5. ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาการเรียนรู้ การแก้ไขโจทย์ปัญหาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของบุคคล นักเรียนแต่ละบุคคลมีกระบวนการเรียนรู้และสร้างความรู้ เข้าใจในความคิดรวบยอดต่างกัน บางคนเรียนรู้ได้ดี ถ้าเรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรมบางคนเรียนรู้ได้ดีในลักษณะนามธรรม บางคนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะวิธีการเรียนรู้แต่ละคนมีกระบวนการ และพลังความสามารถของสมองมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน “คนที่สมองดี แต่กระบวนการเรียนรู้ไม่ดี ก็ไม่ฉลาด” การฝึกแก้โจทย์ปัญหานับว่าสำคัญมาก ครูผู้สอนต้องเริ่มในลักษณะ ค่อย ๆ เป็น ค่อย ๆ ไป ฝึกทักษะตามตัวอย่าง จากการแปลความ และจากหนังสือเรียน โดยฝึกทักษะจากง่ายไปหายาก

การแก้ปัญหาต้องใช้กระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน (ณัฐพร ศรีบุรณ์ 2543 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Donovan Johnson and Jerald Rising. 1982) ซึ่งประกอบด้วย

1. การมองเห็นภาพ (Visualizing)
2. การจินตนาการ (Imagining)
3. การจัดกระทำกับวัตถุหรือสิ่งของ (Manipulation)
4. การวิเคราะห์ (Analyzing)
5. การสรุป (abstracting)
6. การโยงความคิด (associating ideas)

นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน มโนคติ และทักษะเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ เช่น ทักษะในการอ่าน ความกระตือรือร้น ความอยากรู้อยากเห็น และการที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้นั้น นักเรียนจะต้องได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้ความสามารถพื้นฐานดังต่อไปนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มีมโนคติ และทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น
2. มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และขยายความ
3. มีความสามารถในการแปลงข้อความเป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ
4. มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความเกี่ยวข้องในระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ หากความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เก่า
5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์หารูปแบบและการหาข้อสรุป
6. มีความใฝ่ใจใคร่รู้ มีความกระตือรือร้นและอยากรู้อยากเห็น
7. มีศรัทธา กำลังใจ และความอดทนในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถด้านสติปัญญา ความสามารถด้านภาษา การอบรมเลี้ยงดู ตัวผู้แก้ปัญหาต้องมีความมานะอดทน มีความพยายาม และมีความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหานั้นด้วย

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดและการวิเคราะห์อย่างมีระบบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน นักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กระบวนการแก้ปัญหาวของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้น (พิสมัย ศรีอำไพ, 2532 : 72-75 ; อ้างอิงมาจาก Polya, 1957 : 16 - 17) ดังนี้

1. ขั้นเข้าใจปัญหา (Understand the problem)
 - 1.1 ท่านเข้าใจคำถามทั้งหมดในปัญหาหรือไม่
 - 1.2 ท่านสามารถจะทวนปัญหาโดยใช้คำพูดของท่านเองได้หรือไม่
 - 1.3 ท่านทราบหรือไม่ว่าปัญหานั้นให้อะไรท่านบ้าง
 - 1.4 ท่านทราบหรือไม่ว่าอะไรคือจุดมุ่งหมายของปัญหานี้

- 1.5 ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหานี้พอเพียงหรือไม่
- 1.6 ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้มีหรือไม่
- 1.7 ปัญหานี้คล้ายกับปัญหาก่อน ๆ ซึ่งท่านเคยแก้มาแล้วหรือไม่
2. **ขั้นคิดวางแผน (devise a plan)** เมื่อเข้าใจปัญหาในขั้นที่ 1 แล้วเราสามารถเลือกใช้กลยุทธ์ใดกลยุทธ์หนึ่ง (strategy) ในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้
 - 2.1 เดาและทดสอบ (guess and test)
 - 2.2 ใช้ตัวแปร (use a variable)
 - 2.3 ค้นหากระบวน (look for a pattern)
 - 2.4 ทำบัญชีรายชื่อ (make a list)
 - 2.5 แก้ปัญหาที่ง่ายกว่า (solve a simpler problem)
 - 2.6 วาดรูป (draw a picture)
 - 2.7 วาดแผนผัง (draw a diagram)
 - 2.8 ใช้เหตุผลโดยตรง (use direct reasoning)
 - 2.9 ให้เหตุผลโดยอ้อม (use indirect reasoning)
 - 2.10 ใช้คุณสมบัติของตัวเลข (use properties of numbers)
 - 2.11 แก้ปัญหาที่เหมือนกัน (solve an equivalent problem)
 - 2.12 ทำย้อนกลับ (work backward)
 - 2.13 ใช้กรณีตัวอย่าง (use cases)
 - 2.14 แก้สมการ (solve an equation)
 - 2.15 ค้นหาสูตร (look for a formula)
 - 2.16 ทำเหตุการณ์จำลอง (do a simulation)
 - 2.17 ใช้แบบ (use model)
 - 2.18 ใช้การวิเคราะห์มิติ (use dimensional analysis)
 - 2.19 พิสูจน์จุดมุ่งหมายรอง (identify sub goals)
 - 2.20 ใช้พิกัด (coordinates)
 - 2.21 ใช้ความสมมูล (symmetry)

3. ^๓ขั้นตอนการตามแผน (carry out the plan)

3.1 ใช้กลยุทธ์ที่เลือกไว้จนแก้ปัญหาสำเร็จหรือจนกระทั่งเปลี่ยนไปใช้วิธีใหม่

3.2 ใช้เวลาพอสมควรในการแก้ปัญหาถ้าทำไม่สำเร็จหาวิธีใหม่หรือหยุดชั่วคราว
ท่านอาจจะเกิดความคิดแวบขึ้นมาโดยไม่คาดคิด

3.3 ไม่ต้องกลัวกับการตั้งต้นใหม่ มีอยู่บ่อยครั้งไปที่การเริ่มต้นใหม่ และใช้

กลยุทธ์ใหม่ประสบผลสำเร็จ

4. ^๔ขั้นมองย้อนกลับ (look back)

4.1 ผลเฉลยของท่านถูกหรือไม่ คำตอบของท่านตอบปัญหาได้สมบูรณ์หรือไม่

4.2 ท่านมองเห็นผลเฉลยที่ง่ายกว่านี้หรือไม่

4.3 ท่านเห็นวิธีที่จะทำให้ผลเฉลยของท่านใช้ได้ในกรณีทั่วไปมากกว่านี้หรือไม่

ณัฐพร ศรีบุญ (2543 : 33) กล่าวว่า^๕ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ^๑ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เราจะต้องมองปัญหาให้ชัดว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และที่โจทย์ต้องการคืออะไรหรือสิ่งที่เราคาดหวังจะพบและเราได้รับทราบข้อมูลอะไรแล้วบ้าง

2. ^๒ขั้นกำหนดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา สรุปความเกี่ยวพันสิ่งที่ให้มาและสิ่งที่ต้องการคำตอบโดยแปลงเป็นประโยคสัญลักษณ์ แล้วนำความรู้มาใช้ในการคำนวณ ซึ่งจะต้องค้นหาว่าในหัวข้อต่าง ๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไรสิ่งที่เราต้องการหานั้นเกี่ยวข้องกับข้อมูลอย่างไร เราเคยเห็นปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหานี้หรือไม่ การที่จะเกิดแนวคิดในการหาคำตอบนั้นเราจะต้องวางแผนเพื่อกำหนดขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาก่อน

3. ^๓ขั้นปฏิบัติตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งจะต้องตรวจสอบความสำเร็จดูว่าแต่ละขั้นตอนถูกต้องแล้วหรือยัง และเราสามารถพิสูจน์ได้ว่าขั้นตอนที่เราวางไว้ถูกต้องดีแล้วจึงปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้แต่ถ้ายังไม่ถูกต้อง ให้ย้อนกลับไปดำเนินการแก้ไขก่อนว่ามีข้อบกพร่องอยู่ตรงขั้นตอนใดบ้าง

4. ^๔ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง เราจะต้องมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้ตลอดจนถึงวิธีการโดยการทบทวนและอธิบายวิธีการแก้ปัญหของเราและสำรวจดูว่ามีแนวทางอื่นอีกหรือไม่
ที่จะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวนี้ ถ้านักเรียนสามารถฝึกฝนบ่อย จะทำให้มีความเชี่ยวชาญในการแก้โจทย์ปัญหา

เทราท์แมน และลิชเทินเบิร์ก (Troutman and Lichtenberg. 1995. : 4 - 7) ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏในปัญหาแล้วยังต้องมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในปัญหานั้น สิ่งสำคัญ คือการตั้งคำถามถามตัวเองเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 2 กำหนดแผนในการปัญหา กำหนดอย่างน้อยที่สุดหนึ่งแผน การกำหนดแผนไว้ □ หลาย ๆ แผนจะเป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบและเลือกใช้แผนที่ดีที่สุด อันส่งผลต่อการกำหนดยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้ □

ขั้นที่ 4 ประเมินแผน และคำตอบ ในขั้นนี้จะมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้หรือความสมเหตุสมผล ของคำตอบความสอดคล้องกับเงื่อนไขในปัญหาเปรียบเทียบผลจากการลองแก้ปัญหาใหม่ด้วยวิธีการอื่น เปรียบเทียบผลของตนเองกับผลของเพื่อน ๆ

ขั้นที่ 5 ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหารูปแบบทั่วไปของคำตอบของปัญหา การที่จะขยายปัญหาได้นั้นผู้แก้ปัญหาต้องเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจน การขยายปัญหาจะช่วยสร้างทักษะในการแก้ปัญหา การขยายปัญหาทำได้โดย เขียนปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิมเสนอปัญหาใหม่ □ เพื่อผู้แก้ปัญหาอาจจะค้นหารูปแบบทั่วไป หรือกฎ ในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 6 บันทึกการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหาที่ดีต้องจดบันทึกการแก้ปัญหาของตนไว้เพื่อที่จะได้รื้อฟื้น หรือทบทวน สิ่งที่ควรจดบันทึก ได้แก่ แหล่งของปัญหา ตัวปัญหาที่กำหนด แนวคิดในการแก้ปัญหา ยุทธวิธีที่นำมา และข้อแนะนำเกี่ยวกับการขยายผลการแก้ปัญหา

เบลล์ □ (สมเดช บุญประจักษ์ □ 2540 : 15 ; อ้างอิงมาจาก (Bell. 1978 : 312) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาเป็นขั้น ๆ ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. นำเสนอปัญหาในรูปทั่วไป
2. เสนอปัญหาในรูปที่สามารถดำเนินการได้ □
3. ตั้งสมมติฐาน และเลือกวิธีดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา
4. ตรวจสอบสมมติฐาน และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ
5. วิเคราะห์และประเมินคำตอบ รวมถึงวิธีซึ่งนำไปสู่การค้นพบยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

อ่านปัญหา พิจารณาปัญหา แก้ปัญหา ตรวจสอบคำตอบ อ่านปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบผล หรือ กระบวนการแก้ปัญหาโดยทั่วไปว่า มักนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นขั้น ๆ ในลักษณะที่เป็นกรอบการแก้ปัญหาที่เป็นแนวทาง

จากแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ของนักศึกษา ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน หลัก ๆ คือ 1. ขั้นวิเคราะห์โจทย์ (โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้างและต้องการทราบอะไร) 2. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา (เขียนประโยคสัญลักษณ์คิดวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา) 3. ขั้นลงมือแก้ปัญหา (การแสดงวิธีทำ) 4. ขั้นตรวจสอบคำตอบที่ได้ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้กำหนดโจทย์คำถามในสถานการณ์ย่อยไว้ 4 ข้อตามลำดับข้างต้น

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (Modified Essay Question Test)

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์มีความเป็นมา มีลักษณะที่สำคัญและความหมายของแบบทดสอบรวมถึงการสร้างและการตรวจให้คะแนน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ความเป็นมาแบบทดสอบความเรียงประยุกต์

ความเป็นมาแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ เริ่มใช้ครั้งแรก โดยคณะกรรมการของราชวิทยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป (The Board of Censors of the Royal College of General Practitioners) แห่งราชอาณาจักร โดยมีฮอดจกิน และน็อก (Hodgkin and Knox) เป็นผู้พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ทดสอบแพทย์ที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีแล้ว เพื่อสอบเข้าเป็นสมาชิกของสมาคม ทั้งนี้เพราะเห็นว่าวิธีการที่ใช้ทดสอบแบบดั้งเดิมของสมาคมคือ แบบทดสอบความเรียงขาดความเชื่อมั่น และแบบทดสอบเลือกตอบค่าความเที่ยงตรงต่ำ และเครื่องมือที่ใช้สอบนั้นวัดความสามารถได้เป็นเพียงส่วนๆส่วนใหญเป็นการวัดด้านความรู้ความจำไม่สามารถวัดทักษะหรือเจตคติของผู้เข้าสอบได้ (กนกรวรรณ เขียมชัย. 2539 :16 ; อ้างอิงมาจาก The Board of Censors of the Royal College of General Practitioners. 1971 : 373)

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่ ฮอดจกินและน็อกซ์ พัฒนาขึ้นนั้นมีลักษณะเป็นกรณีศึกษาซึ่งครูหรือผู้ออกข้อสอบเลือกมาให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้แล้วเสนอกรณีศึกษานี้ตามลำดับเหตุการณ์แต่ไม่เสนอต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบเหมือนข้อสอบแบบเรียงความแต่แยกเสนอที่ละตอนแล้วตั้งคำถามตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดที่ตั้งไว้ คำถามเป็นแบบสอบปลายเปิดที่ผู้ถูกสอบต้องหาคำตอบมาตอบเองโดยอาศัยข้อมูลที่ข้อสอบกำหนดให้ เมื่อได้คำตอบแล้วผู้ถูกสอบจึงจะเปิดไปทำคำถามต่อไป ซึ่งจะมีข้อมูลมาเสนอให้เพิ่มเติม ซึ่งอาจจะทำให้ผู้ถูกสอบรู้ตัวว่าคำตอบที่ตอบไปแล้วผิดแต่จะกลับไปแก้ไขคำตอบที่ทำไปแล้วไม่ได้ หรือเปิดไปดูข้อมูลของข้อคำถามที่อยู่ถัดไปก็ไม่ได้ จำนวนข้อสอบ ความเรียงประยุกต์ควรมีประมาณ 5 – 35 ข้อ (พวงแก้ว ปุณยกนก. 2531 : 24 ; อ้างอิงมาจาก Felett. 1980 : 934)

เมื่อสร้างข้อสอบเสร็จแล้วควรให้ผู้ทรงคุณวุฒิประมาณ 12 คน ลองทำข้อสอบเพื่อรวบรวมคำตอบที่เป็นไปได้และกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน การให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์มาก จะช่วยให้แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์มีความเที่ยงตรง (พวงแก้ว ปุณยกนก. 2531 : 24 ; อ้างอิงมาจาก Knok. 1980 : 21-24)

มหาวิทยาลัยนิวคาสเซิลได้ดัดแปลงแบบสอบความเรียงประยุกต์ใน 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือ การกำหนดเวลาในการตอบแต่ละข้อ ซึ่งผู้สอบจะต้องปรับเวลาของตนให้รวมแล้วทำทุกข้อเสร็จในเวลารวมที่กำหนดให้โดยเวลาที่กำหนดให้นี้จะมากกว่าเวลาที่ผู้ทรงคุณวุฒิทำ 30% และอีกประเด็นหนึ่งคือ การทำโมเดลคำตอบเพื่อใช้ในการตรวจโดยการประมวลคำตอบของผู้ทรงคุณวุฒิและการกำหนดระดับคะแนนผ่านหรือเกณฑ์ความสามารถในการเรียนรู้ (Mandatory Level of Competence : MLC) ของแต่ละข้อเอาไว้ ถ้าผ่านเกณฑ์จะได้ 1 คะแนน ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์จะได้ 0 คะแนน (กนกวรรณ เขียมชัย. 2539 : 17 ; อ้างอิงมาจาก Felett. 1980 : 933-934)

ลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์

ลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์คือเป็นแบบทดสอบที่เป็นการศึกษาเฉพาะกรณี (case study) ที่บรรยายเหตุการณ์ที่ปรากฏขึ้นจริง ตามลำดับขั้นของการเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ สถานการณ์ที่นำเสนอไม่เสนอทั้งหมดครั้งเดียว แต่ให้ข้อมูลเป็นตอน ๆ แล้วแทรกคำถามเป็นระยะ ๆ เรียงลำดับเหตุการณ์ (serial structured – question test)

ข้อมูลที่ให้เพิ่มเติมนั้นอาจเกี่ยวข้องกับคำถามมาก หรืออาจจะไม่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าสอบ ต้องตัดสินใจพิจารณาเลือกข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง โดยไม่มีการชี้แนะคำตอบเหมือนแบบทดสอบเลือกตอบ ถึงแม้ว่าการตอบข้อสอบค่อนข้างอิสระ แต่ก็ต้องอยู่ในขอบเขตข้อมูลที่กำหนดให้ ส่วนกรณีศึกษาแต่ละกรณีและข้อคำถามเป็นอิสระจากกัน ดังนั้นวิธีการทำข้อสอบจึงกำหนดให้ผู้เข้าสอบใช้ข้อมูลเฉพาะในหน้านั้น ๆ มิให้ย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบ ข้อที่ทำไปแล้ว หรือเปิดไปดูข้อมูลข้างหน้าที่ให้เพิ่มเติมการใช้แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ในระยะแรกนั้น เป็นการวัดทักษะการแก้ไขปัญหาทางการแพทย์ ซึ่งวัดกระบวนการแก้ไขปัญหาด้วย มิใช่วัดการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเพียงอย่างเดียวลักษณะของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์จะเป็นชุดคำถาม (กนกวรรณ เขียมชัย. 2539 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Knok. 1980 : 20-21)

ฉลอง สวัสดิ์ (2538 : 14) กล่าวว่า แบบทดสอบความเรียงประยุกต์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะการแก้ปัญหาประกอบด้วยชุดคำถามเป็นตอน ๆ ซึ่งแต่ละตอนจะมีข้อความสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่เสนอต่อเนืองตามลำดับแล้วตามด้วยคำถามที่ถามในข้อความ สถานการณ์ หรือเงื่อนไขนั้น ๆ และแต่ละคำถามจะพิมพ์ลงในกระดาษหนึ่งแผ่น ซึ่งในระหว่างการคิดตอบปัญหานั้น ผู้สอบจะต้องไม่แก้คำตอบข้อที่ ผ่านมาหรือพลิกดูข้อความ สถานการณ์ หรือเงื่อนไขข้อต่อไป แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่อยู่บนสุดเป็นข้อความ สถานการณ์หรือเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่ให้ผู้สอบคิดตอบที่ต้องอาศัยแนวทางการแก้ปัญหาในข้อความ สถานการณ์ หรือ เงื่อนไขอยู่ในส่วนแรก

ส่วนที่ 3 เป็นที่เว้นว่าง ให้นักเรียนเขียนคำตอบ

ส่วนที่ 4 บอกเวลาสำหรับการคิดแก้ปัญหาในคำถามนั้น และส่วนที่เว้นว่าง สำหรับให้นักเรียนเขียนเวลาที่ใช้คิดแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน

สรุปได้ว่าลักษณะสำคัญของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยชุดคำถามเป็นตอน ๆ ซึ่งแต่ละตอนจะมีข้อความ สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่เสนอต่อเนืองตามลำดับ หนึ่งข้อคำถามจะพิมพ์ลงในกระดาษหนึ่งแผ่น และที่สำคัญคือ ผู้สอบจะต้องไม่แก้คำตอบข้อที่ ผ่านมา หรือพลิกดูข้อความ สถานการณ์ ข้อต่อไป

การสร้างและการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียงประยุกต์

การสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์

การสร้างแบบทดสอบผู้ประเมินต้องรู้ธรรมชาติ และระดับของสิ่งที่จะวัดแล้วเลือกสอบวัดเฉพาะจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ซึ่งในบางครั้งก็อาจถามความรู้พื้นฐานเท่านั้นเพื่อให้ผู้เรียนตอบโดยใช้เหตุผลของการตัดสินใจในการแก้ปัญหาก็ได้ ไตรรงค์ เจนการ (วงทิพย์ โปวอ, 2535 : 24 - 28 ; อ้างอิงมาจาก ไตรรงค์ เจนการ, 2530 : 3-6) ได้กล่าวถึง เทคนิคการเขียนแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ได้ดังนี้ คือ ต้องมีความต่อเนื่องของสถานการณ์ของปัญหา ประการหนึ่งและอีกประการหนึ่ง จะต้องเป็นกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนการจัดรูปแบบสอบ จัดพิมพ์แยกไว้ข้อละ 1 แผ่น เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้สอบ การเขียนข้อสอบในแต่ละข้อหรือหลาย ๆ ข้อรวมกันถือว่าเป็นชุดปัญหากระทำได้โดยยึดหลักการแก้ปัญหาและพยายามกระจายปัญหาหรือสถานการณ์ออกไปเป็นข้อย่อย ๆ ดังตัวอย่างวิชาคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

มานะมีเงินอยู่ 1,000 บาท นำไปซื้อเสื้อ 3 ตัว ๆ ละ 125 บาท ผ้าเช็ดหน้า 2 ผืน ผืนละ 20 บาท เขาจะเหลือเงินเท่าไร

โจทย์ปัญหาข้อนี้ครูนิยมใช้กันมาช้านาน ถ้าเปลี่ยนเป็นแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์ □
จะเขียนได้ดังนี้

มานะมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง เขานำไปซื้อเสื้อ และผ้าเช็ดหน้าอย่างละจำนวนหนึ่ง
เขาจะเหลือเงินเท่าไร

คำถาม : เมื่อนักเรียนเห็นโจทย์อย่างนี้ นักเรียนคิดว่ามีวิธีการคิดหาคำตอบได้โดยวิธีใดบ้าง

