

การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

22 ต.ค. 2539



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลทางการศึกษา

มีนาคม 2539

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒. 19611

การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์



เสนอต่อมหาวิทยาลัยนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ วิชาการจัดการศึกษา

มีนาคม 2539

การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชา ค 015

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนถนนที่ รุทธารามวิทาศม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คนทำแบบทดสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพด้านภาษา ความชัดเจนของข้อสอบและสร้างเกณฑ์ให้คะแนน ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 70 คนทำแบบทดสอบเพื่อ ศึกษาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ และใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 140 คนทำ แบบทดสอบเพื่อศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 11 ท่าน โดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากการ ประเมินเป็น 1.00 ทุกข้อ และ เกณฑ์ให้คะแนนอยู่ในระดับเหมาะสม ค่าความยากรายข้อมีค่าอยู่ ระหว่าง 0.39 - 0.71 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ทุกข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.31 - 0.88 ซึ่งทุกค่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้ สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ Cronbach มีค่าเป็น 0.8068 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจ ให้คะแนน 3 คน โดยคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนคอร์ด (Kendall Coefficient of Concordance) มีค่าเป็น 0.9763

**A CONSTRUCTION OF AUTHENTIC PERFORMANCE TEST
OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING**



**Presented in partial fulfillment of the requirements for the Master
of Education degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University
March 1996**

The purpose of the study was to construct an Authentic Performance Test of Mathematical Problem in Math 015 for students of Mathayom Suksa VI of Kunnateerutthavithayakom , Bangkok .

The Samples were divided into three groups , the first group (40 persons) was used as a pilot-study of the test , the second one (70 persons) was used to try-out for the difficulty and discrimination indices on the test items , the third one (140 persons) was used to find out the reliability of the test and the reliability of raters.

The result of the study indicated that the Content Validity , considered by 11 experts in the Mathematical Subject , of the Authentic Performance test of Mathematical Problem Solving , consisted of ten items was 1.00 . The difficulty indices of the test items were 0.31-.071 . The discrimination indices of the test items were 0.31-0.88 . The reliability of the test calculated by Alpha-Coefficient Formula was 0.8068 and the reliability of raters calculated by Kendall Coefficient of Concordance Formula was 0.9763 .

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต
วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(รศ.ดร. ส. วาสนา ประวาลพุกษ์)

..... กรรมการ
(รศ. วัญญา วิชาลาภรณ์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ.ดร. ส. วาสนา ประวาลพุกษ์)

..... กรรมการ
(รศ. วัญญา วิชาลาภรณ์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ. ชุติรี วงศ์รัตนะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาโทบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร. ศิริอุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 4 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2539



ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
“ทุนศาสตราจารย์ ดร. ขวาท แพร่ตฤณ ”
ผู้วิจัยขออ้อมรำลึกพระคุณในครั้งนี้

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำให้ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก รองศาสตราจารย์ ดร. ส. วาสนา ประวาลพดกย์ รองศาสตราจารย์ วัฒนา วิชาลาภรณ์ และ รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ภา ไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เขาวนา ขวณิชธำรง อาจารย์เขาวลิต รวยอาจิณ ดร. จวิวรรณ เสวตมาลย์ อาจารย์สุชาติ สุรเกียรติ อาจารย์นวลน้อย เจริญผล อาจารย์อรพินธ์ เทวภินิมิต อาจารย์วัลลีย์ ธนานุกูล อาจารย์พัชราภรณ์ อินทรทัต อาจารย์ประเสริฐ กวางทอง และ อาจารย์วิไล แจ่มเจริญ ที่ให้ความร่วมมือในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการฯ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ อาจารย์ผู้สอนวิชา ค 015 และนักเรียนโรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งให้ความร่วมมือในการทดลองแบบทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบคุณที่ ๆ นื่อง ๆ ขาววัดผลทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดามารดา ตลอดจนญาติพี่น้องที่ได้ให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

สมสว่าง ธนะพานิชสกุล

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติและ	
	การสร้างแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ	7
	สภาพปัญหาการวัดการปฏิบัติในประเทศไทยและ	
	แนวทางในการพัฒนาการวัดการปฏิบัติ	11
	การแก้ปัญหาจิตทัศน์คติศาสตร์และการประเมินความสามารถ	
	ในการแก้ปัญหาจิตทัศน์คติศาสตร์	13
	การพิจารณาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของ	
	แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ	23
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	33
	ประชากร	33
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	33
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	33
	ตัวอย่างข้อสอบและแนวการตอบ	37
	ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ พฤติกรรมที่คาดหวัง	
	และเกณฑ์ให้คะแนน	41
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	45
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	46

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	48
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	52
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	52
กลุ่มตัวอย่าง	52
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	52
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	53
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
อภิปรายผล	54
ข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	63

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เนื้อหาและพฤติกรรมที่คาดหวังที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ	36
2 เนื้อหาและพฤติกรรมที่คาดหวังจำแนกตามจำนวนข้อสอบ	36
3 คำสถิติเบื้องต้นจากการสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	49
4 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ จากการสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	50
5 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่คาดหวังกับข้อสอบรายข้อ	65
6 ผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์ให้คะแนนของข้อสอบรายข้อ	66
7 คะแนนจากการสอบครั้งที่ 2 ศึกษาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก	67
8 คะแนนจากการสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ	69
9 คะแนนจากการตรวจของกรรมการคนที่ 1	73
10 คะแนนจากการตรวจของกรรมการคนที่ 2	74
11 คะแนนจากการตรวจของกรรมการคนที่ 3	75
12 คะแนนและอันดับจากการกรรมการตรวจให้คะแนน 3 ท่าน	76

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

I ลำดับขั้นของการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการ

แก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

.....

35



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันนี้สภาพทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของไทยเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความก้าวหน้าทางวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่ปรากฏในรูปเครื่องมือเครื่องใช้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้คนที่อยู่รอดในสังคมเช่นนี้ได้ต้องมีคุณสมบัติพอสมควร และสามารถช่วยเหลือสังคม และบ้านเมืองจำเป็นจะต้องมีความรู้พื้นฐาน มีความสามารถในการคิดสามารถแก้ปัญหาและปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นยังจะต้องมีความสำนึกในความถูกต้อง มีเหตุผลรับผิดชอบต่อสังคม และมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมด้วยสามัญสำนึกของตนเอง (ศึกษานิเทศก์ . 2534 : 1)

คุณสมบัติของอุตสาหกรรมกำลังเฟื่องฟู ทำให้เกิดปัญหาการขัดแย้งระหว่างกลุ่มคนในสังคม เขาชนที่เจริญเติบโตท่ามกลางความขัดแย้งและความไม่เป็นมิตรจะถูกพัฒนาไปในทิศทางที่ไม่เหมาะสม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้เขาชนได้มีโอกาสในการเรียนรู้ได้มองเห็นสังคมอย่างพินิจพิเคราะห์ มีเหตุผล และสามารถแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พัฒนาวาศิ ชูโต . 2536 : 67-79) นันทิชา ศรีเทพ (2536 : 30) ได้กล่าวว่า "การพัฒนาเขาชนนั้นทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันในการพัฒนาหน่วยที่สำคัญที่สุดคือครอบครัวและโรงเรียน ซึ่งเป็นตัวแทนของสังคมที่จะถ่ายทอดสิ่งที่สังคมต้องการตลอดจนอบรมเลี้ยงดูเขาชนให้รู้เท่าทันสังคม และมีความคิดก้าวไกล เราสามารถปรับเปลี่ยนทิศทางของสังคมที่ดีได้โดยการวางรากฐานให้กับคนรุ่นใหม่ เพื่อให้สามารถนำสังคมไปสู่ทิศทางที่ดีกว่า" การที่ประเทศไทยเพิ่งจะก้าวเข้าสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ (Newly Industrialized Country) และก้าวเข้าไปสู่สังคมข่าวสาร (Information Society) ในขณะที่เขากำลังทำให้น่าวิตกว่าอนาคตของเขาชนไทยจะก้าวไปทางไหนเพราะเทคโนโลยีทางการสื่อสารใหม่ ๆ จะช่วยปรับปรุงและสร้างสรรค์ในด้านการทำงาน การค้า สุขอนามัยและมีศักยภาพต่อการปรับปรุงการศึกษาและการเมืองแต่อย่างไรก็ตามสำหรับเรื่องบันทึกและความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในครอบครัวนั้น เทคโนโลยีทางการสื่อสารมีผลทั้งทางลบและทางบวกกล่าวคือ อาจทำให้เขาชนมีอารมณ์เครียด หมกมุ่นในสิ่งที่ไม่ช่วยในการพัฒนาทางสติปัญญา ซึ่งขึ้นอยู่กับ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางการสื่อสารในทางที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม แต่สิ่งที่ส่งผลให้ประชากรของประเทศจะได้รับผลประโยชน์ต่อความเป็นสังคมข่าวสาร คือ การที่ประชากรในประเทศจะต้องมีมาตรฐานในเรื่องการอ่านออกเขียนได้แบบใหม่ที่สูงกว่าการรู้วิธีใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และมาตรฐานแบบใหม่นี้จะต้องการความสามารถในการแยกแยะระหว่างสิ่งที่มีความรู้ และสิ่งที่ไม่มีสาระข่าวสาร รวมไปถึงความเข้าใจเหตุการณ์ต่าง ๆ ของโลกให้มากขึ้น (พัฒนาวาศิ ชูโต . 2536 : 67-79) เพื่อให้การเตรียมคนเข้าสู่สังคมดำเนินไปอย่างมี

ประสิทธิภาพจึงต้องกำหนดการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไว้ในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติโดยปรับปรุงหลักสูตรประถมศึกษา หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 เป็นหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 โดยมีจุดสำคัญในการปรับปรุงหลักสูตร ประการแรก คือ ลดและกระชับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรให้ชัดเจน และต่อเนื่องกันตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษา ประการที่สอง ปรับเนื้อหาที่ซับซ้อนเกินความจำเป็น ประการที่สาม เขียนคำอธิบายรายวิชาเป็น 3 ส่วน อันได้แก่ กิจกรรม เนื้อหา และจุดประสงค์ เพื่อให้ผู้ศึกษาได้เกิดการพัฒนาตนเอง พัฒนาอาชีพ และพัฒนาสังคม โดยเฉพาะจุดมุ่งหมายหลักของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายคาดหวังที่จะให้ผู้ที่ได้รับการศึกษามีความรู้และทักษะในวิชาสามัญ เฉพาะด้านมีความรู้เกี่ยวกับวิชาการและเทคโนโลยี เป็นผู้นำและผู้ให้บริการเกี่ยวกับสุขภาพ วางแผน และแก้ปัญหาในชุมชน มีความภูมิใจในความเป็นไทย เสียสละ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ และเห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ มีนิสัยรักการทำงาน เข้าใจสภาพการเปลี่ยนแปลงของสังคม ซึ่งเมื่อมองโดยภาพรวมแล้วหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2533 มีจุดมุ่งหมายในการฝึกให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยมีทักษะในการทำงานเป็นกระบวนการเป็น เครื่องมือสำคัญในการคิด ทำ และแก้ปัญหา (ศึกษานิเทศก์ . 2534 : 2) ซึ่งศาสตร์ของวิชาคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีคุณสมบัติที่เอื้อต่อการทำให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามลักษณะที่พึงประสงค์ของหลักสูตรเนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผู้เรียนตั้งแต่ใกล้ตัวจนถึงไกลตัว เป็นเครื่องมือสำคัญในการบรรยายการวิเคราะห์ความเป็นไปของธรรมชาติและสถานการณ์ได้อย่างครบถ้วนและรัดกุม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการแสดงออกซึ่งความคิดที่เป็นระเบียบ ฝึกการคิดเป็นขั้นตอนละเอียดถี่ถ้วน ไขเหตุผลการตัดสินใจไม่หลงเชื่ออะไรง่าย ๆ คิดและปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และเป็นกระบวนการที่สามารถตรวจสอบได้ว่าถูกต้องเพียงใด

คณิตศาสตร์มีระเบียบ วิธีการ และหลักเกณฑ์ที่แน่นอนในการแก้ปัญหา หลักการของคณิตศาสตร์เป็นไปได้ทั้งหลักตรรกศาสตร์ (Logic) และสิ่งที่เราพอเข้าใจเอาเองได้ (Intuitive) ทำให้วิชาคณิตศาสตร์มีคุณค่าไม่เฉพาะแต่ทางด้านการคิด-คำนวณเท่านั้นยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในงานอาชีพ ในการฝึกจิต-นิสัย และคุณค่าทางด้านวัฒนธรรมอีกด้วย (ศึกษานิเทศก์ . 2534 : 10-15)

ในระบบการเรียนการสอนของวิชาคณิตศาสตร์นั้นกิจกรรมการสอบนับว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งในอันที่จะทำให้ผู้สอนได้ทราบว่า ผู้เรียนได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ และนอกจากนี้แบบทดสอบบางชุดยังสามารถบอกถึงความบกพร่องของผู้เรียนได้ด้วยว่าเขาไม่ผ่าน หรือ บกพร่องในเรื่องใด จุดประสงค์ใด ธอร์นไคค์ (Thorndike . 1961 : 27) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสอบว่ามีผลต่อการเรียนรู้เพราะว่าข้อสอบที่สร้างอย่างดีและนำมาใช้อย่างได้ผล สามารถเป็นแรงจูงใจในการที่จะสร้างนิสัยในการเรียนรู้ที่ดี แก่ข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้อง และเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ได้ Popham และ Baker (อ้างถึงใน Ebel . 1972) ได้กล่าวถึงระบบการเรียนการสอนว่าประกอบ

ข้อ 4 ขันตอนคือ กำหนดวัตถุประสงค์ พิจารณาพื้นฐานของผู้เรียน วางแผนกิจกรรมการเรียนการสอน และประเมินผล ซึ่งผลการประเมินนอกจากจะสะท้อนให้เห็นถึงการบรรลุตามวัตถุประสงค์แล้ว ยังเป็นข้อมูลในการพัฒนาการเรียนการสอนได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังมี Gerlach และ Ely (1971) , Popham (1975) , Stanley และ Hopkins (1978) และบุคคลอื่น ๆ ที่นำวิธีระบบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยกำหนดองค์ประกอบไว้หลายประการโดยทุกคนยอมรับว่า "การสอบ" เป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อการเรียนการสอน ครูผู้สอนเป็นผู้นำผลการสอบไปเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ในรูปของการศึกษา จุฬาลงกรณ์และสอนซ่อมเสริมปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียน ปรับปรุงและพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนและตัดสินผลการเรียนในรูปของการกำหนดความสามารถของผู้เรียน การฝึกให้ผู้เรียนมีวินัยและความรับผิดชอบ และรูปแบบหนึ่งของการสอบ (เสริมศักดิ์ วิชาสารณ์ . 2516 : 12) คือการวัดความสามารถในการคิด การวัดประเภทนี้มีได้มั่งแต่คำตอบถูกเพียงอย่างเดียว แต่ต้องการวิธีการแก้ปัญหาวิธีการพิสูจน์มากกว่าคำตอบถูกอย่างเดียว การรู้จักวางแผนงาน การจัดระเบียบ การรู้แจ้ง (Insight) ก็คือลักษณะบางอย่างของความสามารถในการคิด ตัวอย่าง เช่น "สมชายและสมภพวิ่งรอบลู่วิ่งกลมแห่งหนึ่งสมชายวิ่งรอบได้ภายในเวลา 40 วินาที สมภพเริ่มต้นวิ่งที่เดียวกับสมชาย แต่วิ่งสวนทางกัน และจะพบสมชายทุก ๆ 15 วินาที อยากทราบว่าสมภพจะวิ่งรอบได้กี่รอบในเวลานี้ จงแสดงวิธีคิดและดำเนินไปได้จึงแสดงวิธีคิดมากกว่าหนึ่งวิธี" จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์โดยใช้เนื้อหา ของวิชาคณิตศาสตร์ในรายวิชา ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตร มัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยคาดหวังว่าจะได้แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ในภาคเรียนที่ 1 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรง ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก พร้อมทั้งเกณฑ์ให้คะแนนเพื่อใช้ในการพิจารณาว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ มากน้อยเพียงใด

✓ ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ในภาคเรียนที่ 1
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ในด้านความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก

✓ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้ในการพิจารณาว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด อันจะเป็นแนวทางในการนำผลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับแนวการสอนและการประเมินผลตามหลักสูตรปัจจุบัน นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดกระบวนการในเรื่องอื่น ๆ ระดับอื่น ๆ และรายวิชาอื่นต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนอนุบาลรัตนารามวิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา คณิตศาสตร์ (ค 015) จำนวน 210 คน
2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างแบบทดสอบในครั้งนี้มาจากแบบเรียน วิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 รหัสวิชา ค 015

✓ คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบวัดกระบวนการ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งออกมาโดยการเขียนตอบในกระดาษ ซึ่งจะวัดทั้งวิธีในการแก้ปัญหา (Process) และ คำตอบ (product) โดยมีเกณฑ์ในการให้ คะแนน 5 ระดับ และแบบทดสอบวัดกระบวนการนี้เป็นการวัดผลรวม (Summative test)
2. แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ (Authentic Performance Test on Mathematical Problem Solving) หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงทักษะในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์โดยการเขียนตอบในกระดาษซึ่งจะวัดในด้านต่อไปนี้
 - 2.1 ความเข้าใจในปัญหา (Recognition of the Problem) หมายถึง การแสดงส่วนที่สำคัญของปัญหาและการค้นคิดความสัมพันธ์ระหว่างส่วนที่สำคัญของปัญหา วัดได้จากการที่ผู้สอบแสดงเป้าหมายของคำถาม ข้อมูลจากโจทย์ เงื่อนไขต่าง ๆ หรือ วาดภาพเพื่อสร้างแนวคิด
 - 2.2 วิธีการแก้ปัญหา (Process) หมายถึง การวางแผนและกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ที่มีได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม วัดได้จากการแสดงแนวคิดและกระบวนการต่าง ๆ ในการหาคำตอบของผู้สอบเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาออกมา
 - 2.3 คำตอบ (Product) หมายถึง คำตอบของปัญหาที่กำหนด วัดได้จากการตรวจสอบว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดและตรวจสอบความถูกต้องในการคิดคำนวณ

3. คุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ หมายถึงคุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถ วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้จะทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ

3.2 ความยาก (Difficulty) ของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นได้ถูกคำนวณหาค่าความยากรายข้อโดยใช้คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบแต่ละข้อเทียบกับคะแนนเต็มของข้อนั้น

3.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบ หมายถึงคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถแบ่งผู้สอบออกได้ โดยผู้ที่ทำข้อสอบถูกควรจะมีความสามารถในระดับสูง และผู้ที่ทำข้อสอบผิดควรมีความสามารถในระดับต่ำ คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยการหาค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อกับคะแนนรวม

3.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึงคุณสมบัติของแบบทดสอบที่มีความคงที่ในการสอบ คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach

3.5 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนน หมายถึง ความคงที่ของการตัดสินใจของกรรมการให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนเป็นเครื่องมือในการตรวจให้คะแนนคำนวณจากค่าความสอดคล้องของคะแนนจากแบบทดสอบที่ตรวจให้คะแนนโดยกรรมการ 3 ท่านโดยใช้สูตร Kendall Coefficient of Concordance

4. เกณฑ์การให้คะแนน หมายถึง ตัวเลขที่กำหนดขึ้นเพื่อบอกระดับความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์สำหรับในงานวิจัยนี้มีเกณฑ์การให้คะแนนกำหนดไว้ 5 ระดับดังนี้

- | | | |
|---|-------|--|
| 0 | คะแนน | เมื่อผู้สอบไม่ทำข้อสอบหรือทำข้อสอบไม่ถูกเลข |
| 1 | คะแนน | เมื่อผู้สอบสามารถแสดงความเข้าใจในปัญหา เช่น บอกส่วนสำคัญของปัญหา เป้าหมายของปัญหา ข้อมูลจากโจทย์ เงื่อนไขต่าง ๆ หรือวาดภาพเพื่อสร้างแนวคิด |
| 2 | คะแนน | เมื่อผู้สอบสามารถวางแผนและอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกแต่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ |
| 3 | คะแนน | เมื่อผู้สอบสามารถวางแผนและอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูก และสามารถนำไปสู่คำตอบของปัญหา แต่ยังขาดความแม่นยำในการคิดคำนวณ |
| 4 | คะแนน | เมื่อผู้สอบสามารถวางแผนและอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูก และสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาได้ |

5. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง นักวัดผลการศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ทางด้านการวัดผลทางการศึกษา ศึกษาในเทศก์กรมสามัญศึกษาวิชาการวัดผลการศึกษาหรือวิชาคณิตศาสตร์ และอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีวุฒิต่ำกว่าปริญญาตรีทางการศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี รวม 11 ท่าน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และรวบรวมเสนอตามลำดับต่อไปนี้

1. ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติและการสร้างแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ
2. สภาพและปัญหาการวัดการปฏิบัติในประเทศไทยและ
แนวทางในการพัฒนาการวัดการปฏิบัติ
3. การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และ
การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์
4. การพิจารณาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติและการสร้างแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

1.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

ธอร์นไคค์ (Thorndike . 1961 : 238) ได้กล่าวว่า "แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ (Performance test) บางครั้งก็ถูกนำมาใช้ในความหมายของแบบทดสอบอาชีพ (Trade test) แบบทดสอบจะถูกใช้เพื่อที่จะประเมินความสามารถในทางอาชีพของช่างฝีมือ (Skilled Worker) หรือกึ่งช่างฝีมือ (Semiskilled worker) อย่างเช่น ช่างเครื่อง (Mechanist) ช่างก่ออิฐ (Bricklayer) หรือช่างประปา (Plumber) มาร์แชล (Marshall . 1971 : 135) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติในคำของการทดสอบที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว หรือการตอบสนองที่เป็นการกระทำของผู้สอบ โดยปกติแล้วการทดสอบจะเกิดขึ้นได้จะต้องจัดการให้ผู้สอบได้อยู่ในสถานการณ์จริงหรือคล้ายของจริงมากที่สุด แต่ไม่ใช่การวัดผลสัมฤทธิ์แบบเขียนตอบ (Paper and pencil test) โดยแบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ 3 ประเภทคือ

- 1) แบบทดสอบวัดการปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองทางด้านความคิด
- 2) แบบทดสอบวัดการปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถในการใช้เครื่องจักรและเครื่องมือ

ต่างๆมาประกอบในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งให้บังเกิดผลสำเร็จ

- 3) แบบทดสอบวัดการปฏิบัติที่ได้กำหนดให้เกิดการทำงานจากสถานการณ์จำลอง

สำหรับสแตนลีย์ (Stanley . 1975 : 186) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติไว้ว่าเป็นแบบทดสอบ ที่พัฒนาการกระทำในการประเมินผลวิธีการปฏิบัติงานและผลผลิตของงาน

เมห์เรนส์ และเลห์มันน์ (Mehrens and Lehmann . 1985 : 206) ก็ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติไว้อย่างกว้างว่า แบบทดสอบการปฏิบัติโดยทั่วไปจะเป็นแบบทดสอบ 1 ใน 3 ประเภท

ต่อไปนี้คือ

- 1) แบบทดสอบภายใต้สภาวะการณ์ที่จำลองขึ้นมา (Test Under Simulated Conditional)
- 2) แบบทดสอบด้วยสถานการณ์
- 3) แบบทดสอบการจำได้

สมบูรณ์ สุริยวงศ์ (ม.ป.ป. : 80) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดการปฏิบัติเป็นการวัดการแสดงผลออกเกี่ยวกับทักษะการปฏิบัติของนักเรียน ทักษะการใช้กระบวนการในกระบวนการวิชาต่าง ๆ โดยแบบทดสอบชนิดนี้จะเน้นทักษะการแสดงผลออกเป็นสำคัญ นอกจากนี้สมบูรณ์ จิตพงศ์ (2522 : 18) ได้ให้ความหมายของการทดสอบการปฏิบัติว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์ที่ต้องการให้ผู้ทดสอบได้ปฏิบัติ โดยวัดทั้งกระบวนการ (Process) และผลงาน (Product)

1.2 การสร้างแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

การวัดและการประเมินผลการศึกษาจัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการศึกษา เพราะเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาคุณภาพของการศึกษาโดยมีผลจากการวัดเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจของผู้สอนในการที่จะปรับปรุงการเรียนการสอน การแนะแนว การประเมินหลักสูตร แบบเรียน และการเลือกใช้อุปกรณ์การสอน ตลอดจนการจัดระบบการบริหารทั่วไปของโรงเรียนและยังช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนให้ถูกวิธีอีกด้วย (อนันต์ ศรีโสภณ . 20 : 1) ซึ่งวิธีการวัดผลโดยทั่วไปผู้สอนมักนิยมใช้ข้อสอบหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยไม่คำนึงถึงธรรมชาติของวิชา จุดมุ่งหมายของวิชา และการนำวิชานั้นๆ ไปใช้ โดยเฉพาะการเรียนทางค่านวิชาชีพที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรารู้ไปใช้ปฏิบัติได้มากกว่าการท่องจำหรือเข้าใจในคำทฤษฎีเพียงอย่างเดียวจึงควรให้มีการสอบวัดที่ครอบคลุมถึงพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก และการปฏิบัติ (กมล สุดประเสริฐ . 2528 : 41) มิใช่จะวัดแต่พฤติกรรมทางด้านความรู้ความคิดเท่านั้น เพราะแบบทดสอบวัดทางค่านนี้สร้างได้ยากกว่าและไม่ต้องผ่านกระบวนการที่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก โดยเชื่อว่าผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ คิแล้วก็สามารถปฏิบัติในเรื่องนั้น ๆ ได้ ซึ่งเป็นความเชื่อที่ไม่ถูกต้องนัก จากสภาพการกดดันทางเศรษฐกิจที่มีมากขึ้นในอนาคตจะส่งผลให้บุคคลต้องพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติงานได้สูงกว่าผู้อื่นเท่านั้น ที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันสูงได้ เพราะต้องการบุคคลที่มีทั้งความรู้และความสามารถในการปฏิบัติงานหรือทักษะทางวิชาชีพเป็นอันมาก สังคมไทยต้องการบุคคลที่มีความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศ สามารถปรับตัวได้ในสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลง มีความรับผิดชอบ ต่อหน้าที่ มีความตั้งใจที่จะทำงานให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี มีความคิดสร้างสรรค์ มีความเป็นผู้นำ มีความคิดวิจาร์ณญาณ รู้จักแสวงหาความรู้ แนวทางที่จะเรี้นรู้สิ่งใหม่ๆ ในวิชาชีพของตนทั้งในส่วนที่เป็นหลักการและทักษะการปฏิบัติ การวัดการปฏิบัติจึงเป็นการวัดเพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีความสามารถในการปฏิบัติงานได้จริงหรือไม่โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติงานจริง ๆ ให้มากที่สุด ธรรมชาติของ