โจทย์นี้อาจแปลกตา และคำตอบจะเป็นอย่างไร ? ถ้าพิจารณาคำถาม “คิดหาคำตอบได้โดยวิธีใด” คำตอบที่ได้ก็คือ บวกบ้าง ลบบ้าง คูณบ้าง แต่ถ้าบอกว่าต้องใช้วิธีการ ก็ □
คงผิดแน่ ๆ ดังนั้น คำเฉลยของโจทย์ข้อนี้ก็น่าจะเป็นวิธีบวกแล้วลบจึงจะถูกสำหรับข้อมูลที่ให้มา
ขั้นที่ 2 เพิ่มค่าหรือข้อมูลบางอย่างลงในสถานการณ์เดิม จะได้โจทย์ใหม่ ดังนี้

มานะมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง เขานำไปซื้อเสื้อ 3 ตัว ผ้าเช็ดหน้า 2 ผืน
เขาจะเหลือเงินเท่าไร

คำถาม : นักเรียนจะหาคำตอบได้ก็ต่อเมื่อเธอทราบอะไรเสียก่อน

จากโจทย์นี้จะเห็นว่ามีจำนวนเข้าไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์อยู่ 2 จำนวน เมื่อถามเด็ก
ว่า “นักเรียนจะหาคำตอบได้ก็ต่อเมื่อเธอต้องการทราบอะไรเสียก่อน” คำตอบที่ได้จากเด็ก คือ
มานะมีเงินอยู่เท่าไร หรือบางคนบอกว่าเสื้อตัวละเท่าไร หรือผ้าเช็ดหน้าผืนละเท่าไร เป็นต้น แต่ □
มีเด็กน้อยคนที่จะบอกมาได้ครบทั้ง 3 อย่าง ซึ่งทั้ง 3 อย่างก็เป็นค่าเฉลยที่ถูกต้อง ส่วนเสื้อยี่ห้อ
อะไร สีอะไร ขนาดเท่าไร ชื่อจากที่ไหน ก็คิดว่าคงไม่เกี่ยวข้องกับการที่จะเหลือเงินอยู่เท่าไร

จะเห็นว่าเด็กที่จะทำข้อสอบได้จะต้องเป็นคนที่ย่านหนังสือออก ต้องเข้าใจในสิ่งที่อ่าน
จึงจะตอบปัญหานี้ได้ ถ้าหากเขาอ่านหนังสือไม่ออก ก็ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้ หรือถ้าหาก

อ่านหนังสือไม่เป็นจริงๆ แต่กลับฟังเป็น ก็พอจะมีสิทธิได้บ้างในการแก้ปัญหา โดยให้คนอื่นอ่านให้ฟัง แต่ถ้าอ่านก็ไม่ออกฟังก็ไม่เป็น ก็ไม่สามารถจะทำข้อสอบได้□

ขั้นที่ 3 เพิ่มข้อมูลลงไปอีก จะได้โจทย์ใหม่ ดังนี้

มานะมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง เขานำไปซื้อเสื้อ 3 ตัวๆ ละ 125 บาท ผ่าเช็ดหน้า 2 ผืน ผืน ละ 20 เขาจะเหลือเงินเท่าไร

คำถาม : นักเรียนจะหาคำตอบได้โดยวิธีการใด หรือจะหาคำตอบได้อย่างไร หรือถ้าหากจะเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ของคณิตศาสตร์ก็ได้□

จากโจทย์นี้เราอาจจะถามเด็กว่า “นักเรียนจะหาคำตอบได้โดยวิธีการใด หรือจะหาคำตอบได้อย่างไร โดยอาจจะเขียนบรรยายว่าเอาอะไรคูณกับอะไร แล้วมาบวกหรือลบกับอะไร และนำผลที่ได้มาทำกับอะไรอีกจนกระทั่งได้คำตอบ หรือถ้าหากจะเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ของคณิตศาสตร์ได้ก็ยิ่งดีมากที่สุด” เด็กอาจจะเขียนบอกวิธีการได้ถูกต้องตามหลักวิชา ซึ่งอาจมีหลายวิธี และอาจจะเขียนประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกหลายวิธีเช่นกัน

ขั้นที่ 4 เพิ่มข้อมูลลงไปอีก ในขั้นนี้จะได้โจทย์ที่สมบูรณ์เหมือนกับโจทย์ครั้งแรก

มานะมีเงินอยู่ 1,000 บาท เขานำไปซื้อเสื้อ 3 ตัว ๆ ละ 125 บาท ผ่าเช็ดหน้า 2 ผืน ผืนละ 20 เขาจะเหลือเงินเท่าไร

คำถาม : จงแสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

จะเห็นว่าโจทย์นี้จะเหมือนกับโจทย์ครั้งแรก ซึ่งเป็นการบอกข้อมูลทั้งหมดพร้อมกันทีเดียว ส่วนมากแล้วเด็กจะเห็นโจทย์ในลักษณะเช่นนี้เสมอ และเด็กอาจจะงงต่อข้อมูลที่มากเกินไปก็ได้โดยที่เขาเองไม่รู้ว่าเขาจะเอาข้อมูลมาสัมพันธ์กันอย่างไร แต่ถ้าเด็กที่เคยผ่านเรื่องนี้มามากแล้วก็จะมองย้อนกลับไปตามขั้นที่ 3 ขั้นที่ 2 และขั้นที่ 1 ได้เลย แล้วลงมือทำได้เลยถ้าเด็กทำเลขปัญหานี้ได้ก็หมายความว่า เขามีความสามารถในการแก้ปัญหผ่านขั้นที่ 3 มาแล้วและในขั้นที่ 4 จะบอกให้เด็กแสดงวิธีทำ แต่ถ้าคำนวณคำตอบผิด แสดงว่าเขาแก้ปัญหาได้□

แต่ขาดทักษะในการคำนวณ ถ้าพบเด็กอย่างนี้ต้องสอนด้านทักษะการคำนวณให้เขาจนเขาค่อง
ในทักษะด้านนี้ ถ้าเขาแสดงวิธีทำถูกและคำนวณถูกต้องด้วยแสดงว่าเขามีความสามารถในการ
แก้ปัญหมาแล้ว และถ้าทดลองสอบในปัญหาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาอย่างนี้และเขาทำได้
แสดงว่าเขามีความสามารถในการแก้ปัญหเรื่องนี้แล้ว (เช่นเรื่องการบวก ลบ คูณ หารทศนิยม
ดังตัวอย่าง) และถ้าหากเด็กบางคนทำได้เพียงขั้นที่ 2 หรือขั้นที่ 1 เท่านั้น ก็แสดงว่าเขายังไม่
สามารถจะแก้ปัญหนี้ได้ จึงเป็นภาระของครูผู้สอนจะต้องช่วยเหลือเขาให้เกิดทักษะขั้นที่ 3 และขั้น
ที่ 4 ให้ได้ อย่างเน้นขั้นที่ 4 ดังที่เคยทำมา ถ้าหากเขายังไม่ถึงขั้นที่ 3

นงศรัท โทธานี (2542 : 65) ได้สร้างแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์ ที่ดำเนินการสอบ
โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเชิงซ้อน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน
6 ชุดปัญหา รวม 30 ข้อโดยแต่ละหน้ากระดาษแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย ข้อความหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับจำนวนเชิงซ้อน ซึ่ง
เขียนในกรอบสี่เหลี่ยม

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย ข้อคำถามเกี่ยวกับแนวทางแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือ
ข้อความในส่วนที่ 1

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก

ส่วนที่ 4 ประกอบด้วย ข้อความที่บ่งบอกเวลาในการทำข้อสอบขั้น นั้นๆ และบอกเวลา
สะสมของทุกข้อที่ทำผ่านมาโดยเรียงคำถามลำดับที่ 1 - 5 ตามพฤติกรรมย่อย 5 อย่างคือ
คำถามลำดับที่ 1 มีความรู้ และทักษะเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

คำถามลำดับที่ 2 ค้นหารายละเอียดของข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่ตรงประเด็น
คำถามลำดับที่ 3 คาดคะเนคำตอบโดยแสดงแนวทางการแก้ปัญหได้

คำถามลำดับที่ 4 เลือกแนวทางแก้ไขปัญหได้อย่างมีเหตุผล

คำถามลำดับที่ 5 แสดงวิธีการแก้ปัญหได้อย่างถูกต้อง

สรุปได้ว่าการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ผู้ประเมินต้องรู้ธรรมชาติ และระดับ
ของสิ่งที่จะวัดแล้วเลือกสอบวัดเฉพาะจุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยมีเทคนิคการเขียนข้อสอบคือ
ต้องมีความต่อเนื่องของสถานการณ์ของปัญหาประการหนึ่งและอีกประการหนึ่ง จะต้องเป็น
กระบวนการแก้ปัญหา การจัดรูปแบบสอบ จัดพิมพ์แยกไว้ข้อละ 1 แผ่น เพื่อสะดวกต่อการ
นำไปใช้สอบ การเขียนข้อสอบในแต่ละข้อหรือหลาย ๆ ข้อรวมกันถือว่าเป็น 1 ชุดปัญหา กระทำ
ได้โดยยึดหลักการแก้ปัญหาและพยายามกระจายปัญหา หรือสถานการณ์ออกไปเป็นข้อย่อย ๆ

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ มีลักษณะคำถามปลายเปิดได้มีผู้เสนอแนะวิธีการตรวจให้คะแนนดังนี้

สเทนมาร์ค (Stenmark.1991 : 20) กล่าวว่า การตรวจให้คะแนนคำถามปลายเปิดทำได้

2 วิธี คือ

1. วิธีวิเคราะห์ (analytical method หรือ point method) ให้การวิเคราะห์ด้วยประเด็นที่มีลักษณะแตกต่างกันของคำตอบ

2. วิธีประเมินรวม (holistic method) เป็นวิธีที่ผู้ประเมินพิจารณาคำตอบโดยรวมมากกว่าตรวจสอบรายละเอียดปลีกย่อยเฉพาะ

อีเบล (Ebel. 1979 : 149-152) ได้เสนอแนะการตรวจให้คะแนนได้ดังนี้

การให้คะแนนด้วยวิธีวิเคราะห์ และวิธีการประเมินคุณภาพโดยรวม (analytic scoring or global-quality scaling)

1. วิธีวิเคราะห์ วิธีนี้ส่วนประกอบที่สำคัญต่าง ๆ ของคำตอบจะเป็นตัวกำหนดการให้คะแนน มาก- น้อย อย่างอิสระ การพิจารณาจะพิจารณาทั้งส่วนประกอบที่สำคัญของคำตอบและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้นด้วยว่าเป็นองค์ประกอบเดียวกันของคำตอบหรือไม่ แต่ถ้าความสัมพันธ์นั้นซับซ้อนและเข้าใจยาก วิธีวิเคราะห์อาจจะทำได้ไม่สะดวกและใช้เวลานาน

2. วิธีประเมินคุณภาพโดยรวม วิธีนี้ผู้ตรวจอ่านคำตอบโดยรวม และพิจารณาจากความประทับใจ แล้วจึงเปลี่ยนความประทับใจนั้นเป็นระดับคะแนนบันทึกไว้ ทำแบบนี้ทุก ๆ ข้อ วิธีการที่ดีกว่าเพื่อควบคุมความสม่ำเสมอหรือความมีมาตรฐานในการตรวจกระดาษคำตอบที่ต่างกัน คือ การแบ่งกลุ่มคำตอบเป็นหลายๆ กองตามระดับคุณภาพที่ต่างกัน โดยในแต่ละกองจะมีลักษณะคำตอบที่คล้ายๆ กัน เมื่อแบ่งกลุ่มแล้วผู้ตรวจจึงมาพิจารณาตัดสินใหม่อีกครั้งว่าแต่ละกองเหมาะสมหรือยัง

โกลลันด์ (Gronlund. 1977 : 79) ได้อธิบายถึงวิธีการตรวจให้คะแนนไว้ดังนี้

1. การให้คะแนนคำถามแบบจำกัดคำตอบ (restricted- response) ด้วยวิธีแยกประเด็น (point-method) โดยใช้รูปแบบคำตอบเป็นแนวทาง การให้คะแนนแบบนี้จะต้องมีการเตรียมกำหนดคะแนนไว้ก่อน ขั้นตอน คือ ต้องกำหนดจำนวนประเด็นที่จะให้คะแนนแต่ละคำตอบซึ่งประเด็นเหล่านี้จะต้องสามารถวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการได้

2. การให้คะแนนคำถามแบบไม่จำกัดคำตอบ (extended - response) ด้วยวิธีการจัดระดับ (rating method) โดยใช้การกำหนดเกณฑ์เป็นแนวทาง ข้อสอบแบบไม่จำกัดคำตอบจะให้อิสระในการตอบ ผู้ตรวจแบบทดสอบจะต้องตรวจให้คะแนนแต่ละคำตอบด้วยการพิจารณาคุณภาพ จากเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว เกณฑ์ที่ใช้ประเมินคำตอบกำหนดคะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนั้นเมื่ออ่านคำตอบแล้วจะต้องกำหนดระดับคุณภาพของคำตอบจาก 1-5 คะแนน ในแต่ละระดับคะแนน อาจกำหนดให้เป็นคุณภาพโดยรวมของทั้งคำตอบ หรือแยกการพิจารณาตามเกณฑ์ก็ได้ □

นีอก (กนกวรรณ เขียมชัย, 2539 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Knok, 1980 : 20-21) ได้ใช้วิธี □
ตรวจแบบทดสอบความเรียงประยุกต์โดยการกำหนดน้ำหนักคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อให้คะแนนมากไปน้อย ตามจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของข้อคำถามนั้น คำถามใดมีคำตอบมาก ให้น้ำหนักคะแนนมาก คำถามใดที่มีคำตอบน้อย ให้น้ำหนักคะแนนน้อย โดยที่ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มนี้เป็นผู้กำหนดน้ำหนักคะแนนและคะแนนเต็มแต่ละข้อซึ่งอาจให้ได้ไม่เท่ากัน

เฟเลตติ (กนกวรรณ เขียมชัย, 2539 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Felett, 1980 : 933-934) ได้ใช้วิธีตรวจแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ โดยการกำหนดน้ำหนักคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำที่กำหนดไว้ (Mandatory Level of Competence : MLC) ของข้อคำถามแต่ละข้อ เช่นข้อคำถามนั้นมีแนวคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด 16 ข้อ ถ้าผู้เข้าสอบตอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ข้อเป็นข้อใดก็ได้ของคำตอบทั้งหมดตามที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนดเกณฑ์ไว้ให้ 1 คะแนน ถ้าตอบไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ให้ 0 คะแนน

คุชณีย์ บัวศิริพันธุ์ (2543 : 24) กล่าวถึงการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีวิเคราะห์และวิธี □
ประเมินรวม ไว้ดังนี้

1. การตรวจวิธีวิเคราะห์ (analytical method หรือ point method) เป็นวิธีการตรวจที่เหมาะสมกับการตรวจประเภทจำกัดคำตอบ ในสถานการณ์การประเมินผลการเรียนการสอนที่มี □
ผู้สอบไม่มากนัก การตรวจแบบนี้ผู้ตรวจต้องมีคำตอบไว้ล่วงหน้าซึ่งได้แยกเป็นประเด็นย่อย ๆ ตามองค์ประกอบของการตอบ ตามความสำคัญหรือตามประเด็นที่ถาม เช่นการจัดเรียงความคิด การยกตัวอย่าง การตอบได้ตรงประเด็น เป็นต้น โดยการกำหนดคะแนนของแต่ละประเด็นย่อยๆ ไว้เป็นเกณฑ์ ตรวจเทียบกับคำตอบของผู้สอบแต่ละตอนย่อยๆ จากนั้นจึงเอาคะแนนของแต่ละประเด็นย่อยๆ มารวมกันเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ จุดอ่อนของการตรวจแบบวิเคราะห์ คือ เสียเวลาตรวจมากเพราะต้องตรวจทีละประเด็นและการแยกประเด็นย่อยๆ อาจวัดคุณลักษณะที่ไม่ตรงหรือไม่ลึกซึ้งในด้านจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนที่ต้องการได้ □

2. การตรวจวิธีประเมินรวม หรือการตรวจคะแนนแบบจัดระดับคุณภาพ (holistic method หรือ global method หรือ rating method) เป็นวิธีการตรวจให้คะแนนรวมๆ ทั้งข้อ การให้คะแนนจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของประเด็นหลัก สามารถตรวจได้รวดเร็ว การตรวจแบบนี้ ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบทุกข้ออย่างรวดเร็วในขั้นต้น แล้วแยกกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มๆ ตามระดับคุณภาพของการตอบเช่น แยกเป็นคุณภาพ 3 ระดับ คือ ดี ปานกลาง ไม่ดี หรือแยกเป็น 5 ระดับคือ ดีมาก ดี ค่อนข้างดี พอใช้ อ่อน เมื่อจัดเรียงคำตอบเป็นกลุ่มเสร็จแล้วให้อ่านอย่างละเอียดทีละกลุ่มคุณภาพเพื่อให้คะแนนตามลำดับคุณภาพอีกทีหนึ่ง ในการจัดแยกกลุ่มกระดาษคำตอบอาจเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างกันเองภายในกลุ่ม หรืออาจมีคำตอบตัวแบบ หรือกำหนดเกณฑ์ในการเปรียบเทียบคุณภาพคำตอบก็ได้ □

จากแนวคิดเกี่ยวกับการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความเรียงที่กล่าวมาข้างต้น พบว่ามีการใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียงหลากหลายวิธี ได้แก่ วิธีวิเคราะห์, วิธีประเมินรวม, วิธีประเมินคุณภาพโดยรวม, การให้คะแนนคำถามแบบจำกัดคำตอบ, การให้คะแนนคำถามแบบไม่จำกัดคำตอบ, วิธีการตรวจแบบนี้, วิธีการตรวจแบบเฟลตติ ซึ่งแต่ละวิธี □ ก็มีข้อดี และข้อด้อยแตกต่างกัน การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบของน็อก และการตรวจให้คะแนนแบบของเฟลตติ □

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละ เศษส่วน ความยาวและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อกและเฟลตติ ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานวิจัยต่างประเทศ และในประเทศดังต่อไปนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ในต่างประเทศที่ผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

ฮาราซิม และคนอื่นๆ (Harasym & others, 1980 : 381 - 386) ได้ศึกษาเพื่อประเมินผลการใช้กระบวนการแก้ไขปัญหาทางการแพทย์ โดยยึดปัญหาเป็นหลัก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยคัลการี (Univesity of Calgary) ประเทศแคนาดา

จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เป็นแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ และแบบทดสอบการจัดการกับปัญหาของผู้ป่วย (Patient Management Problem : PMP) เกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ไขปัญหาทางการแพทย์ 5 ขั้นตอน คือ การเก็บรวบรวมข้อมูล การกำหนดสมมติฐาน การปรับปรุงสมมติฐานการตรวจร่างกายและการวินิจฉัยทางห้องทดลองและการวินิจฉัยโรคผลการศึกษพบว่า วิธีการแก้ไขปัญหามาตรฐานของนักศึกษาตามขั้นตอนต่างๆคล้ายคลึงกัน และนักศึกษาสามารถทำข้อสอบการแก้ไขปัญหามาตรฐานจากแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ได้คะแนนสูงกว่าแบบทดสอบการจัดการปัญหาของผู้ป่วย

ฟอร์ไซท์ และแอนสเลย์ (ฟวงทิพย์ โพธิ์ว. 2535 : 51 ; อ้างอิงมาจาก Forsyth & Ansley. 1982 : 257-263) ได้ศึกษาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ของแบบทดสอบการแก้ปัญหา ใจทย์คณิตศาสตร์ที่มีตัวเอกเป็นกระบวนการคิด กับที่มีตัวเลือกเป็นผลสำเร็จที่เน้นความสำคัญของทักษะการคำนวณ โดยใช้แบบทดสอบ ITED (Iowa Test of Education Development) จำนวน 36 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 9 และเกรด 11 จำนวน 9 โรงเรียน และในแต่ละโรงเรียนใช้วิธีจับคู่ (Matched pair) เพื่อให้กลุ่มหนึ่งใช้เครื่องคำนวณช่วยในการหาคำตอบ ผลการวิจัยปรากฏว่า ทักษะการคำนวณไม่มีผลต่อความตรงตามโครงสร้าง และคะแนนความสามารถของผู้ตอบ และในการแก้ปัญหาใจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนใช้ทักษะในการะบวนการคิดมากกว่าทักษะการคำนวณ

เออร์วิน และแบมเบอร์ (กนกวรรณ เอี่ยมชัย. 2539:33 ; อ้างอิงมาจาก Ewin & Bamber. 1982 : 236 - 331) ได้ทำการศึกษารื่องโครงสร้างด้านความรู้ของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ จุดประสงค์การศึกษา เพื่อวิเคราะห์และอภิปรายผลการสอบ ที่ใช้ขึ้นเป็นสมาชิกแพทยสภาแห่งชาติในส่วนที่ 2 โดยใช้ผลการสอบครั้งสุดท้ายของนักศึกษาแพทย์มหาวิทยาลัยควีนส์ (The Queen's University of Belfast) ด้วยแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ในการประเมินระดับความสามารถตามทักษะของบลูมที่บัควาลเตอร์และคนอื่น ๆ ได้จัดกลุ่มใหม่เป็น 3 ระดับ คือระดับหนึ่งเป็นข้อคำถามที่วัดความรู้ความจำและการจำแนกข้อมูล (ขั้นความรู้ของบลูม) ระดับสองเป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถการนำไปใช้และการแปลความหมายข้อมูล (ขั้นการนำไปใช้ของบลูม) ระดับที่สามเป็นข้อคำถาม ที่วัดเกี่ยวกับการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเฉพาะขั้นการวิเคราะห์และประเมินค่าของบลูม โดยใช้แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2523 (ค.ศ. 1987 และ ค.ศ. 1980) การนำมาวิเคราะห์โดยใช้แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ตามโครงสร้างด้านความรู้ของบลูมนำไปเปรียบเทียบกับการจัดกลุ่มข้อสอบเป็น 3 ระดับของบัควาลเตอร์