การปฏิบัติงานจะเกี่ยวกัน 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นกระบวนการ (Process) และส่วนที่เป็นผลงาน (Product) ดังนั้นการวัดที่ครอบคลุมทั้ง 2 ส่วนนี้ จึงสามารถนำมาใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ (จินตนา ธนะวิบูลย์ชัย . 2535 : 44) ด้วยเหตุข้างต้นทำให้การวัดผลโดยทั่วไปให้ความสำคัญต่อการวัด การปฏิบัติเท่ากับการวัดความรู้ทางค่านิยม การวัดด้านการปฏิบัติอาจจะมุ่งวัดวิธีการ หรือผลงาน หรือทั้งสองประการ ซึ่งสมศักดิ์ สันธุระเวช (2530 : 125-130) ได้เสนอการวัดการปฏิบัติจริงว่ามีสิ่งที่ ควรจะต้องวัด 2 ประการ คือ ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงาน กับพฤติกรรมของนักเรียน ใน ส่วนของความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานสามารถแยกได้เป็น 2 ส่วน คือ วิธีการ หมายถึง ทศหรือลำดับขั้นของการกระทำของนักเรียน และผลงาน หมายถึง ผลจากการปฏิบัติงานตาม วิธีการนั้น เช่น วิธีการแก้ปัญหาผู้วัดจะต้องใช้เวลาในการสังเกตการปฏิบัติทุกขั้นตอนและจะต้องตั้ง จดมุ่งหมายว่าจะดูอะไรบ้างโดยเน้นประสิทธิภาพ และความแม่นยำของการดำเนินงานขณะที่ทำการ ประเมินจะต้องให้ผู้ถูกประเมินอยู่ในสถานะที่เป็นธรรมชาติที่สุด ส่วนวิธีวัดผลงานเป็นการวัดที่เป็น อัตนัยมาก และงานแต่ละชิ้นจะมีเกณฑ์ในการประเมินต่างกันไปซึ่งจะต้องมีมาตรฐานหรือเกณฑ์ ที่ยอมรับในระดับหนึ่ง ๆ สำหรับการวัดพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อที่จะรู้ว่ามีนักเรียนคิดอย่างไร รู้สึก อย่างไร ปฏิบัติได้อย่างไร มีความตั้งใจในการทำงาน มีความรับผิดชอบ ให้ความร่วมมือ มีความสนใจ และมีวินัยในตนเองหรือไม่ นอกจากนี้ นูซวนา เหลืองอังกูร (2536 : 10) กล่าวถึงสิ่งที่ควรคำนึงถึงใน การสอบวัดการปฏิบัติคือ

1. ขั้นตอนงาน
2. ขั้นตอนปฏิบัติงาน
3. ผลงาน
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน

และยังเสนอขั้นตอนในการสร้างแบบวัดผลงานภาคปฏิบัติไว้ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์งานและเขียนข้อรายการ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์งานและเลือกงานที่เป็นตัวแทน โดยศึกษาจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ในหลักสูตร และศึกษารายละเอียดของงานที่มุ่งให้ผู้เรียนฝึกฝนในการคัดเลือกงานที่เป็นตัวแทนในการทดสอบนั้นจะ คำนึงถึงข้อจำกัดเรื่องเวลาและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ควรเป็นทักษะที่มุ่งวัดสิ่งที่มองเห็นได้ในขณะสอบวัด และควรเป็นทักษะที่ยาก ๆ มากกว่าทักษะที่ทำเป็นกิจวัตร

1.2 กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติของงานที่จะวัด จะประกอบด้วยขั้นตอนงาน ขั้นตอนปฏิบัติงาน ผลงาน และเวลา

- 1.3 เขียนข้อรายการ ระบุรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนย่อย
- 1.4 ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลให้การปฏิบัติงานนั้นมีคุณภาพแตกต่างกัน
- 1.5 จัดรูปแบบเครื่องมือ เลือกลักษณะของแบบการวัดว่าแต่ละตอนมีลักษณะเช่นไร

2. กำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ การกำหนดเกณฑ์ การตรวจสอบพฤติกรรมในการปฏิบัติ หรือคุณภาพของงานในลักษณะที่มองเห็นได้ วัดได้ โดยเกณฑ์การตัดสินใจ

3. กำหนดคะแนนหรือให้น้ำหนัก ซึ่งอาจทำเป็น 2 ขั้นตอน คือ

3.1 กำหนดคะแนนสำหรับแต่ละส่วน

3.2 กำหนดน้ำหนักสำหรับแต่ละรายการ โดยคำนึงถึงความยากของงานและ ความสำคัญของกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

4. จัดรูปแบบเครื่องมือ เรียบเรียงข้อรายการต่าง ๆ ตามขั้นตอน กำหนดเกณฑ์และน้ำหนัก หรือคะแนนเข้าเป็นหมวดหมู่ จัดรูปแบบให้สะดวกในการใช้พร้อมทั้งกำหนดคะแนนเกณฑ์ในการสอบผ่านในเรื่องนั้น ๆ

สำหรับสมศักดิ์ สันธุระเวช (2530 : 127-130) ได้เสนอการวัดการปฏิบัติจริงว่า การประเมินผลการปฏิบัติงานจริงจะใช้วิธีการสังเกตเพราะการสังเกตทำให้สามารถเรียนรู้เรื่องราวของนักเรียนแต่ละคนได้แต่การสังเกตที่ไม่ได้มีการเตรียมรายละเอียดต่าง ๆ หรือใช้วิธีการที่ดี ก็จะทำให้ขาดความเชื่อมั่นได้ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการต่อไปนี้

1. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) การสังเกตโดยตรงจากผู้สอบซึ่งอาจจะเป็นการสังเกตตามโครงสร้างที่ประกอบด้วย จุดประสงค์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่ใช้บันทึกข้อมูลรายการสังเกต โดยผู้สังเกตต้องมีการวางแผนเป็นอย่างดีและเจาะจงนักเรียน หรือนักเรียนที่คิดไว้แล้วว่าจะสังเกต หรือเป็นการสังเกตไม่มีโครงสร้าง

2. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการที่ดีเพราะทำให้รู้ว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตอนที่ทำไม่ได้สังเกตด้วยตัวเอง เหตุการณ์เป็นอย่างไรและการสัมภาษณ์ สามารถทำได้อย่างกว้างขวาง

3. การรายงานตนเอง (Self-Report) เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเองเหมือนการสัมภาษณ์แต่ไม่มีคนคอยตั้งคำถาม

4. นักเรียนสังเกตกันและกัน (Peer Review) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการนี้จะขอให้นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน แล้วเขียนรายงานผลการสังเกต โดยการวิจารณ์เปรียบเทียบ

เครื่องมือประกอบการสังเกตข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตวิธีการและผลงานจะต้องเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ การสังเกตที่ดีจึงต้องมีเครื่องมือค้ำต่าง ๆ คือ

1. แบบสำรวจรายการ (Checklist)

2. มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

3. มาตราประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scale)

สมศักดิ์ สันธุระเวช (2530 : 131) ได้กล่าวถึงมาตราส่วนประมาณค่าไว้ว่า "การวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานกับพฤติกรรมของนักเรียน จะใช้การสังเกตของครูร่วมกับการเก็บข้อมูล ซึ่งก็มีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกตของครู คือมีโอกาสมิฉะนั้นระดับของความเป็นปรนัยต่ำ

ความล่าช้า หรือความประทับใจ อาจมีอิทธิพลต่อการสังเกต เครื่องมือที่จะช่วยให้การสังเกตมีความเป็นปรนัยมากขึ้นได้ข้อมูลอย่างเป็นระบบมากขึ้นบันทึกและรายงานผลการตัดสินของครูจากการสังเกต เป็นระบบมากขึ้นก็คือ มาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งตามปกติจะประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะตัดสินและ มาตราที่จะใช้ตัดสินว่าอยู่ในระดับใด

จากการค้นคว้าเกี่ยวกับความหมายและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดการปฏิบัติพอที่จะสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดการปฏิบัติหมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงทักษะอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งจะวัดทั้ง ความเข้าใจในปัญหา กระบวนการ และผลงาน ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้วิจัยจะสร้างแบบทดสอบ ในรูปโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้วให้ผู้สอบแสดงวิธีการแก้ปัญหาออกมาในรูปของการเขียนรายงาน และทำการตรวจให้คะแนนจากการสังเกตการเขียนรายงานในการแก้ปัญหา แล้วแปลผลออกเป็นคะแนนโดยอาศัยมาตราส่วนประมาณค่า

2. สภาพและปัญหาการวัดการปฏิบัติในประเทศไทยและแนวทางในการพัฒนาการวัดการปฏิบัติ

2.1 สภาพและปัญหาการวัดการปฏิบัติในประเทศไทย

จินตนา ธนะวิบูลย์ชัย (2535 : 45-50) กล่าวถึงสภาพการวัดการปฏิบัติที่เกิดขึ้นในสถาบันต่างๆ ของประเทศไทยว่าสามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะคือ การสอบวัดกับกลุ่มผู้เรียนที่เน้นการศึกษาวิชาชีพ เฉพาะ ซึ่งต้องมีความเกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะด้านการปฏิบัติเป็นอย่างมาก และการสอบวัดกับกลุ่มผู้เรียนทั่วไปที่อาจมีความเกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะปฏิบัติในบางรูปแบบ โกวิท ประวาลพดุมภ์ (อ้างจาก NADEC . 1986 : 109) ได้กล่าวถึงกลุ่มผู้เรียนทั่วไปว่า ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ตอนต้นนั้น การวัดการปฏิบัติจะเป็นการเน้นการพัฒนาประสบการณ์ในการทำงานทั่วไปและการสร้างเจตคติที่ดีต่อการทำงานเท่านั้นโดยจะเป็นการทำงานง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนผู้เรียนโดยทั่วไปสามารถปฏิบัติได้ ส่วนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นจะมีการเรียนรายวิชาที่เป็นวิชาชีพมากขึ้นผู้เรียนจะต้องเรียนวิชาชีพต่าง ๆ อย่างน้อย 12 หน่วยกิต ในสาขาหนึ่งจาก 6 รายวิชา คือ เกษตรกรรม ธุรกิจ วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ อุตสาหกรรมศิลป์ และช่างฝีมือ โดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการได้สร้างคู่มือครูในการวัดรายวิชาเหล่านี้ให้ มีการออกแบบรายละเอียดของการวัดการปฏิบัติและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ โดยทั่วไปคะแนนการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ประเมินความรู้ทางทฤษฎีของผู้เรียนโดยการใช้แบบเขียนตอบ (Paper-pencil list) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานบางอย่างของผู้เรียนและประเมินจากคุณภาพของผลงาน ส่วนเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินยังให้ครูผู้สอนทักษะการปฏิบัตินั้นเป็นผู้ตัดสินจำแนกว่าผู้ใดมีทักษะในการปฏิบัตินั้นหรือไม่ ในส่วนของสถาบันอุดมศึกษาก็มีลักษณะของผู้เรียนเป็น 2 กลุ่มเช่นเดียวกันเนื่องจากวิชาบางวิชา มีใช้ทักษะวิชาชีพโดยตรงแต่ก็เป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานในอนาคต เช่น ทักษะการฟัง พูด อ่าน เขียน ทักษะการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด ฯลฯ

2.2 แนวทางการพัฒนาการวัดการปฏิบัติ

การเน้นให้ความรู้หรือความสามารถทางสมองด้านผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาวิชามากเกินไปย่อมไม่ใช่การให้การเรียนรู้ที่ดีได้ ดังที่โกวิท ประวาลพุกัญญ์กล่าวไว้ว่า "การเรียนการสอนที่ดีจะต้องสอนให้บุคคลมีการพัฒนาจากการเรียนรู้เฉพาะเนื้อหาของวิชานั้น ๆ ไปสู่การเรียนรู้ที่เป็นความรู้และทักษะที่เป็นกระบวนการของวิชานั้นๆ ที่เรียกว่า Content free" จึงควรสนับสนุนให้มีการจัดการสอนและการวัดการปฏิบัติให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ โดยใช้วิธีการวัดการปฏิบัติแบบผสมผสานกล่าวคือการวัดที่พิจารณาภาพรวมของการพัฒนาบุคคล โดยผู้วัดจะต้องระลึกไว้เสมอว่าการพัฒนาผู้เรียนจะต้องกระทำผสมผสานกันไปทั้ง 3 ด้าน คือพุทธิพิสัย เจตพิสัย และทักษะพิสัย (จินตนา ธนะวิบูลย์ชัย . 2535 : 45-50) ดังนั้นผู้เรียนที่มีความสามารถในการปฏิบัติควรจะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี มีใจเพียงแต่ มีทักษะการปฏิบัติงานเฉพาะงานที่ตนทำเท่านั้น พฤติกรรมต่าง ๆ ที่ผู้เรียนใช้ในการปฏิบัติงานต่าง ๆ ร่วมกับผู้เรียนได้ถือว่าเป็นกลยุทธในการ แก้ปัญหาการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การวัดการปฏิบัติโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สอบในสถานการณ์จริงของชีวิต เรียนรู้ว่าจะสมทำงานกันอย่างไร มีเทคนิคมีอุปสรรคอะไรบ้าง และยังเป็นโอกาสให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์มากขึ้นเท่าที่จะเป็นไปได้ และสำหรับการวัดการปฏิบัติ จินตนา ธนะวิบูลย์ชัย (2535 : 45-50) กล่าวถึงแนวทางในการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมว่าจะต้องพยายามนำเครื่องมือวัดหลาย ๆ ประเภทมาใช้แทนการใช้เครื่องมือเพียงชิ้นเดียว และควรมีการวัดย่อยเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อให้เห็นความก้าวหน้าของผู้เรียนแล้วจึงสรุปผลการวัดที่ได้ นอกจากนี้จะต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาโดยอาศัยความร่วมมือจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง อาจเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ เครื่องมือและทรัพยากรต่าง ๆ อันจะทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน ให้มีคุณภาพและสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม

จากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปถึงสภาพและปัญหาการวัดการปฏิบัติที่ใช้อยู่ในสถาบันการศึกษาต่างๆ พอสรุปเป็นประเด็นใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. ปัญหาด้านจุดเน้นในกระบวนการพัฒนาบุคคล
2. ปัญหาด้านผู้ประเมิน
3. ปัญหาด้านการบริหารการสอน และการสอบ
4. ปัญหาด้านคุณภาพเครื่องมือ
5. ปัญหาด้านเกณฑ์มาตรฐาน

และแนวทางในการพัฒนาการวัดและประเมินผลไว้ดังนี้

1. จัดให้มีการสอนและการวัดการปฏิบัติให้มากขึ้น
2. ใช้การวัดการปฏิบัติแบบผสมผสาน
3. ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและได้รับการสอบวัดในสถานการณ์การปฏิบัติจริงมากที่สุด

4. ผลการวัดการปฏิบัติควรนำมาประเมินผลย่อยและผลรวมตลอดจนมีมาตรฐานในการประเมิน

5. เลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสม

6. พัฒนาเครื่องมือวัดและเกณฑ์การประเมินให้มีคุณภาพ

7. วิจัย พัฒนา และประสานความร่วมมือระหว่างผู้ประเมินการปฏิบัติระหว่างประเทศต่าง ๆ

3. การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

3.1 การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

บลูม (Bloom . 1971 : 81) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของวิชาคณิตศาสตร์ว่าในด้านการพัฒนาสติปัญญา (Cognitive Domain) นั้นเป็นการพัฒนาทางความรู้ (Knowledge) และความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Ability) และแบ่งใจคณกะโครงสร้างของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์เป็น 5 ด้าน คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด(Knowledge of concept) เช่น กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความจริง และหลักการ

2. ทักษะในการคำนวณ (Computational skill)

3. ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving skill)

4. ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และการพิสูจน์ที่มีเหตุผล

5. ทักษะในการสื่อความหมายในทางคณิตศาสตร์

ซาเลวสกี (Zalewski . 1978 : 2804-A) ได้ศึกษาองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่าสิ่งที่เป็นองค์ประกอบมีดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์

2. ความสามารถในการจัดกระทำ

3. ความสามารถในการอ่านและตีความ

4. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical concept)

5. ทักษะในการคำนวณ (Computation skill)

สำหรับขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2524 : 147) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหาโดยพิจารณาแยกแยะระหว่างสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

2. จากสิ่งที่กำหนดให้ แปลงให้อยู่ในรูปที่เห็นชัดเจนขึ้น โดยมีแผนภาพ หรือ รูปภาพประกอบ

3. จากแผนภาพที่สร้างขึ้นพิจารณาหาเงื่อนไขอื่น ๆ เพิ่มเติม อาศัยนิยามคุณสมบัติทฤษฎี

ต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว

4. ในบรรดาสิ่งที่กำหนดให้กับเงื่อนไขที่ได้เพิ่มเติมมีความเกี่ยวข้องกับอย่างไรมีเงื่อนไขอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่

5. คิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงปัญหาที่คล้ายคลึงและทดลองเขียนแบบวิธีการแก้ปัญหา หรืออาจจะวิเคราะห์จากสิ่งที่โจทย์ต้องการ พิจารณาเงื่อนไขใดได้อีกบ้างจึงจะได้สิ่งที่ต้องการ และเงื่อนไขนั้นจะหาพบได้อย่างไร

6. เรียบเรียงจัดลำดับในการแก้ปัญหา

7. ทดสอบคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่

8. ถ้าการแก้ปัญหานั้นได้หลายวิธี เลือกวิธีที่สั้นและง่ายที่สุด

จอห์นสัน (ทบทวมหาวิทยาลัย . 2524 : 141; อ้างอิงมาจาก Johnson. n.d.) กล่าวว่าไว้ว่า การแก้ปัญหา ต้องใช้กระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน มโนคติและทักษะ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ การที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้พื้นฐานดังต่อไปนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มโนคติ และทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ
2. มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ
3. มีความสามารถในการแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ
4. มีความสามารถในการวิเคราะห์หาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เก่า
5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ หารูปแบบ และการหาข้อสรุป

ทบทวมหาวิทยาลัย(2524 : 99)ได้เสนอแนะลักษณะการแสดงออกของพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ทักษะการคิดคำนวณเป็นความสามารถในการคำนวณได้อย่างคล่องแคล่วแม่นยำ หรือแทนสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง ในเวลาที่กำหนดให้ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร และการแก้สมการอย่างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน และการหาค่าตัวแปรต่าง ๆ

2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการตีความ ขยายความ สรุปผล เปรียบเทียบบอกขั้นตอน ก่อน-หลัง เช่น สามารถ บอกว่าคู่อันดับใดสอดคล้องกับสมการที่กำหนดให้ได้

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ต่าง ๆ ทั้งที่เคยพบเห็นและไม่เคยพบเห็นมาก่อนโดยอาศัยการคิดคำนวณการให้เหตุผลและมโนคติต่าง ๆ ประมวลเข้าด้วยกัน ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนความสามารถในการติดตามการพิสูจน์

สำหรับการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีของเทอร์สโตน (Thurstone. 1947 : 121) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านตัวเลขหรือด้านคณิตศาสตร์นั้น คือ สมรรถภาพในการที่จะเข้าใจ และ

สามารถคำนวณตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้น ผู้มีความชำนาญคล่องแคล่วแม่นยำมากก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในตัวเอง ลักษณะข้อสอบประเภทนี้ มีโครงสร้างดังนี้

1. ข้อสอบประเภททักษะ เป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณ

2. ข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการวัดความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการชั่ง หรือชั่งกฏเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และ มโนภาพในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ เมื่อเด็กได้เรียนรู้ กฏเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วจะสามารถขยายความหมายนั้นไปในรูปภาษา หรือ สัญลักษณ์ให้กว้างขวางกว่าเดิมได้หรือไม่

3. ข้อสอบประเภทปัญหา โจทย์ เป็นการวัดสมรรถภาพด้านการแก้ปัญหา แบบทดสอบประเภทนี้ประกอบด้วย คำถาม โจทย์ปัญหาทำนองเดียวกับ โจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลักษณะของคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของตัวเลข จำนวนและการใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเป็นความสามารถการจำสูตรและกฏเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วต้องเอาตัวเลขจาก โจทย์ไปแทนค่าในสูตร

สำหรับถ้อยคำ สายซส (2518 : 26-30) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกข้อสอบคณิตศาสตร์ว่า ควรเน้น 3 ประการคือ คณิตศาสตร์ทักษะ คณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา เพื่อจะได้รู้ จุดบกพร่องในการคิดคณิตศาสตร์ของเด็ก เมื่อเด็กบกพร่องด้านใดจะได้สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับ ปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นการแก้ปัญหาตั้งแต่จุดเริ่มต้น

1. คณิตศาสตร์ทักษะ ในที่นี้หมายถึงความคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ผิดคราก หรือ ทำเลขเศษส่วนได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ในเวลาที่กำหนด

2. คณิตศาสตร์เหตุผล การออกข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้ จะถามเน้นในเรื่อง วิธีการ หลัก การ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ การคิด ริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และการประเมินค่า

3. คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา การเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหานี้ มุ่งตรวจสอบผลสัมฤทธิ์สุดท้ายในการคิดนั่นเอง วิธีการ หรือเหตุผลจะเป็นอย่างไร ข้อสอบลักษณะนี้ไม่สนใจ จะสนใจแต่คำตอบสุดท้ายจากการแก้ปัญหาเมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ ขึ้นเท่านั้น

ขวาล แพร์ทกุล (2517 : 46-47) ได้ชี้ให้เห็นว่าโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันนิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับวัดทักษะ หรือความคล่องแคล่วแม่นยำ ในการคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบ สำหรับวัดความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัด เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลข ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับความสามารถ

ในการสะกดคำในวิชาภาษาไทย ฉะนั้นโครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการให้อธิบายของภาษาเข้าเกี่ยวข้องกับข้อใดข้อหนึ่ง จัดว่าเป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณตัวเลขโดยเฉพาะ

2. แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทโจทย์ต่าง ๆ ทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไป แต่ถึงคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความหมายและการให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวน กับวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นสำคัญ คำถามประเภทโจทย์ปัญหามีได้หมายถึงคำถาม ที่ให้นักเรียนนำตัวเลขไปแทนค่าในสูตรโดยตรง ดังเช่น ในเรื่องการหาดอกเบี้ยหรือให้หาพื้นที่ของวงกลมเพราะคำถามชนิดนี้ไม่มีลักษณะเป็นปัญหา แต่เป็นการวัดความสามารถในการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตรเท่านั้นเอง

3. แบบทดสอบประเภทเหตุผลแบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการ และ มโนภาพ ในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ ต้องการวัดว่าเมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว เขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่ หรือเพียงแต่จำสูตรหรือวิธีการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการในกฎเกณฑ์ นั้นเอง

3.2 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

3.2.1. การวัดการปฏิบัติแบบผสมผสาน

บลูม (Bloom . 1971) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายของการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย เจตพิสัย และทักษะพิสัย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าจุดมุ่งหมายเหล่านี้จะสามารถแยกวัดแต่ละด้านโดยไม่นำมาผสมผสานให้เห็นภาพรวมของการพัฒนาบุคคล ครูควรต้องระลึกถึงไว้เสมอว่าการพัฒนาผู้เรียนจะต้องกระทำผสมผสานกันไปทั้ง 3 ด้านจึงก่อให้เกิดการพัฒนาโดยรวมของบุคคลขึ้น ในการวัดการปฏิบัติจึงควรมีการผสมผสานการวัดส่วนอื่นที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัตินั้น ๆ ปัจจุบันการวัดความรู้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการปฏิบัติได้มีการดำเนินการอยู่แล้วและเป็นส่วนที่ได้รับความนิยมน้อยมากแต่ในขณะที่มีการฝึกปฏิบัติอยู่นั้นผู้เรียนย่อมมีการใช้กระบวนการคิดมีความรู้สึกและเจตคติต่างๆ เกิดขึ้น ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่มิผลต่อการปฏิบัติงานได้ ผู้ประเมินจึงควรทำการวัดสมรรถภาพการคิด และเจตคติที่เกิดขึ้น ประกอบการพิจารณาคัดขั้ว เพื่อให้สามารถวัดการปฏิบัติและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมเพราะบางครั้งผู้เรียนอาจมีความสามารถในการทักษะการปฏิบัตินั้นได้แต่อาจมีเจตคติที่ไม่ดีต่องานนั้น ๆ จึงทำให้ผลการวัดความสามารถในการปฏิบัติงานนั้นต่ำ นอกจากนี้พฤติกรรมบางอย่างจำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในระหว่างการศึกษาหัดด้วย เป็นต้นว่า ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความเป็นผู้นำ ผู้ตาม ความรับผิดชอบ ความละเอียดรอบคอบ ฯลฯ เพราะพฤติกรรมเหล่านี้ย่อมมีอิทธิพลต่อการทำงานร่วมกับผู้อื่น ผู้เรียนที่มีความสามารถในการปฏิบัติควรจะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้คมีใช้เพียงแต่มีทักษะการปฏิบัติงานเฉพาะงานที่ตนทำเท่านั้น พฤติกรรมต่างๆ ที่ผู้เรียนใช้ใน การปฏิบัติงานต่างๆ ร่วมกับผู้อื่นได้ว่าเป็นกลุ่ตฤทธิในการ

แก้ปัญหาการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี จึงเกิดเป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาการวัดการปฏิบัติ โดยเฉพาะทักษะการคิดรูปแบบต่าง ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การคิดเกี่ยวกับการนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ มาผสมผสานกัน เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในแง่ต่าง ๆ ขึ้น (Metacognition) เหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่ไม่อาจมองข้ามเพราะการพัฒนาทักษะการคิดดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น จากการบรรยายพิเศษของ ดร. จอห์น คาร์ (John Carr, 1992) Program Evaluator จาก Stockton unified School District รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา เรื่อง Performance and Authentic Assessment ที่ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จัดขึ้นได้เสนอการวัดการปฏิบัติรูปแบบใหม่ว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. เน้นการให้คะแนนที่การปฏิบัติงาน การใช้ความคิดวิจยารณญาณ การใช้ความรู้ เกี่ยวกับสิ่งกับและกลวิธีต่างๆ
2. ใช้เนื้อหาแบบบูรณาการ และอาจมีการเชื่อมโยงระหว่างพุทธิพิสัยกับเจตคติ
3. ผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในการออกแบบงานตามความสนใจ และมีส่วนร่วมในการวัดการปฏิบัติของตน มีการกำกับคิดตามความก้าวหน้าและการร่วมมือกับผู้อื่นในการปฏิบัติ ตลอดจนมีความคิดเกี่ยวกับการนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ มาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในแง่ต่าง ๆ (Self-reflection or Metacognition) อย่างมีระบบ
4. การใช้ระบบการให้คะแนนทั้งในแบบพิจารณาลักษณะรวม (Holistic Score) และแบบวิเคราะห์ (Analytic Score) โดยมาตราวัดนี้ต้องมีคำอธิบายไว้อย่างชัดเจน
5. การให้คะแนนมีความเป็นปรนัย โดยทั้งผู้สอนและผู้เรียนมีความเห็นสอดคล้องกัน และคณะผู้ประเมิน (Staff) มีความเห็นสอดคล้องกันในภาพรวมที่เกิดขึ้นและมาตรฐานที่ใช้ ตลอดจนมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงระหว่างผู้ประเมินด้วย