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ประกอบด้วย สถานการณ์ทางการแพทย์ จำนวน 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อความระหว่าง 8 ถึง 18 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า การเปรียบเทียบผลการสอบด้วยแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ [พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2523] คะแนนแบบทดสอบ นำมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละประกอบภายใต้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อ ข้อสอบสามารถวัดในขั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าได้เป็นอย่างดี และมีความสอดคล้องกันอย่างเหมาะสมระหว่างโครงสร้างด้านความรู้ในแบบทดสอบจากการศึกษาแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ที่สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกระดับ ทั้งของบลูมและบักวาลเตอร์

สเตรทฟอร์ด และ ปีแอร์ – เฟนนี (นงครีก ไททานี. 2542 : 59 ; อ้างอิงมาจาก Stratford & Pierce-Fenn. 1985 : 1075-1078) ได้ศึกษาเรื่องค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ โดยใช้ข้อสอบจำนวน 18 ข้อ ไปทดสอบความรู้ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์หลังจากทดลองใช้แล้วนำแบบทดสอบไปสอบกับนักศึกษากายภาพบำบัด ของศูนย์การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยโมฮอค (Department of Physiotherapy, Mohawk College) ประเทศแคนาดา จำนวน 25 คน หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ค่าอัลฟามีค่า 0.39 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบหาได้โดยนำแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ไปหาค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบเลือกตอบมีค่า 0.28

ซันเดอร์ส และคนอื่นๆ (นงครีก ไททานี. 2542 : 59 ; อ้างอิงมาจาก Saunders & Others. 1987 : 385 -388) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอบของนักศึกษาแพทย์ชั้นปีสุดท้ายของวิทยาลัยแพทยศาสตร์ประเทศออสเตรเลีย 3 สถาบัน คือ มหาวิทยาลัยซิดนีย์ มหาวิทยาลัยเวสเทอร์น และมหาวิทยาลัยนิวคาสเซิล ของปี พ.ศ. 2527 และ พ.ศ. 2529 (ค.ศ. 1984 และ 1986) จำนวน 888 คน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบ 3 รูปแบบคือ แบบเลือกตอบแบบความเรียงประยุกต์ □ และแบบทดสอบที่เกี่ยวกับการจัดการกับปัญหาของผู้ป่วย ผลการศึกษาพบว่า การทำข้อสอบความเรียงประยุกต์ปี พ.ศ. 2527 ของมหาวิทยาลัยนิวคาสเซิลทำข้อสอบได้คะแนนสูงในวิชาพฤติกรรมศาสตร์ และได้คะแนนน้อยในวิชาพยาธิวิทยาเมื่อเทียบกับ นักศึกษาของมหาวิทยาลัยซิดนีย์ และในปี พ.ศ. 2529 นักศึกษามหาวิทยาลัยซิดนีย์ทำข้อสอบเกี่ยวกับการจัดการกับปัญหาของผู้ป่วย ในส่วนของการวินิจฉัยแยกโรค ได้คะแนนน้อยกว่านักศึกษามหาวิทยาลัยนิวคาสเซิล ผลการสอบครั้งที่ 1 ในปี พ.ศ. 2528 นักศึกษามหาวิทยาลัยเวสเทอร์นทำข้อสอบที่เกี่ยวกับการจัดการกับปัญหาของผู้ป่วยได้ดีที่สุดใน 3 มหาวิทยาลัย และทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้คะแนนใกล้เคียงกับนักศึกษามหาวิทยาลัยซิดนีย์และมหาวิทยาลัยนิวคาสเซิล ซึ่งผลการสอบของนักศึกษาทั้ง 3 มหาวิทยาลัย มีความแตกต่างระหว่างมหาวิทยาลัยน้อยกว่า 10 % เนื่องมาจาก

ชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการสอบ ดังนั้นจึงสรุปความเห็นได้ว่า นักศึกษาแพทย์ระดับปริญญาตรี จากมหาวิทยาลัยซีดนีส์ มหาวิทยาลัยนิวคาสเซิล และมหาวิทยาลัยเวสเทอร์น มีความรู้ระดับใกล้เคียงกันในเรื่องทางแพทย์ ความแตกต่างที่พบได้คือความสามารถในการแก้ปัญหาขึ้นกับความสนใจในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมและการจัดประสบการณ์การฝึกปฏิบัติทางคลินิกบางส่วน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่างประเทศ พบว่า มีการนำแบบทดสอบความเรียง ประยุกต์มาใช้วัดความสามารถของผู้เข้าสอบ ในหลายด้านเช่น ใช้วัดกระบวนการแก้ไขปัญหาทางการแพทย์ โดยยึดปัญหาเป็นหลัก, ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาจิตคณิตศาสตร์ที่มีตัวเอกเป็นกระบวนการคิด และแบบทดสอบความเรียงประยุกต์สามารถวัดความสามารถของผู้เรียนในชั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ของบลูมได้เป็นอย่างดี □

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ในประเทศไทยที่ผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

นงศรีภัก ไทธานี (2542 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเชิงซ้อน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 300 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อหาคุณภาพทั้งฉบับคือ ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบทดสอบผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่สร้างขึ้น และดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 6 ชุดปัญหาหรรวม 30 ข้อ คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.69 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.57 และคุณภาพทั้งฉบับของแบบทดสอบจากการทดสอบครั้งที่ 3 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 และค่าความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ เท่ากับ 0.59 ดังนั้นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องจำนวนเชิงซ้อน เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ และโปรแกรมที่ใช้ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์สามารถดำเนินการสอบตามลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์ได้เป็นอย่างดี □ พวงทิพย์ โพธิ์วอ (2535 : 96-97) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ชนิดเลือกตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดขอนแก่น จำนวน 1,028 คน ผลการศึกษา พบว่า ได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ชุด 49 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่วัด

เนื้อหา เรื่องสมการ และอสมการ และเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ เรื่องละ 5 ชุด แบบทดสอบทั้ง 49 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.19 - 0.76 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11 ถึง 0.90 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 และค่าความเที่ยงตรงตามสภาพเท่ากับ .71

ทิพย์วรรณ มูลทองชุน (2535 : 64) ได้พัฒนาแบบสอบความเรียงประยุกต์ เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 420 คน ได้มาโดยการสุ่มหลายขั้นตอน ผลการศึกษา พบว่า

1. ความเชื่อมั่นของแบบสอบความเรียงประยุกต์ประมาณโดยอัลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.7485
2. ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 เป็นเกณฑ์เทียบ ได้ค่าสัมพันธ์เท่ากับ 0.4056
3. ความเที่ยงตรงในการตรวจให้คะแนน โดยมีกรรมการตรวจให้คะแนน 3 ท่าน ได้ค่าสหสัมพันธ์ของการตรวจให้คะแนนเท่ากับ 0.9435

ฉลอง สวัสดิ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดลำพูน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 539 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือจำนวน 189 คน และกลุ่มตัวอย่างสำหรับหาคุณภาพเครื่องมือจำนวน 189 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบจำนวน 350 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างเนื้อหาในหลักสูตรกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยหาดัชนีความสอดคล้องตามวิธีของ โรวิเนลลีและแฮมเบิลตันได้เท่ากับ 1.00 ทุกปัญหา
2. ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับโดยหาเมื่อใช้ผลคะแนนจาก แบบวัดด้านการคิดและการตัดสินใจยังมีเหตุผลของนักเรียนนอกโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นเกณฑ์ได้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ 0.7064 ,0.8567 และ 0.6808 ตามลำดับ

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับโดยหาค่าอัลฟาครอนบาคเท่ากับ 0.5973, 0.8255 และ 0.6098 ตามลำดับ

4. ความยากง่ายของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ โดยหาดัชนีความยากง่ายของวิทนีย์และซาเบอร์รี่ได้ค่าดัชนีความยากง่ายระหว่าง 0.52 – 0.62 และ 0.26 – 0.58 ตามลำดับ

5. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายปัญหา โดยหาดัชนีความยากง่ายของวิทนีย์และซาเบอร์รี่ได้ค่าดัชนีอำนาจจำแนกแต่ละฉบับได้ 0.62-0.95, 0.75-1.00 และ 0.48-0.86 ตามลำดับ

กนกวรรณ เอี่ยมชัย (2539 : 88-93) ศึกษาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาลที่ตรวจให้คะแนนต่างกันกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลชั้นปี 2 ของวิทยาลัยพยาบาล สังกัดสถาบันบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข จำนวน 250 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความแปรปรวนผลร่วมระหว่างข้อสอบและผู้ตรวจ ที่ได้จากวิธีการตรวจให้คะแนน ทั้งสองวิธีมีผลต่อค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบมากที่สุด

2. ค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ ที่ได้จากการตรวจให้คะแนนของ นีอกมีค่าสูงกว่าวิธีการของเฟลตติ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

3. ค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบที่ได้จากการตรวจให้คะแนนทั้งสองวิธี อยู่ในช่วงค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงทั้งสอง

4. เมื่อกำหนดให้ค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบมีค่า 0.8 เป็นอย่างต่ำวิธีการตรวจให้คะแนนของนีอกใช้ข้อสอบที่จำนวน 10 ข้อ ต้องใช้ผู้ตรวจจำนวน 4 คน ใช้ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ต้องใช้ผู้ตรวจจำนวน 3 คน ใช้ข้อสอบที่จำนวน 20 ถึง 30 ข้อ ต้องใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน ใช้ข้อสอบจำนวน 35 ข้อ ต้องใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 คน และการตรวจของเฟลตติ ใช้ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ใช้ผู้ตรวจจำนวน 6 คน ใช้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ใช้ผู้ตรวจจำนวน 4 คน ใช้ข้อสอบจำนวน 25 ถึง 30 ข้อ ใช้ผู้ตรวจจำนวน 3 คน ใช้ข้อสอบจำนวน 35 ข้อ ใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และต้องใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 คน ไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้

5. เมื่อใช้ข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ต้องใช้ผู้ตรวจจำนวน 1-2 คน และใช้ข้อสอบที่จำนวน 10 ข้อ ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 คนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ได้จากการตรวจให้คะแนนทั้งสอง

วิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และถ้าใช้ข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ใช้ผู้ตรวจจำนวนตั้งแต่ 3 ถึง 6 คน ใช้ข้อสอบที่จำนวน 10 ข้อ ต้องใช้ผู้ตรวจจำนวนตั้งแต่ 2 ถึง 6 คน ความเชื่อมั่นแบบสอบที่ได้จากการตรวจให้คะแนนทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

อาภรณ์ ชูดวง (2534 : 87-89) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล พบว่ามีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างโดยทุกข้อคำถามของแบบทดสอบสามารถวัดขั้นตอนการแก้ปัญหาทางการพยาบาลได้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการสร้าง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มวิชาชีวะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลต่ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ประมาณ โดยอัลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.5205 ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนของกรรมการ 4 ท่าน มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9964 และพบว่าแบบสอบความเรียงประยุกต์มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน โดยมีสหสัมพันธ์ในการตรวจให้คะแนนของกรรมการ 4 ท่าน คือ $r_{12} = 0.9827$, $r_{13} = 0.9923$, $r_{14} = 0.9960$, $r_{23} = 0.9817$, $r_{24} = 0.9791$, $r_{34} = 0.9901$ ทุกค่ามีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ณัฐพร ศรีบุรณ์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบอัตนัยเพื่อวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ 1. การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา 2. กำหนดขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา 3. ตรวจสอบความถูกต้อง 4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ส่วนพฤติกรรมย่อยในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องเศษส่วนที่พบว่ามีข้อบกพร่อง 4 อันดับเรียงจากมากไปน้อยได้แก่

1. บอกความหมายของเศษส่วนแต่ละตัวที่ปรากฏในโจทย์ปัญหา
2. เปลี่ยนประโยคภาษาที่สำคัญเป็นประโยคสัญลักษณ์โดยให้สอดคล้องกับตัวแปร
3. สร้างสมการได้ถูกต้อง
4. แสดงขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้องและหากผิดพลาดให้ย้อนกลับไปแก้ข้อบกพร่อง

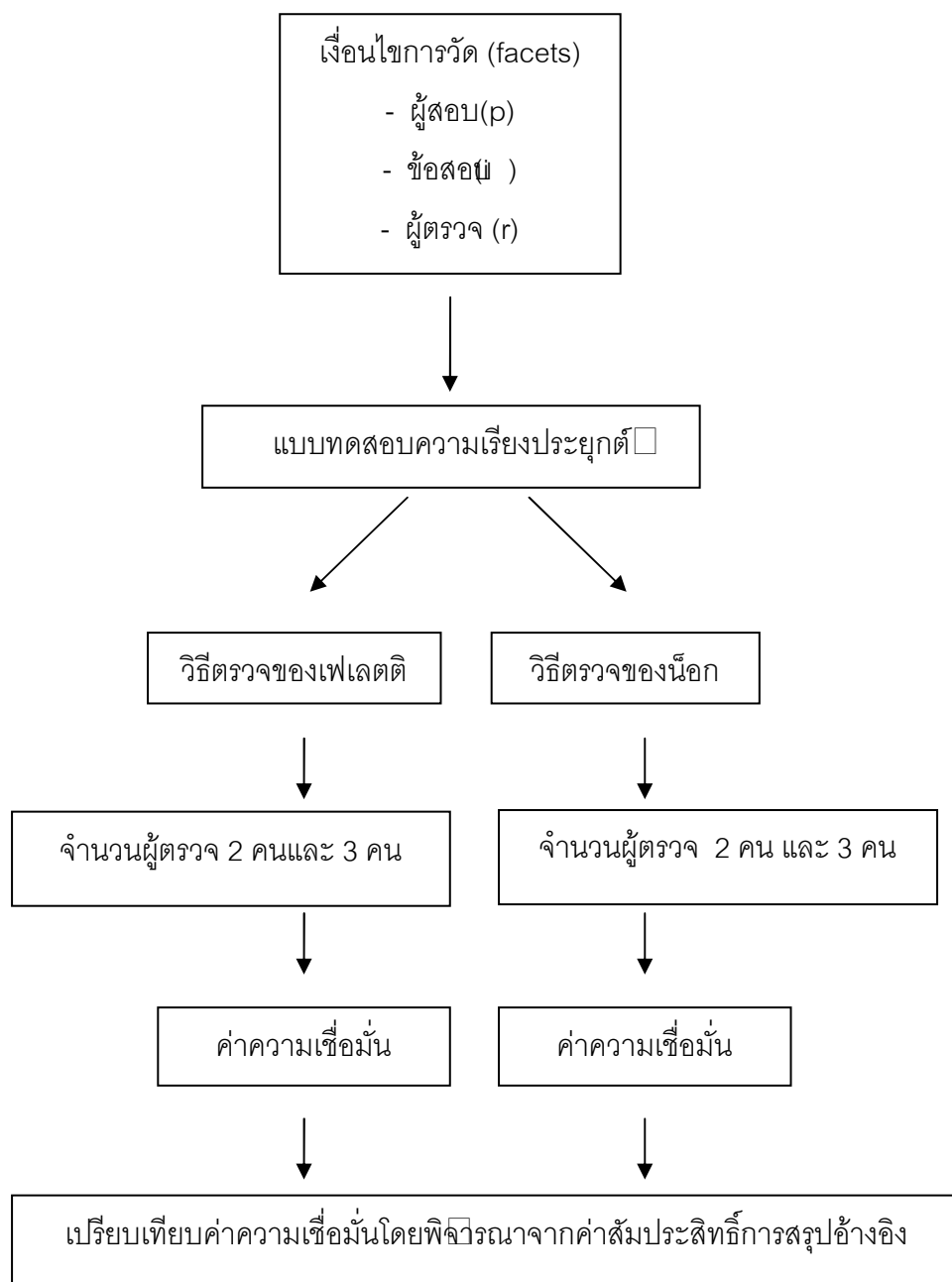
แก้ข้อบกพร่อง

อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน คือ การตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวมโดยใช้ เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ตรวจเองและการตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวมโดยใช้เกณฑ์การให้ คะแนนแบบบูรบริค และมีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน คือ 3, 4, 5 และ 6 คน และผู้ตรวจมีประสบการณ์ ต่างกัน คือ ผู้ตรวจที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี และผู้ตรวจที่มีประสบการณ์ไม่เกิน 5 ปี กลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดจันทบุรี จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลาย

ขั้นตอน ผลการวิจัย พบว่า 1) ค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อจำนวนผู้ตรวจเท่ากันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) ค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนน ต่างกัน เมื่อผู้ตรวจมีประสบการณ์เหมือนกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 3) ค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกันเมื่อมีวิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 4) ค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้ตรวจมีประสบการณ์ ต่างกัน เมื่อมีวิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.01

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยในประเทศ พบว่า มีการนำแนวคิดของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์และ ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงมาใช้ในการวัดผลประเมินผล ในหลายด้าน เช่น ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการแพทย์และพยาบาล ใช้วินิจฉัยการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์, ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในสถานศึกษา และประยุกต์ใช้ทฤษฎีอ้างอิง ในการเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งสามารถวัดคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้เป็นอย่างดี

จากที่ได้ศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแก้โจทย์ปัญหา ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง และแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ จำแนกได้ 3 แหล่งคือจากตัวผู้สอบ (p) จากข้อสอบ (i) และจากผู้ตรวจให้คะแนน (r) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ผู้ตรวจให้คะแนนจำนวน 3 คน วิธีการตรวจให้คะแนนตามวิธีการของน็อกและเฟเลตติ โดยอาศัยกรอบแนวคิด ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ในการศึกษารูปแบบแต่ละวิธีการของการตรวจให้คะแนน วิธีใดที่ทำให้ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าสูงสุด ซึ่งจะทำให้ได้แบบทดสอบและวิธีการตรวจที่วัดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้สรุปเป็นกรอบแนวคิด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงกรอบแนวคิด ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียง
ประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีอ้างอิงโดยผู้วิจัย
ได้ดำเนินการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549
ของโรงเรียนเทศบาลในสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต ซึ่งมีจำนวน 5 โรงเรียน คือโรงเรียนวัดขจรรังสรรค์
โรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว โรงเรียนเทศบาลปลุกปัญญา โรงเรียนเทศบาลบ้านสามกอง และ
โรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ต รวม 1,213 คน (กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น . 2549 : 40)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียน
ที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนเทศบาลในจังหวัดภูเก็ต โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เก็บข้อมูลทำวิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) จำนวน 7% ของประชากรทั้งหมด โดยผู้วิจัยแบ่งประชากรออกเป็น 5 กลุ่มตามรายชื่อโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่ายมาโรงเรียนละ 7% จากประชากรในแต่ละกลุ่ม ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน ป.6	จำนวนนักเรียนที่สุ่ม มาทำวิจัย 7%
เทศบาลวัดขจรรังสรรค์	143	10
เทศบาลบ้านบางเหนียว	264	19
เทศบาลปลุกปัญญา	389	27
เทศบาลบ้านสามกอง	155	11
เทศบาลเมืองภูเก็ต	262	19
รวม	1,213	86

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน ดังนั้นการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะคำนึงถึงความเหมาะสม ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้ตรวจและสามารถนำไปใช้ประมาณค่าการสุ่มอย่างง่ายได้อย่างมั่นใจ ซึ่งทำให้ได้ค่าสังเกตทั้งหมด $n_p \times n_t \times n_r$ เท่ากับ $86 \times 6 \times 3$ เท่ากับ 1,548 ค่าสังเกต จึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มากพอตามเกณฑ์ของสมิต (กนกวรรณ เอี่ยมชัย. 2539 : 39 ; อ้างอิงมาจาก Smith.1978 : 319-346) ที่กำหนดว่าเมื่อมีสามองค์ประกอบต้องมีค่าสังเกตอย่างน้อย 1,000 ค่า

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองเครื่องมือ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ตและโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียวจำนวนทั้งสิ้น 180 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบที่เสนอเป็นกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์ แล้วตั้งคำถามตามวัตถุประสงค์การวัดที่ตั้งไว้ คำถามเป็นคำถามปลายเปิดที่ผู้เข้าสอบต้องหาคำตอบมาตอบเองโดยอาศัยข้อมูลจากที่ข้อสอบกำหนดให้ คำชี้แจงและรูปแบบของแบบทดสอบมีดังนี้

คำแนะนำสำหรับการทำข้อสอบ

โปรดอ่านคำแนะนำให้เข้าใจ หากมีปัญหาให้ถามกรรมการคุมห้องสอบก่อนลงมือทำข้อสอบ เมื่อลงมือทำข้อสอบแล้วกรรมการคุมสอบจะไม่ตอบคำถามใด ๆ เกี่ยวกับตัวข้อสอบ

1.เขียนชื่อ – สกุล และเลขที่ของท่านลงบนมุมขวาของกระดาษคำตอบทุกแผ่น โดยหิบบกระดาษให้พ้นขอบของเพื่อที่จะเขียนชื่อ ห้ามหิบบกระดาษออกมาทั้งแผ่น

2.ให้ตอบคำถามทุกข้อ

3. ให้ตอบคำถามแต่ละข้ออย่างสั้น กระชับ ตรงประเด็น

4.หิบบกระดาษออกจากช่องที่ละแผ่น เริ่มตั้งแต่กรณีที่ 1 หน้า 1 เมื่อทำเสร็จ ให้ตรวจสอบให้แน่ใจเพราะท่านไม่มีโอกาสย้อนกลับมาแก้ไขได้อีก และท่านจะต้องจำข้อมูลที่สำคัญในโจทย์ที่ให้ เพราะท่านอาจต้องใช้ข้อมูลเหล่านั้นอีก และห้ามหิบบแบบทดสอบในแผ่นต่อไปขึ้นมาทำก่อนที่จะทำแบบทดสอบในหน้านั้นเสร็จ