การวัดการปฏิบัติและการวัดการปฏิบัติจริงมักถูกใช้สลับกันบ่อยครั้ง แต่ในความเป็นจริงแล้วการวัดการปฏิบัติและการวัดการปฏิบัติจริงไม่ได้หมายถึงสิ่งเดียวกัน ถึงแม้ว่าจะมีความหมายใกล้เคียงกันเป็นการประเมินผลประเภทเดียวกันแต่ไม่เหมือนกันและจะพบว่า การวัดการปฏิบัติเป็นการประเมินผลที่อ้างอิงคำตอบของนักเรียนใน การสอบ แต่ผลการประเมินการปฏิบัติจริงอ้างอิงถึงแวดล้อมที่คำตอบเป็นการปฏิบัติในขณะที่การวัดผลการปฏิบัติไม่ทั้งหมดเป็นการวัดผลการปฏิบัติจริง เป็นการยากที่จะกล่าวว่า การประเมินผลการปฏิบัติจริงไม่ใช่การปฏิบัติ ผู้ที่จะปฏิบัติงานได้จริง ควรเป็นผู้ที่มีโอกาสฝึกปฏิบัติใน สถานการณ์จริงของชีวิต เร็ยรู้ว่า สังคมมีการทำงานอย่างไร มีเทคนิค มีปัญหา และอุปสรรคอะไรบ้าง ซึ่งในส่วนนี้ คาร์ (Carr, 1992) ได้เรียกการวัดการปฏิบัติลักษณะนี้ว่า Authentic Assessment เมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกและถูกวัดในสถานการณ์จริงอยู่เสมอ

การสร้างเกณฑ์และมาตรฐานการปฏิบัติก็จะเกิดขึ้นได้อย่างสอดคล้องกับความต้องการของ สังคมหรือ ตลาดแรงงาน ดังนั้น ถ้าจะเปลี่ยนแนวการวัดก็จะต้องเปลี่ยนแนวการสอนด้วย ความแตกต่างระหว่างการวัดแบบเดิม คือ Performance Assessment กับการวัดแบบใหม่ คือ Authentic Assessment แสดงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Performance Assessment ให้นักเรียนเขียนจดหมายถึงเพื่อนให้เสร็จภายในเวลา 10 นาที

Authentic Assessment ให้นักเรียนเขียนจดหมายขึ้นฉบับหนึ่งเพื่อส่งไปให้เพื่อนคนหนึ่ง

การฝึกในสถานการณ์ประกอบการณ์จริงสมควรหาทางให้มีการใช้ประโยชน์จาก ทรัพยากรที่มีอยู่ แล้วให้มากขึ้นเท่าที่จะเป็นไปได้ การแยกแยะพิจารณาการใช้งานให้เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่ การกำหนดผู้เรียนให้พอเหมาะกับเวลาที่มืออยู่ ซึ่งจะมีผลในการสร้างเจตคติที่ดีให้แก่ผู้เรียน และการสร้างเจตคติที่ดีให้แก่ผู้บริหารมองเห็นความสำคัญของการฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริงก็เป็นเรื่องที่สำคัญด้วย

3.2.2. ธรรมชาติของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

เซทเตลา และ นิโคล (Szetela and Nicol . 1992 : 42) กล่าวว่า " การแก้ปัญหาเป็นขบวนการที่ต้องเผชิญหน้ากับสถานการณ์แปลก ๆ โดยอาศัยความต่อเนื่องของการใช้ศาสตร์ระหว่างการให้ข้อเท็จจริง การแยกเป้าหมาย และการสำรวจความเป็นไปได้ของแผนการในการที่จะดำเนินงานไปให้ถึงเป้าหมาย ปัญหาเป็นสถานการณ์ซึ่งในขั้นแรกแต่ละบุคคลไม่รู้วิธีการที่จะรับรองการแก้ปัญหาที่ถูกต้องได้ แล้วแต่ความต้องการของแต่ละบุคคลในการแก้ปัญหา" ความสำเร็จ ในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับ ขบวนการตระหนักในความคิดของตนว่าเกี่ยวข้องกับที่ กราโรฟาโล และ เลสเตอร์ (Garofalo and Lester citing Szetela and Nicol . 1992 : 42) กล่าวไว้ว่า "บทบัญญัติของการกระทำสำหรับความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะประกอบด้วย

1. การได้ตัวแทนที่เหมาะสมตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่เป็นปัญหา
2. พิจารณาสภาพในการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา
3. เลือกและหาข้อตกลงในการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบเพิ่มเติมโดยเฉพาะ เป้าหมาย และสถานการณ์ของปัญหา
5. การได้รับและสื่อความต้องการของปัญหา
6. หาค่าความเป็นไปได้และเหตุผลในการแก้ปัญหา
7. ถ้าการแก้ปัญหาถูกตัดสินว่าผิด หรือไม่เพียงพอ ให้กลับกรองปัญหาที่เป็นตัวแทนและวิธีการ

การค้นคว้าวางแผนใหม่หรือค้นหาความผิดพลาดของความคิดรวบยอดและพฤติกรรมในการดำเนินงาน

ขบวนการตระหนักในความคิดของตน สามารถประเมินได้ยากแต่สามารถประเมินได้โดย สร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น ซึ่งสะดวกสำหรับนักศึกษาในการสื่อสารทางความคิด (Szetela and Nicol, 1992 : 42)

3.2.3. ความยากในการประเมินผลการปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหา

เซทเทล และ นิโคล (Szetela and Nicol . 1992 : 42) กล่าวว่าไว้ว่าความยากในการประเมินจะรวมถึงขบวนการที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาถูกทำซ้ำโดยความล้มเหลวของนักเรียนในการสื่อสารที่ชัดเจนว่าพวกเขาได้ทำอะไร นักศึกษาชอบที่จะทำการคำนวณโดยปราศจากเหตุผล และการคำนวณอย่างเดี๋ยวมักจะล้มเหลวในการแสดงให้เห็นธรรมชาติของการแก้ปัญหาอย่างเพียงพอ ยิ่งไปกว่านั้นการใช้การตอบถูกผิด หรือใช้ข้อสอบเลือกตอบมาประเมินผลการปฏิบัติในการแก้ปัญหาจะทำให้ผลการวัดผิดพลาดได้ ถ้าเราสามารถสร้างเครื่องมือสำหรับวัดการคิดต่อทางความคิดของนักศึกษาที่ลึกกว่าเดิม เราจะสามารถปฏิบัติได้มากกว่าการประเมินผลสำเร็จ เช่น การประเมินความคิดของนักศึกษา ข่าวดาวที่ได้รับจะช่วยผู้สอน ออกแบบ และสร้างเครื่องมือที่จะสนับสนุนความสำเร็จในการแก้ปัญหา และช่วยกำหนดโปรแกรมการหาค่าและหลักสูตรในการเรียนรู้

3.2.4. การประเมินผลของการแก้ปัญหา

✓ วิธีการวัดที่เน้นการปฏิบัติในกรณีที่มุ่งหมายการเรียนรู้ให้ผู้สอบปฏิบัติคือ การวัดจากการวางแผนของผู้สอบ โดยกำหนดสถานการณ์พร้อมทั้งเงื่อนไขให้กับผู้สอบ ผู้สอบอาจไม่ต้องลงมือปฏิบัติเพียงแต่เสนอแผนการปฏิบัติให้ตรวจสอบว่าจะทำอย่างไรในสถานการณ์นั้น ๆ นั่นคือ ผู้สอบจะต้องวางแผนการปฏิบัติตั้งแต่ต้นจนจบ แล้วนำมาให้ผู้ตรวจพิจารณาให้คะแนนจากแผนการปฏิบัติงานนั้น (ศึกษานิเทศก์ . 2534 : 54) นอกจากนี้ เซทเทล และ นิโคล (Szetela and Nicol . 1992 : 42) กล่าวว่าไว้ว่าวิธีการธรรมดาที่เป็นธรรมชาติที่สุดสำหรับการประเมินการปฏิบัติในการแก้ปัญหา คือ การได้ความรู้ลึกทั่วไปเกี่ยวกับคุณภาพของการแก้ปัญหา ขณะที่พิจารณางานของนักศึกษา ความรู้ลึกธรรมดาเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างใกล้ชิดของคำตอบเหล่านั้น ผลลัพธ์ที่ได้มาโดยวิธีการที่รวดเร็วอาจจะได้คะแนนต่ำส่วนเท่าที่จะให้ได้นั้นมุ่งเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหา และให้อ่านจากผู้สอนให้ความยุติธรรมและคะแนนที่เชื่อถือได้ สำหรับ เมย์เยอร์ (Mayer . 2535 : 40) กล่าวว่า "การนิยามจุดประสงค์และเกณฑ์ในการวัดจำเป็นที่จะต้องดูเกณฑ์และจุดประสงค์ในการวัดว่าคืออะไร และกำหนดเกณฑ์ที่แน่นอน ตัวอย่างเช่น เลสเตอร์ และ โอส์เคฟเฟอร์ (Lester and O 'Daffer . 1987) แบ่งสัดส่วนของการให้คะแนนออกเป็น 3 ส่วนคือ ความเข้าใจในการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์สัดส่วนและสร้างเป็นเกณฑ์ให้คะแนนได้ดังนี้

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนใหญ่	2
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนใหญ่	3
	แปลความหมายได้ถูกต้อง สมบูรณ์	4
วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกเป็นส่วนใหญ่	2
	แก้ปัญหาผิดเป็นส่วนใหญ่	3
	วางแผนได้เหมาะสมมีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	4
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงอะไร	0
	เขียนผิด คำนวณผิด	1
	คำตอบถูกต้อง	2

นอกจากนี้ ส. วาสนา ประวาลพจน์ (2536) ได้เสนอตัวอย่างข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโจทยคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

โจทย พรตี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 9 ฟุต $\times$ 12 ฟุต ต้องการจะบรรจุทูกในรถกระบะซึ่งมีขนาด 6 ฟุต $\times$ 8 ฟุต จะม้วนและวางพรต (ไม่ให้ตั้งขึ้น) อย่างใดจึงจะไม่อ้อมไม่พับ อธิบายหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบ

ผลช : ม้วนตามแนวกว้างให้เป็นขนาด 9 ฟุต แล้ววางในแนวทะแยงมุม และบอกวิธีคิดว่า

รถบรรทุกขนาด 6 ฟุต $\times$ 8 ฟุต นั้น เส้นทะแยงมุมจะยาว $= \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{100} = \sqrt{10^2} = 10$ เกณฑ์ให้คะแนน

0 - ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก

1 - ตอบว่าจะต้องวางในแนวทะแยงโดยไม่อธิบายว่า ม้วนอย่างไร หรือ

ตอบว่าวางในแนวทะแยงมุมโดยม้วนให้ยาว 12 ฟุต หรือ

ตอบว่าม้วนให้ยาว 9 ฟุต แต่ตอบไม่ถูกว่าวางอย่างไร

2 - ตอบถูกแต่ไม่อธิบายว่าคิดอย่างไร

3 - ตอบถูก และอธิบายวิธีคิดที่ไม่สมบูรณ์ หรือมีข้อบกพร่อง

4 - ตอบถูก และอธิบายวิธีคิดถูกต้องสมบูรณ์

✕ การวัดที่เน้นกระบวนการควรเป็นการวัดที่ให้ผู้สอบลงมือปฏิบัติจริงไม่ใช่การวัดด้วยข้อสอบ อย่างไรก็ตามในเชิงปฏิบัติ ถ้ามีความจำเป็นต้องให้ผู้เรียนเขียนตอบ ข้อสอบนั้นควรเป็นข้อสอบแบบอัตนัยไม่ใช่ข้อสอบเลือก คำตอบหรือเดิมคำตอบในการตรวจให้คะแนนก็ควรจะให้คะแนนที่กระบวนการด้วย แม้คำตอบจะผิดผู้สอบควรได้คะแนนส่วนหนึ่งเมื่อวิธีการของเขาถูก หรือปฏิบัติตามขั้นตอนของกระบวนการ แต่ถ้าวิธีทำผิดหรือปฏิบัติไม่ถูกต้องตามขั้นตอนของกระบวนการ แม้ว่าคำตอบจะถูกก็ควรได้คะแนนน้อยกว่ากรณีแรก (ศึกษานิเทศก์ . 2534)

จากการที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นว่าองค์ประกอบของวิชาคณิตศาสตร์ และลักษณะของข้อสอบคณิตศาสตร์มักใช้ทักษะ 3 ประการด้วยกันคือ ทักษะการคำนวณความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เดอ บลองค์ (Le Blanc. 1977 : 16) ให้ความเห็นเพิ่มเติมว่า ในจำนวนองค์ประกอบทั้ง 3 นั้น การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นับได้ว่าเป็นเป้าหมายสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์และเป้าหมายสูงสุดของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น มุ่งที่กระบวนการในการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับความคิดของเห็นของ เวิล (Whitl . 1973 : 551) ที่เสนอในบทความเรื่อง กลวิธีการแก้ปัญหาว่า คำตอบของโจทย์ปัญหาไม่มีความสำคัญเท่ากับวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบเลย วิธีที่ดีที่ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นวัตถุประสงค์อันสำคัญยิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ กรูบิก (Krubik . 1977 : 650) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะต้องสร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา เพื่อให้เขาได้ค้นหาและพินิจพิเคราะห์ให้ได้มาซึ่งคำตอบ บางครั้งอาจไม่ได้คำตอบตามที่เขาวางไว้ก็ได้ แต่นั่นไม่ใช่สิ่งสำคัญเท่ากับการที่ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ หรือพินิจพิเคราะห์ หมายความว่าวิธีค้นหาคำตอบของปัญหาเป็นสิ่งสำคัญกว่าคำตอบในการแก้ปัญหา และ เวสต์ (West . 1977 : 57-58) กล่าวว่า นักเรียนที่สามารถบอกคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง อาจจะไม่สามารถบอกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องก็ได้ นั่นคือนักเรียนที่คิดด้วยวิธีการที่ผิดอาจจะได้คำตอบถูกต้อง และนอกจากนี้เขายังชี้ให้เห็นถึงสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถจะทำข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องไว้ 3 ประการคือ

1. นักเรียนไม่สามารถเข้าใจในข้อความที่เป็นโจทย์ปัญหา
2. นักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนโจทย์ปัญหานั้น มาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
3. นักเรียนไม่สามารถที่จะคำนวณตามที่โจทย์ต้องการได้

เมื่อไม่สามารถทราบว่าการที่นักเรียนทำข้อสอบหรือแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ข้อนั้นผิดเนื่องจากสาเหตุใด เพราะคำตอบผิดของนักเรียนเกิดจากความคลาดเคลื่อน 3 ประการ คือความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากความเข้าใจในการอ่านความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการใช้กระบวนการหรือการกระทำทางคณิตศาสตร์ และความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากการคำนวณ (Forsyth and Spratt . 1980 : 31-43) ดังนั้นการที่จะหาว่านักเรียนทำ ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ หรือแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้เป็นเพราะสาเหตุใดเราจึงจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบขึ้นเพื่อวัดสาเหตุนั้น ๆ ขึ้นซึ่ง ถ้วน สาขศ

(2518 : 28) ได้เสนอแนะการสร้างข้อสอบเพื่อวัดความสามารถหาเหตุผลในการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ไว้ว่าข้อสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดความสามารถในการหาเหตุผลในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ความเข้าใจคำณณามีอิทธิพลอยู่มาก เพราะข้อคำถามต้องใช้ข้อธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่เมื่ออ่าน โจทย์ไม่เข้าใจแล้วโอกาสที่จะทำแบบทดสอบนั้นถูกจะมีน้อย ดังนั้นผู้สร้างคำถามหรือโจทย์จะต้อง พยายามใช้ภาษาที่คนทั่วไปเข้าใจง่าย และมีความเป็นปรนัยในตัวเอง และเนื่องจากจุดมุ่งหมายของ ข้อสอบต้องการที่จะวัดว่าหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว นักเรียนมีความบกพร่อง ด้านการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นเพียงใด จะได้นำไปแก้ไขได้ถูกต้อง การนำคณิตศาสตร์ ไปใช้ประโยชน์จึงจะมีโอกาสผิดพลาดได้น้อย สำหรับในเรื่องเกี่ยวกับการหา ข้อบกพร่องในการ แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้ มีผู้ศึกษาวิจัยไว้คือ ฟอรัซิท และสเปรทท์ (Forsyth and Spratt . 1980 : 31-43) ได้เสนอว่าอาจสร้างข้อสอบที่วัดทักษะการหากระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์โดยใช้ ข้อสอบที่อ่านเข้าใจง่าย และใช้รูปแบบคำตอบเป็นแบบกระบวนการคิด โจทย์คณิตศาสตร์ และหลังจาก นั้น ฟอรัซิท และ แอนสเลย์ (Forsyth and Ansley . 1982 : 257 - 263) ได้ศึกษาในเรื่องเดียวกันแต่ให้ นักเรียนหาคำตอบโดยใช้เครื่องคิดเลขแทนการใช้ทักษะการคำนวณ ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงสร้าง แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็น ปัญหา แล้วเปิดโอกาสให้ผู้สอบแสดงทักษะในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์โดย การวางแผนใน การแก้ปัญหาและแสดงวิธีการ แก้ปัญหา ด้วยการเขียนทั้งวิธีการในการแก้ปัญหา และคำตอบของปัญหา ลงในกระดาษ ซึ่งในการตรวจให้คะแนนจะพิจารณาทั้งความเข้าใจในปัญหา การวางแผนในการแก้ ปัญหา และคำตอบโดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนน 5 ระดับดังนี้

คะแนนที่ได้ พฤติกรรมที่แสดงในกระดาษตอบ

- 0 เมื่อผู้สอบไม่ทำข้อสอบหรือทำข้อสอบไม่ถูกเลย
- 1 เมื่อผู้สอบสามารถแสดงความเข้าใจในปัญหา เช่น บอกส่วนสำคัญของปัญหา เป้าหมายของปัญหา ข้อมูลจากโจทย์ เงื่อนไขต่าง ๆ หรือ วาดภาพเพื่อสร้างแนวคิด
- 2 เมื่อผู้สอบสามารถวางแผนและอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูก แต่ยังไม่ สามารถหาคำตอบได้
- 3 เมื่อผู้สอบสามารถวางแผนและอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้ และสามารถหา คำตอบได้แต่ยังขาดความแม่นยำในการคิดคำนวณ
- 4 เมื่อผู้สอบสามารถวางแผนและอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกและสามารถ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องของปัญหาได้

ซึ่งจะตีความหมายของการให้คะแนนออกมาได้ว่า ถ้าผู้สอบไม่ได้คะแนน แสดงว่า ผู้สอบไม่มีความ เข้าใจในปัญหา ถ้าผู้สอบได้ 1 คะแนน แสดงว่า ผู้สอบมีความเข้าใจในปัญหาแต่ไม่สามารถแสดงวิธีการ แก้ปัญหาออกมาได้ ถ้าผู้สอบได้ 2 คะแนน แสดงว่าผู้สอบมีความเข้าใจในปัญหาและมีทักษะในการ

วางแผนในการแก้ปัญหา ถ้าผู้สอบได้ 3 คะแนน แสดงว่าผู้สอบมีความเข้าใจในการแก้ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหาได้ถูก แต่ความแม่นยำในการคิดคำนวณ และถ้าผู้สอบได้ 4 คะแนน แสดงว่าผู้สอบมีความเข้าใจในการแก้ปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหาได้ถูก และมีความแม่นยำในการคิดคำนวณ ซึ่งจะถือได้ว่ามีความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์

4. การพิจารณาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

4.1 การพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

ส.วาสนา ประวาทฤกษ์(2533)ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพิจารณาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติในเรื่องของความหมาย ชนิดของความเที่ยงตรง และวิธีสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเชิงเนื้อหา ดังนี้

4.1.1 ความหมายของความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเป็นสมบัติที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งที่เป็นดัชนีชี้ให้เห็นว่าผลที่ได้รับจากการวัดนั้นคือคุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่เราต้องการวัดจริงในการกล่าวถึงความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นจะต้องบอกถึงความเที่ยงตรงต่ออะไร เที่ยงตรงต่อคุณลักษณะใดที่วัด แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงต่อคุณลักษณะหนึ่งสูงอาจไม่มีความเที่ยงตรงต่ออีกคุณลักษณะหนึ่งเลยก็ได้ ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบขึ้นมาหนึ่งฉบับแล้วพบว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงต่ำก็มีได้หมายความว่าเราจะต้องทิ้งแบบทดสอบที่สร้างขึ้นฉบับนั้น เพราะแบบทดสอบที่ไม่เที่ยงตรงต่อเกณฑ์ตัวหนึ่งอาจเที่ยงตรงกับเกณฑ์อีกตัวหนึ่งได้

4.1.2 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

ความเที่ยงตรงตามเนื้อหามีจุดมุ่งหมายเพื่อประมาณว่าบุคคลสามารถปฏิบัติได้อย่างไร โดยกำหนดประชากรของความรู้ และให้แบบทดสอบเป็นตัวแทนของประชากร ความรู้นั้นเช่น การประมาณความสามารถในการขับรถยนต์ในสภาพการจราจรปกติในเมือง การประมาณความสามารถในการสะกดคำของนักเรียนชั้น ป.2 แบบทดสอบที่ใช้ค่าความเที่ยงตรงชนิดนี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบการปฏิบัติงานตามแบบตัวอย่าง (Work Sample)

การสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหามีวิธีการดังนี้

1. กำหนดหรือให้นิยามประชากรของเนื้อหาและเหตุการณ์ที่จะสุ่มตัวอย่างโดย

1.1 กำหนดขอบเขตของประชากรที่จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ในแง่ของเนื้อหาหรือพฤติกรรมและสถานการณ์ (Content and Situation) โดยพิจารณา

- การอ้างอิงไปสู่ประชากรจากผลการสอบ
- ความเป็นไปได้ของข้อมูลที่ได้รับ

1.2 กำหนดขอบเขตของพฤติกรรมที่จะสุ่มตัวอย่าง

2. การสุ่มกลุ่มตัวอย่างต้องใช้วิธีการที่กำหนดได้ชัดเจนโดย

2.1 ถ้าสุ่มจากประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite Population) จะต้องใช้การสุ่มอย่างง่าย

2.2 ในการสร้างแบบทดสอบทั่วไป เช่นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้
ประชากรเนื้อหาและความสามารถไม่อาจจะกำหนดได้ชัดเจนแต่จะต้องใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น
(Stratified Sampling) ของทักษะความรู้รวมทั้งพฤติกรรมอื่น ๆ ซึ่งจะต้องให้คณะผู้เชี่ยวชาญหรือ
ครูผู้ชำนาญการสอนในวิชานั้น ๆ เป็นผู้ตัดสิน

2.3 หลังจากได้เขียนข้อสอบและทดลองใช้กับนักเรียน ตลอดจนวิเคราะห์ข้อสอบ
เสร็จแล้วจะต้องคงสัดส่วนของจำนวนข้อตามเนื้อหาและพฤติกรรมเหมือนเดิม ตามตารางวิเคราะห์
หลักสูตร

3. พยายามให้ข้อสอบมีความคล้ายคลึงกันมาก (Homogeneous) ในแง่ของเนื้อหาให้มาก
ถ้าทำไม่ได้ให้แบ่งเป็น Subtests

3.1 ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สุ่มตัวอย่างมาจากเนื้อหาการเรียนการสอนที่
กว้างมาก ๆ แต่ละข้ออาจจะวัดความสามารถที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้คะแนนจากแบบทดสอบ
แปลผลได้ง่ายและตรงยิ่งขึ้น ควรรวมเป็นกลุ่มเสีย เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทางภาษาอาจจะแยกเป็นแบบทดสอบย่อยคำ การเขียน การสะกดคำ การอ่านเข้าใจ และการใช้ภาษา
คะแนนแต่ละส่วนจะให้ความหมายที่ชัดเจนในตัวมันเอง

3.2 ในแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับข้อสอบแต่ละข้อควรจะมี ความคงเส้นคงวาต่อกัน หรือ
มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะแสดงว่าข้อสอบเหล่านั้นวัดในสิ่งเดียวกัน ในการเสนอความเที่ยงตรงตาม
เนื้อหาควรจะต้องกล่าวถึง

3.2.1 แหล่งที่มาของข้อสอบว่าสุ่มมาจากมวลความรู้ใด

3.2.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ โดยดูจากเนื้อหาและพฤติกรรมตาม ตาราง
วิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดค่าความยาก อำนาจจำแนก จำนวนข้อในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรม

3.3.3 การเพิ่มประสิทธิภาพของแบบทดสอบโดยใช้ประโยชน์สูงสุดในเวลาที่มีผู้จึง
ควรเลือกข้อสอบที่เป็นพื้นฐานทุกคนควรทราบ หรือข้อสอบที่ไม่มีความสำคัญ หรือข้อสอบที่ไม่เหมาะ
สมออกตามการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น

ในการเสนอความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โรวินELLI และ แฮมเบิลตัน (Rovinnelli and Hambleton . 1977 : 69 อ้างอิงจาก Rovinnelli and Hambleton . 1977) ได้เสนอวิธีการกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวัง
และเขียนข้อสอบขึ้นตามจุดมุ่งหมายนั้น ๆ แล้วนำมาเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาหลาย ๆ คน
พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับพฤติกรรมที่คาดหวัง โดยมีหลักในการพิจารณา
ดังนี้ ให้

- +1 เมื่อ รู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตามจุดมุ่งหมายนั้นจริง
- 0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตามจุดมุ่งหมายนั้น
- 1 เมื่อ รู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดตามจุดมุ่งหมายนั้น

แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าความสอดคล้องจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (\text{บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ . 2526 : 69})$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดมุ่งหมายนั้น

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นมีความเที่ยงตรงในการวัดจุดประสงค์นั้น

(บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ . 2526 : 69)

4.2 การพิจารณาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

ส.วาสนา ประวาลพุกภัย(2533) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพิจารณาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการปฏิบัติในเรื่องของ ความหมาย และการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ความเชื่อมั่นของการให้คะแนน และความเชื่อมั่นของการปฏิบัติไว้ดังนี้

4.2.1 ความหมายของความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะเป็นดัชนีชี้ให้เห็นว่าคะแนนที่สอบวัดได้นั้นมีความเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด ใกล้เคียงกับคะแนนจริงหรือคะแนนความสามารถของผู้สอบหรือไม่ ถ้าให้กรรมการตรวจผลงานซ้ำเดิมอีกจะได้คะแนนเท่า หรือใกล้เคียงกับที่เขตรวจไว้ก่อนหรือไม่ ในแบบทดสอบนั้น ถ้าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงหมายความว่าคะแนนที่ได้จากการสอบมีความเชื่อถือได้ว่า ใกล้เคียงกับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ มีความคลาดเคลื่อนในการวัดน้อยมาก ในทางตรงกันข้าม ถ้าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำผลการสอบนั้นย่อมไม่เชื่อมั่นนักกว่าจะบอกถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบได้เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนในการวัดมาก

4.2.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

ในการทดสอบการปฏิบัตินั้น ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

4.2.2.1 ความคงเส้นคงวาของการให้คะแนน

4.2.2.2 ความคงเส้นคงวาของการปฏิบัติของผู้สอบ

4.2.2.3 ความแปรผัน(ความแตกต่างกัน) ในการดำเนินการสอบ

4.2.2.4 การเลือกกลุ่มตัวอย่างของข้อสอบ

4.2.3. ความคงเส้นคงวาของการให้คะแนนและการปฏิบัติ

ความเชื่อมั่นของการวัดผลการปฏิบัติ นั้น จะเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของผู้ให้คะแนนด้วย ทำให้ความเชื่อมั่นประกอบด้วย 2 ส่วน คือความคงที่ของการปฏิบัติของผู้ปฏิบัติ และความคงที่ของการตัดสินใจของผู้ประเมิน (ความคงที่ของการให้คะแนน)

ความเชื่อมั่นของผลงาน จะทำได้โดยให้ผู้ตัดสินหลายคนตัดสินผลงานอย่างเป็นอิสระแล้วดูความสอดคล้องกัน ถ้าเป็นการสังเกตการปฏิบัติงานก็ให้ผู้ตัดสินหลายคนบันทึกการสังเกตแล้วดูความสอดคล้องของการบันทึกเช่นกัน ในการพิจารณาจะดูสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ระหว่างแต่ละคู่ของผู้ตัดสิน ถ้ามีค่าสูงก็นับว่าใช้ได้ วิธีนี้จะช่วยให้ทราบว่าผู้ตัดสินคนใด ตัดสินไม่สอดคล้องกับผู้อื่นได้ด้วย ถ้าค่าสหสัมพันธ์ภายในต่ำจะต้องทำการปรับปรุงใหม่ดังนี้

1. ในบางครั้งผู้ตัดสินอาจไม่มีคุณสมบัติ ต้องคัดเลือกใหม่

2. ในกรณีที่ผู้ตัดสินมีคุณสมบัติเหมาะสม วิธีการตัดสินอาจจะไม่เข้าใจตรงกันจึงจำเป็นต้องดำเนินการโดยการเขียนคู่มือการตัดสินอย่างชัดเจน แจ่มแจ้งในแต่ละด้าน และพยายามแจกแจงรายละเอียดในการตัดสินให้เข้าใจตรงกัน เมื่อผู้ตัดสินมีความเชื่อมั่นสูงแล้ว จึงจะประเมินความเชื่อมั่นของการปฏิบัติซึ่งทำได้โดยให้ผู้ปฏิบัติ ปฏิบัติหลาย ๆ ครั้ง แล้วตัดสินโดยผู้ตัดสิน 1 คน คราวนี้ค่าความเชื่อมั่นจะขึ้นอยู่กับการวัดหรือตัวผู้ปฏิบัติเองถ้าความเชื่อมั่นสูงก็ใช้ได้ แต่ถ้าไม่สูงก็อาจจะมีสาเหตุมาจากเครื่องมือวัดหรือผู้ปฏิบัติฝึกฝนมาไม่ดีพอ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนนมากกว่า 2 คน การที่มีผู้ให้คะแนนหลายคนจะทำให้ตรวจสอบผลงานได้อย่างอิสระเช่น ในการประกวดภาพวาด การตัดสินบทประพันธ์ การสอบสัมภาษณ์ หรือแม้แต่การประกวดนางงามต่าง ๆ หรือการสังเกตการปฏิบัติงานที่ใช้ผู้สังเกตหลายคนการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของกรรมการ อาจทำได้โดยคำนวณค่า สหสัมพันธ์ภายในระหว่างกรรมการแต่ละคู่ถ้ามีค่าสูงค่าความเชื่อมั่นของกรรมการในแต่ละคู่ก็ใช้ได้ โดยสามารถคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของกรรมการชุดนี้ได้โดยใช้ Kendall Coefficient of Concordance : ω

$$\omega = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

(นิภา ศรีไพโรจน์ . 2533)

$$S = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m r_{ij} - \frac{m(n+1)}{2} \right]^2$$

ω	แทน	สัมประสิทธิ์ของความสอดคล้อง
$\sum_{j=1}^m r_{ij}$	แทน	ผลรวมของอันดับของนักเรียนแต่ละคน
m	แทน	จำนวนกรรมการให้คะแนน
n	แทน	จำนวนนักเรียน

- หมายเหตุ
1. ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจะต้องเป็นข้อมูลการจัดอันดับที่
 2. ค่าความเชื่อมั่นของกรรมการมากกว่าสองคน สามารถตรวจสอบหานัยสำคัญของค่าความเชื่อมั่นได้ ตามวิธีของ ω ในสถิติแบบนอนพารามตริก

4.2.4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เมื่อแบบทดสอบวัดการปฏิบัติที่ใช้กรรมการให้คะแนนมากกว่า 1 คน และหาค่าความเชื่อมั่นแล้วจากกรรมการทุกคนว่าสามารถให้คะแนนได้อย่างมีความเชื่อมั่น ควรจะนำแบบทดสอบไปทดลองสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเองโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

(α - Coefficient) ของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด . 2532)

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

α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_i^2 แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

4.2.5 ความเชื่อมั่นของการปฏิบัติ

ความเชื่อมั่นของการปฏิบัติของผู้สอบนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถหรือลักษณะของผู้ปฏิบัติเอง ซึ่งถ้าต้องการจะดูว่าในการปฏิบัติอย่างเดียวกันนั้น ผู้ปฏิบัติสามารถปฏิบัติได้คงเส้นคงวาเพียงใด ซึ่งเมื่อปฏิบัติซ้ำแล้วย่อมมีผลการปฏิบัติทั้งสองครั้งนำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แล้วแต่ลักษณะของข้อมูล กล่าวคือถ้าข้อมูลเป็นคะแนนก็คำนวณโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

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

เมื่อ

r แทน ค่าความเชื่อมั่น

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

X แทน คะแนนจากการตรวจครั้งที่หนึ่ง

Y แทน คะแนนจากการตรวจครั้งที่สอง

และถ้าข้อมูลเป็นอันดับที่ก็คำนวณโดยใช้สเปียร์แมน

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

เมื่อ

ρ ' แทน ค่าความเชื่อมั่น

D แทน ผลต่างของอันดับที่จากการตรวจสองครั้ง

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

4.2.6. ความแปรผันในการดำเนินการสอบและการเลือกกลุ่มตัวอย่างข้อสอบ

ความแปรผันในการดำเนินการสอบการปฏิบัติ ในกรณีซึ่งไม่สามารถจะดำเนินการสอบนักเรียนได้พร้อมกันทั้งหมดในเวลาเดียวกันนั้น ผู้ดำเนินการสอบจะต้องปฏิบัติตามวิธีดำเนินการสอบอย่างเคร่งครัดทุกขั้นตอน ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติมมากไปกว่าที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นสถานะขณะดำเนินการสอบก็เป็นสิ่งที่จะต้องควบคุมและควรมีการดำเนินการสอบที่มีงานให้ผู้สอบปฏิบัติแตกต่างกัน ซึ่งในการกำหนดงานที่แตกต่างกันนี้เป็นความรับผิดชอบของผู้กำหนดโดยตรง (ซึ่งจะเป็นครูผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหา นั้น ๆ) เพื่อจะพิจารณาว่างานที่กำหนดให้แตกต่างกันนั้นมีความเท่าเทียมกัน (Parallel) ในการวัดการปฏิบัติของผู้สอบ

จากการศึกษาเรื่องการศึกษาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบวัดการปฏิบัติแล้วพบว่า จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยจะเน้นที่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา สำหรับในเรื่องของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะต้องศึกษาในเรื่องของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและความเชื่อมั่นของการให้คะแนน งานวิจัยในครั้งนี้อกจากจะทำการหาคุณภาพในเรื่อง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกแล้วยังจะทำการหาคุณภาพของแบบทดสอบในเรื่องของ ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยใช้การหาความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่คาดหวัง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้วิธีการของ Cronbach (α - Coefficient) : α และค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนคำนวณโดยใช้ Kendall Coefficient of Concordance : ω

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์การสร้างแบบทดสอบ ภาคปฏิบัติ และการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้รวบรวมและนำเสนอตามลำดับดังนี้

ทราซี (Tracy . 1944 : 89-99) พบว่าในการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตนั้น นอกจากจะต้องใช้ความสามารถด้านทักษะในการคิดคำนวณแล้ว ยังจำเป็นต้องใช้ทักษะในการอ่านคำสั่ง และนักเรียนที่ด้อยในการแก้โจทย์ปัญหา มีแนวโน้มที่จะอ่อนในคำศัพท์ทั่วไป (General Vocabulary) และคำศัพท์คณิตศาสตร์

✓ เวอร์น (Weame . 1977 : 5328-A) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ โดยแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบความเข้าใจในเรื่องที่เรียน และแบบทดสอบการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรม การแก้ปัญหากับแบบทดสอบที่สร้างพบว่ามีค่าสหสัมพันธ์กัน 0.78

✓ **ฟอร์ซิท และ แอนสเลย์ (Forsyth and Ansley . 1982 : 257-263)** ได้ศึกษาคำความที่ตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาไจทซ์คณิตศาสตร์ ที่มีตัวเลือกเป็นกระบวนการคิด กับตัวเลือกที่เป็นผลสำเร็จที่เน้นความสำคัญของการคำนวณ โดยใช้แบบทดสอบ ITED (Iowa Tests Educational Development) จำนวน 36 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 9 และเกรด 11 จำนวน 9 โรงเรียน และในแต่ละโรงเรียนใช้วิธีการจับคู่ (Matched pairs) เพื่อให้กลุ่มหนึ่งใช้เครื่องคำนวณช่วยในการหาคำตอบ ผลการวิจัยพบว่าทักษะการคำนวณไม่มีผลต่อความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความสามารถของผู้สอบ ในการแก้ปัญหาไจทซ์คณิตศาสตร์ของนักเรียนจะใช้ทักษะกระบวนการคิดมากกว่าทักษะการคำนวณ

✓ **เฉลิมศรี จิ่งฉิ่น (2516 : 55-58)** ศึกษาผลของการเพิ่มข้อสอบอัตนัยเข้ากับแบบทดสอบเลือกตอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การศึกษา พบว่า แบบทดสอบคณิตศาสตร์ปัญหาแบบอัตนัยนั้นสามารถวัดสมรรถภาพทางสมองในด้าน การวิเคราะห์และรวบรวมความคิดสูงกว่าแบบ ทดสอบแบบเลือกตอบเพราะในการทดสอบด้วยแบบทดสอบอัตนัยผู้สอบจะต้องระลึกถึงความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ได้เคยเรียนมาแล้วนำมาสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วจึงลำดับความคิดว่า ควรจะเริ่มแก้ปัญหานั้น ณ จุดใด และจะต้องแก้ปัญหาใดบ้างในโจทย์ข้อนั้น จึงจะทำให้สามารถแก้ปัญหาลำเร็จลงได้

จรรยา ภูอุดม (2524 : 20-21) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามการประเมินของครู โดยสร้างแบบทดสอบในการแก้ปัญหาไจทซ์คณิตศาสตร์ขึ้นโดยคัดแปลงขั้นตอนการแก้ปัญหาไจทซ์คณิตศาสตร์มาสร้างเป็นชุดของแบบทดสอบ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ 3 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 การตีความหมายและความเข้าใจ ซึ่งประกอบด้วย

1. การทำความเข้าใจในความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา
2. การมองปัญหาหลาย ๆ แง่มุมเพื่อดูความเป็นไปได้ของปัญหา
3. การวาดรูปประกอบปัญหา ถ้าเป็นไปได้
4. การหาส่วนที่สำคัญของปัญหา เช่น สิ่งที่ต้องการ ข้อมูลที่ให้มา และเงื่อนไขต่าง ๆ
5. การคิดค้นความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของปัญหา

ฉบับที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย

1. การทบทวนความรู้ที่มี ซึ่งจะต้องใช้ในการแก้ปัญหา
2. การคิดถึงวิธีการในการให้เหตุผล ซึ่งจะต้องใช้แก้ปัญหา
3. การแบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหา ว่าส่วนใดเป็นปัญหาใหญ่ ส่วนใดเป็นปัญหาย่อย และจะต้องหาอะไรก่อน-หลัง

4. การพิจารณาปัญหาที่ใกล้เคียง เพื่อดูว่ามีอะไรร่วมหรือคล้ายกันบ้าง จะได้
แก้ปัญหาที่คล้าย ๆ กัน

5. การพิจารณาว่าข้อมูลที่ให้มานั้นเพียงพอหรือไม่

6. การเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสม

ฉบับที่ 3 การค้นหาคำตอบที่สมบูรณ์ที่สุดของปัญหา ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังนี้

1. การลงมือคิดคำนวณตามแผนที่วางไว้

2. การคาดคะเนคำตอบที่ใกล้เคียง

3. การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ

4. การตรวจสอบว่าคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดมาหรือไม่ ตลอดจน

ตรวจสอบกระบวนการต่าง ๆ ในการหาคำตอบ

5. การปรับปรุงคำตอบให้เป็นคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ตามการประเมินของครูมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จงดี วงศ์พรภักดี (2525 : 60-63) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งแบบทดสอบออกเป็นสองฉบับ คือแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล และ
แบบทดสอบโจทย์ปัญหา ซึ่งมีคุณภาพดังนี้ ค่าความยาก 0.24 - 0.76 ค่าอำนาจจำแนก 0.25
ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.897 และ 0.898 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการพิจารณาของ
ผู้เชี่ยวชาญ และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ศศิธร เล็กสุขศรี (2525 : 44-45) ทำการศึกษาผลของการทดสอบย่อยด้วยข้อสอบอัตนัยและ
ข้อสอบปรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริมาณการเดา และความคงทนในการ เรียนรู้ในวิชา
คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า กลุ่มที่ได้รับการทดสอบย่อยด้วยข้อสอบอัตนัยมีผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนสูงกว่ากลุ่มที่ทำการทดสอบด้วยข้อสอบปรนัยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

เบญจา เขียวสม (2533 : 65-69) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการแปลความหมายคำ หรือ
ข้อความที่กำหนดความสามารถในการสร้างสมการ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ความสามารถ
ในการนำหลักการกฎเกณฑ์ไปใช้ได้ และความสามารถในการคิดคำนวณ ซึ่งมีคุณภาพดังนี้
ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.51 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.28-0.70 ค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบมีค่า 0.88, 0.91, 0.89, 0.96 และ 0.95 ตามลำดับ

หทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล (2533 : 66-68) สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติงานโลหะเบื้องต้น ใน
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม จำนวน 3 ฉบับ คือ

แบบทดสอบงานกล่อกี่เหลี่ยม แบบทดสอบงานกระป๋องทรงกระบอกเข้าขอบวด และแบบทดสอบงานกรวยกลม ซึ่งมีคุณภาพดังนี้ ค่าความยาก 0.81, 0.76, 0.74 ค่าอำนาจจำแนก 0.62, 0.65, 0.68 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.54, 0.7736, 0.8274 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 2 คน 0.9529, 0.9618 และ 0.9338

พวงแก้ว ปุณฺณกนก (2535 : 112-119) สร้างแบบทดสอบอัตนัยประสูกัดเพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหา และศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบในเรื่องค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ค่าความเป็นปรนัยของการให้คะแนน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือ ผู้ที่มาสมัครสอบคัดเลือกเข้าศึกษาโครงการการศึกษาแพทย์แนวใหม่ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2531 จำนวน 59 คน และผู้มาสมัครสอบโครงการสร้างอาจารย์แพทย์ ปรกติคลินิก 11 คน ซึ่งผลการวิจัยทำให้ได้แบบทดสอบอัตนัยประสูกัด พร้อมโมเดลคำตอบเป็นแบบสอบที่ประกอบด้วยกรณีศึกษา 10 กรณี มีคำถาม 25 ข้อให้ เวลาทำทั้งหมด 1.30 ชั่วโมง คะแนนเต็ม 65 คะแนน โดยมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนระหว่างนักการศึกษา แพทย์ และ นักวิชาการ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.001 ความเชื่อมั่นของการให้คะแนนมีค่า 0.9408 ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบ มีค่า 0.4904 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพเมื่อใช้คะแนนจากแบบทดสอบเลือกตอบ (MCQ) เป็นเกณฑ์ มีค่า .4231 ค่าความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น เมื่อใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ โดยใช้แบบทดสอบทักษะทางคลินิก (Clinical Skill) และ การประเมินเชิง-วิเคราะห์ (Critical Appraisal) เป็นเกณฑ์ มีค่า .579 และ .494 ตามลำดับ และเมื่อใช้แบบทดสอบคอมพิวเตอร์เป็นเกณฑ์ มีค่า .460 และเมื่อใช้แบบทดสอบอัตนัยประสูกัดที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนและคะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า 0.416 และ 0.530 ตามลำดับ ความเที่ยงตรงเชิงจำแนกโดยใช้การมีภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์ และ ไม่มีภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ พบว่าคะแนนจาก แบบทดสอบอัตนัยประสูกัดของผู้ที่ภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนจากแบบทดสอบอัตนัยประสูกัดของผู้ที่ไม่มีภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากข้อสรุปของเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์โดยการให้ผู้สอบสังเคราะห์ข้อมูลเท่าที่มีอยู่ เพื่อคิดค้นหาคำตอบอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานของการปฏิบัติจริง ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหา ความสามารถในการวางแผนในการแก้ปัญหา และความสามารถในการหาคำตอบ ทำให้เกิดแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์
2. วิเคราะห์ทักษะและเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะย่อย ๆ แล้วเขียนเป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง

3. เขียนข้อสอบตามพฤติกรรมที่คาดหวังที่สร้างขึ้น
4. ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อสำรวจข้อบกพร่อง และแก้ไขปรับปรุงพร้อมกับสร้างเกณฑ์ให้คะแนน
5. นำแบบทดสอบที่ผ่านการแก้ไขจากข้อ 4 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ ความเที่ยงตรง
เชิงเนื้อหาแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ
6. นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 5 มาทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพด้านค่าความยาก
และค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ
7. จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 6 พร้อมทั้งเกณฑ์ในการให้คะแนน
8. นำข้อสอบที่จัดพิมพ์เสร็จแล้ว มาทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบ และความเชื่อมั่นของการให้คะแนน
9. เขียนคู่มือประกอบการใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น
10. จัดพิมพ์แบบทดสอบ เกณฑ์การให้คะแนน และคู่มือการใช้แบบทดสอบเป็นเล่ม



บทที่ 3

✓ วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

✓ ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 จำนวน 250 คน

✓ กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 จำนวน 250 คน ใช้วิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย แบ่งกลุ่มตัวอย่างได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 จำนวน 40 คน ทำการทดสอบครั้งที่ 1

กลุ่มที่ 2 จำนวน 70 คน ทำการทดสอบครั้งที่ 2

กลุ่มที่ 3 จำนวน 140 คน ทำการทดสอบครั้งที่ 3

✓ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาจากแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) วิชา ค 015 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยนำเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง

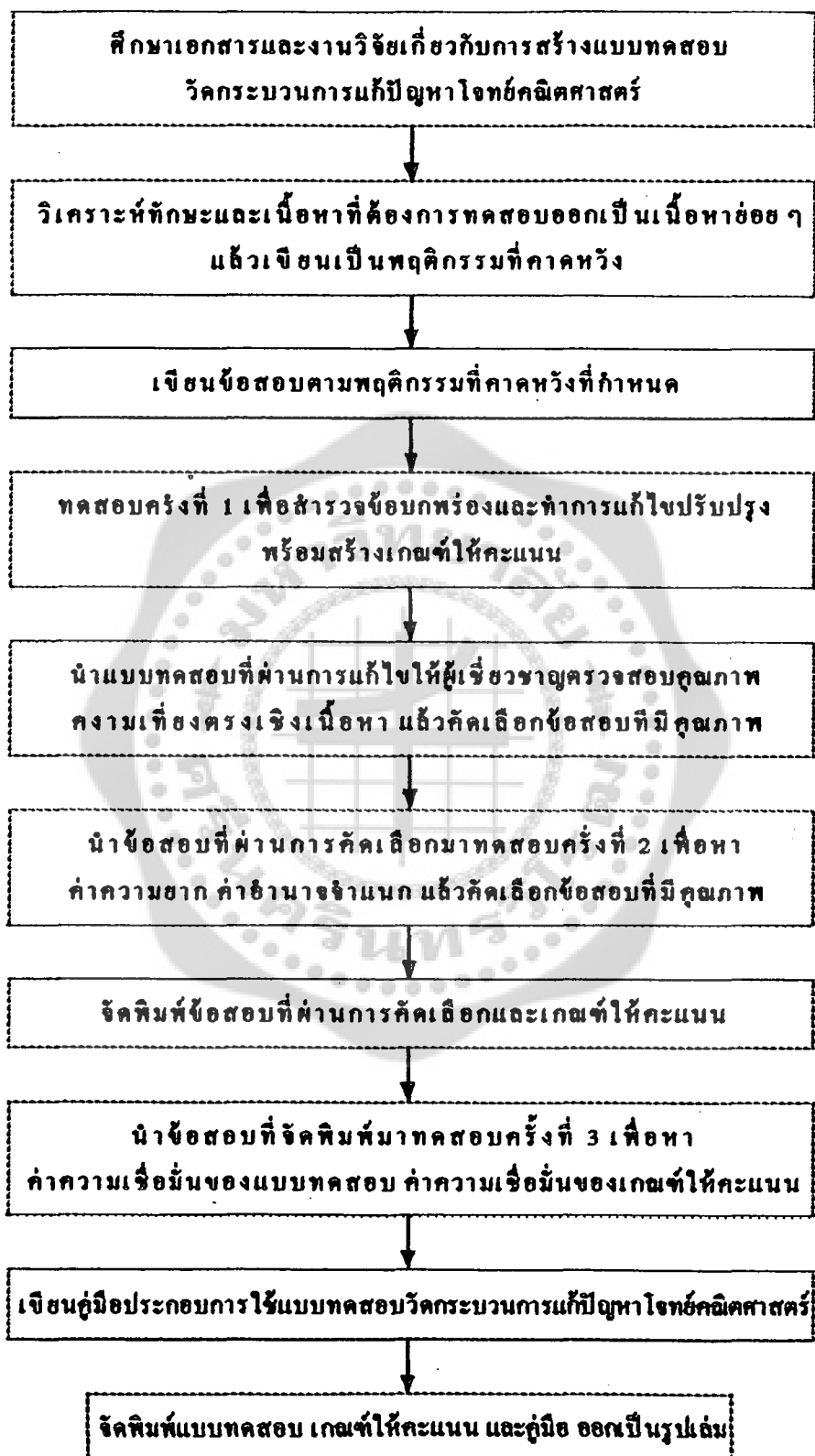
✓ การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามลำดับขั้น ดังแสดงในภาพประกอบ 1 (หน้า 35) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์

2. วิเคราะห์หลักสูตรโดยขอความร่วมมือจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการวัด และกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบดังแสดง ในตาราง 1 และ ตาราง 2 (หน้า 36)

3. เขียนข้อสอบตามพฤติกรรมที่คาดหวังในรูปสถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ
4. ทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน เพื่อสำรวจข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุง สร้างแนวการตอบและเกณฑ์ให้คะแนน
5. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความชัดเจนของคำถามแนวการตอบและเกณฑ์ให้คะแนนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มี ค่า IOC สูงกว่า 0.5 จำนวน 10 ข้อ
6. นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกค่า IOC มาทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 70 คน เพื่อตรวจสอบค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยข้อสอบที่มีคุณภาพจะมีค่าความยาก ในช่วง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีนัยสำคัญทางสถิติ (โดยทดสอบค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน)
7. จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 6 พร้อมทั้งเกณฑ์ให้คะแนน
8. นำข้อสอบที่จัดพิมพ์เสร็จแล้ว มาทดสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 140 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน
9. เขียนคู่มือประกอบการใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น
10. จัดพิมพ์แบบทดสอบ เกณฑ์การให้คะแนน และคู่มือการใช้แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม



ภาพประกอบ 1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

ตาราง 1 เนื้อหาและพฤติกรรมที่คาดหวังที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ

เนื้อหา	พฤติกรรมที่คาดหวัง
การนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเลขคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	1. เขียนลำดับในรูปแฉงพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้ 2. สามารถหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตได้ 3. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเลขคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้
การนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	1. เขียนลำดับในรูปแฉงพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้ 2. สามารถหาสมิตของลำดับ และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตได้ 3. สามารถหาผลบวกอนันต์ของอนุกรมคอนเวอร์เจนต์ได้ 4. เขียนทศนิมซ้ำในรูปเศษส่วนโคซอาคีของอนุกรมอนันต์ 5. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ตาราง 2 เนื้อหาและพฤติกรรมที่คาดหวังจำแนกตามจำนวนข้อสอบ

เนื้อหา	พฤติกรรมที่คาดหวังข้อที่วัด			จำนวนข้อสอบ
การนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเลขคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	1	2	3	4
การนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	1	5		4
	1	2	5	4
	1	3	5	4
	1	4	5	4
รวมข้อสอบ				20

ตัวอย่างข้อสอบและพฤติกรรมที่คาดหวัง

ข้อสอบ	พฤติกรรมที่คาดหวัง
ข้อ 00 เด็กคนหนึ่งเรียงลูกหิน 153 ลูกให้เป็นรูปสามเหลี่ยม โดยให้แต่ละแถวที่ติดกันมีจำนวนลูกหินต่างกันหนึ่งลูก และแถวสุดท้ายซึ่งเป็นจุดยอดของสามเหลี่ยมมีลูกหินเพียง 1 ลูก จงอธิบายหรือให้เหตุผลประกอบว่าแถวที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมประกอบด้วยลูกหินกี่ลูก และมีลูกหินทั้งหมดกี่แถว	- เขียนอนุกรมในรูปแจ้งพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของอนุกรมเลขคณิตได้ - สามารถหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตได้ - นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเลขคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

เกณฑ์ให้คะแนนและแนวในการตอบ

เกณฑ์ให้คะแนนเป็นตัวเลขที่ขึ้นบอกระดับความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์มี 5 ระดับดังนี้

ระดับความสามารถ	พฤติกรรมที่แสดง
0	ผู้สอบไม่แสดงข้อความใด ๆ หรือ เขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์
1	ผู้สอบแสดงความเข้าใจในปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
2	ผู้สอบวางแผนในการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และกำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3	ผู้สอบดำเนินการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแล้ว ดำเนินการในการแก้ปัญหา
4	ผู้สอบสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หากำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ดำเนินการในการแก้ปัญหา แล้วแสดงผลสรุปจากการดำเนินการ