5. เมื่อทำแบบทดสอบในแต่ละหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำกระดาษคำตอบคว่ำลงและสอดไว้ใต้ช่อง และนำแบบทดสอบแผ่นใหม่ขึ้นมาทำทันที

6. ต้องจัดเวลาในการทำแต่ละข้อให้พอเหมาะ ซึ่งในแต่ละข้อกำหนดเวลาทำโดยประมาณไว้ให้แล้ว

7. นักเรียนจะทำแบบทดสอบได้ เมื่อกรรมการคุมสอบสั่งให้ “ลงมือทำได้” โดยกรรมการจะเขียนเวลาเริ่มต้นและเวลารวมในการทำแบบทดสอบบนกระดานดำ เมื่อได้รับสัญญาณเตือนหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ให้หยุดทำแบบทดสอบทันที

ตัวอย่างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์

คำชี้แจง คำถามแต่ละข้อเป็นสถานการณ์มาให้พิจารณา แล้วตอบคำถามให้ถูกต้องครบถ้วน

สถานการณ์ที่ 1 สามารถแก้ปัญหาโจทย์เศษส่วน ได้ถูกต้อง

เวลาสำหรับข้อนี้ 3 นาที	สถานการณ์ที่ 1 คำถามที่ 1	เลขที่..... ชื่อ-สกุล.....
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด เมื่อสำรวจดูพบว่า มีมังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้ทั้งหมดกี่ต้น</p> </div> <p>คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร</p> <p><u>คำตอบ</u> โจทย์กำหนด</p> <p>1. สวนแห่งหนึ่งปลูกฝรั่งและมังคุด 2. ปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด</p> <p>3. มีมังคุด 120 ต้น</p> <p style="padding-left: 40px;">โจทย์ต้องการทราบ</p> <p>1. มีผลไม้ทั้งหมดกี่ต้น</p> <p>เกณฑ์การให้คะแนน</p> <p><u>วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)</u></p> <p>2 คะแนน ตอบถูกต้องได้ครบถ้วน</p> <p>1 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ตอบคำถามเพียงคำถามเดียว</p> <p>0 คะแนน ตอบไม่ถูกหรือไม่ได้ตอบ</p> <p><u>วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)</u></p> <p>1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องได้ครบถ้วน</p> <p>0 คะแนน เมื่อตอบไม่ครบทุกคำถามหรือไม่ตอบคำถาม</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับข้อนี้ 3 นาที	สถานการณที่ 1 คำถามที่ 2	เลขที่..... ชื่อ-สกุล.....
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด เมื่อสำรวจดูพบว่ามีมังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้ทั้งหมดกี่ต้น</p> </div> <p>คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาจำนวนมังคุดคิดเป็นเศษส่วนเท่าใดของผลไม้ทั้งหมด</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>มังคุด = $(1 - \frac{5}{9})$ ของผลไม้ทั้งหมด</p> <p>หรือ มังคุด = $\frac{4}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด</p> <p>เกณฑ์การให้คะแนน</p> <p>วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)</p> <p>3 คะแนนเมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง</p> <p>0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกหรือ ไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์</p> <p>วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตตี (Feletti)</p> <p>1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง</p> <p>0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกหรือ ไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับข้อนี้ 10 นาที	สถานการณ์ที่ 1 คำถามที่ 3	เลขที่..... ชื่อ-สกุล.....
--------------------------	------------------------------	-------------------------------

สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด เมื่อสำรวจดูพบว่าม้ามังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้ทั้งหมดกี่ต้น

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

คำตอบ หาผลไม้ทั้งหมดจากสมการ

$$\text{มังคุด} = \left(1 - \frac{5}{9}\right) \text{ของผลไม้ทั้งหมด}$$

$$\text{มังคุด} = \frac{4}{9} \text{ของผลไม้ทั้งหมด}$$

$$\text{มีมังคุด} = 120 \text{ ต้น}$$

$$120 = \frac{4}{9} \text{ของผลไม้ทั้งหมด}$$

$$\begin{aligned} \text{ผลไม้ทั้งหมด} &= \frac{120 \times 9}{4} \\ &= 270 \text{ ต้น} \end{aligned}$$

ตอบ มีผลไม้ทั้งหมดจำนวน 270 ต้น

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของเนียน (Knok)

5 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องและคำตอบถูก

4 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการหาจำนวนต้นมังคุดคิดเป็นเศษส่วนของผลไม้ทั้งหมด

และการหาผลไม้ทั้งหมดได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการหาจำนวนต้นมังคุดคิดเป็นเศษส่วนของผลไม้ทั้งหมดได้ถูกต้อง แต่แสดงวิธีการหาผลไม้ทั้งหมดและคำตอบไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้อง

หรือ ใช้วิธีการเทียบบัญญัติไตรยางศ์

จาก มังคุด คิดเป็น $\frac{4}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด

ถ้ามีมังคุด 120 ต้นจะได้ว่า

4 ส่วน คิดเป็นผลไม้ 120 ต้น

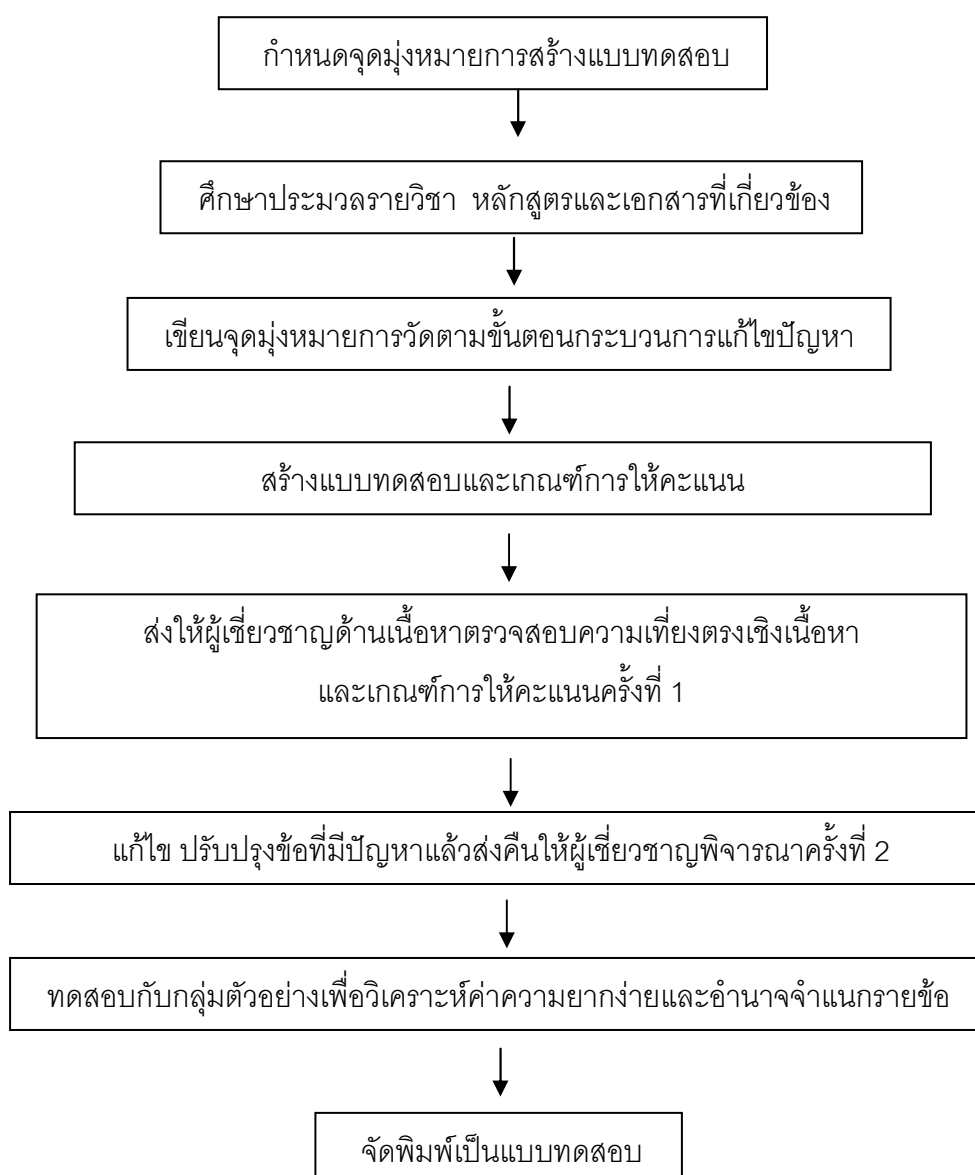
1 ส่วน คิดเป็นผลไม้ $\frac{120}{4}$ ต้น

9 ส่วน คิดเป็นผลไม้ $\frac{120}{4} \times 9$ ต้น
= 270 ต้น

เวลาสำหรับข้อนี้ 10 นาที	สถานการณ์ที่ 1 คำถามที่	เลขที่..... ชื่อ-สกุล.....
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด เมื่อสำรวจดูพบว่ามีมังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้ทั้งหมดกี่ต้น</p> </div> <p>คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร</p> <p><u>คำตอบ</u></p> <p>แทนผลไม้ทั้งหมด ด้วย 270 ต้น และมังคุด 120 ต้น ในสมการ</p> $\text{มังคุด} = \frac{4}{9} \text{ ของผลไม้ทั้งหมด}$ $120 = \frac{4}{9} \times 270$ $120 = 120 \text{ เป็นจริง}$ <p>เกณฑ์การให้คะแนน</p> <p><u>วิธีการตรวจให้คะแนนของนีอก (Knok)</u></p> <p>2 คะแนน แสดงวิธีตรวจคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>1 คะแนน แสดงวิธีตรวจได้ถูกต้องแต่หาผลคูณไม่ถูกต้อง</p> <p>0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดงหรือแสดงไม่ถูกต้อง</p> <p><u>วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)</u></p> <p>1 คะแนน เมื่อแสดงการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง</p> <p>0 คะแนน เมื่อตรวจคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีการตรวจคำตอบ</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วัดความสามารถในการแก้โจทย์หาร้อยละ เศษส่วน ความยาว-พื้นที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบเป็นไปตามขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงลำดับขั้นตอนการ สร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์

รายละเอียดขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ซึ่งการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ เศษส่วน ความยาว-พื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์เพื่อเป็นแนวในการสร้างแบบทดสอบความเรียงวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.2 ศึกษาวิธีการสร้างและเกณฑ์การ ตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ เพื่อเป็นแนวในการสร้างและตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียงวิชาคณิตศาสตร์
3. วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เนื้อหา ย่อย และเขียนผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนด เพื่อเป็นแนวในการสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์
4. สร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องโจทย์ปัญหา ร้อยละ เศษส่วน ความยาว-พื้นที่ เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และเกณฑ์การ ให้คะแนน จำนวน 8 สถานการณ์ 32 ข้อคำถาม
5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาเพื่อแก้ไขปรับปรุง จากนั้นนำแบบทดสอบให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ระดับปริญญาโท มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน และนักวัดผลระดับปริญญาโท จำนวน 2 คน รวมจำนวน 5 คน (รายละเอียดดังภาคผนวก ก หน้า 90) เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของสถานการณ์จำลองของแต่ละกรณีศึกษา และข้อคำถาม ซึ่งพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (IOC และคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป (Innes and Straker. 2003 : 5 ; citting in Thorn and Deizt, 1989) ดังรายละเอียดที่ปรากฏในภาคผนวก ค (หน้า 95)
6. แก้ไข และปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมพิจารณาคำตอบ และกำหนดน้ำหนักคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อ โดยกำหนดน้ำหนักคะแนน ของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ที่ให้ผู้เชี่ยวชาญกำหนดเกณฑ์ แบ่งเป็น 2 วิธีคือ
 - แบบที่ 1 วิธีการตรวจของน็อก คือการกำหนดน้ำหนักคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อให้

คะแนนมากไปน้อย ตามจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของข้อคำถามนั้น คำถามใดมีคำตอบมาก ให้นำน้ำหนักคะแนนมาก คำถามใดที่มีคำตอบน้อย ให้นำน้ำหนักคะแนนน้อย โดยที่ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มนี้ เป็นผู้กำหนดน้ำหนักคะแนนและคะแนนเต็มแต่ละข้อ ซึ่งอาจให้ได้ไม่เท่ากัน

แบบที่ 2 วิธีการตรวจของเฟลตติคือการกำหนดน้ำหนักคะแนนของข้อสอบ แต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์ความสามารถขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ของข้อคำถามแต่ละข้อ เช่นข้อคำถามนั้นมีแนวคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด 6 ข้อ ถ้าผู้เข้าสอบตอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ข้อเป็นข้อใดก็ได้ของคำตอบทั้งหมด ตามที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนดเกณฑ์ไว้ ให้ 1 คะแนน ถ้าตอบไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ให้ 0 คะแนน

7. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญครั้งที่ 2 แล้ว ไปทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 180 คน จากโรงเรียนในสังกัดเทศบาล จำนวน 5 โรงเรียน ให้นักเรียนทำข้อสอบทีละข้อเพื่อตรวจสอบเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำข้อสอบแต่ละข้อ โดยพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่ทำเสร็จ ประมาณ 80% ของนักเรียนทั้งหมด นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาคุณภาพ โดยวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้เทคนิค 25 % ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรที่ D.R Whitney and Sabers, 1970 ได้เสนอไว้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 :199-201) คัดเลือกข้อที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 :184-185)

8. นำแบบทดสอบที่ผ่านการหาคุณภาพแล้ว มาจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบในการวิจัยต่อไป

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วิชาคณิตศาสตร์ ไปทดสอบกับกลุ่มประชากร โดยมีวิธีรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ เพื่อขอความร่วมมือกับโรงเรียนเทศบาลในจังหวัดภูเก็ต

2. ติดต่อประสานงาน และขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน และประสานงานกับอาจารย์ผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินการสอบ เพื่อกำหนดวันเวลาและสถานที่ทำการสอบ และผู้วิจัยได้ชี้แจงวิธีการปฏิบัติในการดำเนินการสอนจนเข้าใจเป็นอย่างดี

3. นำแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 180 คน ของนักเรียนเทศบาลในสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต

4.ชี้แจงให้นักเรียนที่ทำการสอบ ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการสอบเพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

5.ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ โดยใช้ผู้ตรวจ 3 คน ประกอบด้วยผู้วิจัย และอาจารย์ผู้สอนอีก 2 คน ซึ่งได้ผ่านการฝึกตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนนทั้งสองวิธีแล้ว

6.นำคะแนนผลการสอบของแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์ วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาไปจัดเตรียมข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานและสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ดังนี้

1. ขั้นตอนการทดลองแบบทดสอบ (Try out)

1.1 สถิติพื้นฐานที่ได้จากเครื่องมือ คือ ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป

1.2.2 ค่าความยาก (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ โดยคำนวณจากสูตรที่ D.R Whitney and Sabers, 1970 ได้เสนอไว้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 :199-201) ดังนี้

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

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

เมื่อ	P_E	แทน ค่าความยาก
	S_U	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง หรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)
	X_{\max}	แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	D	แทน ค่าอำนาจจำแนก

2. การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ได้แก่ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรม SPSS FOR WINDOWS V.11

2.2 ประมาณค่าความเชื่อมั่น ของขั้นตอนการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง โดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจทั้งสองวิธีมาคำนวณเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA (A Generalized Analysis of Variance System) ใช้แผนการวิเคราะห์แบบหลายองค์ประกอบ แบบ $p \times i \times r$

2.3 คำนวณค่าการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงจากการคำนวณขั้นตอนการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงได้แหล่งความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ แล้วนำมาศึกษาเพื่อการตัดสินใจที่จำนวนข้อสอบ จำนวนผู้ตรวจ จำนวนเท่าไรจึงเหมาะสม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA

2.4 ทดสอบความแตกต่าง ของสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร UX_1 ดังนี้ (Woodruff and Feldt. 1986 : 393-413)

$$UX_1 = \sum_{i=1}^m \frac{(u_i - \bar{u})^2}{S_u^2 - C_u}$$

เมื่อ

$$\bar{u} = \sum_{i=1}^m \frac{u_i}{m}$$

$$u_i = \left(\frac{1}{1 - a_i} \right)^{1/3}$$

$$S_u^2 = \frac{2}{9m(N_c - 1)} \sum_{i=1}^m u_i^2$$

$$C_u = \frac{4}{9m(m-1)(N_c - 1)} \sum_{i=2}^m \sum_{j=1}^{i-1} [r(x_i, x_j)]^2 u_i u_j$$

$$N_c = N \left(\frac{n-1}{n+1} \right)$$

โดย UX_1 แทน สถิติการทดสอบที่มีการแจกแจงคล้ายกับ χ^2 ที่ $df = m-1$

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทดสอบ

n แทน จำนวนค่าสังเกต หรือจำนวนข้อสอบ

m แทน จำนวนค่าการสรุปอ้างอิง

a_i	แทน ค่าการสรุปอ้างอิง
S_u^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนน u_i
\bar{u}	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน u_i
C_u	แทน ค่าปรับแก้ความแปรปรวนของ u_i ในกรณีที่ค่าการสรุปอ้างอิงสรุปคำนวณมาจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว
$r(X_i, X_j)$	แทน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ i และ j เมื่อใช้คะแนนรวมเป็นหน่วยการวิเคราะห์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการนำเสนอ และเกิดความเข้าใจตรงกันผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์ทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

p	แทน ผลขององค์ประกอบของผู้เข้าสอบในเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้
i	แทน ผลขององค์ประกอบของข้อสอบในเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้
r	แทน ผลขององค์ประกอบของผู้ตรวจในเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้
pi	แทน ผลร่วมระหว่างผู้เข้าสอบและข้อสอบที่กำหนด
pr	แทน ผลร่วมระหว่างผู้เข้าสอบและผู้ตรวจที่กำหนด
ir	แทน ผลร่วมระหว่างข้อสอบและผู้ตรวจที่กำหนด
pir	แทน ผลร่วมระหว่างผู้เข้าสอบ ข้อสอบ ผู้ตรวจ ซึ่งปะปนอยู่กับความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้
α	แทน ผลขององค์ประกอบต่างๆ ที่เขียนในรูปทั่วไปแทนได้ทั้งผลหลัก (Main Effect) และผลร่วม (Interaction Effect) ในขั้นการวิเคราะห์ความแปรปรวน
SS	แทน ผลรวมกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบน
MS	แทน ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบน
σ^2	แทน ค่าประมาณความแปรปรวน
$p \times i \times r$	แทน แบบแผนการวัดที่ผู้เข้าสอบ (p) ข้อสอบ (i) ผู้ตรวจ (r) เป็นผู้ถูกวัดซึ่งได้จากากรสุ่ม
n_p, n_i, n_r	แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่างขององค์ประกอบหรือระดับของ องค์ประกอบผู้เข้าสอบ ข้อสอบและผู้ตรวจ ในขั้นการวิเคราะห์ความแปรปรวน
R	แทน ผู้ตรวจ
ρ^2	แทน ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
UX_1	แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงคล้ายกับ chi – square (χ^2)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้ คือ

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุป
อ้างอิง ของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ และการตรวจให้คะแนนแบบน็อก
3. เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ เมื่อใช้จำนวน
ผู้ตรวจเท่ากันแต่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน
4. เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ เมื่อใช้วิธีการตรวจ
ให้คะแนนเหมือนกัน แต่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน
5. การตัดสินใจการสรุปอ้างอิง แบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ควร
ใช้ข้อสอบจำนวนกี่ข้อและใช้ผู้ตรวจจำนวนกี่คน จึงทำให้แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็น
อย่างต่ำ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ จากการ
ทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ตจำนวน 86 คน
และนำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน 2 วิธี คือ การตรวจให้คะแนน
แบบเฟลตติ และกตรวจให้คะแนนแบบ น็อก ซึ่งมีผู้ตรวจจำนวน 3 คน แล้วนำคะแนนที่
ได้มาคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์
วิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามวิธีการตรวจให้คะแนน และจำนวนผู้ตรวจ

วิธีการตรวจ ให้คะแนน	ผู้ตรวจ คนที่	คะแนนเต็ม (คะแนน)	คะแนน เฉลี่ย	คะแนน ร้อยละ	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
แบบเฟลตติ	1	24	17.16	71.51	5.21
	2	24	17.06	71.08	5.40
	3	24	16.37	68.22	5.09
แบบน็อก	1	72	52.66	73.14	14.04
	2	72	52.45	72.85	13.59
	3	72	51.35	71.32	13.88

จากตารางที่ 2 พบว่า แบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ เมื่อใช้ผู้ตรวจ 3 คน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.16, 17.06 และ 16.37 ตามลำดับ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเท่ากับ 5.21, 4.85 และ 5.08 ตามลำดับ การตรวจให้คะแนนแบบน็อก เมื่อใช้ผู้ตรวจ 3 คน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 72 คะแนน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 52.66, 52.45 และ 51.35 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.04, 13.59 และ 13.88 ตามลำดับ

เมื่อคิดคะแนนเป็นร้อยละ คะแนนร้อยละจากผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 ของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ จะมีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับร้อยละ 71 และคนที่ 3 ให้คะแนนเท่ากับร้อยละ 68 ส่วนวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก คะแนนร้อยละจากผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 จะมีค่าใกล้เคียงกันมีค่าเท่ากับร้อยละ 73 และ คนที่ 3 ให้คะแนนเท่ากับร้อยละ 71

2. การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การรูปร่าง อ้างอิง ของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนทั้งสองวิธี ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อคำนวณหาขนาดของความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ในเอกภพค่าสังเกตที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่แยกเป็นอิสระจากกันขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ผู้เข้าสอบ (p), ข้อสอบ (i), และผู้ตรวจ (r) ที่ตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ และการตรวจให้คะแนนแบบน็อก ปรากฏผลดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3 การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบที่มีผล
ต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่ได้จากวิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลเดติ
เมื่อผู้สอบ 86 คน ข้อสอบ 6 ข้อ และผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน

แหล่งความแปรปรวน	df(α)	SS(α)	MS(α)	$\sigma^2(\alpha)$	คิดเป็นร้อยละ	อันดับที่
p	85	1148.6027	13.5130	0.6076	35.20	2
i	5	302.0136	60.4027	0.2239	12.97	3
r	2	0.7791	0.3895	0.0004	0.02	7
pi	425	1079.8198	2.5408	0.8267	47.90	1
pr	170	16.2210	0.0954	0.0058	0.34	5
ir	10	1.5388	0.1539	0.0011	0.06	6
pir	850	51.4612	0.0605	0.0605	3.51	4
รวม	1547	2600.4361		1.7261	100.00	

จากตารางที่ 3 พบว่าแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนแบบเฟลเดติค่าความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ เมื่อเทียบกับความแปรปรวนรวม มีค่าเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้สอบและข้อสอบ $\sigma^2(\text{pi})$ มีค่าเท่ากับร้อยละ 48 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่ไม่คงเส้นคงวาของผู้เข้าสอบแต่ละคน ในการตอบข้อสอบในแต่ละข้อ รองลงมาคือความแปรปรวนของผู้เข้าสอบ $\sigma^2(\text{p})$ มีค่าเท่ากับร้อยละ 35 ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของคะแนน อันเนื่องมาจากความสามารถในการแก้ปัญหา ในแต่ละสถานการณ์ของแบบทดสอบของผู้สอบแต่ละคน และความแปรปรวนของข้อสอบ $\sigma^2(\text{i})$ คือมีค่าเท่ากับร้อยละ 13 ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ ส่วนค่าความแปรปรวนของผู้ตรวจ $\sigma^2(\text{r})$,ความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้ตรวจและข้อสอบ $\sigma^2(\text{ir})$ และความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้เข้าสอบและผู้ตรวจ $\sigma^2(\text{pr})$ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 1 แสดงว่า ในการตรวจให้คะแนน ระหว่างผู้ตรวจทั้ง 3 คน ไม่มีความแตกต่าง เช่นเดียวกับข้อสอบแต่ละข้อ และ ผู้เข้าสอบแต่ละคน ได้คะแนนจากผู้ตรวจแต่ละคนไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4 การประมาณค่าความแปรปรวน ขององค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบที่มีผล
ต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ที่ได้จากวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก
เมื่อผู้สอบ 86 คน ข้อสอบ 6 ข้อ และผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน

แหล่งความแปรปรวน	df(α)	SS(α)	MS(α)	$\sigma^2(\alpha)$	คิดเป็นร้อยละ	อันดับที่
p	85	8126.1111	95.6013	4.1442	30.71	2
i	5	2579.2687	515.8538	1.9058	14.12	3
r	2	6.4277	3.2138	0.0000	0.00	7
pi	425	8788.8424	20.6796	6.6645	49.38	1
pr	170	172.0168	1.0119	0.0543	0.40	5
ir	10	41.5801	4.1580	0.0404	0.30	6
pir	850	583.3088	0.6863	0.6863	5.09	4
รวม	1547	20297.5556		13.4954	100.00	

จากตารางที่ 4 พบว่า การสอบด้วยแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนแบบน็อกความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ เมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนรวม มีค่าเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้สอบและข้อสอบ $\sigma^2(\pi)$ มีค่าเท่ากับร้อยละ 49 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่ไม่คงเส้นคงวาของผู้เข้าสอบแต่ละคน ในการตอบข้อสอบในแต่ละข้อ รองลงมาคือความแปรปรวนของผู้เข้าสอบ $\sigma^2(p)$ มีค่าเท่ากับร้อยละ 31 ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของคะแนน อันเนื่องมาจากความสามารถในการแก้ปัญหา ในแต่ละสถานการณ์ของแบบทดสอบของผู้สอบแต่ละคน และความแปรปรวนของข้อสอบ $\sigma^2(i)$ คือมีค่าเท่ากับร้อยละ 14 ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ ส่วนความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้เข้าสอบและผู้ตรวจ $\sigma^2(pr)$ และ ความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้ตรวจและข้อสอบ $\sigma^2(ir)$ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 1 แสดงถึงข้อสอบแต่ละข้อ และ ผู้เข้าสอบแต่ละคน ได้คะแนนจากผู้ตรวจแต่ละคนไม่แตกต่างกัน และค่าความแปรปรวนของผู้ตรวจ $\sigma^2(r)$ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าในการตรวจให้คะแนน ระหว่างผู้ตรวจทั้ง 3 คน ไม่มีความแตกต่าง

3. เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากัน

ในการเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากัน ผู้วิจัยได้พิจารณาเปรียบเทียบจาก ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นนำ ค่าที่ได้มาทดสอบความแตกต่าง ด้วยสูตร UX_1 ของวูดเวิร์ฟและเฟลด์ต์ ดังที่กล่าวไว้แล้ว (หน้า 61) ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากันแต่มีวิธีการตรวจ ต่างกัน

จำนวนผู้ตรวจ	วิธีการตรวจ	ρ^2	UX_1
2 คน	แบบเฟลด์ติ	0.8066	0.3226
	แบบน็อก	0.7762	
3 คน	แบบเฟลด์ติ	0.8094	0.3067
	แบบน็อก	0.7803	

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลด์ติ กับการตรวจให้คะแนนแบบน็อกเมื่อมี ผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีค่าเท่ากับ 0.8066 และ 0.7762 ตามลำดับ เมื่อมีผู้ตรวจจำนวน 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.8094 และ 0.7803 ตามลำดับโดยทั้ง 2 กรณีพบว่าการตรวจให้คะแนนแบบเฟลด์ติ มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงแบบทดสอบสูงกว่าการตรวจให้คะแนนแบบน็อก และเมื่อนำค่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบมาเปรียบเทียบระหว่างการตรวจให้คะแนนแบบเฟลด์ติ และการตรวจให้คะแนนแบบน็อก เมื่อมีผู้ตรวจ 2 และ 3 คน พบว่า การตรวจให้คะแนนแบบ เฟลด์ติและการตรวจให้คะแนนแบบน็อกไม่ว่าจะใช้ผู้ตรวจ 2 คน หรือผู้ตรวจ 3 คน ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน

4. เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน

ในเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน ผู้วิจัยได้พิจารณาเปรียบเทียบจากค่าสัมประสิทธิ์การสุรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นนำค่าที่ได้มาทดสอบความแตกต่าง ด้วยสูตร UX_1 ของวูดเวิร์ฟฟ์และเฟลด์ต์ ดังที่กล่าวไว้แล้ว (หน้า 61) ปรากฏผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสุรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกันแต่มีจำนวนผู้ตรวจให้คะแนนต่างกัน

วิธีการตรวจให้คะแนน	จำนวนผู้ตรวจ (คน)	ρ^2	UX_1
แบบเฟลเดติ	2	0.8066	0.0033
	3	0.8094	
แบบน็อก	2	0.7762	0.0052
	3	0.7803	

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสุรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลเดติ เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.8066 และ 0.8094 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การสุรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจ 2 และ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.7762 และ 0.7803 ตามลำดับ โดยทั้ง 2 กรณีพบว่า เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจเพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสุรุปอ้างอิงมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย และเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การสุรุปอ้างอิงของแบบทดสอบมาเปรียบเทียบระหว่าง การใช้จำนวนผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลเดติ และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก พบว่าให้ค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน

5. การตัดสินใจการสรุปอ้างอิง แบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ว่าควรใช้ข้อสอบจำนวนกี่ข้อและให้ผู้ตรวจจำนวนกี่คน ทำให้แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ เป็นการนำข้อมูลจากขั้นตอนการศึกษาเพื่อสรุปอ้างอิง มาศึกษาเพื่อการตัดสินใจสรุปอ้างอิง ผู้วิจัยต้องการลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิงโดยมีเงื่อนไขการวัดคือ จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจ ให้จำนวนข้อสอบตั้งแต่ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจตั้งแต่ 1-3 คน ซึ่งเป็นจำนวนที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 7-8

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ โดยใช้จำนวนข้อสอบตั้งแต่ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน

จำนวนข้อสอบ	ผู้ตรวจ 1 คน	ผู้ตรวจ 2 คน	ผู้ตรวจ 3 คน
1	0.4049	0.4141	0.4172
2	0.5748	0.5848	0.5882
3	0.6683	0.6780	0.6813
4	0.7275	0.7367	0.7398
5	0.7683	0.7771	0.7801
6	0.7981	0.8066	0.8094
7	0.8209	0.8290	0.8317
8	0.8389	0.8467	0.8493
9	0.8534	0.8610	0.8635
10	0.8654	0.8727	0.8752
11	0.8754	0.8826	0.8850
12	0.8840	0.8910	0.8934

จากตารางที่ 7 พบว่าวิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 1 คน ตรวจข้อสอบ 7 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.8209 เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน ตรวจข้อสอบ 6 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.8066 และ 0.8094 ตามลำดับ

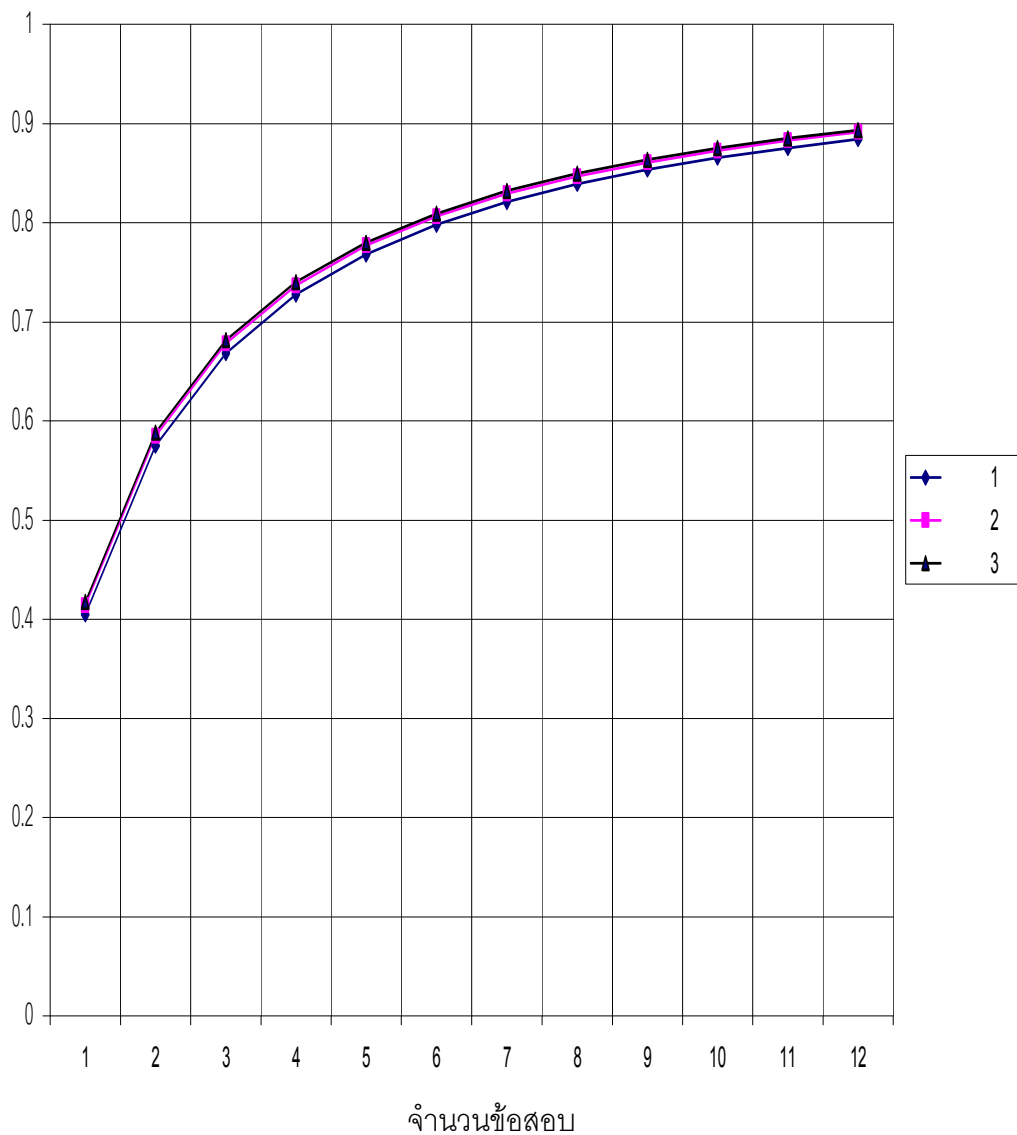
ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนนแบบน็อก โดยใช้จำนวนข้อสอบ ตั้งแต่ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน

จำนวนข้อสอบ	ผู้ตรวจ 1 คน	ผู้ตรวจ 2 คน	ผู้ตรวจ 3 คน
1	0.3588	0.3707	0.3749
2	0.5263	0.5400	0.5447
3	0.6233	0.6369	0.6415
4	0.6866	0.6997	0.7041
5	0.7311	0.7436	0.7479
6	0.7641	0.7762	0.7803
7	0.7896	0.8012	0.8052
8	0.8098	0.8211	0.8249
9	0.8263	0.8372	0.8409
10	0.8400	0.8506	0.8542
11	0.8515	0.8619	0.8654
12	0.8614	0.8715	0.8749

ตารางที่ 8 พบว่าวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 1 คน ตรวจข้อสอบ 8 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.8099 เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 2 และ 3 คน ตรวจข้อสอบ 7 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.8012 และ 0.8052 ตามลำดับ

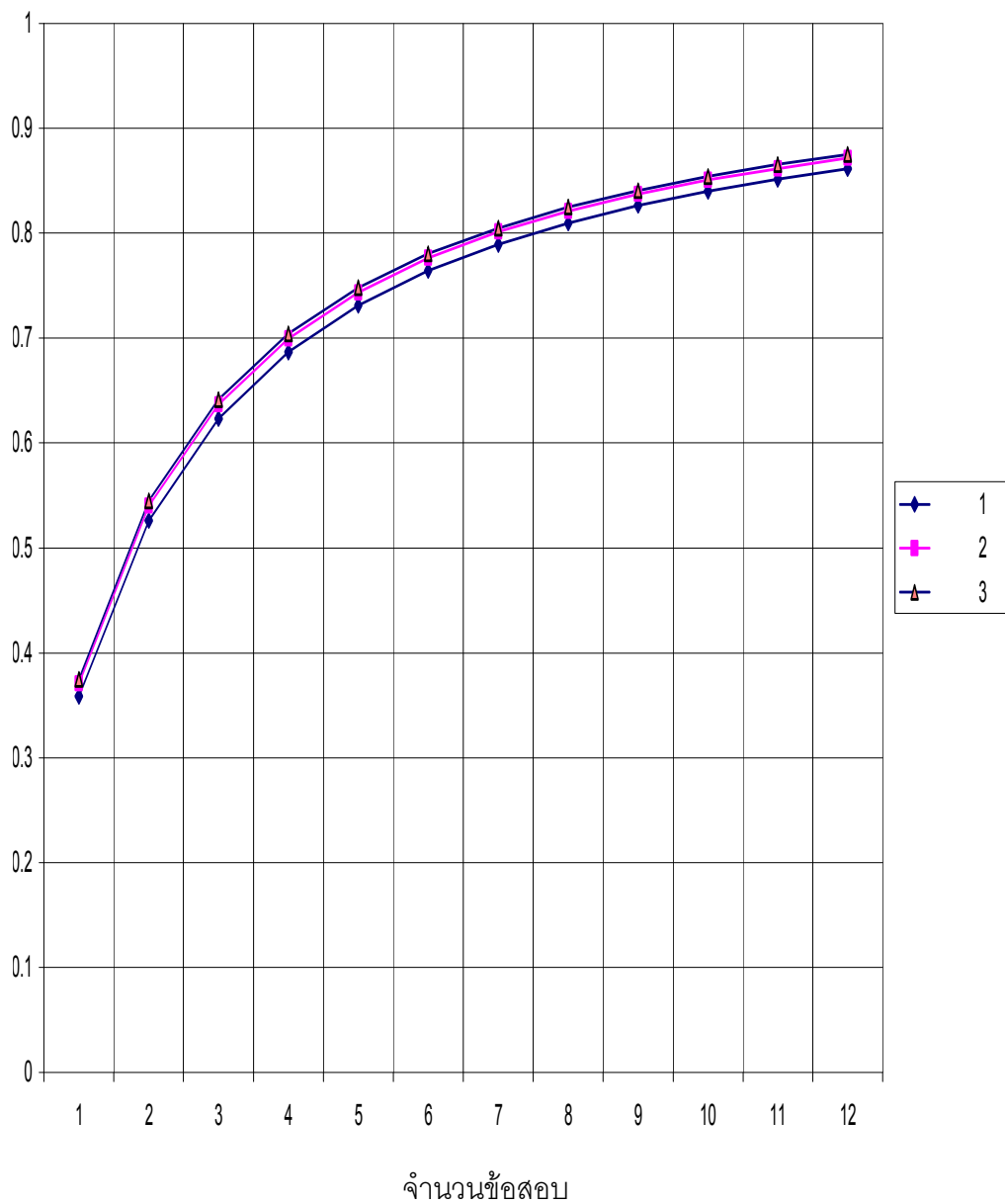
เพื่อแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่ตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติและตรวจให้คะแนนแบบน็อก จำนวนผู้ตรวจ 2-3 คน ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยนำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพที่ 4-6

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



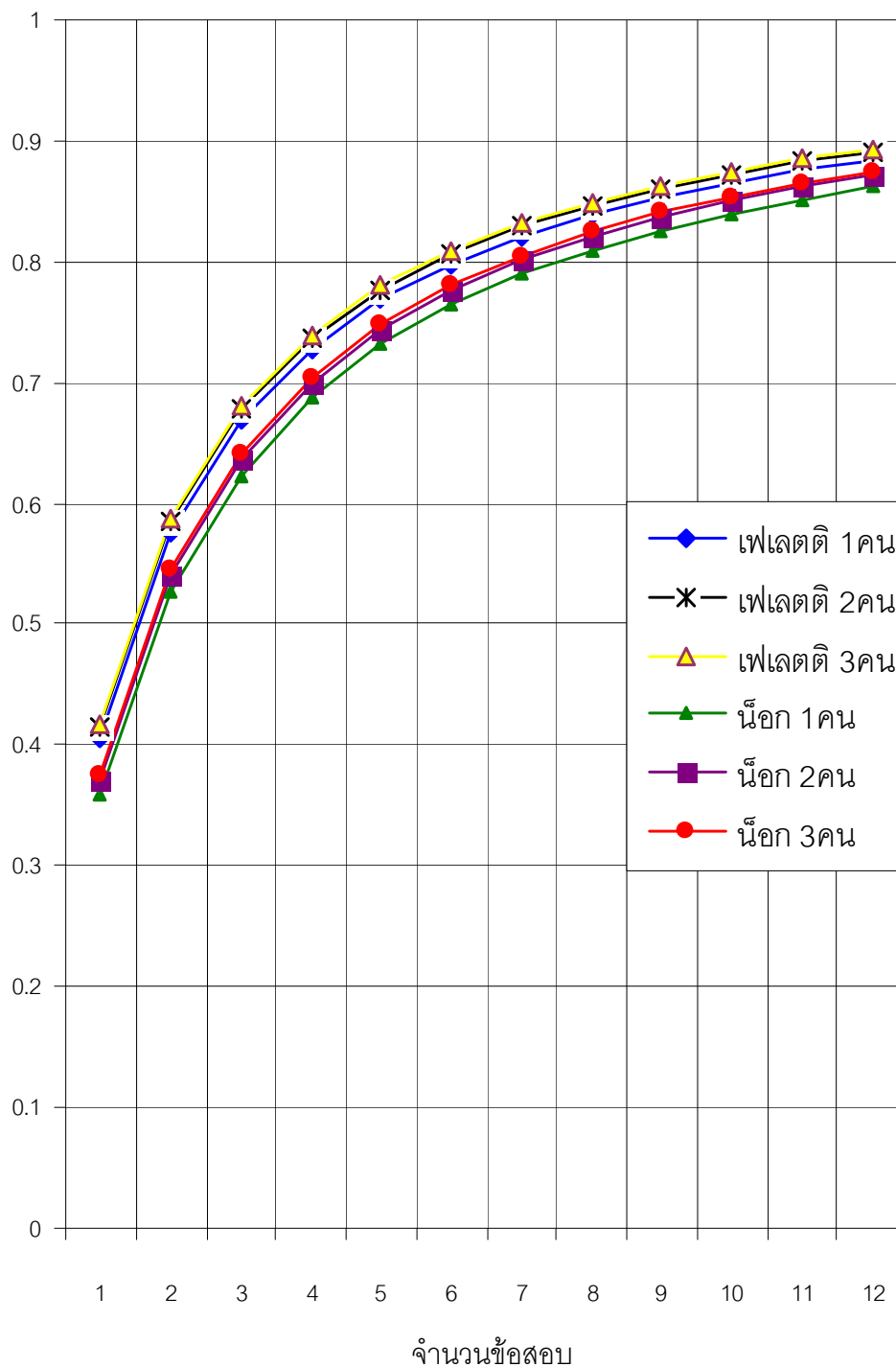
ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ โดยใช้จำนวนข้อสอบ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนนแบบน็อก โดยใช้จำนวนข้อสอบ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