แนวการตอบ

ข้อ 00 เด็กคนหนึ่งเรียงลูกหิน 153 ลูกให้เป็นรูปสามเหลี่ยม โดยให้แต่ละแถวที่ติดกันมีจำนวนลูกหินต่างกันหนึ่งลูก และแถวสุดท้ายซึ่งเป็นจุดยอดของสามเหลี่ยมมีลูกหินเพียง 1 ลูก จงอธิบายหรือให้เหตุผลประกอบว่าแถวที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมประกอบด้วยลูกหินกี่ลูกและมีลูกหินทั้งหมดกี่แถว

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด เรียงลูกหิน 153 ลูกให้เป็นรูปสามเหลี่ยม โดยในแต่ละแถวที่ติดกันมีจำนวนลูกหินต่างกันหนึ่งลูก และแถวสุดท้ายซึ่งเป็นจุดยอดของสามเหลี่ยมมีลูกหินเพียง 1 ลูก

สิ่งที่โจทย์ให้หา แถวที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมประกอบด้วยลูกหินกี่ลูกและมีลูกหินทั้งหมดกี่แถว
ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเลขคณิต

$$a_n = a_1 + (n-1)d$$

$$S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]$$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ภาพแสดงการเรียงลูกหิน ๐ จะเห็นว่า ลูกหินในแถวมี 1 มีลูกหิน 1 ลูก
 ๐๐ ลูกหินในแถวที่ 2 มีลูกหิน 2 ลูก
 ๐๐๐ ลูกหินในแถวที่ 3 มีลูกหิน 3 ลูก
 ๐๐๐๐
 ๐๐ ลูกหินในแถวที่ n มีลูกหิน n ลูก

จากภาพการเรียงลูกหินแสดงให้เห็นว่า

จำนวนลูกหินทั้งหมด = จำนวนลูกหินในแต่ละแถวรวมกัน

จำนวนลูกหินในแต่ละแถวสามารถแทนได้ด้วยลำดับเลขคณิต $a_n = 1, 2, 3, \dots, n$

และสามารถหาจำนวนแถวของลูกหินได้จากสมการ

$$S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]$$

$$a_1 = 1, d = 1, S_n = 153$$

$$153 = \frac{n}{2}[2(1) + (n-1)(1)]$$

$$n = 17, -18$$

สรุปจากการแก้ปัญหา จากการคำนวณจะได้ว่าลูกหินในแถวที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมมีจำนวน 17 ลูกและจำนวนแถวของลูกหินมีทั้งหมด 17 แถว

ข้อสอบ	พฤติกรรมที่คาดหวัง
ข้อ ๐๐๐ ถ้าปล่อยลูกเทนนิสให้ตกลงมาจากจุดที่อยู่สูงจากพื้น 27 เมตร พบว่าในแต่ละครั้งที่ลูกเทนนิสกระทบพื้น ลูกเทนนิสจะตอสสูงขึ้นเป็นระยะทาง 2 ใน 3 ของระยะทางที่ลูกเทนนิสตกลงมาจงอธิบายหรือให้เหตุผลประกอบว่าระยะทางทั้งหมดที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นเท่าไร	1. เขียนอนุกรมในรูปแจกพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของอนุกรมเรขาคณิตได้ 2. สามารถหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตได้ 5. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

เกณฑ์ให้คะแนนและแนวในการตอบ

เกณฑ์ให้คะแนนเป็นตัวเลขที่รับอรรถะความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์มี 5 ระดับดังนี้

ระดับความสามารถ	พฤติกรรมที่แสดง
0	ผู้สอบไม่แสดงข้อความใด ๆ หรือ เขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์
1	ผู้สอบแสดงความเข้าใจในปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
2	ผู้สอบวางแผนในการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และกำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3	ผู้สอบดำเนินการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแล้ว ดำเนินการในการแก้ปัญหา
4	ผู้สอบสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ดำเนินการในการแก้ปัญหา แล้วแสดงผลสรุปจากการดำเนินการ

แนวการตอบ

ข้อ 000 ถ้าปล่อยลูกเทนนิสให้ตกลงมาจากจุดที่อยู่สูงจากพื้น 27 เมตร พบว่าในแต่ละครั้งที่ลูกเทนนิส กระแทกพื้น ลูกเทนนิสจะลอยสูงขึ้นเป็นระยะทาง 2 ใน 3 ของระยะทางที่ลูกเทนนิสตกลงมาจ อธิบายหรือให้เหตุผลประกอบว่าระยะทางทั้งหมดที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นเท่าไร
แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด ลูกเทนนิสอยู่สูงจากพื้น 27 เมตร เมื่อปล่อยลูกเทนนิสให้ตกลงมาพบว่าในแต่ละครั้งที่ลูกเทนนิสกระแทกพื้นมันจะลอยสูงขึ้นเป็นระยะทาง 2 ใน 3 ของระยะทางที่มันตกลง

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ระยะทางทั้งหมดที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นเท่าไร

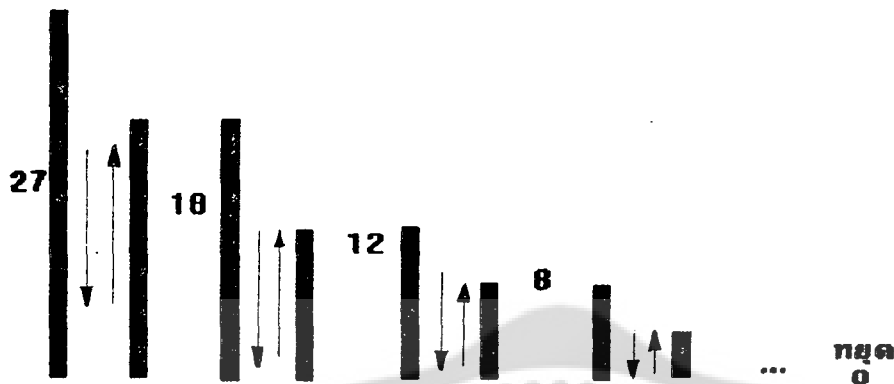
ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิต $a_n = a_1 r^{n-1}$

ความรู้เกี่ยวกับอนุกรมเลขคณิต

$$S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}, r \leq 1 \text{ (or)} S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1}, r \geq 1$$

การคำนวณการในการแก้ปัญหา

ภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกเทนนิส



จากภาพสามารถสรุปการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของลูกเทนนิสได้ 2 ระยะทางคือ

ระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ลงในแต่ละครั้งสามารถแทนด้วยลำดับ $a_1 = 27, 18, 12, \dots, 0$

ระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ขึ้นในแต่ละครั้งสามารถแทนด้วยลำดับ $a_2 = 18, 12, 8, \dots, 0$

ดังนั้นระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งหาได้จากผลบวกของระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้งรวมกับระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ลงในแนวตั้งสามารถหาได้จากสมการ

$$S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1}, r > 1$$

$$S_{n_1} = \frac{27 - 0}{1 - \frac{2}{3}} = 81; S_{n_2} = \frac{18 - 0}{1 - \frac{2}{3}} = 24$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา ระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งคือ

$$S_{n_1} + S_{n_2} = 81 + 24 = 105 \text{ เมตร}$$

ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ พุทธกรรมที่ศาลหวัง และเกณฑ์ให้คะแนน
คำชี้แจง แบบประเมินแต่ละข้อมี 2 ตอน

ตอนที่ 1 ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบ ข้อ 00 วัดได้ตรงตามพุทธกรรมที่ศาลหวังที่กำหนดหรือไม่
 โดยพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

- ให้ 1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามพุทธกรรมที่ศาลหวัง
 0 เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามพุทธกรรมที่ศาลหวัง
 -1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบไม่สามารถวัดได้ตรงตามพุทธกรรมที่ศาลหวัง

ข้อสอบ	พุทธกรรมที่ศาลหวัง	คะแนน การพิจารณา		
		1	0	-1
ข้อ 00 เด็กคนหนึ่งเรียงลูกหิน 153 ลูกให้เป็นรูป สามเหลี่ยม โดยให้แต่ละแถวที่ติดกันมี จำนวนลูกหินต่างกันหนึ่งลูก และแถวสุดท้าย ทำซึ่งเป็นจุดยอดของสามเหลี่ยมมีลูกหิน เพียง 1 ลูก จงอธิบายหรือให้เหตุผลประกอบ ว่าแถวที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมประกอบด้วย ลูกหินกี่ลูก และมีลูกหินทั้งหมดกี่แถว	1. เขียนอนุกรมในรูปแจกแจงและ หาพจน์ทั่วไปของอนุกรมเลขคณิตได้ 2. สามารถหาผลบวก n พจน์แรก ของอนุกรมเลขคณิตได้ 3. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม เลขคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้			

เกณฑ์ให้คะแนนและแนวในการตอบ

เกณฑ์ให้คะแนนเป็นตัวเลขที่ขึ้นบอกระดับความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์มี 5 ระดับดังนี้

ระดับความสามารถ	พฤติกรรมที่แสดง
0	ผู้สอบไม่แสดงข้อความใด ๆ หรือ เขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์
1	ผู้สอบแสดงความเข้าใจในปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
2	ผู้สอบวางแผนในการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และกำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3	ผู้สอบดำเนินการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้อง การให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแล้ว ดำเนินการในการแก้ปัญหา
4	ผู้สอบสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล เช่น สรุป เกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ใน การ แก้ปัญหา ดำเนินการในการแก้ปัญหา แล้วแสดงผลสรุปจากการดำเนินการ

แนวการตอบ

ข้อ 00 เด็กคนหนึ่งเรียงลูกหิน 153 ลูกให้เป็นรูปสามเหลี่ยม โดยให้แต่ละแถวที่ติดกันมีจำนวนลูกหินต่างกันหนึ่งลูก และแถวสุดท้ายซึ่งเป็นจุดยอดของสามเหลี่ยมมีลูกหินเพียง 1 ลูก จงอธิบายหรือให้เหตุผลประกอบว่าแถวที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมประกอบด้วยลูกหินกี่ลูกและมีลูกหินทั้งหมดกี่แถว

สิ่งที่โจทย์กำหนด เรียงลูกหิน 153 ลูกให้เป็นรูปสามเหลี่ยม โดยให้แต่ละแถวที่ติดกันมีจำนวนลูกหินต่างกันหนึ่งลูก และแถวสุดท้ายซึ่งเป็นจุดยอดของสามเหลี่ยมมีลูกหินเพียง 1 ลูก

สิ่งที่โจทย์ให้หา แถวที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมประกอบด้วยลูกหินกี่ลูกและมีลูกหินทั้งหมดกี่แถว

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเลขคณิต

$$a_n = a_1 + (n-1)d$$

$$S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]$$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ภาพแสดงการเรียงลูกหิน

o	จะเห็นว่า	ลูกหินในแถวที่ 1 มีลูกหิน 1 ลูก
oo		ลูกหินในแถวที่ 2 มีลูกหิน 2 ลูก
ooo		ลูกหินในแถวที่ 3 มีลูกหิน 3 ลูก
oooooo		
oo		ลูกหินในแถวที่ n มีลูกหิน n ลูก

จากภาพการเรียงลูกหินแสดงให้เห็นว่า

จำนวนลูกหินทั้งหมด = จำนวนลูกหินในแต่ละแถวรวมกัน

จำนวนลูกหินในแต่ละแถวสามารถแทนได้ด้วยลำดับเลขคณิต $a_n = 1, 2, 3, \dots, n$

และสามารถหาจำนวนแถวของลูกหินได้จากสมการ

$$S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]; a_1 = 1, d = 1, S_n = 153$$

$$153 = \frac{n}{2}[2(1) + (n-1)(1)]$$

$$n = 17, -18$$

สรุปจากการแก้ปัญหา จากการคำนวณจะได้ว่าลูกหินในแถวที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมมี

จำนวน 17 ลูก และจำนวนแถวของลูกหินมีทั้งหมด 17 แถว

ตอนที่ 2 ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ท่านต้องการ

หลังจากพิจารณาแล้วท่านแน่ใจว่าเกณฑ์ให้คะแนน

..... เหมาะสมมาก

..... เหมาะสม

..... ต้องปรับปรุง

ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ พหุติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ให้คะแนน

คำชี้แจง แบบประเมินแต่ละข้อมี 2 ตอน

ตอนที่ 1 ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบ ข้อ 000 วัดได้ตรงตามพหุติกรรมที่คาดหวังที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

- ให้ 1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามพหุติกรรมที่คาดหวัง
 0 เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามพหุติกรรมที่คาดหวัง
 -1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบไม่สามารถวัดได้ตรงตามพหุติกรรมที่คาดหวัง

ข้อสอบ	พหุติกรรมที่คาดหวัง	คะแนน การพิจารณา		
ข้อ 000 ถ้าปล่อยลูกเทนนิสให้ตกลงมาจากจุด ที่อยู่สูงจากพื้น 27 เมตร พบว่าในแต่ละครั้ง ที่ลูกเทนนิสกระทบพื้น ลูกเทนนิสจะลอย สูงขึ้นเป็นระยะทาง 2 ใน 3 ของระยะทางที่ ลูกเทนนิสตกลงมาจ่อริบาชหรือให้เหตุผล ประกอบว่าระยะทางทั้งหมดที่ลูกเทนนิส เคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นเท่าไร	1. เขียนอนุกรมในรูปแรงพจน์ และหา พจน์ทั่วไปของอนุกรมเรขาคณิตได้ 2. สามารถหาผลบวก n พจน์แรก ของอนุกรมเรขาคณิตได้ 5. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม เรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้	1	0	-1

เกณฑ์ให้คะแนนและแนวในการตอบ

เกณฑ์ให้คะแนนเป็นตัวเลขที่รับอกระดับความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์มี 5 ระดับดังนี้

ระดับความสามารถ	พหุติกรรมที่แสดง
0	ผู้สอบไม่แสดงข้อความใด ๆ หรือ เขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์
1	ผู้สอบแสดงความเข้าใจในปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
2	ผู้สอบวางแผนในการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และกำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3	ผู้สอบดำเนินการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้อง การให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแล้ว ดำเนินการในการแก้ปัญหา
4	ผู้สอบสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล เช่น สรุป เกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ใน การ แก้ปัญหา ดำเนินการในการแก้ปัญหา แล้วแสดงผลสรุปจากการดำเนินการ

แนวการตอบ

ข้อ 000 ถ้าปล่อยลูกเทนนิสให้ตกลงมาจากจุดที่อยู่สูงจากพื้น 27 เมตร พบว่าในแต่ละครั้งที่ลูกเทนนิสกระทบพื้น ลูกเทนนิสจะลอยสูงขึ้นเป็นระยะทาง 2 ใน 3 ของระยะทางที่ลูกเทนนิสตกลงมาจนอับายหรือให้เหตุผลประกอบว่าระยะทางทั้งหมดที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นเท่าไร

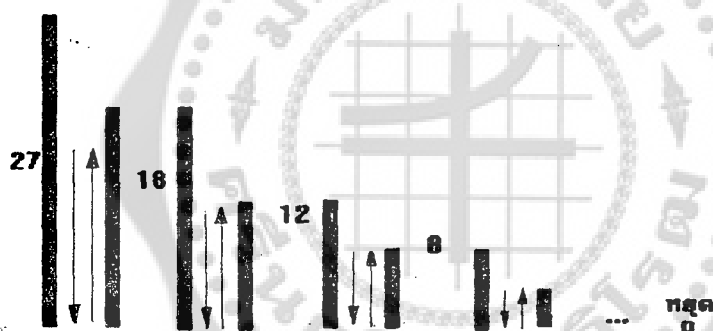
แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด ลูกเทนนิสอยู่สูงจากพื้น 27 เมตร เมื่อปล่อยลูกเทนนิสให้ตกลงมาพบว่าในแต่ละครั้งที่ลูกเทนนิสกระทบพื้น ลูกเทนนิสจะลอยสูงขึ้นเป็นระยะทาง 2 ใน 3 ของระยะทางที่ลูกเทนนิสตกลง
สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ระยะทางทั้งหมดที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นเท่าไร

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิต $a_n = a_1 r^{n-1}$ ความรู้เกี่ยวกับ

อนุกรมเลขคณิต $S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}, r \leq 1$ (or) $S_n = \frac{a_1(r^n-1)}{r-1}, r \geq 1$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา ภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกเทนนิส



จากภาพสามารถสรุปการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของลูกเทนนิสได้ 2 ระยะทางคือ

ระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ลงในแต่ละครั้งสามารถแทนด้วยลำดับ $a_1 = 27, 18, 12, \dots, 0$

ระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ขึ้นในแต่ละครั้งสามารถแทนด้วยลำดับ $a_2 = 18, 12, 8, \dots, 0$

ดังนั้นระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งหาได้จากผลบวกของระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้งรวมกับระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ลงในแนวตั้ง สามารถหาได้จากสมการ

$$S_n = \frac{a_1(r^n-1)}{r-1}, r \geq 1$$

$$S_n = \frac{27-0}{1-\frac{2}{3}} = 81; S_{n_2} = \frac{18-0}{1-\frac{2}{3}} = 24$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา ระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวตั้งคือ

$$S_{n_1} + S_{n_2} = 81 + 24 = 105 \text{ เมตร}$$

ตอนที่ 2

ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ท่านต้องการ

หลังจากพิจารณาแล้วท่านแน่ใจว่าเกณฑ์ให้คะแนน

.....เหมาะสมมาก

.....เหมาะสม

.....ต้องปรับปรุง

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างโดยมีวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ขอความร่วมมืออาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ในโรงเรียนที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง เพื่อกำหนด วัน เวลา และสถานที่ที่จะทำการสอบ
3. ขอความร่วมมืออาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 จำนวน 3 ท่าน เพื่อเป็นกรรมการในการตรวจให้คะแนน
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างตามวันและเวลาที่นัดหมาย โดยก่อนดำเนินการ สอบผู้วิจัยชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ได้ผลตรงตามความเป็นจริง
5. หลังจากดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่างครบเรียบร้อยแล้ว ให้กรรมการในข้อ 3 ตรวจกระดาษคำตอบ
6. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการหาค่าสถิติดังนี้

1. ค่าสถิติเบื้องต้น (ทวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2531) ได้แก่

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

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

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

2. ค่าความยากของข้อสอบแบบทดสอบ (บุญชม ศรีสะอาด . 2532)

$$P_i = \frac{\bar{X}_i}{K_i}$$

P_i แทน ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i

$\bar{X}_i$ แทน คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบข้อที่ i

K_i แทน คะแนนเต็มของข้อสอบข้อที่ i

3. ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ หากจากค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อกับคะแนนรวม คำนวณโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (\text{บุญชม ศรีสะอาด . 2532})$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

X แทน คะแนนของข้อสอบข้อที่หาค่าอำนาจจำแนก

Y แทน คะแนนคะแนนรวมของข้อสอบทุกข้อ

หมายเหตุ นำค่า r ที่คำนวณได้ไปทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยเปิดตาราง ค่าวิกฤติของการแจกแจงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน(ทวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2531 : 304)

4. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คำนวณโดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (\text{บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ . 2526 : 69})$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดมุ่งหมายนั้น

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปแสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นมีความเที่ยงตรงในการวัดจุดประสงค์นั้น (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ . 2526 : 69)

5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ α (α - Coefficient) ของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด . 2532)

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

α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_i^2 แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

s_r^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

6. ค่าความเชื่อมั่นของกรรมการมากกว่า 2 คน โดยใช้ Kendall Coefficient of Concordance : ω

$$\omega = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

$$S = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m r_{ij} - \frac{m(n+1)}{2} \right]^2$$

(นิภา ศรีไพโรจน์ . 2533)

ω แทน สัมประสิทธิ์ของความสอดคล้อง

$\sum_{j=1}^m r_{ij}$ แทน ผลรวมของอันดับของนักเรียนแต่ละคน

m แทน จำนวนกรรมการให้คะแนน

n แทน จำนวนนักเรียน

หมายเหตุ

1. ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจะต้องเป็นข้อมูลการจัดอันดับที่
2. ค่าความเชื่อมั่นของกรรมการมากกว่าสองคน สามารถตรวจสอบหาที่สำคัญของค่าความเชื่อมั่นได้ ตามวิธีของ ω ในสถิติแบบนอนพารามตริก

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

IOC	แทน	ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
s	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ
p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ω	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน
m	แทน	จำนวนกรรมการตรวจให้คะแนน
m_1	แทน	อันดับจากกรรมการคนที่ 1
m_2	แทน	อันดับจากกรรมการคนที่ 2
m_3	แทน	อันดับจากกรรมการคนที่ 3

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบขั้นต้น ได้แก่การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแนวการตอบเกณฑ์ให้คะแนน
2. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก
3. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินคุณภาพขั้นต้นของแบบทดสอบ ได้แก่การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแนวการตอบและเกณฑ์ให้คะแนน

1.1 รายละเอียดของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงทักษะในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์โดยการเขียนตอบในกระดาษ โดยจะวัดความเข้าใจในปัญหาวิธีการในการแก้ปัญหา และคำตอบของปัญหา จำนวน 10 ข้อ เวลาในการสอบ 2 ชั่วโมง

1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ในการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ เมื่อเขียนข้อคำถามตามพฤติกรรมที่คาดหวังในรูปสถานการณ์ จำนวน 20 ข้อแล้ว นำแบบทดสอบที่สร้างไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 จำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อคำถาม และสร้างแนวการตอบและเกณฑ์ให้คะแนน เมื่อนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงข้อคำถาม แนวการตอบและเกณฑ์ให้คะแนนเรียบร้อยแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 11 ท่าน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและพิจารณาแนวการตอบและเกณฑ์ให้คะแนน ผลการประเมินครั้งแรก ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จาก 11 ท่านให้คำแนะนำและเสนอให้ปรับปรุงพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ให้คะแนนให้ชัดเจนขึ้น ผู้วิจัยจึงนำข้อสอบทั้ง 20 ข้อ มาพิจารณา คัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบให้ชัดเจนและเหมาะสมได้จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยจึงนำเสนอผู้เชี่ยวชาญทั้ง 11 ท่าน อีกครั้ง ผลการพิจารณาปรากฏว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบที่ 10 ข้อ มีค่าประเมิน 1.00 ทุกข้อ และ เกณฑ์ให้คะแนนอยู่ในระดับเหมาะสม

2. การประเมินคุณภาพแบบทดสอบด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

2.1 ค่าสถิติเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จำนวน 10 ข้อ มาทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 70 คนและครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 140 คน ได้ค่าสถิติเบื้องต้น ตามตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติเบื้องต้นจากการสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

ค่าสถิติที่วัด	N	K	เวลา	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	s
ผลจากการสอบครั้งที่ 2	70	10	2 ชั่วโมง	40	19.70	12.00
ผลจากการสอบครั้งที่ 3	140	10	2 ชั่วโมง	40	17.52	11.25

จากตาราง 3 ได้ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นคือ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์จากการทดสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 มีค่า 19.70 และ 17.52 ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 มีค่า 12.00 และ 11.25 ตามลำดับ

2.2 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 70 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ 3 จำนวน 140 คน มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้การหาค่าความยากรายข้อของแบบทดสอบ และค่าอำนาจจำแนกโดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน แล้วนำค่าที่ได้มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (บุญชม ศรีสะอาด, 2532) ได้ข้อผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อจากการทดสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

ข้อสอบข้อที่	ผลจากการสอบครั้งที่ 2		ผลจากการสอบครั้งที่ 3	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.59	0.74 *	0.52	0.78 *
2	0.71	0.31 *	0.62	0.49 *
3	0.45	0.69 *	0.36	0.67 *
4	0.39	0.48 *	0.37	0.63 *
5	0.42	0.80 *	0.43	0.73 *
6	0.62	0.72 *	0.60	0.65 *
7	0.51	0.87 *	0.40	0.81 *
8	0.39	0.88 *	0.35	0.79 *
9	0.40	0.82 *	0.32	0.70 *
10	0.44	0.83 *	0.42	0.79 *

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 4 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มีค่าความยากรายข้อจากการทดสอบในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 อยู่ในช่วง 0.39 - 0.71 และ 0.32 - 0.62 ตามลำดับ

แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อจากการทดสอบในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 อยู่ในช่วง 0.31 - 0.88 และ 0.34 - 0.79 ตามลำดับ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกที่คำนวณได้ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทุกค่า

3. การประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนน

3.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทยคณิตศาสตร์ มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 จำนวน 140 คน แล้วคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด : 2532) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทยคณิตศาสตร์ มีค่า 0.8068

3.2 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนน

ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนนแบบทดสอบโดยสุ่ม(อย่างง่าย)กระดานเขียนตอบของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 51 คน มาให้กรรมการตรวจคำตอบ 3 ท่าน ประเมินผลการสอบค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนโดยกรรมการ 3 ท่าน คำนวณโดยใช้ Kendall Coefficient of Concordance : ω ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนนของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทยคณิตศาสตร์ มีค่า 0.9763 เมื่อนำค่า ω มาทดสอบนัยสำคัญ พบว่าค่า ω มีนัยสำคัญทางสถิติสรุปได้ว่าการให้คะแนนของกรรมการทั้ง 3 ท่าน มีความสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ในภาคเรียนที่ 1
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ในด้านความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 จำนวน 250 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 จำนวน 250 คน ใช้วิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย แบ่งกลุ่มตัวอย่างได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 จำนวน 40 คน ทำการทดสอบครั้งที่ 1
- กลุ่มที่ 2 จำนวน 70 คน ทำการทดสอบครั้งที่ 2
- กลุ่มที่ 3 จำนวน 140 คน ทำการทดสอบครั้งที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ โดยใช้นิยามจากแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) วิชา ค 015 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยนำเนื้อหาเรื่อง ค่าสัมประสิทธิ์และอนุกรม จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างโดยมีวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ขอความร่วมมืออาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ในโรงเรียนที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง เพื่อกำหนด วัน เวลา และสถานที่ที่จะทำการสอบ
3. ขอความร่วมมืออาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 จำนวน 3 ท่าน เพื่อเป็นกรรมการในการตรวจให้คะแนน
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างตามวันและเวลาที่นัดหมาย โดยก่อนดำเนินการ สอบผู้วิจัยแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ได้ผลตรงตามความเป็นจริง
5. หลังจากดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่างครบเรียบร้อยแล้ว ให้กรรมการในข้อ 3 ตรวจกระดาษคำตอบ
6. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 11 ท่าน สรุปผลได้ดังนี้
ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบที่ 10 ข้อ มีค่าประเมิน 1.00 ทุกข้อ และ เกณฑ์ให้คะแนนอยู่ในระดับเหมาะสม
2. ค่าสถิติเบื้องต้นที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 สรุปผลได้ดังนี้
คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์จากการสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 มีค่า 19.7 และ 17.52 ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการสอบครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 เป็น 12.0 และ 11.25 ตามลำดับ
3. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์จากการสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 สรุปผลได้ดังนี้
ค่าความยากรายข้อของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์จากการสอบครั้งที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.39 ถึง 0.71 โดยข้อสอบข้อที่ 8 และ ข้อที่ 4 ยากที่สุด ($p = 0.39$) และข้อสอบข้อที่ 2 ง่ายที่สุด ($p = 0.71$)

ค่าความอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.31 ถึง 0.88 ข้อข้อสอบข้อที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุด ($r = 0.31$) และข้อสอบข้อที่ 8 มีค่าอำนาจจำแนกสูงสุด ($r = 0.88$)

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์จากการทดสอบครั้งที่ 3 มีค่า 0.8068

5. ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนนของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์จากการทดสอบครั้งที่ 3 ที่ตรวจโดยกรรมการ 3 ท่าน มีค่า 0.9763

อภิปรายผล

1. แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เนื้อหาจากแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ราชวิชา ค 015 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยนำเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง ได้มีการตรวจสอบคุณภาพตั้งแต่เริ่มต้น โดยสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ตามพฤติกรรมที่คาดหวังในรูปสถานการณ์ แล้วนำข้อสอบ พฤติกรรมที่คาดหวังและเกณฑ์ให้คะแนนเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินผลความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่คาดหวัง และความเหมาะสมของเกณฑ์ให้คะแนน ซึ่งผลจากการประเมินได้ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ที่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ให้คะแนนอยู่ในระดับเหมาะสม สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสูง และเกณฑ์ให้คะแนนสามารถนำมาประเมินผลการสอบได้

2. เมื่อนำแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ไปทำการทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าสถิติเบื้องต้น คือ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ มีค่าเป็น 19.7 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 12.0 สำหรับคุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ด้านค่าความยากของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ข้อสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.39 - 0.71 และค่าความอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.31 - 0.88 ซึ่งเมื่อเปิดตารางค่าวิกฤติของการแจกแจงของสัมประสิทธิ์แบบเพียร์สัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531:304) ที่ $df = 70$, $\alpha = 0.05$ มีค่า 0.2319 ซึ่งค่าอำนาจจำแนกที่คำนวณได้ค่าสูงกว่า 0.2319 ทำให้ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความยากของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์แต่ละข้อที่วัดได้มีความยากอยู่ในช่วง 0.2 - 0.8 (ชวาล แพร์ตกุล, 2516 : 274) อันนี้แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวัดกระบวนการ

แก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์มีคุณภาพทั้งค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกในระดับที่ใช้การประเมินผลความสามารถของผู้เข้าสอบได้

3. เมื่อนำแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์ไปทำการทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าสถิติเบื้องต้น คือ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์มีค่าเป็น 17.52 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 11.25 สำหรับคุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์ด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด, 2532) มีค่า 0.8068 ด้านค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนนของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์ที่คำนวณจาก ค่า ω (The Kendall Coefficient of Concordance) ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความสอดคล้องของการตัดสินของกรรมการที่ตรวจข้อสอบ ได้ค่า $\omega = 0.9763$ ซึ่งใกล้เคียง 1 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์ที่ตรวจโดยกรรมการ 3 ท่าน มีความสอดคล้องกันมากค่า เพราะเมื่อนำค่า $\omega = 0.9763$ มาตรวจสอบหาข้อสำคัญของค่าความเชื่อมั่น พบว่าค่า ω ที่คำนวณได้ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = .05$ แสดงว่าเกณฑ์ให้คะแนนมีความชัดเจน น่าเชื่อถือ และมีความเป็นปรนัย จากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์และค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนนสามารถยืนยันคุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์ได้ว่า เหมาะสมที่จะนำมาประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เข้าสอบได้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ทำให้ผู้วิจัยได้แนวความคิดที่จะเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ในการทดสอบครั้งแรกผู้วิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างประมาณ 70 % ไม่สามารถแสดงกระบวนการในการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์ออกมาในรูปของการเขียนตอบได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการฝึกทักษะการวางแผนในการแก้ปัญหาในขั้นของความเข้าใจในปัญหา พบว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความเข้าใจในปัญหาจะมีความพอชาวมในการทำข้อสอบ และมีเจตคติต่อการสอบวิชาจิตเวชศาสตร์ดีกว่าเดิม ผู้วิจัยจึงเห็นว่าน่าจะมีการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้อย่างจริงจัง
2. จากการทำการสอบทั้ง 3 ครั้งพบว่า ผู้สอบส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในการวางแผนการแก้ปัญหาทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหามาออกมาในรูปของการเขียนตอบในกระดาษได้ชัดเจน น่าจะมีการฝึกทักษะการวางแผนในการแก้ปัญหา ออกเผยแพร่ให้มากกว่านี้เพื่อให้ระบบการเรียนการสอนจิตเวชศาสตร์ของไทยมีการพัฒนาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น
3. จากผลการวิจัยพบว่าเกณฑ์ให้คะแนนของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาจิตเวชศาสตร์มีความเป็นปรนัยสูงพอที่ผู้ที่มีความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมสามารถประเมินหรือเป็นผู้ตรวจ

แบบทดสอบฉบับนี้แล้วผลการประเมินจะเชื่อถือได้ ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบทดสอบในลักษณะนี้ควรจะให้ความสำคัญสูงสุดกับเกณฑ์ให้คะแนน

4. ควรสนับสนุนให้มีการสร้างแบบทดสอบในลักษณะเช่นเดียวกันนี้ในเนื้อหาอื่น ๆ หรือในรายวิชาอื่น ๆ ให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อที่จะทำให้การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนมีความเป็นมาตรฐาน และ สอดคล้องกับนโยบายการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการ อันจะเป็นผลให้เยาวชนที่ผ่านการศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. ควรมีการสัมมนาครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป





บรรณานุกรม

กมล สุคประเสริฐ . หลักและวิธีการวัดผลการศึกษา . กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2510 .

โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สมศักดิ์ สันธูระเวชย์ . การประเมินในชั้นเรียน . กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2523 .

✓ จงดี วงศ์พรภักดี . การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 . ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร , 2525 อัดสำเนา .

✓ จรรยา ภูอุดม . ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนตามการประเมินของครู . ปรินญานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2524 อัดสำเนา .

จินตนา ธนวิบูลย์ชัย . "การวัดการปฏิบัติ สภาพปัญหาและแนวทางพัฒนา" ,
วารสารการวัดผลการศึกษา . ปีที่ 14 ฉบับที่ 41 กันยายน-ธันวาคม 2535
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร .

✓ เฉลิมศรี จิ่งฉิ่น . ผลของการเพิ่มข้อสอบอัตนัยเข้ากับแบบทดสอบเลือกที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา . ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2516 อัดสำเนา .

ชวาล แพร์ดกุล . เทคนิคการวัดผล . กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช , 2516 .

_____ . การทดสอบเพื่อค้นหาและพัฒนาสมรรถภาพ . กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชา การศึกษา
ประสานมิตร, 2518 .

คำส เชื้องฉี . " การวิเคราะห์ข้อสอบ " , เอกสารการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการวัดและประเมิน
ผลการศึกษา . เชียงใหม่: ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2530 .

นันทิยา ศรีเทพ . " เยาวชนกับการพัฒนา: มุมมองหนึ่งของบัณฑิตอาสาสมัคร " , จุลสารวิชาการ
สำนักบัณฑิตอาสาสมัคร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 : 28-32 ; พ.ศ.-ก.ศ. 2536 .

นิภา ศรีไพโรจน์ . สถิติอนพาราเมตริก . กรุงเทพฯ : โอเคชั่นสโตร์ , 2533 .

นุชวรา เหลืองอังกูร . " การเขียนข้อสอบวัดผลงานปฏิบัติ " , วารสารวัดผลการศึกษา .
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม , ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 : หน้า 10-15 ; ก.ศ. 2536 .

บุญชม ศรีสะอาด . " วิเคราะห์อำนาจจำแนก " , วารสารการวัดผลการศึกษา ปีที่ 11 ฉบับที่ 31:
หน้า 39-48 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2532 .

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ . การวัดและการประเมินผลการศึกษา: ทฤษฎีและการประยุกต์ .

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2521 .

_____ . การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ . สำนักพิมพ์โอเคอินเตอร์ , 2527 .

เบญจา เชื้อวสม . การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามพฤติกรรมและการแก้ไขข้อบกพร่องตามทฤษฎีจิตวิทยา
มัธยมศึกษาปีที่ 1 . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ,
 กรุงเทพฯ , 2533 อัดสำเนา .

พัฒนาวดี ชูโต . "ประชากรในสังคมข่าวสาร " วารสารประชากรศาสตร์ . ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 :

หน้า 67-79 ; ก.ช. 2536 .

พวงแก้ว ปุณณกนก . "แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม ที คิว) เพื่อใช้ในการวัดทักษะการแก้ปัญหา",

วารสารครูศาสตร์ . ปีที่ 20 ฉบับที่ 4 : หน้า 111-119 ; เม.ย. - มิ.ย. 2535 .

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ . กรุงเทพฯ :

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2530 .

ไพศาล หวังพานิช . การวัดผลการศึกษา . กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช , 2526 .

ด้วน สายยศ . "การวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์" , พัฒนาวิศล 11 กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2518 .

ด้วน และ อังคณา สายยศ . หลักการวิจัยทางการศึกษา . กรุงเทพฯ : ศึกษาพร , 2528 .

ศศิธร เล็กสุขศรี . ผลของการทดสอบข้อสอบด้วยข้อสอบอัตนัยและข้อสอบปรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนปริมาณการเดา และความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร , 2525 อัดสำเนา .

ศึกษาธิการ กระทรวง . หนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ค 015 ตามหลักสูตร

มัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) , กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์คุรุสภา , 2535 .

_____ . หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) , กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา , 2534 .

ศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ . "หลักสูตรมัธยมศึกษา กับ หลักสูตรคณิตศาสตร์",

คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการวิชาคณิตศาสตร์ . กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา , 2534 .

_____ . "วิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา", คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้น

กระบวนการ วิชาคณิตศาสตร์ . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา , 2534 .

ศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ . "จุดสำคัญในการปรับหลักสูตร",

คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นกระบวนการ วิชาคณิตศาสตร์ .

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา , 2534 .

ศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ . "การวัดและการประเมินผลที่เน้นกระบวนการ"

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นกระบวนการ . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา

กรมศาสนา , 2534 .

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ . การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ . กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบ

ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2523 .

สมบุรณ์ สุริยวงศ์ . การวัดผลและการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ . กรุงเทพฯ : ภาควิชาการ

ทดสอบและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง , (ม.ป.ป.)

สมศักดิ์ สันธูระเวชญ์ . การประเมินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษา . กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทาง

การศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ , 2530 .

ส. วาสนา ประวาลพดุกษ์ . "การพิจารณาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการปฏิบัติ",

วารสารการวัดผลการศึกษา . ปีที่ 12 ฉบับที่ 35 : หน้า 28-42 ; ก.ช. -ธ.ค. 2533 .

_____ . "การพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบการปฏิบัติ" วารสารการวัดผลการศึกษา .

ปีที่ 12 ฉบับที่ 34 : หน้า 28-42 ; พ.ค. -ส.ค. 2533 .

_____ . "การสอบการปฏิบัติ" วารสารการวัดผลการศึกษา . ปีที่ 6 ฉบับที่ 16 : หน้า 28-42 ;

พ.ค. -ส.ค. 2533 .

✓ หัตถทิพย์ วิมประภาพรกุล . การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติงานโลหะแผ่นเบื้องต้นในระดับ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม . ปริญญาโท กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ , กรุงเทพฯ , 2533 อัดสำเนา .

อังคณา สายยศ . "การหาคุณภาพของแบบทดสอบ", เอกสารประกอบการฝึกอบรมการวัดประเมิน

ผลการศึกษา กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร , (ม.ป.ป.) .

อนันต์ ศรีโตภา . การวัดผลการศึกษา กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช , 2520

✗ Bloom, Benjamin S. Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning .

New York : McGraw-Hill Company, 1971 .

Carol A Meyer " What's the Difference Between Authentic and Performance Assessment " ,

Educational Leadership , May : 39-40 ;1992 .

Carr, R.L. "Performance and Authentic assessment", เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ 9 กันยายน 2535 . จัดโดยภาควิชาวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร .

Ebel, Robert L. Essentials of Educational Measurement . New Jersey : Prentice - Hall , Inc., 1986 .

✓ Forsyth, Robert A. and Ansley N. Timothy. "The Importance of Computational Skill for Answering item in Mathematics Problem Solving Test, Implications for Construct Validity. ", Educational and Psychological Measurement . 42 : 257-263 ; 1982 .

Forsyth, Robert A. and Sprott , Kouin. "Measuring Problem Solving Ability in Mathematical With Multiple Choice Item : The Effect of Item Formation Selected Item and Test Characteristics." , Journal of Educational Measurement . 17 : 31-43 : 1980 .

Gitomer and Yamamoto . "Performance Modeling that Integrates Latent Trait and Class theory ", Journal of Educational Measurement . 28(2); Summer, 1991.

John O' Neil . " Putting Performance Assessment to the test ", Educational Leadership . May : 14-19 ; 1992 .

Krulik Stephen . "Protem. Problem Solving and Stragetegy Games." , The Mathematics Teacher . 8 : 649-651 ; November 1977 .

Le Blanc F. "You Can Teach Problem Solving." , The Arithmetic Teacher .25: 16-20 ; November, 1977.

Mehrens William A. and Irvin J. Lehmann . Measurement and Evaluation in Education and Psychology . New York: Rinchart and Winson Inc. ,1985 .

NADEC- Thailand (The National Development Educational Center Thailand)

"Asian Regional Seminar practical Test " , Test Development in Asian Countries : A synthesis Report of Test Development . Ministry of the University Affair, 1986.

Siegel, S. Nonparametric Statistics For The Behavioral Science ; New York. : McGraw-Hill Book Company , 1977 .

Thorndike , Robert L . Measurement and Evalucation in Psychology and Education . New York Wiley, 1961 .

Walter Szetela and Cynthia Nicol "Evaluating Problem Solving in Mathematics ", Educational Leadership . May : 42-45 ; 1992 .

West, Tomimic A. " Rx for Verbal Problem; A Diograstic Prescriptive Approcach." , Arithmetic Teacher . 25: 57-58 ; 1977 .

- White. R.T. "Meta cognition", Educational Research Methodology and Measurement : an International Handbook . John P. Keeves , editor. Pergamon Press, Australia, 1988.
- Whirl, Robert T. "Problem Solving-Solution or Techique" , The Arithmetic Teacher . 6:1551-A ; October, 1973 .
- Zalewski, Claire Jean. "An Investigation of Selected Factor, Contributing to Success in Solving Mathematical Word Problem" , Dissertation Abstracts International . 4:2804-A ; July , 1978 .





รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของ
เกณฑ์ให้คะแนน ของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ นิภา ไพโรจน์ | ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เขาวนา ขวณิชำรง | ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 3. อาจารย์เขาวลิต รวยหาจิน | ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 4. คร. จวีวรรณ เสวตมาลย์ | หน่วยศึกษานิเทศก์วิชาคณิตศาสตร์
กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ |
| 5. อาจารย์สุชาติ สุรเกียรติ | หน่วยศึกษานิเทศก์วิชาคณิตศาสตร์
กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ |
| 6. อาจารย์นวลน้อย เจริญผล | หน่วยศึกษานิเทศก์วิชาคณิตศาสตร์
กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ |
| 7. อาจารย์อรพินธ์ เทวภินิมิต | โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม |
| 8. อาจารย์วัลลีย์ ธนานุกูล | โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม |
| 9. อาจารย์พัชราภรณ์ อินทรทัต | โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม |
| 10. อาจารย์ประเสริฐ กวางทอง | โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |
| 11. อาจารย์วิไล แจ่มเจริญ | โรงเรียนสมุทรปราการ |

ตาราง 5 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่คาดหวังกับข้อสอบรายข้อ (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ คนที่											รวม	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1
	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1

ตาราง 6 ผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์ให้คะแนนข้อสอบรายข้อ

ข้อสอบ ข้อที่	ผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์ให้คะแนน			ผลการประเมิน
	เหมาะสมมาก(%)	เหมาะสม(%)	ต้องปรับปรุง(%)	
1	-	90.9	9.10	เกณฑ์เหมาะสม
2	9.10	90.9	-	เกณฑ์เหมาะสม
3	-	90.9	9.10	เกณฑ์เหมาะสม
4	-	90.9	9.10	เกณฑ์เหมาะสม
5	-	81.8	18.20	เกณฑ์เหมาะสม
6	9.10	81.8	9.10	เกณฑ์เหมาะสม
7	9.10	90.9	-	เกณฑ์เหมาะสม
8	9.10	90.9	-	เกณฑ์เหมาะสม
9	-	90.9	9.10	เกณฑ์เหมาะสม
10	-	90.9	9.10	เกณฑ์เหมาะสม

ตาราง 7 คะแนนจากการสอบครั้งที่ 2 ศึกษาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

คนที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	รวม
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	7
2	1	3	2	4	4	4	4	1	3	1	27
3	1	3	1	4	1	4	4	0	0	0	18
4	1	3	2	4	2	1	4	0	1	1	19
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
7	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	7
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
10	4	3	4	0	1	4	4	4	3	4	31
11	4	3	1	0	4	4	4	4	4	4	32
12	4	3	2	4	3	4	4	4	4	4	36
13	4	3	2	0	3	4	4	4	4	4	32
14	4	3	4	0	3	4	4	4	4	4	34
15	4	3	3	0	3	4	4	4	0	4	29
16	4	3	3	0	3	4	4	4	0	4	29
17	4	3	3	0	3	4	4	4	4	4	33
18	4	3	3	0	3	4	4	4	3	4	32
19	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
20	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	35
21	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	35
22	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	34
23	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5
24	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	36
25	4	1	1	1	0	1	4	1	0	4	17
26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
27	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	5
28	4	4	4	4	0	4	4	2	0	0	26
29	3	1	4	3	4	4	4	4	4	4	35
30	4	1	0	0	4	4	4	4	4	4	29
31	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	37
32	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	7
33	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	7
34	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	6
35	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	9
36	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	5
37	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	6

ตาราง 7 คะแนนจากการสอบครั้งที่ 2 ศึกษาค่าความชากและค่าอำนาจจำแนก (ต่อ)

คนที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	รวม
38	1	3	1	0	0	3	0	0	0	0	8
39	1	3	1	1	0	2	0	0	0	0	8
40	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	6
41	2	3	0	0	3	2	0	1	0	0	11
42	1	3	1	4	0	4	4	2	4	4	27
43	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4	37
44	2	4	4	1	0	1	0	2	0	0	14
45	3	4	0	4	3	2	4	0	3	4	27
46	4	4	3	1	2	2	4	2	3	4	29
47	4	0	2	4	3	2	4	2	0	0	21
48	4	4	3	2	3	2	4	2	3	4	31
49	2	4	4	4	3	2	4	2	0	0	25
50	4	3	0	4	3	2	4	2	3	2	27
51	2	3	4	1	3	1	4	2	2	0	22
52	2	3	4	1	2	4	1	2	4	4	27
53	2	3	1	1	1	4	1	1	1	1	16
54	1	3	0	0	0	4	0	0	3	4	15
55	3	3	1	1	1	4	1	1	1	1	17
56	3	3	3	1	0	4	0	0	1	1	16
57	1	3	1	1	3	1	1	1	1	0	13
58	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	12
59	2	3	1	0	1	4	0	0	0	0	11
60	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
61	4	3	1	2	1	4	1	1	1	1	19
62	1	4	1	2	1	4	1	1	1	1	17
63	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	16
64	2	4	1	1	1	4	1	1	1	1	17
65	4	4	1	1	1	4	1	1	1	1	19
66	0	3	0	0	0	2	0	0	2	2	9
67	1	3	1	1	1	2	1	1	1	0	12
68	4	3	0	0	3	2	0	0	0	0	12
69	4	3	0	0	0	1	2	0	0	0	10
70	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	10
รวม	166	199	126	108	117	173	144	110	111	123	1377
p	0.5929	0.7107	0.45	0.3857	0.4179	0.6179	0.5143	0.3929	0.40	0.4393	
r	0.7402	0.3058	0.6865	0.4781	0.80	0.7187	0.8685	0.8766	0.818	0.833	

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

19.671

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

12.0

ตาราง 8 คะแนนจากการสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

เลขที่	ข้อที่1	ข้อที่2	ข้อที่3	ข้อที่4	ข้อที่5	ข้อที่6	ข้อที่7	ข้อที่8	ข้อที่9	ข้อที่10	รวม
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
2	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4	37
3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	37
4	4	3	2	4	3	4	4	4	4	4	36
5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	36
6	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	35
7	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	35
8	3	1	4	3	4	4	4	4	4	4	35
9	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	34
10	4	3	3	0	3	4	4	4	4	4	33
11	4	3	1	0	4	4	4	4	4	4	32
12	4	3	2	0	3	4	4	4	4	4	32
13	4	3	2	0	3	4	4	4	4	4	32
14	4	3	3	0	3	4	4	4	3	4	32
15	4	4	3	2	3	2	4	2	3	4	31
16	4	3	3	0	3	4	4	4	0	4	29
17	4	3	3	0	3	4	4	4	0	4	29
18	4	4	3	1	2	2	4	2	3	4	29
19	4	1	0	0	4	4	4	4	4	4	29
20	4	3	1	0	1	4	4	4	3	4	28
21	1	3	1	4	0	4	4	2	4	4	27
22	4	3	0	4	3	2	4	2	3	2	27
23	2	3	4	1	2	4	1	2	4	4	27
24	3	4	0	3	3	2	4	0	3	4	26
25	2	4	4	2	3	2	4	2	0	0	23
26	4	4	0	4	0	4	4	2	0	0	22
27	2	3	4	1	3	1	4	2	2	0	22
28	1	1	1	1	1	4	1	2	4	4	20
29	4	0	2	2	3	2	4	2	0	0	19
30	4	3	1	2	1	4	1	1	1	1	19
31	4	4	1	1	1	4	1	1	1	1	19
32	0	0	4	0	4	0	0	2	4	4	18
33	1	3	1	1	1	4	1	1	3	1	17
34	4	1	1	1	0	1	4	1	0	4	17
35	3	3	1	1	1	4	1	1	1	1	17
36	1	4	1	2	1	4	1	1	1	1	17
37	2	4	1	1	1	4	1	1	1	1	17
38	2	3	1	1	1	4	1	1	1	1	16
39	3	3	3	1	0	4	0	0	1	1	16
40	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	16

ตาราง 8 คะแนนจากการสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ (ต่อ)

เลขที่	ข้อที่1	ข้อที่2	ข้อที่3	ข้อที่4	ข้อที่5	ข้อที่6	ข้อที่7	ข้อที่8	ข้อที่9	ข้อที่10	รวม
41	1	3	2	0	2	1	4	0	1	1	15
42	1	3	0	0	0	4	0	0	3	4	15
43	1	3	1	0	1	4	4	0	0	0	14
44	2	0	0	1	3	4	0	0	0	4	14
45	2	1	0	2	3	2	0	0	0	4	14
46	2	4	3	1	0	1	0	2	0	0	13
47	1	3	1	1	3	1	1	1	1	0	13
48	4	1	0	0	4	4	0	0	0	0	13
49	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	12
50	1	3	1	1	1	2	1	1	1	0	12
51	4	3	0	0	3	2	0	0	0	0	12
52	2	3	0	0	3	2	0	1	0	0	11
53	2	3	1	0	1	4	0	0	0	0	11
54	3	1	4	3	0	0	0	0	0	0	11
55	1	1	1	1	1	4	1	1	0	0	11
56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
59	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
60	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	10
61	2	0	1	1	0	4	0	0	1	1	10
62	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	9
63	0	2	0	0	3	4	0	0	0	0	9
64	0	3	0	0	0	2	0	0	2	2	9
65	1	1	1	1	1	4	0	0	0	0	9
66	0	4	0	2	3	0	0	0	0	0	9
67	1	3	0	0	1	4	0	0	0	0	9
68	1	3	1	0	0	3	0	0	0	0	8
69	1	3	1	1	0	2	0	0	0	0	8
70	1	3	0	0	0	4	0	0	0	0	8
71	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	7
72	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	7
73	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	7
74	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0	7
75	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	6
76	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	6
77	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	6
78	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5
79	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	5
80	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	5

ตาราง 8 คะแนนจากการสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ (ต่อ)

เลขที่	ข้อที่1	ข้อที่2	ข้อที่3	ข้อที่4	ข้อที่5	ข้อที่6	ข้อที่7	ข้อที่8	ข้อที่9	ข้อที่10	รวม
81	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	5
82	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	4
83	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
84	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
85	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
86	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
87	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
88	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
89	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
90	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	3	3	0	0	2	3	1	0	1	1	14
93	2	4	0	0	2	3	0	0	2	4	17
94	3	2	0	2	2	4	0	0	0	0	13
95	0	4	0	0	2	0	1	4	0	0	11
96	0	2	0	1	2	1	1	0	1	3	11
97	0	0	0	0	1	1	0	2	2	3	9
98	2	1	2	1	0	1	0	1	0	1	9
99	2	3	1	1	3	2	0	0	0	2	14
100	0	2	2	0	2	1	0	2	3	3	15
101	0	2	2	0	2	1	0	0	0	2	9
102	0	2	2	0	0	3	0	3	0	1	11
103	1	0	0	1	2	3	0	1	0	0	8
104	2	0	0	0	0	2	0	0	2	2	8
105	0	2	2	0	3	2	0	0	0	0	9
106	2	2	0	2	2	2	0	0	0	0	10
107	0	4	4	2	2	2	0	0	0	0	14
108	3	0	1	0	1	1	0	3	0	1	10
109	1	3	1	0	0	3	3	0	1	0	12
110	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	6
111	4	4	0	0	2	4	0	0	2	0	16
112	1	0	1	0	1	1	4	0	0	0	8
113	0	0	1	4	2	2	4	0	0	4	17
114	1	0	1	2	0	4	2	0	0	0	10
115	1	1	0	2	2	1	2	2	4	0	15
116	1	1	1	4	1	3	0	0	4	0	15
117	1	2	0	0	1	3	0	1	2	0	10
118	1	0	1	4	4	4	0	0	1	0	15
119	4	4	4	4	0	4	1	0	0	4	25
120	4	4	4	4	4	4	4	0	3	4	35