ภาพที่ 6 กราฟแสดง ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อตรวจให้คะแนนแบบเฟเลตติ และนี่อก โดยใช้จำนวนข้อสอบ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากัน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน
3. เพื่อศึกษาการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง แบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ว่าควรใช้ข้อสอบจำนวนกี่ข้อและให้ผู้ตรวจจำนวนกี่คน จึงทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ของโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จำนวน 5 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเทศบาลวัดขจรรังสรรค์ โรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว โรงเรียนเทศบาลปลุกปัญญา โรงเรียนเทศบาลบ้านสามกอง และโรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ต จำนวน 1,213 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ของโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จำนวน 86 คน จาก 5 โรงเรียนที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ มีลักษณะคำถามปลายเปิดเป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีเนื้อหา ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาเศษส่วน จำนวน 2 ข้อ
2. โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 2 ข้อ
3. ความยาว-พื้นที่ จำนวน 2 ข้อ

รวมเป็นข้อสอบ 1 ฉบับ จำนวน 6 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อประสานงาน และขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน และประสานงานกับอาจารย์ผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินการสอบ เพื่อกำหนดวันเวลาและสถานที่ทำการสอบ และผู้วิจัยได้ชี้แจงวิธีการปฏิบัติในการดำเนินการสอนจนเข้าใจเป็นอย่างดี
2. เตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรียน
3. นำแบบทดสอบไปทดสอบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบ ชี้แจงให้นักเรียนที่เข้าสอบ ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการสอบเพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง
4. นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ โดยใช้ผู้ตรวจ 3 คน ประกอบด้วยผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนอีก 2 คน ซึ่งได้ผ่านการฝึกตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนน แบบเพเลตติ และการตรวจให้คะแนนแบบน็อก
5. นำคะแนนผลการสอบของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ไปจัดเตรียมข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานและสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้ คือ

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ คือค่าเฉลี่ย, คะแนนร้อยละ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การประมาณค่าความแปรปรวน ขององค์ประกอบ 3 ตัว ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่ตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติและการตรวจให้คะแนนแบบน็อก

3. เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการพิจารณาเปรียบเทียบจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA (A Generalized Analysis of Variance System) และใช้แผนการวิเคราะห์แบบหลายองค์ประกอบ แบบ $p \times i \times r$ จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมา ทดสอบความแตกต่างด้วยสูตร UX_1 ของวูดเวิร์ฟและเฟลคต์ ดังที่กล่าวไว้แล้ว (หน้า 61) โดยการเปรียบเทียบดังนี้

3.1 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากัน

3.2 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน

4. การศึกษาเพื่อตัดตัดสินใจสรุปอ้างอิง จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ โดยกำหนดข้อสอบให้อยู่ตั้งแต่ 1-12 ข้อ จำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน แล้วพิจารณาว่าต้องใช้ข้อสอบและผู้ตรวจ จำนวนเท่าใด จึงทำให้แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ

บทสรุป

1. สถิติพื้นฐานของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่มีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ เมื่อใช้ผู้ตรวจ 3 คน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.16, 17.06 และ 16.37 ตามลำดับ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเท่ากับ 5.21, 5.40 และ 5.09 ตามลำดับ การตรวจให้คะแนนแบบน็อก เมื่อใช้ผู้ตรวจ 3 คน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 72 คะแนน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 52.66, 52.45 และ 51.35 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.04, 13.59 และ 13.88 ตามลำดับ

เมื่อคิดคะแนนเป็นร้อยละ คะแนนร้อยละจากผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 ของวิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ จะมีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับร้อยละ 71 และคนที่ 3 ให้คะแนนเท่ากับร้อยละ 68 ส่วนวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก คะแนนร้อยละจากผู้ตรวจคนที่ 1 และ 2 จะมีค่าใกล้เคียงกันมีค่าเท่ากับร้อยละ 73 และ คนที่ 3 ให้คะแนนเท่ากับร้อยละ 71

2. การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

2.1 แหล่งความแปรปรวน ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ ได้แก่ ความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้สอบและข้อสอบ $\sigma^2(\pi)$ มีค่ามากที่สุดคือ 0.8267 คิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมาคือ ความแปรปรวนของผู้เข้าสอบ $\sigma^2(p)$ มีค่า 0.6076 คิดเป็นร้อยละ 35 ความแปรปรวนของข้อสอบ $\sigma^2(i)$ มีค่า 0.2239 คิดเป็นร้อยละ 13 ความแปรปรวนของข้อสอบ $\sigma^2(\pi r)$ มีค่า 0.0605 คิดเป็นร้อยละ 4 ส่วนค่าความแปรปรวนของผู้ตรวจ $\sigma^2(r)$, ความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้ตรวจและข้อสอบ $\sigma^2(ir)$ และความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้เข้าสอบและผู้ตรวจ $\sigma^2(pr)$ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 1

2.2 แหล่งความแปรปรวนที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ตรวจให้คะแนนแบบน็อกได้แก่ ความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้สอบและข้อสอบ $\sigma^2(\pi)$ มีค่ามากที่สุดคือ 6.6645 คิดเป็นร้อยละ 49 รองลงมาคือความแปรปรวนของผู้เข้าสอบ $\sigma^2(p)$ มีค่า 4.1442 คิดเป็นร้อยละ 31 ความแปรปรวนของข้อสอบ $\sigma^2(i)$ มีค่า 1.9058 คิดเป็นร้อยละ 14 ความแปรปรวนของข้อสอบ $\sigma^2(\pi r)$ มีค่า 0.6863 คิดเป็นร้อยละ 5 ความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้ตรวจและข้อสอบ $\sigma^2(ir)$ และความแปรปรวนผลรวมระหว่างผู้เข้าสอบและผู้ตรวจ $\sigma^2(pr)$ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 1 และค่าความแปรปรวนของผู้ตรวจ $\sigma^2(r)$ มีค่าเท่ากับ 0

3. เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์

3.1 ค่าความเชื่อมั่น พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ และการตรวจให้คะแนนแบบน็อกเมื่อมีจำนวนผู้ตรวจ 2 คนมีค่าเท่ากับ 0.8066 และ 0.7762 ตามลำดับ เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.8094 และ 0.7803 ตามลำดับ การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากันพบว่าให้ค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน

3.2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจ 2 และ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.8066 และ 0.8094 ตามลำดับ ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีวิธีการตรวจให้

คะแนนแบบน็อก เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจ 2 และ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.7762 และ 0.7803 ตามลำดับ การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกันพบว่าให้ค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน

4. การศึกษาเพื่อตัดสินใจสรุปอ้างอิง จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ ที่ให้ค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ โดยกำหนดข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจดังนี้

4.1 การ ตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติจำนวนข้อสอบตั้งแต่ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน พบว่าจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่ให้ค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 1 คน ข้อสอบ 7 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.8209 เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน ข้อสอบ 6 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.8066 และ 0.8094 ตามลำดับ

4.2 ตรวจให้คะแนนแบบน็อกจำนวนข้อสอบตั้งแต่ 1-12 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน พบว่าวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่ให้ค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 1 คน ตรวจข้อสอบ 8 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.8098 เมื่อกำหนดผู้ตรวจ 2 และ 3 คน ตรวจข้อสอบ 7 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.8012 และ 0.8052 ตามลำดับ

อภิปรายผล

1. แบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้ผู้ตรวจ 3 คน วิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน 2 วิธี คือ การตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ กับการตรวจให้คะแนนแบบน็อก พบว่าคะแนนร้อยละของแบบทดสอบของผู้ตรวจทั้ง 3 มีค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่าร้อยละ 68.22 – 73.14 แบบทดสอบทั้งฉบับค่อนข้างง่าย โดซาก คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าครึ่ง อาจเนื่องมาจากลักษณะพิเศษของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้มีคำถามย่อย ๆ ที่ชัดเจน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ที่มีคำตอบถูกต้องแน่นอน ทำให้นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็น อีกทั้งทำให้ผู้ตรวจ แต่ละคนให้คะแนนไม่แตกต่างกัน และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อกจะมีคะแนนร้อยละสูงกว่าวิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ เนื่องจากวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อกมีระดับคะแนน 3-6 ระดับส่วนการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติที่มีเพียง 2 ระดับ

2. การประมาณค่าความแปรปรวนของตัวประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ที่ตรวจให้คะแนนทั้งสองวิธี ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบ 3 ตัว คือผู้เข้าสอบ, ข้อสอบ และผู้ตรวจ ผลการตรวจแบบทดสอบตามวิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ พบว่าในบรรดาแหล่งความแปรปรวนที่มีผลต่อการสรุปอ้างอิงมากที่สุด เกือบครึ่งหนึ่งของความแปรปรวนทั้งหมด คือความแปรปรวนผลร่วมระหว่างผู้สอบและข้อสอบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่ไม่คงเส้นคงวาของผู้เข้าสอบแต่ละคน ในการตอบข้อสอบในแต่ละข้อ ผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคนมีความสอดคล้องกัน สืบเนื่องจากความแปรปรวนของผู้ตรวจมีค่าน้อยมากเกือบจะเป็นศูนย์เนื่องมาจากผู้ตรวจได้ตรวจตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกวรรณ เอี่ยมชัย (2539: 94) ที่พบว่า ผู้ตรวจเป็นแหล่งความแปรปรวนที่มีผลต่อการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์น้อยที่สุด

ผลการตรวจแบบทดสอบตามวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก สิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ ปรากฏผลเช่นเดียวกับวิธีการตรวจแบบเฟลตติ ทุกประการ แสดงว่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ ที่ได้จากการตรวจให้คะแนน ของผู้ตรวจทั้ง 3 คน ถูกควบคุมให้อยู่ในสถานการณ์เดียวกัน ทำให้แหล่งความแปรปรวนร่วมแต่ละแหล่ง มีอิทธิพลต่อแบบทดสอบ เช่นเดียวกัน

3. เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อใช้จำนวนผู้ตรวจเท่ากัน พบว่าถ้าจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน แบบทดสอบที่ตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ จะให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบน็อก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ มีการตัดสินใจให้คะแนนเพียงสองค่า ทำให้ผู้ตรวจตรวจตัดสินใจให้คะแนนได้สอดคล้องกันมากกว่าการตรวจให้คะแนนของเฟลตติ ที่มีการตรวจให้คะแนนหลายค่าซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุษณีย์ บัวศิริพันธุ์ (2543 : 54) และไพศาล หวังพานิช (2528 : 96-97) ที่ว่าการตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวมผลการตรวจของผู้ตรวจแต่ละคนจะมีความสอดคล้องและคะแนนสูงกว่าการตรวจโดยใช้เกณฑ์ของผู้ตรวจเอง อีกทั้งการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ จะง่ายกว่าการตรวจให้คะแนนแบบน็อกมากจึงเหมาะที่จะใช้ในการประเมิน วินิจฉัยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีจำนวนนักเรียนเข้าสอบมาก

3.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน พบว่าวิธีการตรวจให้คะแนนทั้งสองของเฟลตติและของน็อก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อจำนวนผู้ตรวจมากขึ้น

ซึ่งสอดคล้องกับ อุษณีย์ บัวศิริพันธ์ (2534 : 55-56) ที่ว่าไม่ว่าจะใช้วิธีการใดในการตรวจให้คะแนน ถ้าทำได้ควรตรวจให้คะแนน โดยผู้ตรวจให้คะแนน หลาย ๆ คน แล้วใช้คะแนนเฉลี่ยหรือคะแนนรวมแทนคะแนนความสามารถของผู้สอบ ซึ่งจะให้ผลการวัดที่มีความน่าเชื่อถือสูงขึ้นได้

4. การศึกษาเพื่อตัดสินใจสรุปอ้างอิงจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจของแบบทดสอบ ความเรียงประยุกต์โดยขยายข้อสอบให้ตั้งแต่ 1-12 ข้อและจำนวนผู้ตรวจ 1-3 คน แล้วพิจารณาว่าต้องใช้ข้อสอบและผู้ตรวจ จำนวนเท่าใด ที่ทำให้แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.8 เป็นอย่างต่ำ พบว่าสามารถเลือกใช้จำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจ ได้ดังนี้ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ เริ่มที่ผู้ตรวจ 1 คน ต้องใช้ข้อสอบ 7 ข้อขึ้นไป เมื่อเพิ่มผู้ตรวจเป็น 2 คน ต้องใช้ข้อสอบ 6 ข้อขึ้นไป และถ้าเพิ่มผู้ตรวจเป็น 3 คน ต้องใช้ข้อสอบ 6 ข้อขึ้นไปเช่นเดียวกับผู้ตรวจ 2 คน

ส่วนวิธีการตรวจให้คะแนนแบบน็อก เริ่มที่ผู้ตรวจ 1 คน ต้องใช้ข้อสอบ 8 ข้อขึ้นไป เมื่อเพิ่มผู้ตรวจเป็น 2 คน ต้องใช้ข้อสอบ 7 ข้อขึ้นไปและถ้าเพิ่มผู้ตรวจเป็น 3 คน ต้องใช้ข้อสอบ 7 ข้อขึ้นไปเช่นเดียวกับผู้ตรวจ 2 คน จะเห็นได้ว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ วิชาคณิตศาสตร์จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เพย์เน(เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2549 : 256 ; อ้างอิงมาจาก Payne. 1968) ว่า วิธีที่จะเพิ่มค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงก็คือ การเพิ่มจำนวนคำถามให้มากขึ้น และจำกัดทิศทางของคำตอบให้แคบเข้า หรือกำหนดคำถามให้ละเอียดพอที่จะทำให้ให้นักเรียนทราบได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการที่แท้จริงของคำถาม ถ้านำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีสรุปอ้างอิงมาประยุกต์ใช้ในแบบทดสอบความเรียงที่ใช้วิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกันจะทำให้สามารถเลือกใช้จำนวนข้อสอบ จำนวนผู้ตรวจได้เหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะปลายเปิด ในแต่ละสถานการณ์ จะมีข้อคำถามย่อย ๆ 4 ข้อคำถาม เมื่อมีผู้เข้าสอบเป็นจำนวนมาก ควรใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ เพราะคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบนี้ส่งผลให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าสูงกว่า และใช้เวลาตรวจน้อยกว่า การตรวจให้คะแนนแบบน็อก

2. ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ที่มีลักษณะคำถามปลายเปิดควรมีผู้ตรวจหลายคน เพื่อให้ผลการตรวจให้คะแนนมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น
3. ในกรณีที่จำนวนผู้ตรวจเท่ากัน การตรวจให้คะแนนแบบเฟลตติ จะดีกว่าการตรวจให้คะแนนแบบน็อก

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรจะมีการศึกษาวิจัยโดยเพิ่มจำนวนผู้ตรวจ และศึกษาดูว่าจำนวนผู้ตรวจเท่าใด จึงจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบดีและเหมาะสมที่สุด
2. ควรจะมีการศึกษาลักษณะเดียวกันนี้กับรายวิชาอื่นๆ เพื่อดูว่ารายวิชาใดมีความเหมาะสมกับวิธีการตรวจให้คะแนนแบบใด จำนวนผู้ตรวจเท่าใด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ เอี่ยมชัย. (2539). การศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเอ็มอีคิว วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาลที่ตรวจให้คะแนนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ การศึกษา
มหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ.(2545). คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2545). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและ
พัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน, (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : บริษัทพริกหวานกราฟิคจำกัด.
- ฉลอง สวัสดิ์. (2538). การสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) วัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต เชียงใหม่ :
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณัฐพร ศรีบุรณ์. (2543). การสร้างแบบทดสอบอัตนัยเพื่อวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิพย์วรรณ มูลทองชุน . (2535). การพัฒนาแบบสอบ เอ็ม อี คิว เพื่อวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงศรีภัก ไทธานี . (2542). การสร้างแบบทดสอบ เอ็มอีคิว ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์
เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ การศึกษา
มหาบัณฑิต มหาสารคาม : คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยสวารคาม.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์,”
คณิตศาสตร์. 38(434-435) : 62-74 ; พฤศจิกายน – ธันวาคม.
- _____. (2544) กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ดุษฎีนิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต.(คณิตศาสตร์
ศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

- ปาริชาติ เกตุแก้ว. (2544). การศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ในจังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- พรรณเพ็ญ เมืองสง. (2543). การเปรียบเทียบฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบถูกผิดหลายตัวเลือกที่มีจำนวนข้อตัวเลือกและวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พวงแก้ว ปุณยนก. (2531). แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็มอีคิว) เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงทิพย์ โพธิ์ว. (2535). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม เทคนิค เอ็ม อี คิว. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พิชากร แปลงประสพโชค. (2540). การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ การศึกษาดุสิตบัณฑิต กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พิสมัย ศรีอำไพ. (2532). "การแก้ปัญหา," วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. กรกฎาคม - ธันวาคม.
- เยาวดี นูลศรี. (2539). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วิรัช วรรณรัตน์. (2536). "ปัญหาการวัดและประเมินผล: เครื่องมือวัด," วารสารวัดผลการศึกษา (14 พฤษภาคม - สิงหาคม). 11-14
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2545). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2545). แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว
- _____. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- ส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, กรม. (2549). สถิติข้อมูลการศึกษาท้องถิ่นโรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นปีการศึกษา2549. กรุงเทพฯ : กรมการปกครองส่วนท้องถิ่น.

- สมปอง พรหมพิน. (2543). การพัฒนาความสามารถทางการเรียนการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ โดยเน้นการใช้ประสบการณ์ทางภาษาและการร่วมมือกันเรียนรู้ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ขอนแก่น :
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2543). การแก้ปัญหา เอกสารประกอบการอบรมครู และเอกสาร
ประกอบการเรียน วิชาการคิดและการตัดสินใจ วิชาคณิตศาสตร์เพื่อชีวิต . กรุงเทพฯ
: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนคร.
- _____. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้
การเรียนรู้แบบร่วมมือ ดุษฎีนิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2545). “การแก้โจทย์ปัญหา,” วารสารการศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์
และเทคโนโลยี : 50-52 ปีที่ 30 ฉบับที่ 116 มกราคม- กุมภาพันธ์.
- อาภรณ์ ชูดวง. (2535) . การสร้างแบบสอบเอ็มไอคิว เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางการพยาบาล. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์. (2542). การเปรียบเทียบค่าการสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์
ที่มีการตรวจ จำนวนผู้ตรวจ และประสบการณ์ของผู้ตรวจ แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- Brennan, R. L. (1993). Elements of generalizability theory (rev.ed.). Iowa City,
IA: ACT, Publication.
- Charles, R., and F. Lester. (1982). Teaching Problem Solving: What, Why, & How. Palo
Alto, CA: Dale Seymour Publications.
- Copeland, R. w. (1982). Mathematics and the Elementary Teacher 4th ed. New
York :Macmillan.
- Eble, R. L. (1979). Essentials of Educational Measurement. 3rd ed.
New Jersey . Prentice Hall.
- Gronlund, N. E. (1977). Constructing Achievement Tests. 2nd ed. Englewood Cliffs,
N.J.: Prentice – Hall

- Harasym, P. H.; and Others. (1980). "Evaluating Student Multiple-Choice Responses: Effects of Coded and Free Formats." Evaluation and the Health Professions, v3 (ERIC Document Reproduction Service No. EJ229176)
- Innes, E. and Leon Straker. (2003). Validity of work Related Assessment. N"p"
Retrieved June 18, 2003 from <http://www.home.Link.net>.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., & Lindquist, M. M. (1992). Helping children learn mathematics. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Stenmark, J.K. (1991). "Mathematics assessment: Myths, models, good questions and practical suggestions." (ERIC Document Reproduction Service No. ED 345 943)
- Troutman and Lichtenberg. (1995). Mathematics: A Good Beginning, 5th Edition, Pennsylvania, United States . Pacific grove,CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Woodruff, D. J., L. S. & Feldt. (1986). Tests for equality of several alpha coefficients when their sample estimates are dependent. Psychometrika, 51, 393-413.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และผู้ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา

ดร. นพเก้า ณ พัทลุง

อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัยทักษิณ

นางกัลยา เอียดวาโย

ครูชำนาญการ

โรงเรียนควนเนียงวิทยา จังหวัดสงขลา

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

นางสุมาลี สังข์ไชย

ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ

เขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดภูเก็ต

นายเชี่ยวชาญ เทพกุลศล

รองผู้อำนวยการชำนาญการ

โรงเรียนเทศบาลปลุกปัญญา จังหวัดภูเก็ต

นายถนอมเกียรติ งานสกุล

ครูเชี่ยวชาญ

โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต

ผู้ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ

นางสาว พูลสม ถิ่นพังงา

ครูชำนาญการ

โรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ต

นายวิวัฒน์ ทองอินทร์โชติ

ครูชำนาญการ

โรงเรียนเทศบาลปลุกปัญญา

นายสมคิด เทียรพิสุทธิ์

ครูปฏิบัติการสอน

โรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ต

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ
ถึงผู้เชี่ยวชาญ, ผู้บริหารโรงเรียน และผู้ตรวจ

ที่ ศธ 0531.18/



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

ธันวาคม 2549

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์
เรียน

มหาวิทยาลัยทักษิณขอรับรองว่า นายสมคิด เทียรพิสุทธิ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยทักษิณ
นิสิตผู้นี้กำลังดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การเปรียบเทียบ
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวน
ผู้ตรวจต่างกัน

โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

อาจารย์ ดร.เรวดี กระโหมวงศ์

ประธานที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสริม ทศศรี

กรรมการที่ปรึกษา

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสมบูรณ์ของข้อ
คำถาม และความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนของเครื่องมือวัดความสามารถแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูลเพื่อทำ
วิทยานิพนธ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ประดิษฐ์ มีสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์/โทรสาร 0 - 7444 - 3988



ที่ ศธ 0531.18/

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

ธันวาคม 2549

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์
เรียน ผู้บริหารโรงเรียน

มหาวิทยาลัยทักษิณขอรับรองว่า นายสมคิด เทียรพิสุทธิ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยทักษิณ
นิสิตผู้นี้กำลังดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การเปรียบเทียบ
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวน
ผู้ตรวจต่างกัน

โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

อาจารย์ ดร.เรวดี กระโหมวงศ์

ประธานที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสริม ทศศรี

กรรมการที่ปรึกษา

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เก็บ
ข้อมูลการวิจัยจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนของท่าน และขอให้ท่านโปรดกรุณา
แจ้งไปยังอาจารย์ผู้สอนและนักเรียนเพื่ออำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลการวิจัยของนิสิต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ประดิษฐ์ มีสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์/โทรสาร 0 - 7444 - 3988



ที่ ศธ 0531.18 /

มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง
จังหวัดสงขลา 90000

ธันวาคม 2549

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์

เรียน

มหาวิทยาลัยทักษิณขอรับรองว่า นายสมคิด เทียรพิสุทธิ์ เป็นนิสิตปริญญาโท สาขา
การวัดผลการศึกษา ชั้นปีที่ 5 มหาวิทยาลัยทักษิณ

นิสิตผู้นี้กำลังดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบค่า
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวน
ผู้ตรวจต่างกัน

โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

อาจารย์ ดร.เรวดี กระโหมวงศ์

ประธานที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสริม ทศศรี

กรรมการที่ปรึกษา

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอความ
อนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ตรวจแบบทดสอบความเรียงประยุกต์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้เกณฑ์การตรวจ ต่างกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น สำหรับทำ
วิทยานิพนธ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร. 0-7444-3988

ภาคผนวก ค

ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์
วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 7 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์

สถานการณ ที่	สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ						IOC	สรุปผล
	ข้อ ที่	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	0	1	-1	0.40	ปรับปรุง
	3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1	0	0.80	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	0	0	0.60	ปรับปรุง
	2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	0	1	0	0.60	ปรับปรุง
	4	1	1	0	1	0	0.60	ปรับปรุง
5	1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1	0	0.80	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สถานการณ ที่	สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ						IOC	สรุปผล
	ข้อ ที่	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
7	1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้

ภาคผนวก ง

ค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D)
ของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 15 ค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
ความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์

สถานการณ์ที่	ข้อคำถาม ที่	P_E	D	P_E	D	ผลการพิจารณา
1	1	0.88	0.16	0.42	0.28	ปรับปรุง
	2	0.29	0.24			คัดเลือก
	3	0.32	0.43			คัดเลือก
	4	0.21	0.28			คัดเลือก
2	1	0.88	0.14	0.54	0.34	ปรับปรุง
	2	0.59	0.36			คัดเลือก
	3	0.42	0.49			คัดเลือก
	4	0.26	0.34			คัดเลือก
3	1	0.95	0.06	0.59	0.42	ปรับปรุง
	2	0.63	0.38			คัดเลือก
	3	0.50	0.66			คัดเลือก
	4	0.28	0.48			คัดเลือก
4	1	0.75	0.26	0.47	0.34	คัดเลือก
	2	0.42	0.53			คัดเลือก
	3	0.43	0.58			คัดเลือก
	4	0.27	0.30			คัดเลือก
5	1	0.70	0.40	0.29	0.31	คัดเลือก
	2	0.17	0.29			ปรับปรุง
	3	0.18	0.32			ปรับปรุง
	4	0.11	0.22			ปรับปรุง

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สถานการณ์ที่	ข้อคำถาม ที่	P_E	D	P_E	D	ผลการพิจารณา
6	1	0.83	0.29	0.48	0.42	คัดเลือก
	2	0.49	0.62			คัดเลือก
	3	0.39	0.42			คัดเลือก
	4	0.21	0.28			ปรับปรุง
7	1	0.95	0.08	0.59	0.44	ปรับปรุง
	2	0.48	0.55			คัดเลือก
	3	0.59	0.60			คัดเลือก
	4	0.33	0.46			คัดเลือก
8	1	0.69	0.24	0.34	0.30	คัดเลือก
	2	0.29	0.39			คัดเลือก
	3	0.26	0.39			ปรับปรุง
	4	0.11	0.18			ปรับปรุง

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ และเกณฑ์การให้คะแนน

แบบทดสอบความเรียงประยุกต์

คำชี้แจง

โปรดอ่านคำแนะนำให้เข้าใจ หากมีปัญหาให้ถามกรรมการคุมสอบก่อนทำแบบทดสอบเมื่อทำแบบทดสอบแล้วกรรมการคุมสอบจะไม่ตอบคำถามใด ๆ เกี่ยวกับตัวแบบทดสอบ

คำแนะนำ

- 1.เขียนชื่อ – สกุล และเลขที่ของท่านลงบนมุมขวาของกระดาษคำตอบทุกแผ่น โดยหิบบกระดาษให้พ้นขอบช่องเพื่อที่จะเขียนชื่อ ห้ามหิบบกระดาษออกมาทั้งแผ่น
- 2.ให้ตอบคำถามทุกข้อ
- 3.ให้ตอบคำถามแต่ละข้ออย่างสั้น กระชับ ตรงประเด็น
- 4.หิบบกระดาษออกจากช่องที่ละแผ่น เริ่มตั้งแต่กรณีที่ 1 หน้า 1 เมื่อทำเสร็จ ให้ตรวจสอบให้แน่ใจเพราะท่านไม่มีโอกาสย้อนกลับมาแก้ไขได้อีก และท่านจะต้องจำข้อมูลที่สำคัญในโจทย์ที่ให้ เพราะท่านอาจต้องใช้ข้อมูลเหล่านั้นอีก และห้ามหิบบแบบทดสอบในแผ่นต่อไปขึ้นมาทำก่อนที่จะทำแบบทดสอบในหน้านั้นเสร็จ
- 5.เมื่อทำแบบทดสอบในแต่ละหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำกระดาษคำตอบคว่ำลงและสอดไว้ใต้ช่อง และนำแบบทดสอบแผ่นใหม่ขึ้นมาทำทันที
- 6.ต้องจัดเวลาในการทำแต่ละข้อให้พอเหมาะ ซึ่งในแต่ละข้อกำหนดเวลาทำโดยประมาณไว้ให้แล้ว
- 7.นักเรียนจะทำแบบทดสอบได้ เมื่อกรรมการคุมสอบสั่งให้ “ลงมือทำได้” โดยกรรมการจะเขียนเวลาเริ่มต้นและเวลารวมในการทำแบบทดสอบบนกระดานดำ เมื่อได้รับสัญญาณเตือนหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ให้หยุดทำแบบทดสอบทันที

ตัวอย่าง

สถานการณ์ที่ 0

แม่ค้าเหมาส้มจากสวน 1 แห่ง แล้วมาคัดเป็นส้มผลใหญ่ $\frac{3}{5}$ ของส้มทั้งหมด
 ส้มผลเล็ก $\frac{3}{4}$ ของที่เหลือ นอกนั้นคัดออกขายไม่ได้ ถ้าส้มในเข่งนับได้ 240 ผล
 ส้มที่ขายได้และขายไม่ได้มีกี่ผล

คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร

ตอบ โจทย์กำหนด

1. ส้มผลใหญ่ $\frac{3}{5}$ ของส้มทั้งหมด
2. ส้มผลเล็ก $\frac{3}{4}$ ของที่เหลือ
3. นอกนั้นคัดออกขายไม่ได้
4. ส้มในเข่งทั้งหมดมี 240 ผล

ต้องการทราบ 1. ส้มที่ขายได้ 2. ส้มที่ขายไม่ได้

คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา

- 2.1 ส้มผลใหญ่(A) **ตอบ** $A = \frac{3}{5} \times 240$
- 2.2 ส้มผลเล็ก(B) **ตอบ** $B = \frac{3}{4} \times (240 - A)$
- 2.3 ส้มที่ขายได้(C) **ตอบ** $C = A + B$
- 2.4 ส้มที่ขายไม่ได้(D) **ตอบ** $D = 240 - C$

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาจำนวนส้มที่ขายได้ และส้มที่ขายไม่ได้

วิธีทำ

มีส้มทั้งหมด	240	ผล
มีส้มผลใหญ่(A)	$= \frac{3}{5} \times 240$	= 144 ผล
หลังจากคัดส้มผลใหญ่แล้วจะมีส้มเหลือ	$= 240 - 144$	= 96 ผล
มีส้มผลเล็ก(B)	$= \frac{3}{4} \times 96$	= 72 ผล
ส้มที่ขายได้ผลใหญ่รวมกับผลเล็ก	$= 144 + 72$	= 216 ผล
ส้มที่ขายไม่ได้	$= 240 - 216$	= 24 ผล

ตอบ มีส้มที่ขายได้ 216 ผล และส้มที่ขายไม่ได้ 24 ผล

คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

ตอบ

$$C + D = 216 + 24 = 240$$

216 + 24 = 240 เป็นสมการที่เป็นจริง

คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก

กรณีศึกษาที่ 1 สามารถแก้ปัญหาโจทย์เศษส่วน ได้ถูกต้อง

เวลาสำหรับข้อนี้ 10 นาที	สถานการณ์ที่ 1	ชื่อ-สกุล.....
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด เมื่อสำรวจพบว่ามังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้ทั้งหมดกี่ต้น</p> </div> <p>คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร (2 คะแนน)</p> <p>สวนแห่งหนึ่งมีผลไม้สองชนิดคือ.....</p> <p>ปลูกฝรั่งไว้ ของผลไม้ทั้งหมด</p> <p>เมื่อสำรวจพบว่ามังคุด ต้น</p> <p>คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา (3 คะแนน)</p> <p>2.1 จำนวนมังคุด =x 120</p> <p>2.1 จำนวนผลไม้ทั้งหมด =x 120</p> <p>คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ (5 คะแนน)</p> <p>ประโยคสัญลักษณ์.....</p> <p>วิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร (2 คะแนน)</p> <p>ผลไม้ทั้งหมด = ฝรั่ง + มังคุด</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

กรณีศึกษาที่ 2 สามารถแก้ปัญหาโจทย์เศษส่วน ได้ถูกต้อง

เวลาสำหรับข้อนี้ 12 นาที	สถานการณ์ที่ 2	ชื่อ-สกุล.....
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>มาลีมีเงิน 320 บาท ซื้อเสื้อ $\frac{2}{5}$ ของเงินทั้งหมด</p> <p>และซื้อกระเป๋า $\frac{5}{16}$ ของเงินทั้งหมด จงหาว่าหลังจากซื้อเสื้อ</p> <p>และกระเป๋าแล้ว มาลีจะเหลือเงินเท่าไร</p> </div> <p>คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร (2 คะแนน)</p> <p>โจทย์กำหนด.....</p> <p>.....</p> <p>ต้องการทราบ.....</p> <p>คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา (3 คะแนน)</p> <p>2.1 ราคาเสื้อ</p> <p>2.2 ราคากระเป๋า</p> <p>2.3 จำนวนเงินที่เหลือ</p> <p>คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาเงินที่เหลือ (5 คะแนน)</p> <p>วิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร (2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

กรณีศึกษาที่ 3 สามารถแก้ปัญหาโจทย์ความยาวและพื้นที่ได้ถูกต้อง

เวลาสำหรับข้อนี้ 10 นาที	สถานการณ์ที่ 3	ชื่อ-สกุล.....
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>พื้นห้องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 12 เมตร ถ้าต้องการปูกระเบื้องให้เต็มพื้นห้อง จะต้องเสียเงินค่าจ้างปูกระเบื้องกี่บาท ถ้าผู้รับเหมาปูพื้นในราคาตารางเมตรละ 120 บาท</p> </div> <p>คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร (2 คะแนน)</p> <p>โจทย์กำหนด.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ต้องการทราบ.....</p> <p>คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาเงินค่าปูพื้นกระเบื้อง (3 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาจำนวนเงินค่าปูพื้นกระเบื้อง (5 คะแนน)</p> <p>วิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร (2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

กรณีศึกษาที่ 4 สามารถแก้ปัญหาโจทย์ความยาวและพื้นที่ได้ถูกต้อง

เวลาสำหรับข้อนี้ 8 นาที	สถานการณ์ที่ 4	ชื่อ-สกุล.....
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านกว้าง 6 เมตร ด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้าง 8 เมตร สนามหญ้าแห่งนี้มีความยาวโดยรอบเท่าไร</p> </div> <p>คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร (2 คะแนน) โจทย์กำหนด..... ต้องการทราบ.....</p> <p>คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา (3 คะแนน) ความยาวโดยรอบสนามหญ้า.....</p> <p>คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาความยาวโดยรอบสนามหญ้า (5 คะแนน) วิธีทำ..... </p> <p>คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร (2 คะแนน) </p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

กรณีศึกษาที่ 5 สามารถแก้ปัญหาโจทย์ร้อยละได้ถูกต้อง

เวลาสำหรับข้อนี้ 8 นาที	สถานการณ์ที่ 5	ชื่อ-สกุล.....
<div data-bbox="371 510 1299 723" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 20px auto; width: 80%;"> <p>โทรทัศน์เครื่องหนึ่งปิดไว้ 4,800บาท แต่ทางร้านประกาศลดราคา 5% จากราคาที่ปิดไว้ จะซื้อโทรทัศน์ได้ในราคาเท่าไร</p> </div> <p>คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร (2 คะแนน)</p> <p>โจทย์กำหนด.....</p> <p>.....</p> <p>ต้องการทราบ.....</p> <p>คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาราคาโทรทัศน์ที่ลดราคาแล้ว (3 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาว่าจะซื้อโทรทัศน์ได้ในราคาเท่าไร (5 คะแนน)</p> <p>วิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร (2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

เวลาสำหรับข้อนี้ 12 นาที	สถานการณ์ที่ 6	ชื่อ-สกุล.....
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>ร้านค้าตัดป้ายชานาฬิกาไว้ 1,380 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ได้กำไร 15 % ต่อมาลดราคาให้ผู้ซื้อ 10% จากราคाप้าย ร้านค้ายังคงได้กำไรกี่บาท</p> </div> <p>คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร (2 คะแนน)</p> <p>โจทย์กำหนด.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ต้องการทราบ.....</p> <p>คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา (3 คะแนน)</p> <p>ราคาทุน</p> <p>ราคาขาย.....</p> <p>กำไร.....</p> <p>คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาว่าร้านค้ายังได้กำไรกี่บาท (5 คะแนน)</p> <p>วิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร (2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>คำเตือน ก่อนทำข้อสอบในข้อต่อไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำข้อสอบข้อนี้เรียบร้อยแล้วเพราะนักเรียนไม่สามารถกลับมาแก้ไขได้อีก</p>		

พฤติกรรม : สามารถแก้ปัญหาโจทย์เศษส่วน ได้ถูกต้อง (สถานการณ์ที่ 1-2)

สถานการณ์ที่ 1

สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้ไว้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด เมื่อสำรวจพบว่า มีมังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้กี่ต้น

คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร

คำตอบ โจทย์กำหนด

1. สวนแห่งหนึ่งปลูกฝรั่งและมังคุด
2. ปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด
3. มีมังคุด 120 ต้น

คำตอบ โจทย์ต้องการทราบ

1. สวนแห่งนี้มีผลไม้ทั้งหมดกี่ต้น หรือ มีผลไม้ทั้งหมดกี่ต้น

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 2 คะแนน ตอบถูกต้องได้ครบถ้วน
- 1 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ตอบคำถามเพียงคำถามเดียว
- 0 คะแนน ตอบไม่ถูกหรือไม่ได้ตอบ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตตี (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องได้ครบถ้วน
- 0 คะแนน เมื่อตอบไม่ครบทุกคำถามหรือไม่ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 1

สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้ไว้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด เมื่อสำรวจดูพบว่า มีมังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้กี่ต้น

คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาจำนวนมังคุดคิดเป็นเศษส่วนเท่าใดของผลไม้ทั้งหมด

คำตอบ

$$\text{มังคุด} = \left(1 - \frac{5}{9}\right) \times \text{ผลไม้ทั้งหมด}$$

$$\text{หรือ} \quad \text{มังคุด} = \frac{4}{9} \times \text{ผลไม้ทั้งหมด}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 3 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง แต่สื่อความหมายถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง แต่สื่อความหมายถูกต้องเพียงบางส่วน
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตตี (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

สถานการณ์ที่ 1

สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้ไว้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้
เมื่อสำรวจดูพบว่ามังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้กี่ต้น

$\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาผลไม้ทั้งหมด

คำตอบ

วิธีที่ 1

วิธีทำ มีฝรั่ง $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด

จะมีมังคุด $\frac{4}{9}$ X ผลไม้ทั้งหมด

มีมังคุด 120 ต้น

เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$120 = \frac{4}{9} \text{ ของผลไม้ทั้งหมด}$$

$$\begin{aligned} \text{ผลไม้ทั้งหมด} &= \frac{120 \times 9}{4} \\ &= 270 \text{ ต้น} \end{aligned}$$

ตอบ มีผลไม้ทั้งหมดจำนวน 270 ต้น

วิธีที่ 2

จาก มังคุด คิดเป็น $\frac{4}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมดถ้ามีมังคุด 120 ต้นจะได้ว่า

4 ส่วน คิดเป็นผลไม้ 120 ต้น

1 ส่วน คิดเป็นผลไม้ $\frac{120}{4}$ ต้น

9 ส่วน คิดเป็นผลไม้ $\frac{120}{4} \times 9$ ต้น
= 270 ต้น

ตอบ มีผลไม้ทั้งหมดจำนวน 270 ต้น

สถานการณ์ที่ 1

สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ 5
 9 ของผลไม้ทั้งหมด
 เมื่อสำรวจดูพบว่าม้ามังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้กี่ต้น

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาผลไม้ทั้งหมด (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 5 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องและคำตอบถูก
- 4 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำได้ถูกต้องและคำตอบถูกต้อง
 แต่ กระบวนการคิดไม่เป็นลำดับขั้นตอน
- 3 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการหาจำนวนต้นมังคุดคิดเป็นเศษส่วนของผลไม้ทั้งหมด
 และการหาผลไม้ทั้งหมดได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการหาจำนวนต้นมังคุดคิดเป็นเศษส่วนของผลไม้ทั้งหมดได้ถูกต้อง
 แต่แสดงวิธีการหาผลไม้ทั้งหมดและคำตอบไม่ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการหาจำนวนต้นมังคุดคิดเป็นเศษส่วนของผลไม้ทั้งหมดได้ถูกต้อง
 แต่แสดงวิธีการหาผลไม้ทั้งหมดและคำตอบไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้แสดงวิธีทำ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ ถูกต้อง

สถานการณ์ที่ 1

สวนแห่งหนึ่งปลูกผลไม้ไว้สองชนิดคือฝรั่งและมังคุด โดยปลูกฝรั่งไว้ $\frac{5}{9}$ ของผลไม้ทั้งหมด
เมื่อสำรวจดูพบว่ามังคุด 120 ต้น จงหาว่าสวนแห่งนี้มีผลไม้กี่ต้น

คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

คำตอบ

แทนผลไม้ทั้งหมด ด้วย 270 ต้น และมังคุด 120 ต้น ในประโยคสัญลักษณ์

$$\text{มังคุด} = \frac{4}{9} \text{ ของผลไม้ทั้งหมด}$$

$$120 = \frac{4}{9} \times 270$$

$$120 = 120 \text{ เป็นจริง}$$

คำตอบที่ได้ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

2 คะแนน แสดงวิธีตรวจคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน

1 คะแนน แสดงวิธีตรวจได้ถูกต้อง แต่หาผลคูณไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดง หรือแสดงไม่ถูกต้อง

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

1 คะแนน เมื่อแสดงการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการตรวจคำตอบ

สถานการณ์ที่ 2

มาลีมีเงิน 320 บาท ซื้อเสื้อ $\frac{2}{5}$ ของเงินทั้งหมด และซื้อกระเป๋า $\frac{5}{16}$ ของเงินทั้งหมด

จงหาว่าหลังจากซื้อเสื้อและกระเป๋าแล้ว มาลีจะเหลือเงินเท่าไร

คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร

คำตอบ โจทย์กำหนด

1 มาลีมีเงิน 320 บาท

2 ซื้อเสื้อ $\frac{2}{5}$ ของเงินทั้งหมด

3 ซื้อกระเป๋า $\frac{5}{16}$ ของเงินทั้งหมด

คำตอบ โจทย์ต้องการทราบ

หลังจากซื้อเสื้อและกระเป๋าแล้ว มาลีจะเหลือเงินเท่าไร หรือมาลีจะเหลือเงินเท่าไร

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 2 คะแนน ตอบถูกต้องได้ครบถ้วน
- 1 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ตอบคำถามเพียงคำถามเดียว
- 0 คะแนน ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ได้ตอบ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องได้ครบถ้วน
- 0 คะแนน เมื่อตอบไม่ครบทุกคำถามหรือไม่ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 2

มาลีมีเงิน 320 บาท ซื้อเสื้อ $\frac{2}{5}$ ของเงินทั้งหมด และซื้อกระเป๋า $\frac{5}{16}$ ของเงินทั้งหมด

จงหาว่าหลังจากซื้อเสื้อและกระเป๋าแล้ว มาลีจะเหลือเงินเท่าไร

คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา

2.1 ราคาเสื้อ

2.2 ราคากระเป๋า

2.3 จำนวนเงินที่เหลือ

$$\text{คำตอบ ราคาเสื้อ} = \frac{2}{5} \times 320$$

$$\text{ราคากระเป๋า} = \frac{5}{16} \times 320$$

$$\text{จำนวนเงินที่เหลือ} = (320 - \text{ราคาเสื้อ}) - \text{ราคากระเป๋า}$$

เกณฑ์การให้คะแนน**วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)**

- 3 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องทั้งสามประโยค
- 2 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์หาจำนวนเงินที่เหลือได้ถูกต้อง 2 ประโยค
- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์หารราคาเสื้อหรือราคากระเป๋าย่างใดอย่างหนึ่งถูกต้องเพียงประโยคเดียว
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องทั้งสามประโยค
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