ตาราง 10 คะแนนจากการตรวจของกรรมการคนที่ 2

คนที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	รวม
1	3	3	0	0	2	2	1	0	1	0	12
2	2	4	0	0	2	2	0	0	2	4	16
3	3	1	0	2	2	4	0	0	0	0	12
4	1	4	0	0	2	0	1	4	0	0	12
5	0	2	0	1	2	1	1	0	1	3	11
6	0	0	0	0	2	1	0	2	2	1	8
7	1	1	2	1	0	1	0	1	0	0	7
8	2	4	1	1	2	2	0	0	0	2	14
9	4	0	4	1	0	0	0	4	0	0	13
10	0	2	2	0	2	1	0	2	3	3	16
11	0	1	2	0	1	1	0	0	0	2	7
12	0	2	3	0	0	2	0	3	0	2	12
13	1	0	0	1	2	3	0	1	0	0	8
14	2	0	0	0	0	1	0	0	2	2	7
15	0	2	2	0	4	1	0	0	0	0	9
16	2	2	0	2	1	3	0	0	0	0	10
17	0	4	4	3	2	2	0	0	0	0	15
18	3	0	2	0	1	2	0	3	0	0	11
19	1	3	1	0	0	4	3	0	0	0	12
20	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	6
21	4	4	0	0	1	4	0	0	1	0	14
22	1	0	1	0	1	1	4	0	0	0	8
23	0	0	1	4	3	2	4	0	0	4	18
24	1	0	1	2	0	2	2	0	0	0	8
25	1	1	0	2	1	2	2	1	0	0	10
26	1	2	1	4	0	2	4	0	4	0	18
27	2	2	1	0	0	4	0	0	2	0	11
28	2	0	1	0	4	4	0	0	0	0	11
29	4	4	0	3	0	0	3	4	4	4	26
30	4	4	4	4	0	2	4	0	0	4	26
31	4	4	4	3	4	3	4	0	4	0	30
32	3	4	4	4	4	2	0	4	4	4	33
33	4	4	0	3	4	3	4	4	4	4	34
34	4	4	4	0	4	4	0	4	0	4	28
35	4	4	0	4	4	0	4	0	4	4	28
36	4	4	0	4	0	0	4	4	0	4	24
37	4	4	2	4	4	4	4	4	0	4	34
38	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	38
39	4	4	3	0	0	2	4	4	0	4	25
40	4	4	4	4	4	2	4	4	0	4	34
41	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	38
42	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	38
43	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
44	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	38
45	4	4	4	4	4	2	4	3	3	4	36
46	4	4	3	4	4	2	0	4	3	4	32
47	4	4	4	4	4	4	4	4	0	3	35
48	4	4	4	4	4	2	4	1	3	4	34
49	4	4	1	4	1	2	0	2	2	0	20
50	0	0	4	4	0	4	4	4	2	3	25
51	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	38

ตาราง 12 คะแนนและอันดับจากกรรมการให้คะแนน 3 ท่าน

เลขที่	คนที่1	อันดับ	คนที่2	อันดับ	คนที่3	อันดับ	รวม	(รวม-78)*2
1	14	32	12	34	14	31	97	361
2	17	24.5	16	26	18	24.5	75	9
3	13	34.5	12	34	14	31	99.5	462.25
4	11	38	12	34	12	37	109	961
5	11	38	11	38.5	13	34	110.5	1056.25
6	9	45.5	8	45.5	9	46	137	3481
7	9	45.5	7	49	10	43.5	138	3600
8	14	32	14	29.5	15	28	89.5	132.25
9	13	34.5	13	31	12	37	102.5	600.25
10	15	28.5	15	27.5	15	28	84	36
11	9	45.5	7	49	8	49	143.5	4290.25
12	11	38	12	34	13	34	106	784
13	8	49	8	45.5	9	46	140.5	3906.25
14	8	49	7	49	8	49	147	4761
15	9	45.5	9	43	10	43.5	132	2916
16	10	41.5	10	41.5	11	40.5	123.5	2070.25
17	14	32	15	27.5	12	37	96.5	342.25
18	10	41.5	11	38.5	11	40.5	120.5	1806.25
19	12	36	12	34	14	31	101	529
20	6	51	6	51	7	51	153	5825
21	16	26	14	29.5	15	28	83.5	30.25
22	8	49	8	45.5	9	46	140.5	3906.25
23	17	24.5	18	24.5	17	26	75	9
24	10	41.5	8	45.5	8	49	136	3364
25	15	28.5	10	41.5	11	40.5	110.5	1056.25
26	15	28.5	18	24.5	18	24.5	77.5	0.25
27	10	41.5	11	38.5	13	34	114	1296
28	15	28.5	11	38.5	11	40.5	107.5	870.25
29	27	19	26	18.5	28	15.5	53	625
30	25	21	26	18.5	24	21.5	61	289
31	35	8.5	38	15	35	9.5	33	2025
32	30	16	33	13	32	13.5	42.5	1260.25
33	31	15	34	10.5	36	7.5	33	2025
34	32	13.5	28	18.5	26	18.5	48.5	870.25
35	28	17.5	28	18.5	28	15.5	49.5	812.25
36	24	22	24	22	24	21.5	65.5	156.25
37	34	11	34	10.5	34	11.5	33	2025
38	35	8.5	38	4	26	18.5	31	2209
39	28	17.5	25	20.5	26	18.5	56.5	462.25
40	32	13.5	34	10.5	32	13.5	37.5	1640.25
41	40	2.5	38	4	38	6	12.5	4290.25
42	40	2.5	38	4	40	2	8.5	4830.25
43	40	2.5	40	1	40	2	5.5	5256.25
44	40	2.5	38	4	39	4.5	11	4489
45	39	5.5	36	7	38	4.5	17	3721
46	34	11	32	14	34	11.5	36.5	1722.25
47	34	11	35	8	35	9.5	28.5	2450.25
48	36	7	34	10.5	36	7.5	25	2809
49	21	23	20	23	21	23	69	81
50	26	20	25	20.5	26	18.5	59	361
51	39	5.5	38	4	40	2	11.5	4422.25

8
ค่าความสอดคล้อง

97093.6
0.976305

คู่มือการใช้นแบบทดสอบ

ชื่อ แบบทดสอบวัดกระบวนการในการแก้ปัญหา

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนที่เรียนรายวิชา ค 015 เรื่องลำดับและอนุกรม

ลักษณะข้อสอบ เป็นข้อสอบสถานการณ์จำนวน 10 ข้อ แต่ละข้อให้แสดงกระบวนการแก้ปัญหา
 โจทย์คณิตศาสตร์ ในรูปของการเขียนตอบ

เวลาที่ใช้ ใช้เวลาในการสอบ 120 นาที โดยให้ผู้ทำแบบทดสอบอ่านคำชี้แจงเกี่ยวกับ
 แบบทดสอบ ประมาณ 20 นาที ใช้เวลาในการทำข้อสอบข้อละ 10 นาที

จุดมุ่งหมายในการวัด

ให้ผู้ทำแบบทดสอบแสดงความสามารถในการนำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม
 มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีกระบวนการ

การสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหา

โจทย์คณิตศาสตร์

2. วิเคราะห์หลักสูตรโดยขอความร่วมมือจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนด

จุดมุ่งหมายในการวัด และกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ

3. เขียนข้อสอบตามพฤติกรรมที่คาดหวังในรูปสถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ

4. ทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน เพื่อสำรวจข้อบกพร่องและ

แก้ไขปรับปรุง สร้างแนวการตอบและเกณฑ์ให้คะแนน

5. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความชัดเจนของคำถามแนวการตอบและเกณฑ์ให้
 คะแนนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC สูงกว่า
 0.5 จำนวน 10 ข้อ

6. นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกค่า IOC มาทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 70 คน
 เพื่อตรวจสอบค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยข้อสอบที่มีคุณภาพจะมีค่าความยากในช่วง
 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีนัยสำคัญทางสถิติ (โดยทดสอบค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน)

7. จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 6 พร้อมทั้งเกณฑ์ให้คะแนน

8. นำข้อสอบที่จัดพิมพ์เสร็จแล้ว มาทดสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 140 คน
 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

9. เขียนคู่มือประกอบการใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น

10. จัดพิมพ์แบบทดสอบ เกณฑ์การให้คะแนน และคู่มือการใช้แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

เนื้อหาและพฤติกรรมที่คาดหวังที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ

เนื้อหา	พฤติกรรมที่คาดหวัง
การนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเลขคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	1. เขียนลำดับในรูปแรงแพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้ 2. สามารถหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตได้ 3. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเลขคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้
การนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	1. เขียนลำดับในรูปแรงแพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้ 2. สามารถหาสมมติของลำดับ และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตได้ 3. สามารถหาผลบวกอนันต์ของอนุกรมคอนเวอร์เจนต์ได้ 4. เขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วนโดยอาศัยอนุกรมอนันต์ 5. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

เนื้อหาและพฤติกรรมที่คาดหวังจำแนกตามจำนวนข้อสอบ

เนื้อหา	พฤติกรรมที่คาดหวังข้อที่วัด			จำนวนข้อสอบ
การนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเลขคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	1	2	3	2
การนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	1	5		2
	1	2	5	2
	1	3	5	2
	1	4	5	2
รวมข้อสอบ				10

คุณภาพของแบบทดสอบ	ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 140 คนได้คุณภาพดังนี้
ค่าความยาก	ตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.62
ค่าอำนาจจำแนก	ตั้งแต่ 0.49 ถึง 0.81
ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 11 ท่าน
เกณฑ์ให้คะแนน	เหมาะสม (พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ 11 ท่าน)
ค่าความเชื่อมั่น	0.8068
ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ให้คะแนน	0.9763

ข้อสอบและพฤติกรรมที่คาดหวัง

ข้อสอบ	พฤติกรรมที่คาดหวัง
ข้อที่ 1 อุเทนตกลงซื้อรถยนต์จากสถานบริการแห่งหนึ่งเป็นเงิน 580,000 บาท ชำระเงินในวันทำสัญญา 280,000 บาท หลังจากนั้น ผ่อนส่งให้บริษัทเคเอ็นละ 30,000 บาทพร้อมดอกเบี้ย 1 % ต่อเดือน ของดอกเบี้ยที่ยังค้างชำระอยู่ โดยเริ่มส่งเงินหลังจากวันที่ทำสัญญา 1 เดือน จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่า อุเทนเสียเงินทั้งหมดในการซื้อรถยนต์คันนี้เป็นเงินเท่าไร ข้อที่ 2 เรือสองลำออกเดินทางจากจุด ๆ เดียวกันและไปในทิศทางเดียวกันโดยเรือลำแรกเดินทางวันแรก 74 กม. วันที่สอง เดินทาง 72 กม. วันที่สาม เดินทาง 70 กม. วันที่สี่ เดินทาง 68 กม. เช่นนี้ตามลำดับ ส่วนเรือลำที่สองเดินทางวันแรก 2 กม. วันที่สองเดินทาง 6 กม. วันที่สามเดินทาง 10 กม. วันที่สี่ เดินทาง 14 กม. เช่นนี้ตามลำดับ จงอธิบายและแสดงวิธีหาว่า เรือทั้งสองลำจะเดินทางมาถึงตำแหน่งเดียวกันหลังจากออกเดินทางไปแล้วกี่วัน	1. เขียนอนุกรมในรูปแจกพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของอนุกรมเลขคณิตได้ 2. สามารถหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตได้ 3. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเลขคณิต มาใช้ในการแก้ปัญหาได้
ข้อที่ 3 จากการทดลองพบว่า ไวรัส A ขยายพันธุ์ด้วยการแบ่งตัวจาก 1 ตัวเป็น 2 ตัว ภายในเวลา 10 วินาที และไวรัส B ขยายพันธุ์ด้วยการแบ่งตัวจาก 1 ตัวเป็น 3 ตัว ภายในเวลา 10 วินาที จากการทดลองพบว่า ไวรัส B จำนวน 2 ตัวช่วยกันกินไวรัส A ได้เพียง 1 ตัว ถ้าเริ่มต้นมีไวรัส B อยู่จำนวน 1600 ตัว และไวรัส A จำนวน 24300 ตัว จงอธิบายและแสดงวิธีในการหาว่า จะต้องใช้ไวรัสอย่างน้อยเท่าไรเมื่อนำไวรัส A และไวรัส B มาเทรวมกันแล้วจะไม่เหลือไวรัส A ข้อที่ 4 ดังโบบหนึ่งมีน้ำชาจำเริญอยู่ 240 แกลลอน ถ้านำน้ำชาออก 60 แกลลอน แล้วเติมน้ำเข้าไปแทนที่ จากนั้นก็นำน้ำชาผสมออกอีก 60 แกลลอน แล้วเติมน้ำเข้าไปแทนที่ จง อธิบายและแสดงให้เห็นว่า จะต้องดักน้ำชาด้วยวิธีเดิมอย่างนี้อีกกี่ครั้งจึงจะทำให้มีน้ำชาจำเริญแท้ ๆ 57 แกลลอน ในดั่งน้ำชาผสม	1. เขียนอนุกรมในรูปแจกพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของอนุกรมเรขาคณิตได้ 5. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ข้อสอบ	พฤติกรรมที่คาดหวัง
ข้อที่ 5 ในการพันธากำจัดศัตรูพืชครั้งหนึ่ง เมื่อทำการพันธากำจัดศัตรูพืชจะทำลายศัตรูพืชได้เพียง 50 % ของปริมาณศัตรูพืชที่มีในขณะนั้นเสมอ จงอธิบายและแสดงวิธีในการหาว่าถ้าทำการพันธากำจัดศัตรูพืช ไป 6 ครั้ง จะสามารถกำจัดศัตรูพืชได้กี่เปอร์เซ็นต์ ข้อที่ 6 ผู้จัดการของบริษัทแห่งหนึ่งเริ่มตั้งงบสำรองจ่ายของบริษัท ในปี 2537 เป็นจำนวนเงิน 50,000 บาท และกำหนดให้งบสำรองจ่ายของปีต่อไปเพิ่มขึ้น 20 % ของปีที่ผ่านมา จงอธิบายและแสดงวิธีในการหาว่า จำนวนเงินสำรองจ่ายทั้งหมดตั้งแต่ปี 2537-2541 มีมูลค่าเท่าไร	1. เขียนอนุกรมในรูปแจกพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของอนุกรมเรขาคณิตได้ 2. สามารถหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตได้ 5. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิต มาใช้ในการแก้ปัญหาได้
ข้อที่ 7 กำหนดให้สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ $n+1$ เกิดจากการลากเส้นต่อจุดกึ่งกลางด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ n ถ้ากระบวนการสร้างสามเหลี่ยมด้านเท่านี้ไม่สิ้นสุด และผลบวกของเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมรูปที่ n มีค่า 80 จงอธิบาย หรือแสดงวิธีในการหาว่าผลบวกของเส้นรอบรูปทั้งหมดของสามเหลี่ยมที่สร้างขึ้นเป็นเท่าไร ข้อที่ 8 ถ้า ABCD เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ O เป็นจุดตัดของเส้นทแยงมุม AC และ BD จุด E, F, G และ H เป็นจุดกึ่งกลางของเส้นตรง OA, OB, OC และ OD ตามลำดับ สร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้า EFGH ในทำนองเดียวกันสามารถสร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปที่สามอันเกิดจากการต่อเส้นที่จุดกึ่งกลางของเส้นตรง OE, OF, OG และ OH ถ้าใช้กระบวนการนี้ไปเรื่อย ๆ จะได้สี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวนอนันต์ ถ้าสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปแรกมีขนาด 6 ซม. $\times$ 8 ซม. จงอธิบายและแสดงวิธีในการหาผลบวกของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมดที่สร้างขึ้น	1. เขียนอนุกรมในรูปแจกพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของอนุกรมเรขาคณิตได้ 3. หาผลบวกอนันต์ของอนุกรมคอนเวอร์เจนต์ได้ 5. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิต มาใช้ในการแก้ปัญหาได้
ข้อที่ 9 ให้แสดงวิธีการหาค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของจำนวนต่อไปนี้โดยอาศัยความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม $\frac{1.212121... + 0.878787...}{0.9161616...}$ ข้อที่ 10 ให้แสดงวิธีการหาค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของจำนวนต่อไปนี้โดยอาศัยความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม $(0.6363... - 0.53636...) \times 0.8181...$	1. เขียนอนุกรมในรูปแจกพจน์ และหาพจน์ทั่วไปของอนุกรมเรขาคณิตได้ 4. เขียนทศนิยมซ้ำในรูปของเศษส่วนโดยอาศัยอนุกรมอนันต์ 5. นำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

เกณฑ์ให้คะแนน

กำหนดเป็นตัวเลขเพื่อชี้บอกระดับความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ไว้ 5 ระดับดังนี้

ระดับความสามารถ	พฤติกรรมที่แสดง
0	ผู้สอบไม่แสดงข้อความใด ๆ หรือ เขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์
1	ผู้สอบแสดงความเข้าใจในปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
2	ผู้สอบวางแผนในการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และกำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3	ผู้สอบดำเนินการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแล้ว ดำเนินการในการแก้ปัญหา
4	ผู้สอบสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ดำเนินการในการแก้ปัญหา แล้วแสดงผลสรุปจากการดำเนินการ

แนวการตอบ

ข้อที่ 1 อุเทนตกลงซื้อรถยนต์จากสถานบริการแห่งหนึ่งเป็นเงิน 580,000 บาท ชำระเงินใน วันทำสัญญา 280,000 บาท หลังจากนั้นผ่อนส่งเงินคืนให้บริษัทเดือนละ 30,000 บาท พร้อมค้วยคอกเบี้ย 1 % ต่อเดือนของยอดเงินที่ยังค้างชำระอยู่ โดยเริ่มส่งเงินหลังจากวันที่ทำสัญญา 1 เดือน จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่า นายอุเทนเสียเงินทั้งหมดในการซื้อรถยนต์คันนี้เป็นเงินเท่าไร

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด นายอุเทน ต้องการซื้อรถซึ่งมีมูลค่า 580,000 บาทโดยจ่ายเงินในวันทำสัญญา 280,000 บาท ส่วนที่ผ่อนชำระเป็นเงิน 300,000 บาท ทำการผ่อนจ่ายเดือนละ 30,000 บาท เป็นเวลา 10 เดือนพร้อมคอกเบี้ย 1 % ของจำนวนเงินที่ยังค้างชำระ

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา จำนวนเงินทั้งหมดที่อุเทน จ่ายในการซื้อรถยนต์คันนี้

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การหาคอกเบี้ย 1 % ของจำนวนเงินที่ยังค้างชำระ

ความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมเลขคณิต

$$a_n = a_1 + (n-1)d$$

$$S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]$$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

จำนวนเงินที่นายอุเทน ค้างชำระ ในแต่ละเดือน เขียนเป็นลำดับได้

300000, 270000, 240000, ..., 30000

คอกเบี้ยที่นายอุเทน ต้องจ่ายในแต่ละเดือนได้ในรูปของอนุกรมลำดับได้

$$30000 \frac{1}{100} + 27000 \frac{1}{100} + 24000 \frac{1}{100} + \dots + a_{10} = S_{10} = 3000 + 2700 + 2400 + \dots + a_{10}$$

$$d = 2700 - 3000 = -300$$

$$S_{10} = \frac{10}{2}[2(3000) + (10-1)(-300)] = 16500$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

นายอุเทน ต้องผ่อนจ่ายเดือนละ 30,000 บาท เป็นเวลา 10 เดือนพร้อมคอกเบี้ย 1 % ของจำนวนเงินที่ยังค้างชำระ ดังนั้นคอกเบี้ยทั้งหมดที่นายอุเทน ต้องจ่าย 16500 บาท รวมกับราคารถยนต์แล้ว นายอุเทนซื้อรถยนต์ในราคาสุทธิ 596500 บาท

ข้อที่ 2 โจทย์ เรือสองลำออกเดินทางจากจุด ๆ เดียวกัน และไปในทิศทางเดียวกันโดย เรือลำแรก เดินทางวันแรก 74 กิโลเมตร วันที่สองเดินทาง 72 กิโลเมตร วันที่สาม 70 กิโลเมตร วันที่สี่ 68 กิโลเมตร เช่นนี้ตามลำดับ เรือลำที่สองเดินทางวันแรก 2 กิโลเมตร วันที่สอง เดินทาง 6 กิโลเมตร วันที่สาม 10 กิโลเมตร วันที่สี่ 14 กิโลเมตร เช่นนี้ตามลำดับ จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่าเรือทั้งสองจะเดินทางมาถึงตำแหน่งเดียวกันหลังจากออกเดินทางไปแล้วกี่วัน

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด เรือสองลำออกเดินทางโดยเขื่อนระยะทางที่เรือแต่ละลำแล่นในแต่ละวันได้เป็นลำดับ

ดังนี้ เรือลำที่ 1 ออกเดินทางในแต่ละวัน เขื่อนแทนด้วย 74, 72, 70, 68,...

เรือลำที่ 2 ออกเดินทางในแต่ละวัน เขื่อนแทนด้วย 2, 6, 10, 14,...

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา เรือทั้งสองลำจะต้องใช้เวลาในการเดินทางกี่วันเรือทั้งสองจึงจะเดินทางมาถึงตำแหน่งเดียวกัน

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา เรือสองลำจะเดินทางมาถึงตำแหน่งเดียวกันได้ต้องเดินทางได้ระยะทางทั้งหมดเท่ากัน และใช้เวลาในการเดินทางเท่ากัน ความรู้เกี่ยวกับอนุกรมเลขคณิต

$$S_n = \frac{n}{2} [2a_1 + (n-1)d]$$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ระยะทางทั้งหมดที่เรือลำที่ 1 และลำที่ 2 แล่นไปได้ เขียนในรูปอนุกรมได้

$$74, 72, 70, 68, \dots; d = 72 - 74 = 68 - 70 = -2$$

$$S_{n_1} = \frac{n_1}{2} [2(74) + (n_1 - 1)(-2)]$$

$$2, 6, 10, 14, \dots; d = 6 - 4 = 14 - 10 = 4$$

$$S_{n_2} = \frac{n_2}{2} [2(2) + (n_2 - 1)4]$$

$$\therefore S_{n_1} = S_{n_2}, \therefore n_1 = n_2 = n$$

$$\frac{n}{2} [2(74) + (n-1)(-2)] = \frac{n}{2} [2(2) + (n-1)4]$$

$$n = 25$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา เรือสองลำออกเดินทางจากจุด ๆ เดียวกัน และไปในทิศทางเดียวกัน โดยเรือทั้งสองจะเดินทางมาถึงตำแหน่งเดียวกันหลังจากออก เดินทางไปแล้วเป็นเวลา 25 วัน

ข้อที่ 3 โจทย์ จากการทดลองพบว่าไวรัส A ขยายพันธุ์ด้วยการแบ่งตัวจาก 1 ตัวเป็น 2 ตัว ภายในเวลา 10 วินาที และไวรัส B ขยายพันธุ์ด้วยการแบ่งตัวจาก 1 ตัวเป็น 3 ตัวภายในเวลา 10 วินาที จากการทดลองพบว่าไวรัส B จำนวน 2 ตัวช่วยกันกินไวรัส A ได้เพียง 1 ตัว ถ้าเริ่มต้นมีไวรัส B จำนวน 1600 ตัว และไวรัส A 24300 ตัว จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่า จะต้องใช้เวลาอย่างน้อยเท่าไร เมื่อนำไวรัส A และ ไวรัส B มาผสมรวมกันแล้วจะไม่เหลือไวรัส A

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด ไวรัส A แบ่งตัวจาก 1 เป็น 2 ในเวลา 10 วินาที และไวรัส B แบ่งตัวจาก 1 เป็น 3 ในเวลา 10 วินาที มีไวรัส A และไวรัส B จำนวน 24300 ตัว และ 1600 ตัว ตามลำดับ ไวรัส B 2 ตัว สามารถกำจัดไวรัส A เพียง 1 ตัว

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา เวลาที่ใช้ในการเพาะไวรัสทั้งสองชนิด เพื่อทำลายไวรัส A ได้หมด

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การเขียนและแก้สมการจากสิ่งที่โจทย์กำหนด

$$\text{ความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิต} \quad a_n = a_1 r^{n-1}$$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

สามารถเขียนจำนวนไวรัสทั้งสองชนิดที่แบ่งตัวได้ทุก ๆ 10 วินาที

$$A: 24300, 24300(2), 24300(2^2), \dots, 24300r^{n-1}$$

$$B: 1600, 1600(3), 1600(3^2), \dots, 1600r^{n-1}$$

เมื่อทำการเพาะเลี้ยงไวรัสทั้งสองชนิดพร้อมกันแล้วนำมาผสมรวมกันทำให้จำนวนครั้งในการแบ่งตัวของไวรัสทั้งสองชนิดเท่ากัน ได้สมการดังนี้

$$2[1600(3^{n-1})] = 24300(2^{n-1})$$

$$\frac{3^{n-1}}{2^{n-1}} = \frac{24300}{2(1600)} = \frac{3^5}{2^5}$$

$$n-1 = 5, \therefore n = 6$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

เมื่อ $n=1$ คือเวลาที่เริ่มเพาะเลี้ยงไวรัส และ $n=2$ คือเวลาที่เพาะเลี้ยงไวรัสทั้งสองไปแล้ว 10 วินาที ดังนั้นเมื่อ $n=6$ แสดงว่าได้ทำการเพาะเลี้ยงไวรัสไปแล้ว 50 วินาที จึงนำไวรัส A และไวรัส B มาผสมรวมกันแล้วจะไม่เหลือไวรัส A

ข้อที่ 4 ดังใบหนึ่งมีน้ำชาเก่าเชื้ออยู่ 240 แกลลอน ถ้านำน้ำชาออก 60 แกลลอน แล้วเติมน้ำเข้าไปแทนที่ หลังจากนั้นนำน้ำชาผสมออกจากถังอีก 60 แกลลอน แล้วเติมน้ำเข้าไปแทนที่อีก จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่า จะต้องตักน้ำชาด้วยวิธีเดิมอย่างนี้อีกกี่ครั้ง จึงจะมีน้ำชาเก่าเชื้อแท้ ๆ 57 แกลลอน

ในถังน้ำชาผสม (กำหนดให้ $\frac{57}{180} \approx \left(\frac{3}{4}\right)^4$)

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด น้ำชาเก่าเชื้อจำนวน 240 แกลลอน ตักออก 60 แกลลอนแล้วเติมน้ำเข้าไปแทนที่ แล้วตักออกอีก 60 แกลลอนแล้วเติมน้ำลงไปแทนที่ โดยทำซ้ำไปเรื่อย ๆ

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา จะต้องตักน้ำชาเก่าเชื้อออกแล้วเติมน้ำแทนที่กี่ครั้งจึงจะมีน้ำชาเก่าเชื้อแท้ ๆ

57 แกลลอน ในถังน้ำชาผสม

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การทำให้สารละลายเจือจางทำได้โดยการตักสารละลายออกแล้วเติมน้ำไปแทนที่

ความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิต

$$a_n = a_1 r^{n-1}$$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ตามกรรมวิธีที่กำหนดจะพบว่าจำนวนน้ำชาเก่าเชื้อที่เหลือในแต่ละครั้งสามารถเขียนเป็นลำดับได้

$$a_1 = 240 - 240 \frac{60}{240} = 240 - 240 \frac{1}{4} = 180$$

$$a_2 = \left(240 - 240 \frac{1}{4}\right) - \left(240 - 240 \frac{1}{4}\right) \frac{1}{4} = 180 \left(1 - \frac{1}{4}\right) = 180 \left(\frac{3}{4}\right)$$

$$a_3 = \left[\left(240 - 240 \frac{1}{4}\right) - \left(240 - 240 \frac{1}{4}\right) \frac{1}{4} \right] - \left[\left(240 - 240 \frac{1}{4}\right) - \left(240 - 240 \frac{1}{4}\right) \frac{1}{4} \right] \frac{1}{4} = 180 \left(\frac{3}{4}\right)^2$$

$$a_1, a_2, a_3, \dots = 180, 180 \left(\frac{3}{4}\right), 180 \left(\frac{3}{4}\right)^2, \dots, 180 \left(\frac{3}{4}\right)^{n-1}$$

$$\therefore a_n = 180 \left(\frac{3}{4}\right)^{n-1} = 57, \therefore n = 4 + 1 = 5$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ในการดำเนินการตามกรรมวิธีที่กำหนดจะพบว่าในการตักสารละลายออกแล้วเติมน้ำเข้าแทนที่จะดำเนินการไป 5 ครั้งจะได้น้ำชาผสมที่มีน้ำชาเก่าเชื้อแท้ ๆ อยู่ 57 แกลลอน

ข้อที่ 5 โจทย์ ในการพ่นยากำจัดศัตรูพืชครั้งหนึ่ง เมื่อทำการพ่นยากำจัดศัตรูพืชจะทำลายศัตรูพืชได้เพียง 50 % ของปริมาณศัตรูพืชที่มีอยู่ในขณะนั้นเสมอ จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่าถ้าหากทำการพ่นยากำจัดศัตรูพืชไป 6 ครั้ง จะสามารถทำลายศัตรูพืชได้กี่เปอร์เซ็นต์

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด ในการพ่นยากำจัดศัตรูพืช 1 ครั้งจะทำลายศัตรูพืชได้ 50 %

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ทำการพ่นยากำจัดศัตรูพืชไป 6 ครั้ง จะทำลายศัตรูพืชกี่เปอร์เซ็นต์

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิต $a_n = a_1 r^{n-1}$

ความรู้เกี่ยวกับอนุกรมเลขคณิต

$$S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}, r \leq 1; S_n = \frac{a_1(r^n-1)}{r-1}, r \geq 1$$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ในการพ่นยากำจัดศัตรูพืชไป แต่ละครั้งจะสามารถทำลายศัตรูพืช ได้ 50 % ของจำนวนศัตรูพืชในขณะที่พ่นยาสามารถเขียนจำนวนศัตรูพืชที่ถูกทำลายไปแล้วในแต่ละครั้งในรูปลำดับเรขาคณิตได้ดังนี้

$$a_1 = 100 - 100 \frac{50}{100} = 100 \left(1 - \frac{1}{2}\right) = 100 \left(\frac{1}{2}\right) = 50$$

$$a_2 = \left(100 - 100 \frac{50}{100}\right) - \left(100 - 100 \frac{50}{100}\right) \frac{50}{100} = 50 - \left(100 - 100 \frac{1}{2}\right) \frac{1}{2} = 50 - 50 \frac{1}{2} = 50 \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$a_3 = 50 \left(\frac{1}{2}\right) - \left[\left(100 - 100 \frac{50}{100}\right) - \left(100 - 100 \frac{50}{100}\right) \frac{50}{100}\right] \frac{50}{100} = 50 \left(\frac{1}{2}\right) - \left[50 \left(\frac{1}{2}\right) \frac{1}{2}\right] = 50 \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$a_1, a_2, a_3, \dots = 50, 50 \left(\frac{1}{2}\right), 50 \left(\frac{1}{2}\right)^2, \dots$$

$$S_6 = 50 + 50 \left(\frac{1}{2}\right) + 50 \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \dots + 50 \left(\frac{1}{2}\right)^{6-1} = \frac{50 \left[1 - \left(\frac{1}{2}\right)^6\right]}{1 - \frac{1}{2}}$$

$$S_6 = 50 + 49.983375 = 99.983375 \approx 99.98$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

เนื่องจากการกำจัดศัตรูพืชในแต่ละครั้งสามารถทำลายศัตรูพืชสามารถทำลายศัตรูพืชได้ 50 % ของศัตรูพืชที่มีอยู่ในขณะที่กำจัด พบว่า เมื่อทำการกำจัดศัตรูพืชติดต่อกัน 6 ครั้งจะสามารถทำลายศัตรูพืชได้ประมาณ 99.98 %

ข้อที่ 6 ผู้จัดการของบริษัทแห่งหนึ่งเริ่มตั้งงบสำรองจ่ายของบริษัทในปี 2537 เป็นจำนวนเงิน 50,000 บาท และกำหนดให้งบสำรองจ่ายของปีต่อไปเพิ่มขึ้น 20 % ของปีที่ผ่านมา จงอธิบายและแสดงวิธีในการหาว่า จำนวนเงินสำรองจ่ายตั้งแต่ปี 2537 ถึงปี 2541 รวมกันมีมูลค่าเท่าไร

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด บริษัทแห่งหนึ่งตั้งงบสำรองจ่ายของบริษัทในปี 2537 จำนวน 50,000 บาท และกำหนดให้งบสำรองจ่ายในปีต่อไปเพิ่มขึ้น 20% ของปีที่ผ่านมา

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา งบสำรองจ่ายตั้งแต่ปี 2537 ถึง ปี 2541 รวม 5 ปี รวมเป็นมูลค่าเท่าไร

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิต $a_n = a_1 r^{n-1}$

ความรู้เกี่ยวกับอนุกรมเลขคณิต

$$S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}, r \leq 1; S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1}, r \geq 1$$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

เราพบว่าระยะเวลาตั้งแต่ปี 2537 ถึงปี 2541 เป็นระยะเวลา 5 ปี งบสำรองจ่ายในแต่ละปีสามารถเขียนในรูปลำดับเรขาคณิตได้ดังนี้

$$50000, 50000 + 50000 \frac{20}{100}, \left(50000 + 50000 \frac{20}{100} \right) + \left(50000 + 50000 \frac{20}{100} \right) \frac{20}{100}, \dots$$

$$50000, 50000 \left(1 + \frac{20}{100} \right), 50000 \left(1 + \frac{20}{100} \right)^2, \dots, 50000 \left(1 + \frac{20}{100} \right)^{n-1}, \dots$$

$$S_5 = \frac{50000 \left[\left(\frac{120}{100} \right)^5 - 1 \right]}{\frac{120}{100} - 1}$$

$$S_5 = 372080$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

การตั้งงบสำรองจ่ายในปี 2537 จำนวน 50000 บาท และ งบสำรองจ่ายในปีต่อมาเพิ่มขึ้น 20 % ของปีที่ผ่านมา ทำให้สามารถคำนวณหาว่า ตั้งแต่ปี 2537 ถึงปี 2541 รวมแล้วเงินสำรองจ่ายมีมูลค่า 372080 บาท

ข้อที่ 7 กำหนดให้สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ $n+1$ เกิดจากการลากเส้นต่อจุดกึ่งกลาง ด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ n ถ้าขบวนการสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่านี้ไม่สิ้นสุด และผลบวกของเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ n เป็น 80 แล้ว จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่าผลบวกของเส้นรอบรูปทั้งหมดของสามเหลี่ยมเหล่านี้เป็นเท่าใด

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\triangle ABC$ เป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า มี D, E, F เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน

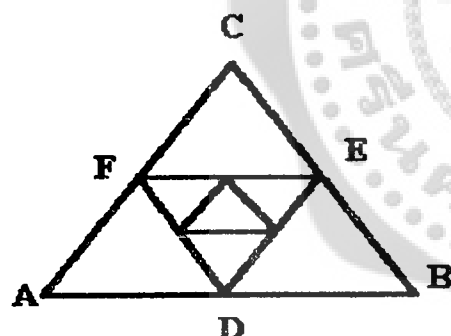
$\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CA}$ ตามลำดับ เมื่อลากเส้นเชื่อมจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสามได้ $\triangle DEF$ และเส้นรอบรูปของ $\triangle ABC$ มีค่า 80

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ถ้ากระบวนการสร้างสามเหลี่ยมด้านเท่านี้ดำเนินไปอย่างไม่สิ้นสุด ผลบวกของเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมที่สร้างขึ้นทั้งหมดเป็นเท่าไร

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างด้านที่สมนัยกันของสามเหลี่ยมคล้าย การหาความยาวเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมด้านเท่า

การหาผลบวกของอนุกรมอนันต์ $a_n = a_1 r^{n-1}, S_\infty = \frac{a_1}{1-r}, |r| < 1$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา



$$\triangle ABC \approx \triangle ADF$$

$$\therefore \frac{\overline{AD}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{AF}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{DF}}{\overline{BC}}$$

$$\therefore \overline{AB} = \overline{BC} = \overline{AC}$$

$$\overline{AB} = 2\overline{AD}$$

$$\overline{AC} = 2\overline{AF}$$

$$\therefore \overline{BC} = 2\overline{DF}$$

ในทำนองเดียวกันก็สามารถพิสูจน์ได้ว่า $\overline{AC} = 2\overline{DE}, \overline{AB} = 2\overline{EF}$

ผลบวกของเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมรูปที่ $n = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{AC} = 80$

ผลบวกของเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมรูปที่ $n+1 = \overline{EF} + \overline{DF} + \overline{DE} = \frac{\overline{AB}}{2} + \frac{\overline{BC}}{2} + \frac{\overline{AC}}{2} = \frac{\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{AC}}{2} = \frac{80}{2} = 40$

ผลบวกของเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมรูปที่ $n+2 = \frac{\overline{EF}}{2} + \frac{\overline{DF}}{2} + \frac{\overline{DE}}{2} = \frac{\overline{EF} + \overline{DF} + \overline{DE}}{2} = \frac{40}{2} = 20$

ความยาวของเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมทุกรูปที่สร้างขึ้นสามารถแทนด้วย $80, 40, 20, \dots, 80\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}$

ผลบวกของเส้นรอบรูปทั้งหมด $80 + 40 + 20 + \dots + 80\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} + \dots = S_\infty = \frac{80}{1 - \frac{1}{2}} = 160$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา ผลบวกของเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมทุกรูปที่สร้างขึ้นมีค่าเป็น 160

ข้อที่ 8 ถ้า ABCD เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ O เป็นจุดตัดของเส้นทแยงมุม AC และ BD มี E, F, G และ H เป็นจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง OA, OB, OC และ OD ตามลำดับ สร้างสี่เหลี่ยม EFGH และในทำนองเดียวกัน สร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปที่สาม อันเกิดจากการลากเส้นเชื่อมจุดกึ่งกลางของด้าน OE, OF, OG และ OH ถ้าเราใช้กระบวนการเช่นนี้เรื่อย ๆ ไป จะได้สี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวนอนันต์ ถ้าสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปแรกมีขนาด 6 ซม. $\times$ 8 ซม. จงอธิบายและแสดงวิธีการหา ผลบวกของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมทุกรูปที่สร้างขึ้น

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\square ABCD$ ขนาด 6 ซม. $\times$ 8 ซม. มี $\overline{AC} = \overline{BD}$ เป็นเส้นทแยงมุมซึ่งตัดกันที่ O

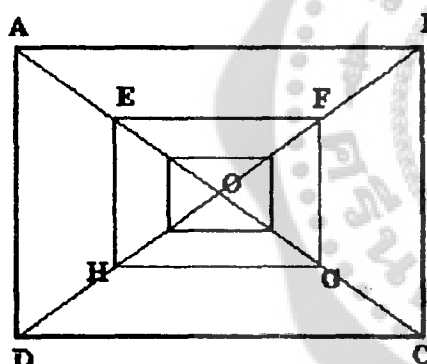
สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ถ้าลากเส้นเชื่อมจุดกึ่งกลางของ $\overline{OA}, \overline{OB}, \overline{OC}, \overline{OD}$ จะได้ $\square EFGH$

ถ้าใช้กระบวนการนี้ไปเรื่อย ๆ แล้วให้หาผลรวมของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมทุกรูปที่สร้างขึ้น

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างด้านที่สมนัยกันของสามเหลี่ยมคล้าย

การหาพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้า การหาผลบวกของอนุกรมอนันต์ $a_n = a_1 r^{n-1}, S_\infty = \frac{a_1}{1-r}, |r| < 1$

การดำเนินการในการแก้ปัญหา



$$\triangle AOD \approx \triangle HOE$$

$$\therefore \frac{\overline{OH}}{\overline{OD}} = \frac{\overline{OE}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{EH}}{\overline{AD}}$$

$$\overline{OD} = 2\overline{OH}, \overline{OA} = 2\overline{OE}$$

$$\therefore \overline{AD} = 2\overline{EH}$$

ในทำนองเดียวกันก็จะได้ว่า

$$\overline{AB} = 2\overline{EF}, \overline{BC} = 2\overline{FG}, \overline{CD} = 2\overline{GH}$$

พื้นที่ของสี่เหลี่ยมแต่ละรูปเขียนเป็นลำดับได้

$$(\overline{AB} \times \overline{BC} = 6 \times 8 = 48), (\overline{EF} \times \overline{FG} = \frac{\overline{AB}}{2} \times \frac{\overline{BC}}{2} = 3 \times 4 = 12), (\frac{\overline{EF}}{2} \times \frac{\overline{FG}}{2} = \frac{3}{2} \times \frac{4}{2} = 3), \dots$$

$$\text{ผลบวกของพื้นที่สี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นทั้งหมด} \quad 48 + 12 + 3 + \dots + 48\left(\frac{1}{4}\right)^{n-1} + \dots = S_\infty = \frac{48}{1 - \frac{1}{4}} = 64$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา ผลบวกของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมทุกรูปที่สร้างขึ้น โดยกระบวนการที่กำหนด มีค่า 64 ตารางเซนติเมตร

ข้อที่ 9 ให้แสดงวิธีการหาค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของจำนวนต่อไปนี้ โดยใช้ความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม

$$\frac{1.212121... + 0.878787...}{0.9161616...}$$

แนวคิดในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด ทศนิยมซ้ำ 2 จำนวนบวกกันแล้วหารด้วยทศนิยมซ้ำอีก 1 จำนวน

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของคำตอบของจำนวนที่กำหนด

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การเปลี่ยนทศนิยมซ้ำให้อยู่ในรูปเศษส่วน

การบวกและการหารเศษส่วน

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

$$1.212121... = 1 + 0.21 + 0.0021 + 0.000021 + ...$$

$$1.212121... = 1 + \frac{.21}{1-.01} = 1 + \frac{21}{99} = 1 + \frac{7}{33} = \frac{33+7}{33} = \frac{40}{33}$$

$$0.878787... = 0.87 + 0.0087 + 0.000087 + ...$$

$$0.878787... = \frac{.87}{1-.01} = \frac{87}{99} = \frac{29}{33}$$

$$0.9161616... = 0.9 + 0.016 + 0.00016 + 0.0000016 + ...$$

$$0.9161616... = \frac{9}{10} + \frac{0.016}{1-.01} = \frac{9}{10} + \frac{16}{990} = \frac{891+16}{990} = \frac{907}{990}$$

$$\frac{1.212121... + 0.878787...}{0.9161616...} = \frac{\frac{40}{33} + \frac{29}{33}}{\frac{907}{990}} = \frac{\frac{69}{33} \times \frac{990}{990}}{\frac{907}{990}} = \frac{2070}{907}$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ในการหาค่าใกล้เคียงที่สุดของจำนวนที่เป็นทศนิยมซ้ำทำได้โดยการเปลี่ยนจากทศนิยมให้เป็น

เศษส่วนแล้วนำสองจำนวนแรกมาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนสุดท้ายได้ค่าเป็น $\frac{2070}{907}$

ข้อที่ 10 ให้แสดงวิธีการหาค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของจำนวนต่อไปนี้ โดยใช้ความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม

$$(0.6363\dots - 0.53636\dots) \times 0.8181\dots$$

แนวคิดในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด ทศนิยมซ้ำ 2 จำนวนลบกันแล้วคูณด้วยทศนิยมซ้ำอีก 1 จำนวน

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของคำตอบของจำนวนที่กำหนด

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การเปลี่ยนทศนิยมซ้ำให้อยู่ในรูปเศษส่วน

การลบและการคูณเศษส่วน

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

$$0.6363\dots = 0.63 + 0.0063 + 0.000063 + \dots$$

$$0.6363\dots = \frac{0.63}{1-0.01} = \frac{63}{99} = \frac{7}{11}$$

$$0.53636\dots = 0.5 + 0.036 + 0.00036 + \dots$$

$$0.53636\dots = \frac{5}{10} + \frac{0.036}{1-0.01} = \frac{5}{10} + \frac{36}{990} = \frac{5}{10} + \frac{4}{110} = \frac{55+4}{110} = \frac{59}{110}$$

$$0.8181\dots = 0.81 + 0.0081 + 0.000081 + \dots$$

$$0.8181\dots = \frac{81}{1-0.01} = \frac{81}{99} = \frac{9}{11}$$

$$(0.6363\dots - 0.53636\dots) \times 0.8181\dots = \left(\frac{7}{11} - \frac{59}{110} \right) \times \frac{9}{11}$$

$$(0.6363\dots - 0.53636\dots) \times 0.8181\dots = \frac{70-59}{110} \times \frac{9}{11} = \frac{1}{10} \times \frac{9}{11} = \frac{9}{110}$$

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ในการหาค่าใกล้เคียงที่สุดของจำนวนที่เป็นทศนิยมซ้ำทำได้โดยการเปลี่ยนจากทศนิยมให้เป็นเศษส่วนแล้วนำสองจำนวนแรกมาลบกันแล้วคูณด้วยจำนวนสุดท้ายได้ค่าเป็น $\frac{9}{110}$

แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

- คำสั่ง 1. ผู้เข้าสอบอ่านคำชี้แจงต่อไปนี้อย่างละเอียดเพื่อประโยชน์ในการทำแบบทดสอบฉบับนี้
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ให้อ่านในการตอบ 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เข้าสอบแสดงทักษะในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์โดยการเขียนตอบในกระดาษ โดยผู้สอบจะได้คะแนนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ 5 ระดับดังนี้

ระดับความสามารถ	พฤติกรรมที่แสดง
0	ผู้สอบไม่แสดงข้อความใด ๆ หรือ เขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์
1	ผู้สอบแสดงความเข้าใจในปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
2	ผู้สอบวางแผนในการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และกำหนดความรู้ที่ไรในการแก้ปัญหา
3	ผู้สอบดำเนินการแก้ปัญหา เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ไรในการแก้ปัญหาแล้ว ดำเนินการในการแก้ปัญหา
4	ผู้สอบสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล เช่น สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กำหนดความรู้ที่ไรในการแก้ปัญหา ดำเนินการในการแก้ปัญหา แล้วแสดงผลสรุปจากการดำเนินการ

ตัวอย่าง ข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนนและแนวการตอบ

โจทย์ พรมที่เหลื่อมกันหนึ่งขนาด 9×12 ฟุต ต้องการบรรจุทุกในรถกระบะซึ่งมีขนาด 6×8 ฟุต ทำอย่างไรจึงจะวางพรมตามแนวราบโดยไม่ให้พรมอื่นออกมานอกกระบะและไม่ทับหรืออพรม แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด พรม 1 ชิ้น ขนาด 9×12 ฟุต และรถกระบะซึ่งมีขนาด 6×8 ฟุต

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา วิธีการวางพรมไม่ให้ยื่นออกมานอกกระบะ โดยที่พรมไม่ทับหรืออ

ความรู้ที่ไรในการแก้ปัญหา การม้วนกระดาษให้เป็นทรงกระบอก

ความสัมพันธ์ระหว่างด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉาก

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

พรมขนาด 9×12 ฟุต นำม้วนม้วนตามแนวกว้างจะได้ทรงกระบอกที่มีความยาว 9 ฟุต แล้วสามารถนำม้วนวางในแนวเส้นทแยงมุมของกระบะรถซึ่งมีขนาด 6×8 ฟุต ได้เพราะเส้นทแยงของ

กระบะมีค่าเท่ากับ $\sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{100} = 10$ ซึ่งยาวกว่าความสูงของพรมที่ม้วนไว้

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา สามารถวางพรมในรถกระบะโดยที่พรมไม่ยื่นออกมานอกกระบะและพรมไม่ทับหรืออ โดยการม้วนพรมตามแนวกว้างแล้ววางในแนวเส้นทแยงมุมของกระบะรถ

ชื่อ-นามสกุล
เลขที่สอบ
สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 1 อุเทนตกลงซื้อรถยนต์จากสถานบริการแห่งหนึ่ง เป็นเงิน 580,000 บาท ชำระเงินในวันทำสัญญา 280,000 บาท หลังจากนั้นผ่อนส่งให้บริษัทเดือนละ 30,000 บาทพร้อมดอกเบี้ย 1 % ต่อเดือน ของยอดเงินที่ยังค้างชำระอยู่ โดยเริ่มส่งเงินหลังจากวันที่ทำสัญญา 1 เดือน จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่า อุเทนเสียเงินทั้งหมดในการซื้อรถยนต์คันนี้เป็นเงินเท่าไร

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

.....

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

.....

.....

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่สอบ

สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 2 เรือสองลำออกเดินทางจากจุด ๆ เดียวกัน และไปในทิศทางเดียวกันโดย เรือลำแรกเดินทางวันแรก 74 กิโลเมตร วันที่สองเดินทาง 72 กิโลเมตร วันที่สาม 70 กิโลเมตร วันที่สี่ 68 กิโลเมตรเช่นนี้ตามลำดับ เรือลำที่สองเดินทางวันแรก 2 กิโลเมตร วันที่สองเดินทาง 6 กิโลเมตร วันที่สาม 10 กิโลเมตร วันที่สี่ 14 กิโลเมตร เช่นนี้ตามลำดับ จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่าเรือทั้งสองจะเดินทางมาถึงตำแหน่งเดียวกันหลังจากออกเดินทางไปแล้วกี่วัน

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่สอบ

สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 3 จากการทดลองพบว่าไวรัส A ขยายพันธุ์ด้วยการแบ่งตัวจาก 1 ตัวเป็น 2 ตัว ภายใน เวลา 10 วินาที และไวรัส B ขยายพันธุ์ด้วยการแบ่งตัวจาก 1 ตัวเป็น 3 ตัวภายในเวลา 10 วินาที จากการทดลองพบว่าไวรัส B จำนวน 2 ตัวช่วยกันกินไวรัส A ได้เพียง 1 ตัว ถ้าเริ่มต้นมีไวรัส B จำนวน 1600 ตัว และไวรัส A 24300 ตัว จงอธิบายและแสดงวิธีการหาว่า จะต้องใช้เวลาอย่างน้อยเท่าไร เมื่อนำไวรัส A และ ไวรัส B มาเทรวมกันแล้วจะไม่เหลือไวรัส A

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ชื่อ-นามสกุล
เลขที่สอบ
สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 4 ถังใบหนึ่งมีน้ำขามาเชื้ออยู่ 240 แกลลอน ถ้านำน้ำขายออก 60 แกลลอน แล้วเติมน้ำเข้าไปแทนที่ จากนั้นก็นำน้ำผสมออกอีก 60 แกลลอน แล้วเติมน้ำเข้าไปแทนที่จนอธิบายและแสดงให้เห็นว่า จะต้องเติมน้ำด้วยวิธีเดิมอย่างนี้อีกกี่ครั้งจึงจะทำให้มีน้ำขามาเชื้อแท้ ๆ 57 แกลลอน ในถังน้ำผสม

(กำหนดให้ $\frac{57}{180} \approx \left(\frac{3}{4}\right)^5$)

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

.....

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

.....

.....

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่สอบ

สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 5 ในการพ่นยากำจัดศัตรูพืชครั้งหนึ่ง เมื่อทำการพ่นยากำจัดศัตรูพืชจะทำลายศัตรูพืชได้เพียง 50 % ของปริมาณศัตรูพืชที่มีในขณะนั้นเสมอ จงอธิบายและแสดงวิธีในการหาว่า ถ้าหากทำการพ่นยากำจัดศัตรูพืช ไป 6 ครั้ง จะสามารถกำจัดศัตรูพืชได้กี่เปอร์เซ็นต์

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

.....

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

.....

.....

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่สอบ

สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 6 ผู้จัดการของบริษัทแห่งหนึ่งเริ่มตั้งงบสำรองจ่ายของบริษัทในปี 2537 เป็นจำนวนเงิน 50,000 บาท และกำหนดให้งบสำรองจ่ายของปีต่อไปเพิ่มขึ้น 20 % ของปีที่ผ่านมา จงอธิบายและแสดงวิธีในการหาว่าจำนวนเงินสำรองจ่ายทั้งหมดตั้งแต่ปี 2537-2541 มีมูลค่าเท่าไร

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่สอบ

สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 7 กำหนดให้สามเหลี่ยมด้านเท่า รูปที่ $n+1$ เกิดจากการ ลากเส้นต่อจุดกึ่งกลางด้านทั้งสามของ สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ n ถ้ากระบวนการสร้างสามเหลี่ยมด้านเท่านี้ไม่สิ้นสุด และผลบวกของเส้นรอบ รูปของสามเหลี่ยมรูปที่ n มีค่า 80 แล้ว จงอธิบายหรือแสดงวิธีในการหาว่าผลบวกของเส้นรอบรูปทั้ง หมดของสามเหลี่ยมที่สร้างขึ้นเป็นเท่าไร

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่สอบ

สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 8 ถ้า ABCD เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ O เป็นจุดตัดของเส้นทแยงมุม AC และ BD จุด E, F, G และ H เป็นจุดกึ่งกลางของเส้นตรง OA,OB,OC และ OD ตามลำดับ สร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้า EFGH ในทำนองเดียวกันสามารถสร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปที่สามอันเกิดจากการต่อเส้นที่จุดกึ่งกลางของเส้นตรง OE,OF,OG และ OH ถ้าใช้กระบวนการนี้ไปเรื่อย ๆ จะได้สี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวนอนันต์ถ้าสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปแรกมีขนาด 6 ซม. × 8 ซม. จงอธิบายและแสดงวิธีในการหาว่าผลบวกของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมดที่สร้างขึ้นเป็นเท่าไร

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่สอบ

สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 9 ให้แสดงวิธีการหาค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของจำนวนต่อไปนี้ โดยอาศัยความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม

$$\begin{array}{r} 1.212121...+0.878787... \\ \hline 0.9161616... \end{array}$$

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่สอบ

สอบวันที่ / /

คะแนนที่ได้				
0	1	2	3	4
ชื่อผู้ตรวจ				

ข้อที่ 10 ให้แสดงวิธีการหาค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของจำนวนต่อไปนี้ โดยอาศัยความรู้เรื่องลำดับและอนุกรม

$$(0.6363\dots-0.53636\dots)\times 0.8181\dots$$

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ผลสรุปจากการแก้ปัญหา

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสมสว่าง ชี้อสกุล ณะพานิชย์สกุล

เกิดวันที่ 10 เดือน พฤษภาคม

พุทธศักราช 2505

สถานที่เกิด

เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

84 ถนนมหาราช เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน

อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทาศคม

เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10320

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2523 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2527 วท.บ.(คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน

พ.ศ. 2538 กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