สถานการณ์ที่ 2

มาลีมีเงิน 320 บาท ซื้อเสื้อ $\frac{2}{5}$ ของเงินทั้งหมด และซื้อกระเป๋า $\frac{5}{16}$ ของเงินทั้งหมด

จงหาว่าหลังจากซื้อเสื้อและกระเป๋าแล้ว มาลีจะเหลือเงินเท่าไร

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาจำนวนเงิน

ตอบ

$$\text{หา ราคาเสื้อ} = \frac{2}{5} \times 320 = 128 \text{ บาท}$$

$$\text{ราคากระเป๋า} = \frac{5}{16} \times 320 = 100 \text{ บาท}$$

$$\text{จำนวนเงินที่เหลือ} = (320 - 128) - 100 = 92 \text{ บาท}$$

ตอบ จำนวนเงินที่เหลือ 92 บาท

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

5 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องและคำตอบถูกต้องทั้งสามคำถาม

4 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้องของราคาเสื้อ ราคากระเป๋า และแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนของจำนวนเงินที่เหลือ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง

3 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้องของราคาเสื้อ ราคากระเป๋า แต่แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบไม่ถูกต้อง ของจำนวนเงินที่เหลือ

2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนของราคาเสื้อ ราคากระเป๋า และคำตอบถูกต้องของราคาเสื้อหรือราคากระเป๋า แต่แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบไม่ถูกต้องของจำนวนเงินที่เหลือ

1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนของราคาเสื้อ ราคากระเป๋า แต่คำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบไม่ถูกต้องของจำนวนเงินที่เหลือ

0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องของราคาเสื้อ ราคากระเป๋า จำนวนเงินที่เหลือ หรือไม่แสดงวิธีทำ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบถูกต้องทั้งสามคำถาม

0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้อง

สถานการณ์ที่ 2

มาลีมีเงิน 320 บาท ซื้อเสื้อ $\frac{2}{5}$ ของเงินทั้งหมด และซื้อกระเป๋า $\frac{5}{16}$ ของเงินทั้งหมด
 จงหาว่าหลังจากซื้อเสื้อและกระเป๋าแล้ว มาลีจะเหลือเงินเท่าไร

คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

คำตอบ

แทน จำนวนเงินที่เหลือ ราคาเสื้อ ราคากระเป๋าในประโยคสัญลักษณ์สมการ

จำนวนเงินที่เหลือ = (320-ราคาเสื้อ) – ราคากระเป๋า

$$92 = (320 - 128) - 100$$

$$92 = 92 \text{ เป็นจริง}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีตรวจคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน
- 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีตรวจได้ถูกต้อง แต่หาผลลบไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดง หรือแสดงไม่ถูกต้อง

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตตี (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อแสดงการตรวจคำตอบ ได้ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงวิธีการตรวจคำตอบ

พฤติกรรม : สามารถแก้ปัญหาโจทย์ความยาวและพื้นที่ได้ถูกต้อง (สถานการณ์ที่ 3-4)

สถานการณ์ที่ 3

พื้นที่ห้องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 12 เมตร ถ้าต้องการปูกระเบื้องให้เต็มพื้นที่ห้อง จะต้องเสียเงินค่าจ้างปูกระเบื้องกี่บาท ผู้รับเหมาปูพื้นในราคาตารางเมตรละ 120 บาท

คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร

คำตอบ โจทย์กำหนด

1. ห้องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีขนาดกว้าง 10 เมตร
2. มีความยาว 12 เมตร
3. ต้องการปูกระเบื้องให้เต็มพื้นที่ห้อง
4. ผู้รับเหมาปูพื้นในราคาตารางเมตรละ 120 บาท

คำตอบ ต้องการทราบ

ต้องเสียเงินค่าจ้างปูกระเบื้องกี่บาท

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 2 คะแนน ตอบถูกต้อง ครบถ้วน
- 1 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ตอบคำถามเพียงคำถามเดียว
- 0 คะแนน ตอบ ไม่ถูกหรือไม่ได้ตอบ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้อง ครบถ้วน
- 0 คะแนน เมื่อตอบไม่ครบทุกคำถามหรือไม่ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 3

พื้นห้องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 12 เมตร ถ้าต้องการปูกระเบื้องให้เต็มพื้นห้อง จะต้องเสียเงินค่าจ้างปูกระเบื้องกี่บาท ผู้รับเหมาปูพื้นในราคาตารางเมตรละ 120 บาท

คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา

1. พื้นที่ห้อง
2. จำนวนเงินค่าจ้างปูกระเบื้อง

คำตอบ

1. ห้องมีพื้นที่ $10 \times 12 =$
2. จำนวนเงินที่ต้องใช้ $(10 \times 12) \times 120 =$

เกณฑ์การให้คะแนน**วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)**

- 3 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องทั้งสองประโยค
- 2 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์จำนวนเงินที่ต้องใช้ถูกต้องเพียงอย่างเดียว
- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์พื้นที่ห้องถูกต้องเพียงอย่างเดียว
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกหรือ ไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องทั้งสองประโยค
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกหรือ ไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

สถานการณ์ที่ 3

พื้นที่ห้องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 12 เมตร ถ้าต้องการปูกระเบื้องให้เต็มพื้นที่ห้อง จะต้องเสียเงินค่าจ้างปูกระเบื้องกี่บาท ผู้รับเหมาปูพื้นในราคาตารางเมตรละ 120 บาท

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหา จำนวนเงินค่าจ้างปูพื้นห้อง

คำตอบ

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{พื้นที่ห้อง} &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \\ &= 10 \times 12 \\ &= 120 \text{ ตารางเมตร} \end{aligned}$$

ผู้รับเหมาคิดค่าจ้างตารางเมตรละ 120 บาท

$$\begin{aligned} \text{จะต้องเสียค่าจ้าง} &= 120 \times 120 \\ &= 14,400 \end{aligned}$$

ต้องเสียค่าจ้างปูพื้นห้อง 14,400 บาท

เกณฑ์การให้คะแนน**วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)**

- 5 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำได้เป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบถูกต้องทั้งสองคำถาม
- 3 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำได้เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้องของพื้นที่ห้อง และแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนของเงินค่าจ้างปูกระเบื้อง แต่หาค่าจ้างปูกระเบื้องไม่ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำได้เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้องของพื้นที่ห้อง แต่แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและหาคำตอบไม่ถูกต้องของค่าจ้างปูกระเบื้อง
- 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำได้เป็นลำดับขั้นตอนแต่หาคำตอบถูกต้องของพื้นที่ห้องไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและหาคำตอบไม่ถูกต้องของค่าจ้างปูกระเบื้อง
- 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่ถูกต้องหรือไม่แสดง

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำถูกต้อง ครบถ้วน
- 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่ถูกต้องหรือไม่แสดง

สถานการณ์ที่ 3

พื้นที่ห้องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 12 เมตร ถ้าต้องการปูกระเบื้องให้เต็มพื้นที่ห้อง จะต้องเสียเงินค่าจ้างปูกระเบื้องกี่บาท ผู้รับเหมาปูพื้นในราคาตารางเมตรละ 120 บาท

คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

คำตอบ แทนค่าจ้างในประโยคสัญลักษณ์

$$\text{ค่าจ้าง} = (10 \times 12) \times 120$$

$$14,400 = (10 \times 12) \times 120$$

$$14,400 = 14,400 \text{ เป็นจริง}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีตรวจคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน

1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีตรวจได้ถูกต้อง แต่หาผลคูณไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดง หรือแสดงไม่ถูกต้อง

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตตี (Feletti)

1 คะแนน เมื่อแสดงการตรวจคำตอบ ได้ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงวิธีการตรวจคำตอบ

สถานการณ์ที่ 4

สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านกว้าง 6 เมตร ด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้าง 8 เมตร
สนามหญ้าแห่งนี้มีความยาวโดยรอบเท่าไร

คำถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร

คำตอบ โจทย์ กำหนด

1. สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านกว้าง 6 เมตร
2. ด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้าง 8 เมตร

คำตอบ โจทย์ต้องการทราบ

รูปสี่เหลี่ยมมีความยาวโดยรอบเท่าไร

หรือ ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 2 คะแนน ตอบถูกต้อง ครบถ้วน
- 1 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ตอบคำถามเพียงคำถามเดียว
- 0 คะแนน ตอบไม่ถูกหรือไม่ได้ตอบ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้อง ครบถ้วน
- 0 คะแนน เมื่อตอบไม่ครบทุกคำถามหรือไม่ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 4

สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านกว้าง 6 เมตร ด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้าง 8 เมตร
สนามหญ้าแห่งนี้มีความยาวโดยรอบเท่าไร

คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา

1. ด้านยาวของรูปสี่เหลี่ยม
2. เส้นรอบรูป

คำตอบ

ด้านยาว $6 + 8 =$

เส้นรอบรูป $2 \times (6 + 14) =$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 3 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องทั้งสองประโยค
- 2 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องเพียงประโยคเดียว
- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง แต่สื่อความหมายถูกต้องเพียงบางส่วน
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกหรือไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง ทั้งสองประโยค
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกหรือไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

สถานการณ์ที่ 4

สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านกว้าง 6 เมตร ด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้าง 8 เมตร
สนามหญ้าแห่งนี้มีความยาวโดยรอบเท่าไร

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

คำตอบ สี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านกว้าง 6 เมตร

สี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง 8 เมตร

$$= 6 + 8$$

$$= 14 \text{ เมตร}$$

สี่เหลี่ยมผืนผ้าความยาวรอบรูป = 2 (กว้าง + ยาว)

$$= 2 \times (6 + 14)$$

$$= 40 \text{ เมตร}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

5 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้องทั้งสองคำถาม

4 คะแนน เมื่อแสดงวิธีหาด้านยาวเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้อง

และแสดงวิธีหาความยาวรอบรูปได้เป็นลำดับขั้นตอน แต่คำตอบไม่ถูกต้อง

3 คะแนน เมื่อแสดงวิธีหาด้านยาวเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้อง

แต่แสดงวิธีหาความยาวรอบรูปไม่เป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบไม่ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีหาด้านยาวเป็นลำดับขั้นตอน แต่คำตอบไม่ถูกต้อง

และแสดงวิธีหาความยาวรอบรูปไม่เป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องของด้านยาว

และความยาวรอบรูป หรือไม่แสดงวิธีทำ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบถูกต้องของด้านยาว

และความยาวรอบรูป

0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ

สถานการณ์ที่ 4

สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านกว้าง 6 เมตร ด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้าง 8 เมตร
สนามหญ้าแห่งนี้มีความยาวโดยรอบเท่าไร

คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

คำตอบ

แทน ด้านความยาวรอบรูปและยาว ด้วย 40 และ 14 ในประโยคสัญลักษณ์

$$\text{ความยาวรอบรูป} = 2 (6 + \text{ยาว})$$

$$40 = 2 (6 + 14)$$

$$40 = 40 \text{ เป็นจริง}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

2 คะแนน แสดงวิธีตรวจคำตอบ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน

1 คะแนน แสดงวิธีตรวจได้ถูกต้อง แต่หาผลคูณและผลบวกไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดง หรือแสดงไม่ถูกต้อง

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตตี (Feletti)

1 คะแนน เมื่อแสดงการตรวจคำตอบ ได้ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อตรวจคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีการตรวจคำตอบ

พฤติกรรม : สามารถแก้ปัญหาโจทย์หรือยละเอียดถูกต้อง (สถานการณ์ที่ 5-6)

สถานการณ์ที่ 5

โทรทัศน์เครื่องหนึ่งปิดไว้ 4,800บาท แต่ทางร้านประกาศลดราคา 5% จากราคาที่ปิดไว้ จะซื้อโทรทัศน์ได้ในราคาเท่าไร

คำถามที่ 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร

คำตอบ กำหนด

1. โทรทัศน์เครื่องหนึ่งปิดไว้ 4,800บาท
2. ทางร้านประกาศลดราคา 5% จากราคาที่ปิดไว้

คำตอบ ต้องการทราบ

จะซื้อโทรทัศน์ได้ในราคาเท่าไร

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 2 คะแนน ตอบถูกต้อง ครบถ้วน
- 1 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ตอบคำถามเพียงคำถามเดียว
- 0 คะแนน ตอบไม่ถูกหรือไม่ได้ตอบ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้อง ครบถ้วน
- 0 คะแนน เมื่อตอบไม่ครบทุกคำถามหรือไม่ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 5

โทรทัศน์เครื่องหนึ่งปิดไว้ 4,800บาท แต่ทางร้านประกาศลดราคา 5% จากราคาที่ปิดไว้ จะซื้อโทรทัศน์ได้ในราคาเท่าไร

คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาราคาโทรทัศน์ที่ลดราคาแล้ว

คำตอบ

$$\text{วิธีที่ 1} \quad \text{ราคาโทรทัศน์} = 4800 - \left(\frac{5}{100} \times 4,800 \right)$$

$$\text{วิธีที่ 2} \quad \text{ราคาโทรทัศน์} = \frac{95}{100} \times 4,800$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 3 คะแนนเมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง
- 2 คะแนนเมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง แต่สื่อความหมายถูกต้อง
- 1 คะแนนเมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง แต่สื่อความหมายถูกต้องเพียงบางส่วน
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องหรือ ไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องหรือ ไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์

สถานการณ์ที่ 5

โทรทัศน์เครื่องหนึ่งปิดไว้ 4,800 บาท แต่ทางร้านประกาศลดราคา 5% จากราคาที่ปิดไว้ จะซื้อโทรทัศน์ได้ในราคาเท่าไร

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาจำนวนราคาโทรทัศน์ที่ลดราคาแล้ว

คำตอบ

วิธีที่ 1 โทรทัศน์ปิดราคาไว้ 4,800 บาท

ลดราคา 5 %

$$\begin{aligned} \text{ลดราคาเป็นเงิน} &= \frac{5}{100} \times 4,800 \\ &= 240 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ซื้อโทรทัศน์ได้ในราคา $4,800 - 240$
= 4,560 บาท

วิธีที่ 2 ลดราคา 5 % หรือ จะซื้อได้ 95 %

$$\begin{aligned} \text{ซื้อโทรทัศน์ได้ในราคา} &= \frac{95}{100} \times 4,800 \\ &= 4,560 \text{ บาท} \end{aligned}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 5 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องและคำตอบถูก
- 4 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอน แต่หาคำตอบได้เพียงราคาที่ลด
- 3 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนแต่การหาคำตอบถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนแต่การหาคำตอบได้เพียงราคาที่ลด
- 1 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับไม่ขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อ ไม่แสดงวิธีทำ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อ แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้อง

สถานการณ์ที่ 5

โทรทัศน์เครื่องหนึ่งปิดไว้ 4,800บาท แต่ทางร้านประกาศลดราคา 5% จากราคาที่ปิดไว้ จะซื้อโทรทัศน์ได้ในราคาเท่าไร

คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

คำตอบ แทนค่าราคาซื้อ และราคาลด ด้วย 4,560 และ 240 ในประโยคสัญลักษณ์

วิธีที่ 1 ราคาซื้อ = 4800 - ราคาลด

$$4,560 = 4800 - \frac{5}{100} \times 4,800$$

$$4,560 = 4,560 \text{ เป็นจริง}$$

วิธีที่ 2 ราคาซื้อ = $\frac{95}{100} \times 4,800$

$$4,560 = \frac{95}{100} \times 4,800$$

$$4,560 = 4,560 \text{ เป็นจริง}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 2 คะแนน แสดงวิธีตรวจคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน
- 1 คะแนน แสดงวิธีตรวจได้ถูกต้อง แต่หาผลคูณไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดง หรือแสดงไม่ถูกต้อง

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อแสดงการตรวจคำตอบ ได้ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อตรวจคำตอบไม่ถูกต้องหรือ ไม่แสดงวิธีการตรวจคำตอบ

สถานการณ์ที่ 6

ร้านค้าติดป้ายขายนาฬิกาไว้ 1,380 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ได้กำไร 15 % ต่อมาลดราคาให้ผู้ซื้อ 10% จากราคาป้าย ร้านค้ายังคงได้กำไรกี่บาท

ถาม 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการทราบอะไร

คำตอบ กำหนด

1. ติดป้ายขายนาฬิกาไว้ 1,380 บาท
2. ซึ่งเป็นราคาที่ได้กำไร 15 %
3. ลดราคา ให้ผู้ซื้อ 10% จากราคาป้าย

คำตอบ ต้องการทราบ

ร้านค้ายังคงได้กำไรกี่บาท

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 2 คะแนน ตอบถูกต้อง ครบถ้วน
- 1 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ตอบคำถามเพียงคำถามเดียว
- 0 คะแนน ตอบไม่ถูกหรือไม่ได้ตอบ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้อง ครบถ้วน
- 0 คะแนน เมื่อตอบไม่ครบทุกคำถามหรือไม่ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 6

ร้านค้าติดป้ายขายนาฬิกาไว้ 1,380 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ได้กำไร 15 % ต่อมาลดราคาให้ผู้ซื้อ 10% จากราคาป้าย ร้านค้ายังคงได้กำไรกี่บาท

คำถาม 2 เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหา

1. ราคาทุนนาฬิกา
2. ราคาขายนาฬิกา
3. กำไร

คำตอบ

$$\text{ราคาทุนนาฬิกา} \quad \frac{100}{115} \times 1,380 =$$

$$\text{ขายในราคา} \quad \frac{90}{100} \times 1,380 =$$

$$\text{กำไร} \quad \text{ราคาขาย} - \text{ราคาทุน} =$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 3 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องทั้งสามประโยค
- 2 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องสองประโยค
- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องเพียงข้อใดข้อหนึ่ง
- 0 คะแนน เมื่อเขียนไม่ถูกหรือไม่ ได้เขียนประโยคสัญลักษณ์

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง ทั้งสามประโยค
- 0 คะแนน เมื่อไม่เขียนหรือเขียนไม่ถูกต้อง

สถานการณ์ที่ 6

ร้านค้าตัดป้ายขายนาฬิกาไว้ 1,380 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ได้กำไร 15 % ต่อมาลดราคาให้ผู้ซื้อ 10% จากราคाप้าย ร้านค้ายังคงได้กำไรกี่บาท

คำถาม 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาจำนวนราคาโทรทัศน์ที่ลดราคาแล้ว

คำตอบ

วิธีทำ ร้านค้าตัดป้ายขายนาฬิกาไว้ 1,380 บาท ซึ่งได้กำไร 15 %

$$\text{ราคาทุนนาฬิกา} \quad \frac{100}{115} \times 1,380 = 1,200 \text{ บาท}$$

ต่อมาลดราคาให้ผู้ซื้อ 10% จากราคाप้ายแสดงว่าขายในราคา 90 % จากราคาที่ปิดไว้

$$\text{ขายในราคา} \quad \frac{90}{100} \times 1,380 = 1,242 \text{ บาท}$$

$$\text{ร้านค้ายังคงได้กำไร} \quad 1,242 - 1,200 = 42 \text{ บาท}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

- 5 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้องทั้งสามคำถาม
- 4 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้องของราคาทุนและราคาขาย และแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนของจำนวนเงินที่ได้กำไร แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
- 3 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบถูกต้องของราคาทุนและราคาขาย แต่แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องของจำนวนเงินที่ได้กำไร
- 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนของราคาทุน ราคาขาย และคำตอบถูกต้องของราคาทุนหรือราคาขาย แต่แสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องของจำนวนเงินที่ได้กำไร
- 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอนของราคาทุน ราคาขาย แต่คำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องของจำนวนเงินที่ได้กำไร
- 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องของราคาทุน ราคาขาย และจำนวนเงินที่ได้กำไร หรือไม่แสดงวิธีทำ

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตติ (Feletti)

- 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำเป็นลำดับขั้นตอน และคำตอบถูกต้องของราคาทุน ราคาขาย และกำไร
- 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีทำไม่เป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ

สถานการณ์ที่ 7

ร้านค้าตัดป้ายขายนาฬิกาไว้ 1,380 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ได้กำไร 15 % ต่อมาลดราคาให้ผู้ซื้อ 10% จากราคาป้าย ร้านค้ายังคงได้กำไรกี่บาท

คำถาม 4 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

คำตอบ แทนค่าราคาทุน ราคาขาย และกำไรในประโยคสัญลักษณ์

$$\text{กำไร} = \text{ราคาขาย} - \text{ราคาทุน}$$

$$42 = 1,242 - 1,200$$

$$42 = 42 \text{ เป็นจริง}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนของน็อก (Knok)

2 คะแนน แสดงวิธีตรวจคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน

1 คะแนน แสดงวิธีตรวจได้ถูกต้อง แต่หาผลลบไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดง หรือแสดงไม่ถูกต้อง

วิธีการตรวจให้คะแนนของเฟเลตตี (Feletti)

1 คะแนน เมื่อแสดงการตรวจคำตอบ ได้ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงวิธีการตรวจคำตอบ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นายสมคิด เทียรพิสุทธิ์
วันเดือนปีเกิด	3 เมษายน 2518
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	5/18 ถนนแม่หลวน ตำบลตลาดเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู (คศ.1)
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ต ตำบลตลาดเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2536	มัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์- คณิตศาสตร์ จากโรงเรียนมัธยมสุไหงปาดี อำเภอสุไหงปาดี จังหวัดนราธิวาส
พ.ศ. 2540	วท.บ.(ศึกษาศาสตร์) พิสิกส์ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี
พ.ศ. 2550	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา