

การร่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4)

ปริญญานิพนธ์

ของ

จงดี วงศ์พริกกี

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2525

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและช่วยเหลือ
ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่ง จาก รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ และ
อาจารย์ อารุณ วัฒนสิน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร.มิตินทร์ สำเภาเงิน ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก
ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครู และขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการ
เก็บข้อมูล

ขอขอบคุณ อาจารย์ทวีข สุกาภรณ์ อาจารย์ชวดี นาคทัต อาจารย์อุทัย
เดชประสาธ และคุณสุพัทธา จารุวิศว์ ตลอดจนทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มโดยสมบูรณ์

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขออภิวาตคุณถึงพระคุณของบิดามารดา และญาติพี่น้องที่ได้เมตตา
ให้ความอุปการะทั้งในทางกำลังใจและกำลังทรัพย์ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมาพระคุณ
นี้หาที่เปรียบมิได้

จงดี วงศ์พรภักดี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
✓ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
✓ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
✓ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์	7
ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์	7
เทคนิคการสร้างแบบทดสอบ	8
โครงสร้างของแบบทดสอบ	14
การเลือกชนิดของแบบทดสอบ	15
การสร้างแบบทดสอบเลือกตอบ	18
คุณภาพของแบบทดสอบ	20
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์	22
ผลงานวิจัยในต่างประเทศ	22
ผลงานวิจัยในประเทศ	24
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	27
✓ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	27
✓ วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	29
✓ วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	35
✓ วิธีจัดกระทำข้อมูล	35

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	38
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	38
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	38
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	39
	ตอนที่ 1 การทดสอบครั้งที่ 1	39
	ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 2	42
	ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 3	45
5	สรุปผล อภิปราย และขอเสนอแนะ	58
	ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้	58
	กลุ่มตัวอย่าง	58
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	58
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	59
	การวิเคราะห์ข้อมูล	59
	สรุปผลและอภิปรายผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล	60
	ขอเสนอแนะ	63
	บรรณานุกรม	65
	ภาคผนวก	70

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างและครั้งที่ใช้ในการทดลอง	28
2	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา จากการทดสอบครั้งที่ 1	40
3	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา จากการทดสอบครั้งที่ 2	42
4	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลและคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ..	45
5	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบและแบบทดสอบทั้งสองฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 3	48
6	ค่าความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลและคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา	50
7	ข้อสอบรายข้อที่ให้นักแก้ก่อนประกอบภายหลังการหมุนแกน	50
8	เกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล	55
9	เกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา	57

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ลำดับชั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	29
2 การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผลจากการทดสอบ ครั้งที่ 3	46
3 การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาจากการทดสอบ ครั้งที่ 3	47

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การวัดผลการศึกษาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนในระดับการศึกษาต่าง ๆ เพราะเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาคุณภาพของการศึกษา โดยมีผลจากการวัดเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจของครูและนักการศึกษาในการปรับปรุง วิธีการสอน การแนะนำ การประเมินหลักสูตร แบบเรียน การใช้อุปกรณ์การสอน ตลอดจนการจัดระบบบริหารทั่วไปของโรงเรียนและยังช่วยปรับปรุงการเรียนให้ถูกวิธียิ่งขึ้น (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 1) นอกจากนี้การวัดผลยังช่วยให้นักเรียนทราบสภาพของตนเองได้ว่าเก่งอ่อนในเนื้อหาใดบ้าง มีอัตราความงอกงามช้าเร็วเพียงใด และการวัดผลที่ดียังเป็นสื่อให้ผู้ปกครองทราบและเข้าใจเด็กของตนมากขึ้น (Chuncey, 1963 : 7) แต่ในการที่จะให้การวัดผลมีคุณค่าดังกล่าวนี้ต้องอาศัยเครื่องมือที่ดีและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลมีอยู่หลายชนิด เช่น การสังเกต แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การให้ปฏิบัติจริง และการทดสอบ เป็นต้น เครื่องมือเหล่านี้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในโรงเรียนและในวงการศึกษามากกว่าเครื่องมือชนิดอื่นๆ ด้วยเหตุนี้การวัดผลแต่ละครั้งจึงควรเลือกเครื่องมือที่มีคุณภาพดีมาใช้ และคุณภาพของแบบทดสอบที่ควรคำนึงถึงโดยทั่วไปได้แก่ ความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ตลอดจนมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ (Baron and Bernard, 1967 : 26) แบบทดสอบที่สร้างอย่างดีและนำมาใช้อย่างไฉฉล สามารถเป็นแรงจูงใจ ในการที่สร้างนิสัยในการเรียนรู้ที่ดีได้ แก่ข้อผิดพลาดได้ถูกต้องและเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่ข้อสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ แต่ถาแบบทดสอบนั้นสร้างขึ้นมาอย่างไม่ดีไม่มีหลักเกณฑ์ก็ย่อมไม่สัมฤทธิ์ผลตามปรารถนาได้เช่นกัน (Thorndike, 1961 : 28)

เนื่องจากแบบทดสอบสามารถจำแนกได้หลายประเภท แต่ละประเภทต่างก็มีข้อดีและข้อเสียในตัวของมันเอง แต่ที่นักวัดผลการศึกษาได้วิเคราะห์แล้ว เห็นว่าแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบดีที่สุด ดังเช่น Thorndike กล่าวว่า "บรรดาแบบทดสอบที่ตอบสั้น ๆ ด้วยกันแล้ว แบบทดสอบ

ปรนัยแบบเลือกตอบจัดว่าดีที่สุด" (Thorndike, 1969 : 102) ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ อีเบล (Ebel, 1965 : 60) ที่ว่าแบบทดสอบปรนัยที่ดีที่สุด คือ แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ ส่วนดีของแบบทดสอบเลือกตอบมีหลายประการ เช่น ไม่ทำให้เกิดปัญหาสองแง่ไ้ง่าย ทั้งในแบบถูกผิด สามารถลดข้อผิดพลาดได้มาก ซึ่งทำให้ความเชื่อมั่นสูงขึ้น แบบเลือกตอบสามารถใช้วัดได้ตั้งแต่ ความจำตามคำรายนถึงการไล่เรียงเหตุผล และการวิเคราะห์วิจารณ์ ยิ่งกว่านั้นยังมีเทคนิควิทยาศาสตร์สำหรับทำการวิเคราะห์ว่า คำถามข้อใดดีไม่ดี ตัวเลือกใดบกพร่องหรือสมบูรณ์ และยังบอกได้อีกว่า สมบูรณ์เป็นเท่าไรอีกด้วย ซึ่งเทคนิคนี้ไม่สามารถนำไปใช้กับแบบทดสอบอื่น ๆ ได้เลย (ชวาล แพรัตกุล 2516 : 164) ส่วนจำนวนตัวเลือกแบบทดสอบชนิดเลือกตอบนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของเด็กที่เข้าสอบ ถ้าเป็นชั้นประถมอาจใช้ 4 ตัวเลือกชั้นมัธยมศึกษาใช้ 5 ตัวเลือก (ชวาล แพรัตกุล 2516 : 185)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ส่งเสริมความสามารถทางสมองบางประการ เช่น ความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดอย่างมีระเบียบ ง่าย สั้น และชัดเจน ตลอดจนความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ด้วย (สุวรรณา มุ่งเกษม 2513 : 1-2) ดังจะเห็นได้จากจุดประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (กระทรวงศึกษาธิการ 2524 : 212)

1. เพื่อให้สามารถคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจนและรัดกุม
2. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ มีความสามารถและมั่นใจ ในการแก้ปัญหา ตลอดจนคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อให้ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์และให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูง
4. เพื่อให้มีความรู้กว้างขวาง อันเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นสูงและวิชาที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ ตลอดจนให้ตระหนักในความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในวิทยาการอื่น ๆ

จากจุดประสงค์ดังกล่าวข้างต้น การสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมุ่งที่จะวัดความเข้าใจและความสามารถในการคิดเชิงตรรกวิทยาเป็นส่วนใหญ่ ว่านักเรียนสามารถค้น

หาความจริงจากเรื่องราวต่าง ๆ ในข้อปัญหานี้อย่างสมเหตุสมผลหรือไม่ จนในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่า สำหรับชั้นประถมหรือมัธยมต้นแล้ว การทดสอบคณิตศาสตร์ที่ดี จะต้องประกอบด้วย การวัดความสามารถด้านทักษะ ด้านเหตุผล และด้านแก้ปัญหา (ดูน สายยศ 2513 : 7 อ้างจาก Kelly, Truman L.)

จากการศึกษาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยตระหนักว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำเป็นต้องมีหลักเกณฑ์และการวิจัยผลเพื่อจะได้เครื่องมือในการวัดและการประเมินผล การเรียนอย่างมีประสิทธิภาพที่แท้จริง และยังมีประโยชน์ในการใช้ผลในครั้งต่อไปได้ด้วย ทำให้ผู้วิจัยต้องการวิจัยในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ เหตุผลและคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหา

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.011 ด้านเหตุผล และโจทย์ปัญหา
2. เพื่อพิจารณาคูณภาพของข้อสอบ (Item) และแบบทดสอบ (Test)
3. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบทดสอบ
4. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับตีความหมายคะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
5. เพื่อสร้างคู่มือ (Manual) สำหรับใช้แบบทดสอบฉบับนี้

ความสำคัญของการค้นคว้า

1. เพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.011 ที่มีคุณภาพมาใช้ในการประเมินผลการเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนวิชานี้แล้ว
2. เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ค.011 ด้านเหตุผลและด้านโจทย์ปัญหาระหว่างบุคคลหรือระหว่างโรงเรียนต่าง ๆ โดยสร้างเป็นเส้นภาพ (Profiles)

3. เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบคณิตศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ของโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา สังกัดส่วนกลาง ปีการศึกษา 2524 จำนวนประชากรทั้งหมด 27,986 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ของโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา สังกัดส่วนกลาง ปีการศึกษา 2524 จำนวน 869 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค.011 เรื่อง เซต ระบบจำนวนจริง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ความสัมพันธ์ และความรู้พื้นฐานของเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ซึ่งบรรจุในหนังสือแบบเรียนของกรมวิชาการ

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับภายหลังที่ผู้เรียนได้เรียนจบบทเรียนตามที่กำหนดไว้ วัดโดยใช้แบบทดสอบรวม (Summative Test)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.011 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) สร้างขึ้นตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) จะสร้างแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

2.1 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลเป็นแบบทดสอบที่ต้องการวัดสมรรถภาพการคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการย่นหรือขยายกฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และมโนภาพในการคิดแบบนามธรรม นั่นก็คือ เมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว เขาจะสามารถจะขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่

ในการเขียนข้อคำถามของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลได้เขียนตามพฤติกรรมด้านความคิดรวบยอด ความเข้าใจและการวิเคราะห์

2.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา เป็นคำถามประเภทโจทย์ปัญหาคำนวณเกี่ยวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่สืบลำคำถามที่วัดความสามารถในการแปลความหมายให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลข จำนวน และการใช้เทคนิค หรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ คำถามของแบบทดสอบนี้โดยมากจะเป็นเรื่องราวที่ไม่เคยปรากฏในตำราเรียนมาก่อน แต่นักเรียนจะต้องนำความรู้จากที่เคยฝึกฝนมาแก้ปัญหาเหล่านั้นจึงจะสำเร็จนั่นคือ ทั้ง ๆ ที่เนื้อหาเดียวกันแต่ก็จะถามในรูปของสถานการณ์ใหม่

ในการเขียนข้อคำถามของแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา จะเขียนตามพฤติกรรมด้านคิดคำนวณและการนำไปใช้

3. แบบทดสอบที่มีคุณภาพ หมายถึง แบบทดสอบที่มีคุณภาพทางด้านความเชื่อมั่น (Reliability) ความเที่ยงตรง (Validity) ระดับความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) และอำนาจการจำแนก (Discrimination) ดังนี้

3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถให้คะแนนได้อย่างแน่นอนคงที่ ตามสภาพจริงของแบบทดสอบเพียงใด ไม่ว่าจะนำแบบทดสอบนั้นไปสอบซ้ำกับเด็กกลุ่มเดิมหรือกลุ่มอื่นที่เป็นประเภทเดียวกันก็ตาม ค่าความเชื่อมั่นหาได้จากสูตร คูณเคอร์ริชาร์ดสัน (KR-20)

3.2 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบนั้นสามารถวัดได้ตามสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่จะวัด สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ จะศึกษาเกี่ยวกับความเที่ยงตรงตามเนื้อหากับความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

- ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง การที่ครูสอนนักเรียนในเรื่องอะไรก็ออกข้อสอบวัดเรื่องนั้นโดยดูจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร

- ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น เช่น คณิตศาสตร์ คำนวณปัญหา และด้านความคิดรวบยอด หรือเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้ Factor Analysis อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3.3 ระดับความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง สัดส่วนของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบคำถามข้อนั้นถูกต้องจากการตอบแบบสอบถามที่สร้างขึ้นหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้ค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80

3.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถแจกแจงเด็กออกเป็นประเภท ๆ ได้อย่างดีถ้วน ซึ่งคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกได้โดยใช้เทคนิค 27% และเปิดคำดัชนีของอำนาจจำแนกจากตารางสำเร็จรูปของ จุง เท แฟน (Chung Teh Fan)

4. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อความประกอบควย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือตัวคำถาม (Stem or Lead or Problem) กับตัวเลือก (Choices) ในแต่ละข้อคำถามจะมี 5 ตัวเลือก และตัวเลือกยังแบ่งเป็นตัวถูก (Correct answer) กับตัวลวง (Distracters) ปนกันอยู่ในข้อและแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

5. เกณฑ์ปกติ (Norm) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่สุ่มมา โดยแสดงลงในตาราง ซึ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนมาตรฐานที่ปกติ (Normalized T-score) ที่แปลงจากคะแนนดิบ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

✓ 1.1 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

✓ 1.2 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบ

✓ 1.3 โครงสร้างของแบบทดสอบ

1.4 การเลือกชนิดของแบบทดสอบ

1.5 การสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

1.6 คุณภาพของแบบทดสอบ

2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

2.1 ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

2.2 ผลงานวิจัยในประเทศ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ได้มีผู้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้หลายความหมายด้วยกัน เช่น

เมเรนส์ และ เลห์มานน์ ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความพร้อมในการเรียน วัดข้อบกพร่องหรือเพื่อใช้ทำนายผลการเรียนในอนาคตซึ่งใช้วัดผลกันตั้งแต่ชั้นอนุบาล จนถึง ชั้นอุดมศึกษา และโรงเรียนอาชีวศึกษา ทั่วๆ ไป (W.A.Mehrens and I.J.Lehmann, 1969 : 187) โรเบิร์ต เอ็ม คัมบลิท ทราเวอร์ส กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์นั้น แต่เดิมใช้วัดความรู้ด้านเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว แต่ปัจจุบันนี้ใช้วัดกลุ่มถึงความสนใจ ทักษะ การรู้จักคุณค่า ตลอดจนการปรับตัวทางสังคมด้วย (Robert M.W.Travers, 1950 : 2) คี เจ บราวน์ ได้ให้ความหมายว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องการวัดว่าผู้เรียน

ได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาหรือทักษะเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งจากการสอนเพียงใด (D.J.Brown, 1970 : 153) ซึ่งสอดคล้องกับความหมายที่ กรอนสันด์ ไล์ให้ไว้ว่าเป็นการวัดสัมฤทธิ์ผลจากการเรียนวิชาใดวิชาหนึ่งที่ผ่านมาแล้ว ส่วน ริชาร์ดสันและสตาลเนเกอร์ ซึ่งเป็นผู้นำคนสำคัญของการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แบบใหม่ กล่าวว่า จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการทดสอบผลสัมฤทธิ์นั้น คือ การกำหนดผลการเรียนทางวิชาการ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ดี คือ แบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง (Ebel, 1972 : 43 อ้างมาจาก M.W.Richardson and J.M.Stalnaker)

ส่วน ชาวล แพร์ทกุล ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงทั้งจากโรงเรียนและที่บ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัด และทางบุคคล-สังคม อันได้แก่ อารมณ์และการปรับตัว เป็นต้น (ชาวล แพร์ทกุล 2516 : 112)

นอกจากนี้ วิเชียร เกตุสิงห์ ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง การวัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้เรียนรู้มาในอดีต (ยกเว้นการวัดทางร่างกายและอารมณ์) เป็นการวัดเพื่อให้ทราบว่าเด็กได้เรียนรู้มาในอดีตมากน้อยเพียงใด และสามารถนำความรู้มาใช้ได้ดีเพียงใดด้วย (วิเชียร เกตุสิงห์ 2515 : 8)

เทคนิคการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ผู้สร้างจะต้องเรียนรู้หลักการสร้างพอสังเขปเพื่อที่จะได้ปฏิบัติตามให้ถูกต้อง

โรเบิร์ต เอ็ม คัมบลิว ทราเวอร์ส ได้กำหนดการเตรียมการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์ทั่วไปของการศึกษาวิชานั้น โดยมากมักจะตั้งตามหลักสูตรซึ่งจะบ่งไว้อย่างกว้าง ๆ และการเขียนวัตถุประสงค์ทั่วไปที่ดีควรมี 8-15 ข้อ
2. ตั้งวัตถุประสงค์เฉพาะที่ต้องการจะวัดสัมฤทธิ์ผลของบุคคลหนึ่ง ๆ ในการที่จะนำสิ่งที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางหรือตั้งเกณฑ์ในการวัดนั้นเอง

3. ลำดับความสำคัญมากน้อยของวัตถุประสงค์ที่จะวัดโดยให้คลุมเนื้อหาทั้งหมด

4. เขียนโครงร่างของเนื้อหาที่จะทดสอบ แบ่งเป็นบท ๆ เพื่อจะได้เขียนให้ได้ตาม
วัตถุประสงค์ที่จะวัดในแต่ละบทนั้น

5. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Test Blueprint) เป็นตารางที่แสดงความ
สัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหาที่จะทดสอบเมื่อสร้างตารางนี้แล้วทำให้ผู้สร้างข้อสอบมั่นใจ
ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่เขาสร้างขึ้น จะวัดเนื้อหาในหลักสูตรได้อย่างสมมูลกับวัตถุประสงค์ที่
ตั้งใจ

6. กำหนดสิ่งที่อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้เข้าสอบ หลังจากทำข้อสอบนั้นแล้ว

7. บ่งถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ที่อาจมีผลกระทบกระเทือนต่อขบวนการทดสอบ

8. เลือกเครื่องมือที่จะใช้วัดว่าจะใช้ข้อสอบประเภทใดดี เช่น แบบถูกผิด แบบเลือก
ตอบหรือแบบอัตนัย (Travers, 1950 : 14-29)

นอกจากนี้ มิซึลส์ และ เรย์ คาร์เนล ได้กำหนดลำดับขั้นในการสร้างข้อสอบไว้ว่า

1. สำนวความมุ่งหมายและบันทึกพฤติกรรมจากความมุ่งหมายนั้น

2. สำนวเนื้อหาวิชาที่สอนตามความมุ่งหมายนั้น

3. ให้คำจำกัดความพฤติกรรมที่สำวจได้จากความมุ่งหมายและเลือกเฉพาะพฤติกรรม
ที่เด็กสามารถปฏิบัติได้จริง ๆ

4. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและวัตถุประสงค์ที่จะทำการทดสอบ

5. สร้างคำถามวัดพฤติกรรมนั้น ๆ

6. ถ้าข้อสอบนั้นเป็นตอน ๆ ก็เอาตอนต่าง ๆ เหล่านั้นมารวมกันเป็นชุดเดียว

7. เขียนคำสั่งและคำชี้แจงแต่ละตอนให้ชัดเจน

8. ตรวจสอบข้อบกพร่องอีกครั้งหนึ่ง

9. ใ้ผู้ที่มีความรู้เรื่องการสร้างข้อสอบวิพากษ์วิจารณ์

10. ทำเฉลยไว้ให้เรียบร้อย

11. ตรวจสอบทวนหลาย ๆ ครั้ง

12. นำข้อสอบไปทดลองสอบ

13. วิเคราะห์ข้อสอบหลังจากการทดสอบแล้ว

(Micheels & Ray Karnes, 1950 : 126-129)

ส่วน อนันต์ ศรีโสภา ได้กล่าววิธีวางแผนสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการทดสอบในห้องเรียน
2. การกำหนดหัวข้อเนื้อหาวิชา
3. การนิยามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายของตารางวิเคราะห์หลักสูตรก็เพื่อจะช่วยให้ครูสามารถกำหนดขอบเขตและการเน้นหนักของการวัดในแบบทดสอบและแสดงความสัมพันธ์

ระหว่างจุดมุ่งหมายของการสอนกับเนื้อหาวิชาเป็นไปอย่างถูกต้องและชัดเจน

5. การเลือกชนิดของข้อสอบว่าจะใช้ข้อสอบชนิดไหนในการสร้างแบบทดสอบ

(อนันต์ ศรีโสภา 2520 : 82-97)

วิธีการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ตามที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า มีหลักที่สำคัญคล้ายกัน คือ ต้องตั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะของการทดสอบ จากนั้นก็เขียนโครงร่างของเนื้อหาวิชาที่จะทดสอบและแบ่งเนื้อหาวิชานั้นโดยการสร้างตารางวิเคราะห์ ซึ่งตารางนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายในการทดสอบเนื้อหาวิชาและจำนวนข้อคำถามของแบบทดสอบ

จากลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า ในการสร้างแบบทดสอบใด ๆ ก็ตาม จะต้องแบ่งจุดมุ่งหมายทั่วไป ให้เป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะหรือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และจะต้องคำนึงถึงเนื้อหาซึ่งเป็นสื่อที่จะให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายนั้น ๆ ควบคู่กันไป ดังนั้นต่อไปจะกล่าวถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของการศึกษา (Taxonomy of Educational Objectives) ซึ่งเป็นผลงานของ เบนจามิน เอส บลูม และเพื่อนร่วมงาน (Benjamin S. Bloom and others, 1956 : 201-207) ได้จำแนกเป็น 3 ด้านใหญ่ ๆ ควบคู่กัน และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในวงการศึกษาเพื่อเป็นหลักเกณฑ์และสร้างแบบทดสอบที่จะคำนึงถึงในการสอนหรือการทดสอบต่อไปได้แก่

1. Cognitive domain เกี่ยวกับผลทางพุทธิปัญญา
2. Affective domain เกี่ยวกับความสนใจ หัสนคติ และค่านิยมต่าง ๆ
3. Psychomotor domain เกี่ยวกับทักษะที่ต้องใช้ช่วยะในร่างกายนช่วยในการเรียน

Domain ที่เกี่ยวข้องกับ Achievement Test ที่กำลังกล่าวถึงนี้คือ Cognitive domain แต่เพียงอย่างเดียว

ผลทางพุทธิปัญญา (Intellectual outcomes) ใน Cognitive domain แบ่งออกเป็นชั้นใหญ่ ๆ 2 ชั้น (classes) คือ ความรู้ (Knowledge) และความสามารถทางพุทธิปัญญาและทักษะ (Intellectual Abilities and Skills) ชั้นเหล่านี้แบ่งออกเป็นชั้นย่อย ๆ อีก 6 ชั้น ดังนี้

1.00 ความรู้ (Knowledge) ความจำในสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน

1.10 ความรู้ในเนื้อหาวิชาโดยเฉพาะ

1.11 ความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำต่าง ๆ

1.12 ความรู้เกี่ยวกับความจริงต่าง ๆ ได้แก่ เวลา เหตุการณ์ บุคคล สถานที่

แหล่งกำเนิด ฯลฯ

1.20 ความรู้เกี่ยวกับวิธีและการดำเนินการเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะ

1.21 ความรู้เกี่ยวกับแบบแผน

1.22 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและการจัดลำดับ

1.23 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท

1.24 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์

1.25 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบวิธีการดำเนินงานสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.30 ความรู้เกี่ยวกับการรวบรวมแนวความคิดและโครงสร้าง

1.31 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา

1.32 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

- 2.00 ความเข้าใจ (เข้าใจความหมายของสิ่งนั้น)
 - 2.10 การแปลความ แปลจากแบบหนึ่งไปสู่อีกแบบหนึ่ง
 - 2.20 การตีความหมาย การอธิบายหรือสรุปเนื้อหา
 - 2.30 การขยายความ การขยายความของข้อมูลที่มีอยู่ให้ไกลไปกว่าเดิม
- 3.00 การนำไปใช้ การนำสาระสำคัญต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริง ๆ
- 4.00 การวิเคราะห์ (การแยกเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย ๆ)
 - 4.10 การวิเคราะห์ความสำคัญส่วนประกอบต่าง ๆ
 - 4.20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น
 - 4.30 การวิเคราะห์หลักการหรือวิธีการรวมของส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านั้น
- 5.00 การสังเคราะห์ (การรวมส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน)
 - 5.10 การสังเคราะห์ข้อความ
 - 5.20 การสังเคราะห์แผนงานหรือข้อเสนอตามวิธีการต่าง ๆ
 - 5.30 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ
- 6.00 การประเมินผล การตัดสินคุณค่าในสิ่งที่กำหนดความมุ่งหมายให้โดยใช้เกณฑ์ที่แน่นอน
 - 6.10 การตัดสินโดยอาศัยเกณฑ์ภายในสิ่งนั้น
 - 6.20 การตัดสินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอกมาพิจารณา

จะเห็นว่าการแบ่งชั้นต่าง ๆ ของผลการเรียนรู้นั้น เรียงจากง่ายไปยากโดยเริ่มต้นจากความรู้ ความเข้าใจแล้วเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้นถึงระดับการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน การแบ่งระดับความยากออกตามชั้นต่าง ๆ เหล่านี้เป็นการจำแนกพฤติกรรมของนักเรียนตามธรรมชาติ

การสอนด้านพุทธิปัญญา (Cognitive domain) นี้ นับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง สำหรับการสร้างแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผล (Achievement test) เพราะว่าเน้นในเรื่อง

ความรู้ความสามารถทางปัญญาและทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการทดสอบรายการต่าง ๆ จนครบกระบวนการทางสมอง (Mental processes) ของนักเรียน

บลูม เอส บี แรตทิงส เจ ที และ แมคกัส จี เอฟ ได้จำแนกจุดมุ่งหมายของพฤติกรรมสำหรับการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยนำเอาชั้นต่าง ๆ ของ Cognitive domain มาจัดแบ่งและคัดแปลงให้เหมาะสมกับธรรมชาติของแต่ละวิชาและให้ความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ในการสร้างข้อสอบอย่างมาก (Bloom, 1971 : 646-647)

การจำแนกจุดมุ่งหมายของพฤติกรรมสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ ทางด้าน

Cognitive Domain

1.0 การคิดคำนวณ (Computation)

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะอย่าง

(Knowledge of specific facts)

1.2 ความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำ

(Knowledge of terminology)

1.3 ความสามารถในการใช้วิธีต่าง ๆ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(Ability of Carry out algorithms)

2.0 ความเข้าใจ (Comprehension)

2.1 ความรู้เกี่ยวกับความคิดต่าง ๆ (Knowledge of Concepts)

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎและกรรมวิธี (Knowledge of Principles, rules and generalizations)

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure)

2.4 ความสามารถในการแปลงสัญลักษณ์จากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง

2.5 ความสามารถในการคำนึงตามแนวของเหตุผล

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความหมายของปัญหา

3.0 การนำไปใช้ (Application)

- 3.1 ความสามารถเกี่ยวกับการนำไปแก้ปัญหาทั่วไป
- 3.2 ความสามารถเกี่ยวกับการทำการเปรียบเทียบ
- 3.3 ความสามารถเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และ

การสมมาตร

4.0 การวิเคราะห์ (Analysis)

- 4.1 ความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน
- 4.2 ความสามารถเกี่ยวกับการค้นหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ
- 4.3 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้าง การพิสูจน์
- 4.4 ความสามารถเกี่ยวกับการวิจารณ์ การพิสูจน์
- 4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและการทดลองความถูกต้องของสูตรนั้น

โครงสร้างของแบบทดสอบ

ในค่านทฤษฎีทางคณิตศาสตร์นั้นจะมีทฤษฎีของ เบนจามิน เอส บลูม (Bloom, 1971 : 651) ได้กล่าวถึงทฤษฎีนี้ในแง่ความมุ่งหมายของการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาการทางความรู้ (Knowledge) ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Ability) และทักษะ จึงได้แบ่งแยกโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เป็น 5 ด้าน คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Knowledge of concept)
2. ทักษะในการคำนวณ (Computational skill)
3. ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving skill)
4. ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์ที่มีเหตุผล
5. ทักษะในการสื่อความหมายในทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีของ เซอร์สโตน (พองหอ วิภาวิน 2522 : 6 อ้างจาก **Thurstone**) ได้กล่าวว่าสมรรถภาพทางคำนวณหรือด้านคณิตศาสตร์นั้น คือ สมรรถภาพในการที่จะเข้าใจและสามารถคำนวณตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้น ผู้ที่มีความชำนาญ ค่อนข้างแม่นยำมากก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนี้สูง ลักษณะข้อสอบประเภทนี้มีโครงสร้างดังนี้

1. ข้อสอบประเภททักษะ เป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณ
2. ข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการย่นหรือการขยายกฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และมโนภาพในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ เมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่

3. ข้อทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา เป็นการวัดสมรรถภาพ ด้านการแก้ปัญหา แบบทดสอบประเภทนี้ประกอบด้วย คำถามโจทย์ปัญหานั้นเองเกี่ยวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไป แต่ลักษณะของคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความ ให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวนและการใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้เป็นความสามารถการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วต้องเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตร

ลวัน สายยศ ได้กล่าวถึงแบบทดสอบมาตรฐานไว้ว่า แบบทดสอบมาตรฐานทางคณิตศาสตร์นิยมสร้างเพื่อวัดด้านทักษะ วัดด้านการแก้ปัญหา และวัดด้านเหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นประการสำคัญ (ลวัน สายยศ 2518 : 26-27) นอกจากนี้ ขวาล แพร์ศกุล กล่าวว่า การสอบวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันที่แบ่งเป็นคณิตศาสตร์ทักษะ ปัญหาและเหตุผลเช่นนี้ แล้วก็จะยิ่งมีมากขึ้น เป็นการรักษาความเป็นเอกพันธ์ของข้อสอบและคุณภาพอื่น ๆ ไว้ได้เป็นอย่างดี (ขวาล แพร์ศกุล 2516 : 194)

การเลือกชนิดของแบบทดสอบ (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 81)

แบบทดสอบถ้าแบ่งตามชนิดของข้อสอบจะแบ่งได้เป็นแบบอัตนัย (Essay) และแบบปรนัย (Objective) ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบอัตนัย (Essay type) ได้แก่
 - 1.1 แบบคำตอบสั้นหรือแบบจำกัดคำตอบ (ประมาณครึ่งหน้า)
 - 1.2 แบบเรียงความ (ประมาณ 2-3 หน้า)
 - 1.3 แบบปากเปล่า (Oral)
2. แบบปรนัย (Objective type) ได้แก่
 - 2.1 แบบคำตอบสั้น (Short answer)
 - คำเดียวสัญลักษณ์หรือสูตร
 - หลายคำหรือวลี
 - 2.2 แบบถูกผิด (true - false)
 - 2.3 แบบเลือกตอบ (multiple choice)
 - 2.4 แบบจับคู่ (matching)

อีเบล (Ebel, 1965 : 58) กล่าวถึงวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ขั้นแรกครูจะต้องรู้ว่า สอบอะไร วิชาอะไร เนื้อหาอย่างไร ต่อจากนั้นก็จะต้องตัดสินใจว่าจะทดสอบอย่างไร คือ จะใช้คำถามแบบใดในการทดสอบวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์บางสาขาก็อาจจะต้องใช้แบบความเรียงหรือแบบโจทย์ปัญหาถ้าเป็นวิชาอื่นก็อาจจะใช้แบบทดสอบความเรียงหรือแบบปรนัยตามแต่จะเหมาะสมกับวิชานั้น ๆ

แบบทดสอบที่จะให้ความปรนัยมีให้เลือกหลายแบบ แบบที่ครูนิยมใช้มี

1. แบบเลือกตอบ
2. แบบถูกผิด
3. แบบเติมคำ
4. แบบจับคู่

อนันต์ ศรีโสภณ ได้กล่าวถึง ผลการเรียนรู้ต่าง ๆ สามารถวัดได้ด้วยข้อสอบแบบปรนัย เพราะว่าข้อสอบแบบนี้

1. สามารถนำไปปรับใช้วัดผลการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ง่าย

2. สามารถถามไถ่มากข้อในเวลาจำกัดซึ่งเป็นตัวอย่างที่แทนการทดสอบผลการเรียนรู้ทั้งหมดได้ก็และ

3. เป็นแบบทดสอบที่สามารถให้คะแนนได้รวดเร็วและถูกต้อง
(อนันต์ ศรีโสภา 2515 : 49)

อีเบล ยังกล่าวอีกว่า แบบทดสอบปรนัยตรวจและให้คะแนนได้รวดเร็วและแม่นยำ แม้ว่าเด็กจะมีจำนวนมาก ๆ ก็จะทำให้ง่ายถ้าเด็กมีจำนวนน้อย แบบทดสอบความเรียง หรือแบบ การแก้ปัญหาจะเหมาะสมกว่า แต่ทั้งสองแบบนี้ผู้สอบจะต้องเขียนมากในเวลาสอบ ทำให้เกิด อุปสรรคและออกได้ไม่ครอบคลุมอย่างแบบปรนัย มีผู้กล่าวว่า สมรรถภาพในการเลือกหาคำตอบ ที่ถูก ต่างกับ สมรรถภาพในการสร้างคำตอบที่ถูกได้เอง และมีความน้อยกว่าด้วยสมรรถภาพเหล่านี้ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก การจะพิจารณาคูณค่าและสมรรถภาพของแบบทดสอบควรจะพิจารณาว่า การให้คะแนนเป็นปรนัยหรือไม่ แบบทดสอบปรนัยไม่ใช่จะทำให้คะแนนเป็นปรนัยทั้งหมดแบบทดสอบ แบบเลือกตอบเป็นแบบที่มีผู้นิยมมากและมีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกเด็กเก่งกับเด็กอ่อนออกจาก กัน แต่สร้างให้คิดได้ยากกว่าแบบอื่น ๆ โดยทฤษฎีแล้วแบบทดสอบแบบเลือกตอบจะให้ค่าความเชื่อ มั่นของคะแนนได้สูงกว่าแบบถูก-ผิด (Ebel. 1965 : 56-63)

มิเชลส์ และ เรย์ คาร์เนส มีความเห็นว่าแบบทดสอบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบที่มีค่า มากที่สุดในบรรดาแบบทดสอบทั้งหลาย เพราะสามารถออกให้นักเรียนมีความสนใจพิเศษที่เลือก และนำสิ่งที่เรียนมาแล้วใช้ให้เป็นประโยชน์ สามารถวัดความเข้าใจ การตัดสินใจ ความสามารถในการ วิเคราะห์เหตุผล สามารถวัดความจำของนักเรียนได้อย่างกว้างขวางกว่าที่ใช้แบบทดสอบแบบ เต็มคำ (Micheels and Ray Karnes, 1950 : 174-175)

ชาวาล แพร์ติกุล กล่าวถึง คำถามแบบเลือกตอบว่ามีดีหลายประการ เช่น ไม่ทำให้เกิด ปัญหาสองแง่สองง่าม ๆ เหมือนทั้งในแบบถูกผิด สามารถลดอัตราการเดาได้มากซึ่งเท่ากับ ไปเพิ่มความเชื่อมั่นให้สูงขึ้น และอาจใช้เป็นคำถามสำหรับวัดสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ได้อย่าง กว้างขวางอีกด้วย (ชาวาล แพร์ติกุล 2516 : 164)

การสร้างแบบทดสอบเลือกตอบ

คำถามแบบเลือกตอบทั่ว ๆ ไป จะประกอบด้วยสองตอน คือ ตอนนำหรือตัวคำถามกับ ตอนเลือกตอบโดยปกติจะเป็นคำถามที่กำหนดให้นักเรียนชี้ตอบตัวเลือก ที่ถูกต้องมากที่สุด หรือดีที่สุด เพียงตัวเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ ที่ปนคละอยู่ในข้อนั้น คำถามแบบเลือกตอบที่ดี จึงนิยมใช้ตัวเลือก ที่เฉียบคม ๆ และสม่ำเสมอเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous)

จุดประสงค์ของการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบนี้ต้องการให้ข้อสอบแต่ละข้อวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน ในสิ่งที่มีความสำคัญและให้นักเรียนเข้าใจข้อสอบอย่างแจ่มแจ้ง และนักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้อง เฉพาะผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจเท่านั้น กฎต่าง ๆ สำหรับการสร้างแบบทดสอบนี้ จึงมุ่งที่จะให้การเขียนข้อสอบเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ (อนันต์ ศรีโสภา 2515 : 75)

ชาวล แพร์ทกุล (ชาวล แพร์ทกุล 2516 : 166-192) ได้กล่าวว่า เพื่อจะ บรรลุซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าว เราจึงควรทราบหลักและกลวิธีในการเขียนคำถามแบบเลือกตอบ เพื่อจะช่วยให้เราสามารถสร้างข้อสอบได้ดี ๆ และสะดวกขึ้น ดังนี้

1. เขียนตอนนำเป็นประโยคสมบูรณ์ ถ้าแต่งคำถามเป็นแบบให้อ่านต่อความ ก็อ่านได้ ความคิดต่อกันคือทุกตัวเลือก

2. เน้นจุดที่จะถามชัดเจน
3. ข้อเดียวถามเรื่องเดียว
4. ใช้ภาษาไม่ซับซ้อนพอเหมาะกับเด็ก
5. ถัดคำพุ่มเพื่อยในคำถามตัวเลือก
6. เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลขหรือศักราช
7. ไม่ควรใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อน
8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม
9. พยายามใช้รูปภาพประกอบคำถามมาก ๆ
10. ใช้คำถามให้คํมงานสอบ

11. มีตัวถูกเพียงตัวเดียว
12. ทั้งตัวถูกและตัวผิด ถูกผิดตามหลักวิชา
13. ตัวเลือกแต่ละตัวเป็นอิสระจากกัน
14. ในชั้นมัธยม พยายามให้มีตัวเลือกถึง 5 ตัว
15. แก้ไขมิให้คำถามข้อแรก ๆ และคำตอบของข้อหลัง ๆ
16. ตัดข้อความของตัวถูกให้สั้น (หรือยืดยาว) เท่า ๆ กับตัวเลือกอื่น ๆ
17. ตัวถามและตัวเลือกเกี่ยวพันในเรื่องเดียวกัน
18. หลบเลี่ยงคำขยายที่เน้นคำตอบ
19. หลบเลี่ยงคำถามที่เด็กคล่องปากอยู่แล้ว
20. กระจายตำแหน่งตัวถูก

นอกจากนี้ อนันต์ ศรีโสภณ (อนันต์ ศรีโสภณ 2515 : 75-82) ยังได้กล่าวถึง การสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ดังนี้

1. ข้อสอบแต่ละข้อควรจะวัดผลการเรียนรู้ที่สำคัญ
2. ตัวข้อสอบควรอ่านได้ใจความและเข้าใจง่าย
3. ภาษาที่ใช้ในข้อสอบควรง่ายและชัดเจน
4. ควรบรรจุคำถามต่าง ๆ ลงในข้อสอบให้มากที่สุด เท่าที่จะทำได้
5. ตัวข้อสอบควรเขียนให้อยู่ในรูป Positive form
6. ควรเน้นการใช้คำพูดที่เป็นปฏิเสธเมื่อนำมาใช้ในข้อสอบ
7. ตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องควรชัดเจนและถูกต้อง
8. ควรทำให้ตัวเลือกต่าง ๆ สอดคล้องกับตัวข้อสอบทั้งทางไวยากรณ์และแบบฟอร์ม
9. ควรหลีกเลี่ยงคำพูดที่เป็นเครื่องช่วยนักเรียนในการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือ

กำจัดตัวลงที่ผิดออกไป

10. ควรทำให้ตัวต่าง ๆ มีเหตุผลที่อาจจะเป็นไปได้หรือมีส่วนถูกบางส่วน และสามารถดึงดูดให้นักเรียนเลือกตอบได้

11. อย่าให้ความยาวของตัวเลือกเป็นเครื่องบอกคำตอบที่ถูกต้องของข้อสอบ
12. ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำ "ข้างบนทั้งหมด" และไม่ใช่ข้างบนทั้งหมดในตัวเลือก
13. ควรให้ตำแหน่งของคำตอบที่ถูกต้องอยู่ในลักษณะตัวลุ่ม
14. ควบคุมความยากของข้อสอบโดยการเปลี่ยนปัญหาในข้อสอบหรือโดยการเปลี่ยน

ตัวเลือกต่าง ๆ

15. พยายามทำให้ข้อสอบแต่ละข้อเป็นอิสระไม่ขึ้นอยู่กับข้ออื่น ๆ ในแบบทดสอบนั้น
16. ควรใช้แบบฟอร์มของข้อสอบที่มีประสิทธิภาพ

นอลล์ ยังได้กล่าวถึงการเขียนแบบทดสอบเลือกตอบไว้ว่า สิ่งที่สำคัญที่สุดในการเขียนแบบทดสอบเลือกตอบก็คือ การคิดหาตัวเลือกหรือตัวลวง ให้ทำหน้าที่เป็นตัวลวงได้จริง ๆ ตัวเลือกที่ถูกจะต้องถูกอย่างชัดเจน ตัวลวงทุกตัวจะต้องมีความใกล้เคียงกับตัวเลือกที่ถูกให้มากที่สุด นักเรียนที่ไม่มีความรู้จริงในแบบทดสอบนั้น จะเลือกตอบตัวลวงเหล่านั้นกระจายออกไปทุก ๆ ตัว แบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือก ถ้ามีตัวลวงอยู่ 1 ตัว ในบรรดาตัวลวงทั้งหมด 4 ตัว ไม่มีความใกล้เคียงกับตัวเลือกที่ถูก นักเรียนไม่มีโอกาสเลือกตัวลวงนั้นเลย แบบทดสอบเลือกตัวลวงนั้นก็มีความใกล้เคียงกับแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกนั่นเอง ถ้าข้อความข้อใดยังมีตัวลวง ซึ่งนักเรียนไม่เลือกเลยถึง 2 หรือ 3 ตัว แบบทดสอบเลือกตอบข้อนั้นก็จะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 3 หรือ 2 ตัวเลือก ซึ่งไม่ติดอะไรกับแบบถูกผิด (Noll. 1957 : 130)

คุณภาพของแบบทดสอบ

ด้านความเที่ยงตรง จากการศึกษาของธอร์นไดค์ (Thorndike. 1977 : 71) และครอนลันด์ (Cronlund. 1977 : 37) พบว่า การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกันมากคือ การหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (construct validity) ซึ่งมีวิธีการหาต่าง ๆ ดังนี้

1. การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยนำแบบทดสอบนั้นไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ เช่น การสร้างแบบทดสอบวัดสติปัญญาแล้วใช้แบบทดสอบ I.Q. ของ บิเน็ต (Binet) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบถ้ามีค่าสหสัมพันธ์สูงก็มีความเที่ยงตรงสูง

2. การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการหาความแตกต่างระหว่างกลุ่ม กลุ่มที่มีความรู้ในวิชานั้นสูงจะทำคะแนนได้สูงกว่าที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ ซึ่งการหาความเที่ยงตรงลักษณะนี้ เป็นการหาความเที่ยงตรงทั้งทางอำนาจและทางเหตุผล

3. การหาความเที่ยงตรงภายในของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ ถ้าได้ค่าสหสัมพันธ์สูง แบบทดสอบนั้นก็มีความเที่ยงตรงสูงด้วย

✓ ความเชื่อมั่น จากการศึกษารายของ ธอร์นไดค์ (Thorndike, 1977 : 93) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นนั้นไม่ได้กำหนดไว้แน่นอนตายตัวแต่มีหลักการว่า แบบทดสอบฉบับใดมีค่าความเชื่อมั่นสูง ๆ แล้วแบบทดสอบฉบับนั้นจะดี สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนถ้าได้ความเชื่อมั่นสูงกว่า .80 จะอยู่ในเกณฑ์ดีมาก แต่ถ้าเป็นแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ เช่นแบบทดสอบวัดลักษณะการเป็นผู้นำค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า .60 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และถ้า .45 ขึ้นไปอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

ความยากง่าย ข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ คือ ควรมีทั้งข้อง่ายและข้อยาก เพราะข้อง่ายเป็นข้อที่จูงใจ สำหรับเด็กที่เรียนอ่อน และข้อยากเป็นข้อที่ท้าทายสำหรับเด็กที่เรียนเก่งและข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ทุกระดับ ขวาล แพร์คกุล กล่าวว่า ข้อสอบแต่ละข้อควรเรียงคำถามจากง่ายไปหายาก ข้อสอบที่ดีควรมีค่า อยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ขวาล แพร์คกุล 2516 : 317)

จากการวิจัยการศึกษาคูณภาพของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผลและคณิตศาสตร์ปัญหา ของ ทองหล่อ วิภาวีน (ทองหล่อ วิภาวีน 2522 : 25-28) ได้ทำการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง นิสิตชั้นปีที่ 3 ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปีการศึกษา 2521 จำนวน 14 วิชาเอก รวม 322 คน พบว่า

ก. ความเที่ยงตรงแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผลและคณิตศาสตร์ปัญหามีความเที่ยงตรงสูง โดยใช้วิธีการหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบด้วยการเปรียบเทียบรายเฉลี่ยของผลการสอบ นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ กับกลุ่มนิสิตที่ไม่ได้เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่ากลุ่มนิสิตที่เรียน

วิชาเอกคณิตศาสตร์สามารถทำคะแนนคณิตศาสตร์ได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลมีความเชื่อมั่น .8316

ค. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ผลปรากฏว่าคณิตศาสตร์เหตุผล มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .891 - .146 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า ระหว่าง .515 กับ .106 แบบทดสอบคณิตศาสตร์ปัญหาหามีค่าความยากอยู่ระหว่าง .994 - .152 และค่าอำนาจจำแนก .442 - .110

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

ทีกส์ และ คลาร์ก (Tieg and Clark) ได้สร้างแบบทดสอบเลขคณิตประถมปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 12 แบบทดสอบแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. เหตุผลทางเลขคณิต (Arithmetic Reasoning)
2. พื้นฐานทางเลขคณิต (Arithmetic Fundamental) ใ้กลุ่มตัวอย่างชั้นละ 200 คน หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร Kuder-Richardson (KR-21) ได้ค่าความเชื่อมั่น

เหตุผลทางเลขคณิต ตั้งแต่ .72 - .93

พื้นฐานทางเลขคณิต ตั้งแต่ .70 - .95

แต่ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตั้งแต่ .84 - .97 ส่วนใหญ่ค่าความเชื่อมั่นของคนพื้นฐานทางเลขคณิตกับคะแนนรวมมักจะสูง แต่แบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า .90 ส่วนที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่า .80 คือ ตอนหาเหตุผลทางเลขคณิตชั้นประถมปีที่ 2, 3, 4, 5 และ 7 และตอนพื้นฐานเลขคณิตชั้นประถมปีที่ 4, 5 และ 6

ทรูแมน แอล เคลลี และคณะ (Truman L. Kelley and others) ได้สร้าง Stanford Achievement Test เกี่ยวกับ Modern Mathematic Concepts Test ในระดับกลาง 2 ชั้น คือ เกรด 5 กับ 6 เมื่อปี 1965 ข้อสอบมี 54 ข้อ ประกอบด้วยเนื้อหา ระบบจำนวน, รูปเหลี่ยมมุมสมการ สมการ และเซต แบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ส่วนความเชื่อมั่นหาจาก 2 วิธี ได้แก่ split - half (ข้อคู่-ข้อคี่) และสูตร KR - 20 ดังตาราง

grade	r_{11}	$r_{KR - 20}$	St. Error of Measurment
5	.81	.82	3.2
6	.86	.87	3.2

เอิร์นเนสท์ คัมบลิว ทีกส์ และ วิลลิส คัมบลิว คลาร์ด (Ernest W. Tiegas and Willis W. Clard) ได้สร้าง California Arithmetis Test เมื่อปี 1950 เป็นแบบทดสอบเลขคณิตชั้นประถมปีที่ 1 ถึงปีที่ 4 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. เหตุผลทางเลขคณิต (Arithmetic Reasoning) ซึ่งประกอบด้วย จำนวนนับ จำนวนเลข เงิน เวลา เกี่ยวกับสัญลักษณ์และเครื่องหมายต่าง ๆ

2. พื้นฐานทางเลขคณิต (Arithmetic Fundamental) ซึ่งประกอบด้วย บวก ลบ คูณ และหาร

แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบมาตรฐานซึ่งหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test - retest) ได้ค่าความเชื่อมั่น

เหตุผลทางเลขคณิต .92

พื้นฐานเลขคณิต .91

ส่วนค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Validity) ไม่ได้แสดงไว้ให้

ซี เอ็ม เฟรมมิง (C.M.Fleming) ได้สร้างแบบทดสอบเลขคณิตชั้น 2 ฉบับ ก๊อ A กับ B แบบ A ประกอบด้วย สังกัปทางจำนวน (Number Concept) เกี่ยวกับเงิน ระยะเวลา และความยาว แบบ B เพิ่มโจทย์เกี่ยวกับปัญหาและแบบฝึกหัดเศษส่วนง่าย ๆ

แบบ A มี 99 ข้อ

แบบ B มี 137 ข้อ

หลังจากเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ก็เขียนคำสั่งชี้แจง (Instruction) สำหรับใช้ ควบคู่กับการทดสอบ และมีตัวอย่างสำหรับเด็กทดลองทำในคำสั่งชี้แจงด้วย และหาความยากง่าย ก่อนนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่จะนำแบบทดสอบเป็นมาตรฐาน โดยทดสอบเด็กกลุ่มหนึ่งเพื่อ พิจารณาความยากง่าย อย่างหยาบ ๆ และทำเฉลย (Key) สำหรับตรวจ ถ้ามีข้อทดสอบข้อไหน ที่มีความหมายเป็น 2 นัย ผู้ออกข้อสอบกับครูผู้สอนร่วมกันพิจารณาเลือก เสร็จแล้วนำแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับเด็กกลุ่มตัวอย่าง 16,000 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้วิธี หาแบบ Split-half และวิธี Test-retest

วิธีแรกมีค่าความเชื่อมั่น .95

วิธีที่สองมีค่าความเชื่อมั่น .93

การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (validity) โดยวิธี Factorial Validity หรือที่เรียกว่า Factor Analysis

งานวิจัยในประเทศ

โครงการสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จัดโดย สำนักทดสอบทาง การศึกษาและจิตวิทยา คณะวิชาวิจัยการศึกษาแห่งวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร (เริ่มเมื่อ 27 ธันวาคม 2511) เป็นผู้ประสานงานและดำเนินการโดย ดร.ชวาล แพร์ตกุล กับคณะ (ชวาล แพร์ตกุล 2517 : 83-87) ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน ระดับชั้นประถม ปีที่ 7 สำนักงานทดสอบได้ลงมือปฏิบัติงานตามแผนการที่วางไว้ เป็นขั้น ๆ ไปโดยลำดับ ตั้งแต่ การเขียนข้อคำถามแล้วนำแบบทดสอบต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างหลายครั้ง

หลายหน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้ในการทดลองหลายแสนคน จนในที่สุดปลายปี 2512 (ในเดือน กุมภาพันธ์ 2513) ได้นำแบบทดสอบ ฉบับที่ได้ปรับปรุงแก้ไขจนมั่นใจแล้ว จำนวน 30 ฉบับ ไปทำการทดสอบเป็นครั้งสุดท้ายเพื่อสร้างเกณฑ์ระดับชาติกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ทั่วประเทศ จำนวน 57,928 คน จาก 886 โรงเรียน ใน 385 อำเภอ

แบบทดสอบมาตรฐานที่สร้าง ได้แก่

1. หมวดวิชาภาษาไทย มี 8 ฉบับ
2. หมวดวิชาภาษาอังกฤษ มี 3 ฉบับ
3. หมวดวิชาสังคมศึกษา มี 2 ฉบับ
4. หมวดวิชาคณิตศาสตร์ มี 6 ฉบับ
5. หมวดวิชาศิลปศึกษา มี 4 ฉบับ
6. หมวดความถนัดทางการเรียน มี 7 ฉบับ

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะหมวดวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบทักษะฉบับ ก. แบบทดสอบฉบับนี้มุ่งที่จะวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลขเป็นสำคัญ ดังนั้นข้อคำถามในฉบับนี้ จึงมีแต่ตัวเลขล้วน ๆ ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 40 ข้อ ให้เวลาทำ 20 นาที แบบทดสอบฉบับนี้ได้รับการปรับปรุงแก้ไขหลายครั้ง ในครั้งสุดท้ายที่สำเร็จเป็นมาตรฐานได้นำไปทำการทดสอบกับนักเรียนทั่วประเทศ จำนวน 10,926 คน ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยมีความเชื่อมั่นสูงถึง .87

แบบทดสอบทักษะฉบับ ข. คำถามของแบบทดสอบฉบับนี้มีลักษณะเป็นทำนองเดียวกับฉบับ ก. และได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อสร้างเกณฑ์มาตรฐานเป็นจำนวนถึง 12,783 คน มีระดับความเชื่อมั่นสูงถึง .81

แบบทดสอบปัญหาฉบับ ก. ประกอบด้วยคำถามประเภทโจทย์ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ตรงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรปัจจุบันมีจำนวนคำถาม 30 ข้อ และให้เวลา 30 นาที แบบทดสอบฉบับนี้ทำการทดสอบรวม 7 ครั้ง ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างกระจายทั่วประเทศเป็นจำนวน 12,194 คน แบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่น .636 และมีความคลาดเคลื่อน มาตรฐานเพียง ± 2.5 คะแนน

แบบทดสอบปัญหาฉบับ ข. เป็นแบบทดสอบที่มีโครงสร้างและความยากง่ายเป็นทำนองเดียวกับฉบับ ก. และในการทดลองก็ได้ดำเนินการควบคู่กันไปกับฉบับแรกทุกประการ การทดลองครั้งสุดท้ายทดลองกับนักเรียน 10,151 คน ได้ความเชื่อมั่นเป็น .628 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± 2.5 คะแนนเท่ากับฉบับแรก

แบบทดสอบเหตุผลฉบับ ก. แบบทดสอบเหตุผลหรือความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์นี้ได้นำไปทดลองและปรับปรุงแก้ไขหลายครั้งจนในที่สุดสามารถสร้างเกณฑ์มาตรฐานได้ในครั้งที่ 7 โดยมีคำถาม 30 ข้อ และใช้เวลา 30 นาที และใช้กลุ่มตัวอย่าง 11,818 คน แบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่น .726

แบบทดสอบเหตุผลฉบับ ข. มีลักษณะคล้ายฉบับ ก. ทุกประการรวมทั้งข้อคำถามและเวลาทำด้วย เมื่อสร้างเกณฑ์มาตรฐานครั้งสุดท้ายได้ทดสอบกับนักเรียนจำนวน 12,253 คน ปรากฏว่ามีความเชื่อมั่น .631 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± 2.6 คะแนน

จากรายงานความก้าวหน้าของโครงการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ฉบับที่ 2 เกี่ยวกับความเที่ยงตรงของแบบทดสอบประเภทวัดผลสัมฤทธิ์กล่าวว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบทดสอบที่วัดครอบคลุมทั้งเนื้อหาและพฤติกรรม

นอกจากนี้ทางสำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยายังได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ เชิงเหตุผลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเริ่มทำตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2516 ได้นำแบบทดสอบไปทดสอบ 10 ภาคการศึกษาใน 47 จังหวัด สุ่มตัวอย่างทดลอง 60 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 14,023 คน ข้อสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที ได้ค่าความเชื่อมั่น .76 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± 2.5 คะแนน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 27,986 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 869 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียน 22 โรงเรียน จากโรงเรียนทั้งหมด 658 โรงเรียน โดยใช้ตารางสุ่ม

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้ขั้นที่ 1 ออกมาโรงเรียนละหนึ่งห้องเรียน โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวแสดงไว้ในตาราง 1

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียน 3 ห้อง เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 จากนั้นสุ่มห้องเรียนอีก 5 ห้อง เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 ที่เหลือเป็นการทดลองครั้งที่ 3

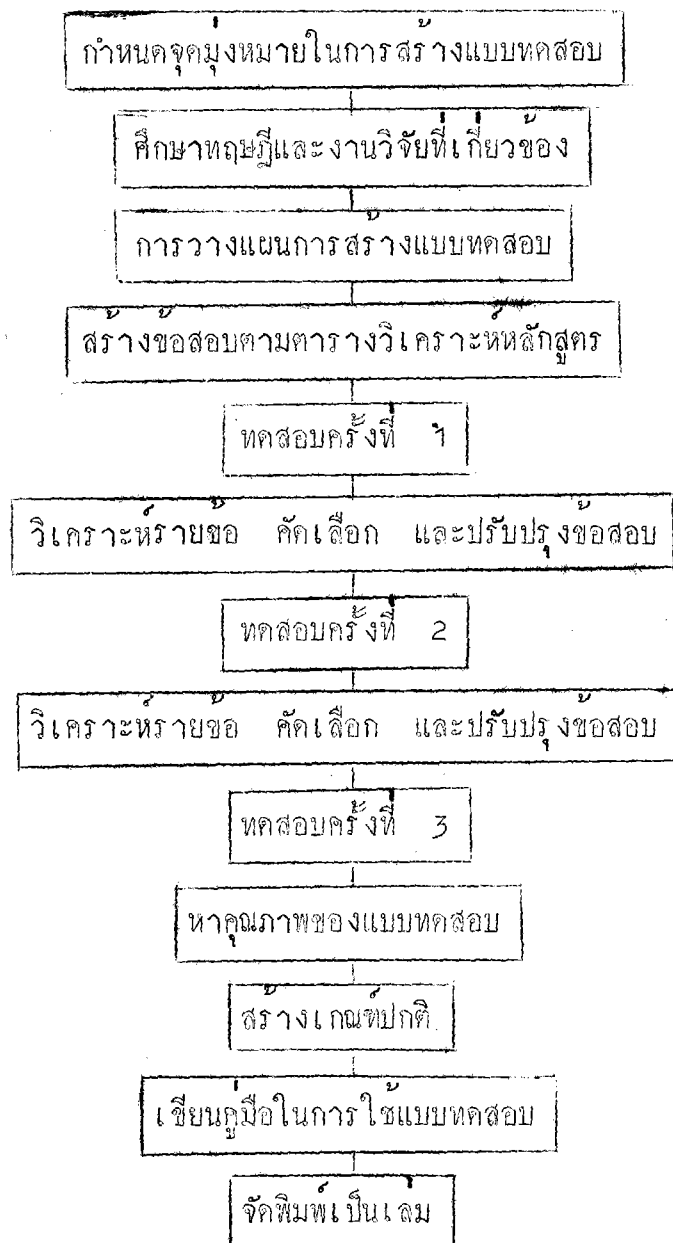
ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างและครั้งที่ใช้การทดลอง

ลำดับที่	ชื่อโรงเรียน	เขต	จำนวนนักเรียน	ใช้ทดสอบ ครั้งที่
1	ประชากรราษฎร์อุปถัมภ์	ห้วยขวาง	35	3
2	วัดราชาธิวาส	ดุสิต	38	1
3	หอวัง	บางเขน	40	2
4	สามเสนวิทยาลัย	พญาไท	48	3
5	สันติราษฎร์วิทยาลัย	พญาไท	30	3
6	มักกะสันพิทยา	พญาไท	42	2
7	สตรีวิทยา	พระนคร	45	3
8	บางกะปิ	บางกะปิ	45	1
9	สตรีมหาพัฒนาราม	บางรัก	41	3
10	เตรียมอุดมศึกษา	ปทุมวัน	48	3
11	วัดสุทธธีราราม	ยานนาวา	37	2
12	สตรีศรีสุริโยทัย	ยานนาวา	37	3
13	นนทรีวิทยา	ยานนาวา	40	3
14	ปทุมคงคา	พระโขนง	40	3
15	พระโขนงพิทยาลัย	พระโขนง	39	3
16	สาयน้ำผึ้ง	พระโขนง	29	2
17	วัดสระเกษ	ป้อมปราบ	35	3
18	ไตรมิตรวิทยาลัย	สัมพันธวงศ์	40	1
19	จันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม	ภาษีเจริญ	47	3
20	วัดรางบัว	ภาษีเจริญ	30	3
21	สตรีวัดระฆัง	บางกอกน้อย	40	2
22	สุวรรณารามวิทยาลัย	บางกอกน้อย	43	3

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามลำดับขั้นดังแสดงในภาพ

ประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การร่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระดับชั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการร่างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อร่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ค.011
 ด้านเหตุผลและโจทย์ปัญหา

1.2 เพื่อพิจารณาคุณภาพของข้อสอบ (Item) และแบบทดสอบ (test)

1.3 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบทดสอบ

1.4 เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับตีความหมายคะแนนผลการสอบจากแบบ
 ทดสอบที่สร้างขึ้น

1.5 เพื่อสร้างคู่มือ (Manual) สำหรับใช้แบบทดสอบฉบับนี้

2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการร่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. การวางแผนการร่างแบบทดสอบ

3.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายและเนื้อหาคณิตศาสตร์ ค.011 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
 (ม.4) ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีค่ากับบทและหัวข้อดังนี้

รายวิชา ค.011 (จากเอกสารหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปี
 พุทธศักราช 2524)

บทที่ 1. เซต (เวลาเรียน 8 คาบ)

1.1 เซต

1.2 สับเซต

1.3 เอกภาพสัมพัทธ์

1.4 ยูเนียน อินเตอร์เซกชันและคอมพลีเมนต์ของเซต

บทที่ 2. ระบบจำนวนจริง (เวลาเรียน 22 คาบ)

- 2.1 จำนวนจริง
- 2.2 เส้นจำนวน
- 2.3 การบวกจำนวนจริง
- 2.4 การคูณจำนวนจริง
- 2.5 การพิสูจน์คุณสมบัติบางประการของระบบจำนวนจริง
- 2.6 คุณสมบัติการไม่เท่ากัน
- 2.7 ช่วงและการแก้อสมการ
- 2.8 ค่าสัมบูรณ์
- 2.9 จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกำลังและราก

บทที่ 3. ตรรกศาสตร์เบื้องต้น (เวลาเรียน 16 คาบ)

- 3.1 ประพจน์
- 3.2 การเชื่อมประพจน์
- 3.3 การหาค่าความจริงของประพจน์
- 3.4 การสร้างตารางค่าความจริง
- 3.5 ข้อความที่สมมูลกัน
- 3.6 ประโยคเปิด
- 3.7 ตัวบ่งปริมาณ
- 3.8 ค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ (ตัวแปรเดียว)

บทที่ 4. ความสัมพันธ์ (เวลาเรียน 15 คาบ)

- 4.1 คู่อันดับ
- 4.2 ผลคูณคาร์ทีเซียน
- 4.3 ความสัมพันธ์
- 4.4 โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์
- 4.5 กราฟของความสัมพันธ์
- 4.6 อินเวอร์สของความสัมพันธ์

บทที่ 5. ความรู้พื้นฐานของเรขาคณิตวิเคราะห์ (เวลาเรียน 9 คาบ)

5.1 โพรเจกชัน

5.2 ระยะระหว่างจุดสองจุด

5.3 จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามขั้นตอนอย่างละเอียด

4. สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยสร้างแบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือก
จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 50 ข้อ

ฉบับแรกเป็นคณิตศาสตร์เหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้มี 50 ข้อ แต่ละข้อจะเป็นโจทย์เกี่ยวกับ
เหตุผลและหลักการหรือความคิดทางคณิตศาสตร์ดังตัวอย่าง

(0) $(-32)^0$, 1.9 , $\frac{\sqrt{27}}{\sqrt{3}}$, $\sqrt{(-4)(-4)}$ สอดคล้องกับข้อใด

ก. จำนวนเต็ม

ข. จำนวนเต็มลบ

ค. จำนวนเต็มบวก

ง. จำนวนตรรกยะ

จ. จำนวนอตรรกยะ

(00) $\sqrt{2}$: จำนวนตรรกยะ $\longrightarrow$ 7π : ?

ก. $7(3.14)$

ข. จำนวนเต็ม

ค. จำนวนจริง

ง. จำนวนตรรกยะ

จ. จำนวนอตรรกยะ

ฉบับที่สองเป็นคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา แบบทดสอบฉบับนี้มี 50 ข้อ เป็นการวัดความสามารถในการคิดคำนวณโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่าง

(0) กำหนดให้ $U = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนเต็ม, } 8 < x < 16\}$

$$A = \{x \mid x \in I \text{ และ } x < 12\}$$

$$B = \{x \mid x \in I \text{ และ } x > 9\}$$

$A \cup B$ จะเท่ากับเซตใด

ก. $\{9, 10, 11, \dots, 15\}$

ข. $\{0, -1, 1, -2, 2, -3, 3, \dots\}$

ค. $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots\}$

ง. $\{12, 11, 10, 9, 8, \dots\}$

จ. $\{9, 10, 11, 12, 13, \dots\}$

(00) จุด $(0,0)$, $(6,0)$ และ $(0,4)$ เป็นจุดยอดของสามเหลี่ยมรูปหนึ่ง ความยาวของเส้นมัธยฐานที่ลากจากจุด $(0,0)$ ยาวเท่ากับข้อใด

ก. 5

ข. 6

ค. $\sqrt{13}$

ง. $\sqrt{20}$

จ. $2\sqrt{10}$

5. การทดสอบครั้งที่หนึ่ง นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้ง 2 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 123 คน เพื่อปรับปรุงข้อสอบ

6. วิเคราะห์รายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

6.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกหรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน

6.2 วิเคราะห์รายชื่อโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ แล้ว
เปิดตารางสำเร็จของ จุง เท แฟน (Chung Teh Fan)

6.3 คัดเลือกข้อสอบโดยยึดเกณฑ์ที่มีความยาก (p) ตั้งแต่ .20 - .80 และ
ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อที่ไม่สอดคล้องตามเกณฑ์รวมทั้ง
วิเคราะห์ตัวดวงโดยยึดหลักเกณฑ์ว่า ในแต่ละตัวดวงจะต้องมีนักเรียนเลือกและนักเรียนในกลุ่ม
ต่ำจะต้องเลือกตัวดวงมากกว่านักเรียนในกลุ่มสูง จึงจะถือว่าตัวดวงนั้นดี แต่ถือเป็นลักษณะใน
ทางตรงข้ามต้องปรับปรุงเช่นเดียวกัน

6.4 รวบรวมแบบทดสอบที่ได้แก้ไขแล้วนำไปทดสอบครั้งที่สอง

7. การทดสอบครั้งที่สอง นำผลจาก 6.4 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 188 คน
เพื่อปรับปรุงข้อสอบอีกครั้งหนึ่ง

8. วิเคราะห์รายชื่อ โดยใช้หลักการเช่นเดียวกันกับข้อ 6.1 - 6.3 แล้วรวบรวม
แบบทดสอบที่ได้แก้ไขแล้วไปทดสอบครั้งที่ 3

9. การทดสอบครั้งที่ 3 โดยใช้ผลในข้อ 8 ไปทดสอบเป็นครั้งสุดท้ายกับกลุ่มตัวอย่าง
558 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้น

9.1 หากความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ

9.2 หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

9.3 หากความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้าง

10. สร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบในรูปของคะแนน T - ปกติ

11. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบ

12. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการสอบ
2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง และวางแผนในการดำเนินการสอบล่วงหน้า เช่น การจัดกรรมการคุมสอบ ที่แจ้งขั้นตอนและวิธีดำเนินการสอบต่อกรรมการคุมสอบ
3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้
 - 4.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 123 คน เพื่อปรับปรุงข้อสอบ
 - 4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง 188 คน เพื่อปรับปรุงข้อสอบ
 - 4.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง 558 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

วิธีจัดกระทำข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

- 1.1 คะแนนเฉลี่ย (ถวน และอังคณา สายยศ 2524 : 71)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ลวน และอังคณา สายยศ 2524 : 77)

$$S = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทนผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทนจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

$N - 1$ แทนจำนวนตัวแปรอิสระ (Degree of freedom)

1.3 หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (William A. 1973 : 170)

$$SE_{meas} = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ SE_{meas} แทนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

S_x แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ

r_{tt} แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2. วิเคราะห์ข้อสอบหาความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้

เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของกลุ่มสูงกลุ่มต่ำแล้วเปิดตารางสำเร็จของ จุง เท แฟน (Fan. 1952 : 1-32)

2.1 หาค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับจากสูตร

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

แล้วใช้สูตร $\Delta = 13 + 4Z$ (Chung Teh Fan)

เมื่อได้ค่า Z แล้วเปิดตารางเปลี่ยน Z เป็นค่า $\bar{p}$

2.2 หาค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยโดยเปลี่ยน r เป็น Fisher's Z ก่อน สูตรของการหาค่า Fisher's Z เฉลี่ย (ลวน และอังคณา สายยศ 2522 : 228)

$$\bar{Z} = \frac{\sum (n_i - 3) Z_i}{\sum (n_i - 3)}$$

เมื่อ $\bar{Z}$ เป็นคะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) เฉลี่ย
 Z_i เป็นคะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) ของกลุ่มที่ i
 n_i เป็นจำนวนคนของกลุ่มที่ i

เมื่อคำนวณค่า $\bar{Z}$ ได้แล้วสามารถเปิดหาค่า r กลับจากค่า Fisher's Z ได้โดยใช้ตารางเดียวกันก็จะได้ r เฉลี่ยตามต้องการ

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน 20 (อนันต์ ศรีโสภา 2520 : 53)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_x^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทนสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q แทนสัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด
 s_x^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด
 $\sum pq$ แทนผลบวกของผลคูณของสัดส่วนของผู้ตอบถูก-ผิด

4. หาค่าความเที่ยงตรง (Validity)

4.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา ซึ่งทำการสอนคณิตศาสตร์แผนใหม่หลักสูตรของ สสวท. 3 ท่าน เป็นเวลา 7 ปี เป็นผู้พิจารณาแบบทดสอบ ว่าสร้างข้อสอบได้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดมุ่งหมายในหลักสูตร ค.011 หรือไม่

4.2 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) หมุนแกนแบบอโรทอนนอลวิธีแวนรีแมกซ์ (Orthogonal Rotation : Varimax) (Jae-On Kim. 1975 : 485)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
$\bar{p}$	แทน	ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
$\bar{r}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S^2	แทน	ค่าความแปรปรวน
SD	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
SE_{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
NC	แทน	คณิตศาสตร์ เหตุผล
NP	แทน	คณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหา
$F_1, F_2, F_3, \dots$	แทน	องค์ประกอบที่ 1, องค์ประกอบที่ 2, องค์ประกอบที่ 3, ...

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดสอบครั้งที่ 1

วิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 2

2.1 การวิเคราะห์รายชื่อ

2.2 การคัดเลือกข้อสอบรวบรวมเป็นฉบับใหม่

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 3

3.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน

3.2 หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบและแบบ

ทดสอบทั้งสองฉบับ

3.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบทดสอบ

3.5 สร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบทั้งสอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

(A)

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1

วิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 123 คน การทดสอบครั้งนี้ได้คำนวณหาความยากและอำนาจการจำแนกเพื่อนำผลมาปรับปรุงข้อสอบ ดังข้อมูลตาราง 1 - 2 ในภาคผนวก ก-ข และค่าการวิเคราะห์รายชื่อเฉพาะตัวถูกจะแสดงในตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 2 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลและโจทย์ปัญหา
จากการทดสอบครั้งที่ 1

คณิตศาสตร์เหตุผล			คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา		
ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.77	.35	1	.61	.45
2	.79	.21	2	.60	.27
3	.57	.31	3	.57	.46
4	.49	.24	4	.45	.43
5	.37	.35	5	.36	.26
6	.21	.62	6	.20	.38
7	.44	.38	7	.20	.51
8	.30	.51	8	.62	.31
9	.58	.06	9	.62	.20
10	.38	.75	10	.55	.33
11	.37	.38	11	.32	.47
12	.29	.28	12	.27	.28
13	.33	.41	13	.41	.23
14	.73	.50	14	.35	.30
15	.80	.28	15	.23	.56
16	.60	.56	16	.50	.52
17	.31	.24	17	.52	.55
18	.60	.63	18	.06	.24
19	.58	.27	19	.49	.46
20	.36	.45	20	.33	.27
21	.20	.23	21	.43	.36
22	.57	.63	22	.29	.65
23	.21	.25	23	.43	.40
24	.80	.43	24	.30	.03
25	.37	.61	25	.26	.44

ตาราง 2 (ต่อ)

คณิตศาสตร์เหตุผล			คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา		
ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
26	.51	.41	26	.41	.47
27	.59	.43	27	.48	.29
28	.56	.48	28	.59	.43
29	.55	.69	29	.55	.60
30	.25	.49	30	.61	.39
31	.72	.71	31	.63	.43
32	.22	.43	32	.82	.58
33	.28	.31	33	.80	.73
34	.30	.46	34	.57	.46
35	.39	.28	35	.78	.64
36	.46	.51	36	.49	.54
37	.53	.29	37	.67	.76
38	.39	.40	38	.38	.75
39	.20	.73	39	.36	.58
40	.54	.44	40	.31	.36
41	.59	.53	41	.20	.31
42	.29	.06	42	.42	.33
43	.41	.53	43	.28	.53
44	.32	.34	44	.54	.56
45	.28	.02	45	.38	.31
46	.24	.31	46	.29	.04
47	.45	.33	47	.26	.26
48	.42	.32	48	.23	.20
49	.54	.31	49	.46	.03
50	.46	.18	50	.34	.49

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล จำนวน 50 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .20 - .80 ส่วนค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .02 - .75 มีจำนวนข้อที่ใช่ได้ 46 ข้อ ตัดทิ้ง 4 ข้อ ในจำนวนที่ใช่ได้ 46 ข้อ จากตาราง 1 ในภาคผนวก ก จะต้องปรับปรุงตัวลอง 20 ข้อ คงเดิมไว้ 26 ข้อ แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา จำนวน 50 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .06 - .82 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .03 - .76 มีจำนวนข้อที่ใช่ได้ 46 ข้อ ตัดทิ้ง 4 ข้อ ในจำนวนที่ใช่ได้ 46 ข้อ จากตาราง 2 ในภาคผนวก ก จะต้องปรับปรุงตัวลอง 17 ข้อ คงเดิมไว้ 29 ข้อ

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 2

2.1 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว จากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน สองฉบับ ฉบับละ 46 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 188 คน ผู้วิจัยได้นำผลจากการทดสอบครั้งที่ 2 มาคำนวณหาความยาก ค่าอำนาจจำแนก วิเคราะห์เป็นรายตัวเลือก ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกสำหรับตัวเลือกที่ถูกตอ้งได้แสดงไว้ในตาราง 3 ดังต่อไปนี้

ตาราง 3 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลและคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาจากการทดสอบครั้งที่ 2

คณิตศาสตร์เหตุผล			คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา		
ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.67	.37	1	.64	.36
2	.81	.65	2	.58	.66
3	.60	.25	3	.58	.41
4	.59	.38	4	.55	.45
5	.35	.30	5	.46	.43
6	.25	.34	6	.34	.54
7	.89	.60	7	.33	.16
8	.70	.66	8	.65	.15
9	.60	.61	9	.52	.47
10	.45	.47	10	.63	.43

ตาราง 3 (ต่อ)

คณิตศาสตร์เหตุผล			คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา		
ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
11	.64	.60	11	.51	.49
12	.71	.76	12	.80	.67
13	.66	.65	13	.64	.57
14	.67	.48	14	.55	.42
15	.41	.48	15	.46	.65
16	.52	.59	16	.39	.39
17	.51	.61	17	.53	.24
18	.75	.72	18	.51	.65
19	.43	.49	19	.39	.51
20	.48	.43	20	.49	.52
21	.21	.28	21	.16	.27
22	.80	.40	22	.70	.54
23	.71	.64	23	.67	.51
24	.56	.64	24	.60	.47
25	.53	.64	25	.38	.61
26	.52	.59	26	.60	.61
27	.29	.44	27	.43	.12
28	.56	.46	28	.43	.44
29	.35	.31	29	.77	.49
30	.49	.22	30	.81	.54
31	.60	.47	31	.75	.73
32	.34	.28	32	.71	.52
33	.43	.54	33	.68	.62
34	.38	.34	34	.60	.36
35	.30	.38	35	.54	.57
36	.40	.53	36	.65	.56

ตาราง 3 (ต่อ)

คณิตศาสตร์เหตุผล			คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา		
ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
37	.23	.65	37	.54	.51
38	.71	.59	38	.37	.48
39	.36	.65	39	.30	.40
40	.47	.30	40	.73	.34
41	.36	.29	41	.38	.44
42	.39	.52	42	.32	.22
43	.59	.34	43	.56	.51
44	.34	.39	44	.33	.41
45	.41	.23	45	.33	.16
46	.43	.13	46	.24	.16

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล จำนวน 46 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .21 - .89 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .43 - .76 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 43 ข้อ แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา จำนวน 46 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .16 - .83 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .73 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 38 ข้อ

3.2 การคัดเลือกรวบรวมเป็นฉบับใหม่

จากผลการวิเคราะห์เป็นรายตัวเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบของแบบทดสอบไว้เพื่อทดสอบครั้งที่ 3 ดังนี้คือ

แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล 35 ข้อ

แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา 35 ข้อ

จากผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลมีความยากตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .34 - .76 ส่วนแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาได้ค่าความยากตั้งแต่ .30 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .39 - .73

ตอนที่ 4 การทดสอบครั้งที่ 3 ในการทดสอบครั้งที่ 3 นี้เป็นการทดสอบครั้งสุดท้าย
กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 558 คน เพื่อหาคุณภาพในด้านต่อไปนี้

4.1.1 ทาคาสติคพื้นฐาน

ทาคาสติคพื้นฐานของแบบทดสอบประกอบควย จำนวนคน จำนวนข้อ เวลาที่ใช้
คะแนนเต็ม คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าแปรปรวน ดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 ทาคาสติคพื้นฐานของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลและคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

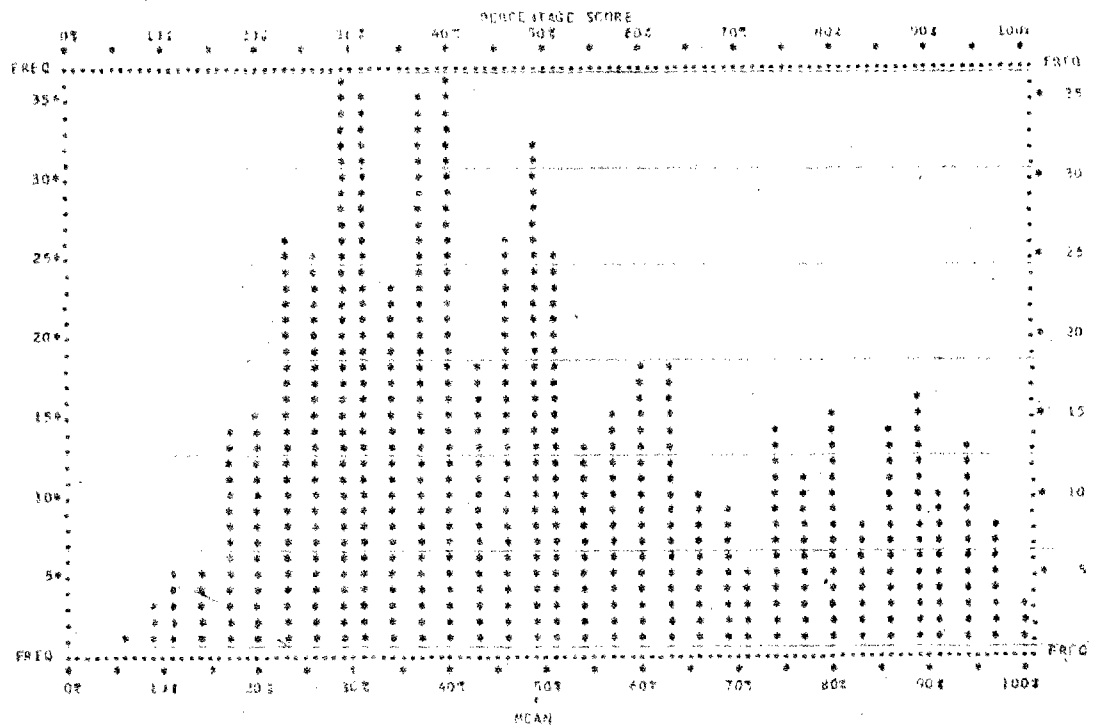
แบบทดสอบ	N	n	เวลา (นาที)	$\bar{X}$	SD	S^2
คณิตศาสตร์เหตุผล	558	35	60	17.12	7.97	63.49
คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา	558	35	60	17.15	7.94	62.96

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งของคะแนน
เต็มเพียงเล็กน้อย และทั้งสองฉบับมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาสูง
กว่าคณิตศาสตร์เหตุผล 0.3

ส่วนการกระจายของคะแนนคณิตศาสตร์เหตุผลมีการกระจายของคะแนนกว้างกว่า
คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาเพียงเล็กน้อย กราฟของการกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์
เหตุผลที่แสดงในภาพประกอบหน้า 46 จะเห็นว่า การกระจายของคะแนนกว้าง คะแนนเฉลี่ยต่ำ
กว่าครึ่งของคะแนนเต็มเพียง 0.38 คะแนน ลักษณะของกราฟเมื่อปรับโค้งแล้วจะเบ้ทางขวา
เล็กน้อย ถึงภาพประกอบ 2

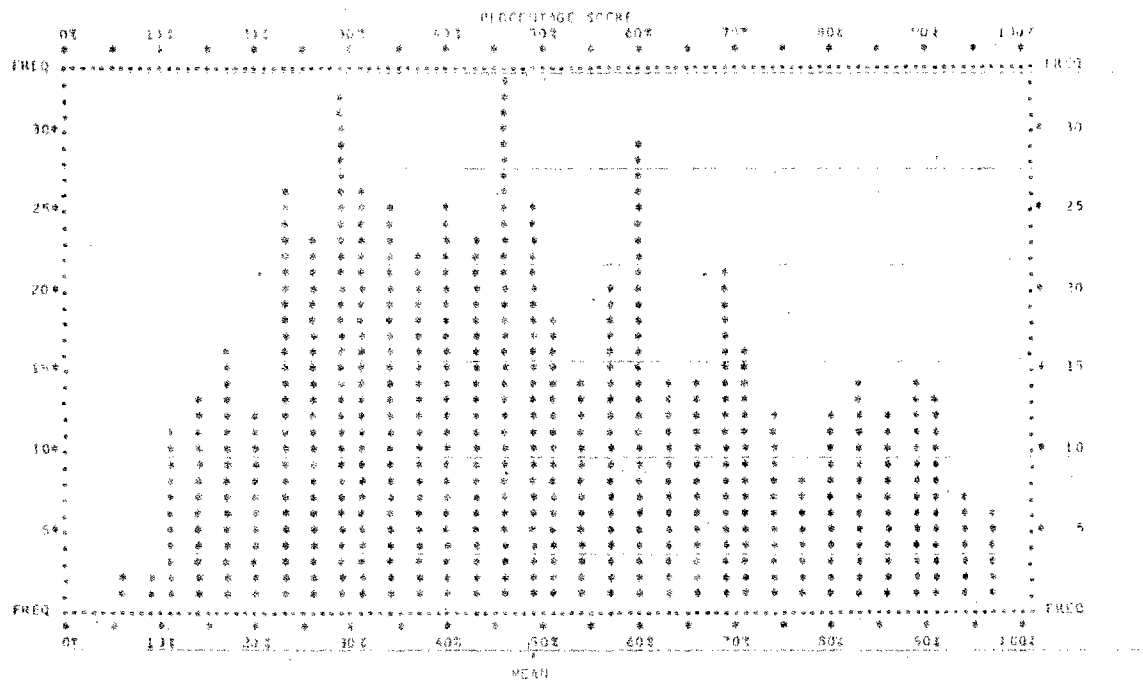
7-507

46



ภาพประกอบ 2 การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผลจากการทดลอง
ครั้งที่ 3

กราฟของการกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาโค้งกว้าง
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเพียง 0.35 คะแนน การกระจายของคะแนน
ใกล้เคียงโค้งปกติ คือเบ้ทางขวาเล็กน้อยดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เจตปัญญาจากการ
ทดสอบครั้งที่ 3

4.2 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบและแบบทดสอบ
ทั้งสองฉบับ

ผู้วิจัยได้ทำการหาคุณภาพโดยการวิเคราะห์รายข้อเฉพาะตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง
ดังแสดงไว้ในตาราง 56

ตาราง 5 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบและแบบทดสอบทั้งสองฉบับ
จากการทดสอบครั้งที่ 3

คณิตศาสตร์เหตุผล				คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา			
ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.60	.56	11.9	1	.63	.61	11.7
2	.66	.51	11.3	2	.53	.62	12.7
3	.65	.39	11.5	3	.59	.64	12.1
4	.44	.44	13.6	4	.52	.47	12.8
5	.24	.50	15.8	5	.38	.46	14.2
6	.62	.67	11.8	6	.59	.64	12.0
7	.61	.71	11.9	7	.63	.59	11.7
8	.62	.70	11.8	8	.58	.70	12.2
9	.67	.37	11.2	9	.65	.64	11.5
10	.58	.61	12.2	10	.54	.40	12.6
11	.68	.75	11.2	11	.49	.59	13.1
12	.51	.59	12.9	12	.41	.53	13.9
13	.50	.59	13.0	13	.47	.47	13.3
14	.43	.52	13.7	14	.48	.65	13.2
15	.58	.55	12.2	15	.51	.43	12.9
16	.45	.56	13.5	16	.53	.60	12.7
17	.34	.45	14.6	17	.27	.46	15.4
18	.76	.62	10.2	18	.61	.57	11.9
19	.68	.67	11.2	19	.57	.59	12.3
20	.62	.65	11.8	20	.49	.54	13.1
21	.51	.47	12.9	21	.48	.55	13.2
22	.61	.62	11.9	22	.43	.54	13.8
23	.57	.67	12.3	23	.70	.59	10.9
24	.61	.66	11.9	24	.65	.69	11.4
25	.44	.58	13.6	25	.54	.57	12.6

ตาราง 5 (ต่อ)

คณิตศาสตร์เหตุผล				คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา			
ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
26	.49	.62	13.1	26	.71	.61	10.7
27	.38	.29	14.2	27	.52	.59	12.8
28	.48	.41	13.2	28	.39	.69	14.1
29	.67	.58	11.2	29	.44	.46	13.6
30	.53	.54	12.6	30	.39	.62	14.1
31	.46	.58	13.4	31	.25	.39	15.7
32	.34	.65	14.7	32	.64	.50	11.6
33	.28	.57	15.3	33	.55	.52	12.5
34	.65	.56	11.4	34	.43	.49	13.7
35	.56	.62	12.4	35	.43	.57	13.7
$\bar{\Delta} = 12.611, \quad \bar{p} = .53$ $\bar{r} = .57$				$\bar{\Delta} = 12.848, \quad \bar{p} = .51$ $\bar{r} = .56$			

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีความสอดคล้องในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลมีค่าความยากตั้งแต่ .24 - .76 มีความยากเฉลี่ย .53 และมีความอำนาจจำแนกตั้งแต่ .29 - .71 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .57 ส่วนแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหามีค่าความยากตั้งแต่ .25 - .71 ค่าความยากเฉลี่ย .51 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .39 - .70 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .56

3.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลและคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

ผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งสองฉบับดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบคณิตศาสตร์
เหตุผล และโจทย์ปัญหา

แบบทดสอบ	n	r_{tt}	SE _{meas}
คณิตศาสตร์เหตุผล	35	.897	± 2.554
คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา	35	.898	± 2.591

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าค่าความเชื่อมั่นทั้งสองฉบับมีค่าสูงพอ ๆ กัน คือ
แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลมีค่า .897 แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหามีค่า .898

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล ± 2.554
คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ± 2.591 ทั้งสองฉบับมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใกล้เคียงกันมาก

3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล
มี 35 ข้อ และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหามี 35 ข้อ ข้อสอบทั้งหมดมี 70 ข้อ นั่นก็เสมือนว่าทุกข้อ
วัดสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ต่างกันเป็น 70 ประเภท ถึงกระนั้นก็วัดสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์
เหล่านี้ก็อาจจะมีบางสิ่งบางอย่างร่วมกันอยู่ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทำให้ทราบว่าข้อสอบ
ทั้ง 70 ข้อนั้นสามารถจัดได้เป็น 27 องค์ประกอบ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ข้อสอบรายข้อที่ให้นำนำหนักแก้องค์ประกอบภายหลังการหมุนแกน

คณิตศาสตร์เหตุผล			คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา		
องค์ประกอบที่	ข้อที่	loading	องค์ประกอบที่	ข้อที่	loading
1	3	0.28626	1	3	0.38632
	11	0.50112		11	0.49193
	12	0.47416		12	0.57005
	25	0.52212		18	0.33719
	30	0.46502		25	0.31800
	33	0.56338		30	0.49230
				33	0.32151

ตาราง 7 (ต่อ)

คณิตศาสตร์เหตุผล			คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา		
องค์ประกอบที่	ข้อที่	loading	องค์ประกอบที่	ข้อที่	loading
2	31	0.54329	2	1	0.56419
3	2	0.48611	3	34	0.44489
	8	0.28042			
4	-		4	4	0.31616
				27	0.70467
5	-		5	32	0.63544
6	17	0.62160	6	-	
7	22	0.30303	7	9	0.55347
	29	0.52230			
8	9	0.28993	8	14	0.36385
	16	0.50371			
	28	0.26914			
9	-		9	31	0.45688
10	-		10	17	0.64069
11	26	0.68071	11	-	
12	-		12	20	0.50341
13	34	0.53295	13	-	
14	18	-0.28470	14	26	0.61588
15	-		15	15	0.48433
16	4	0.51485	16	-	
17	-		17	13	0.36686
				29	0.41432
18	35	0.48301	18	-	
19	24	0.47362	19	-	
20	9	0.30997	20	16	0.43589
21	19	0.51487	21	-	
22	-		22	7	0.37261
				22	-0.42396

ตาราง 7 (ต่อ)

คณิตศาสตร์เหตุผล			คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา		
องค์ประกอบที่	ข้อที่	loading	องค์ประกอบที่	ข้อที่	loading
23	20	0.40607	23	-	
	21	0.35452		-	
24	-		24	10	0.28043
				18	-0.30574
				35	0.34961
25	-		25	6	0.63379
26	5	0.45496	26	2	0.43744
	8	0.36336		23	0.27035
27	23	0.45928	27	-	

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าค่า factor loading ของ common factor หรือเรียกว่า factor pattern พบว่าหลังจากโคหมุนแกนแบบ Varimax ทำให้ตัวแปรแต่ละตัวให้ค่านำหนักแก่องค์ประกอบชัดเจนขึ้น จากตาราง 7 จะเห็นว่า แต่ละองค์ประกอบประกอบด้วยข้อสอบต่าง ๆ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมี 13 ตัวแปร มีค่าอยู่ระหว่าง 0.286 - .570 คือ คณิตศาสตร์เหตุผลข้อที่ 3,11,12,25,30,33 และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 3,11,12,18,25,30,33

องค์ประกอบที่ 2 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสองตัวแปรมีค่า 0.54 กับ 0.56 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 31 และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 1

องค์ประกอบที่ 3 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสามตัวแปรมีค่าอยู่ระหว่าง .28 - .486 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 2,8 และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 34

องค์ประกอบที่ 4 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสองตัวแปร มีค่า 0.316 กับ 0.704 คือ คณิตศาสตร์โจทยปัญหา ข้อที่ 4,27

องค์ประกอบที่ 5 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปร มีค่า 0.635 คือ คณิตศาสตร์โจทยปัญหา ข้อที่ 32

องค์ประกอบที่ 6 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปร มีค่า 0.62 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 17

องค์ประกอบที่ 7 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสามตัวแปร มีค่า ระหว่าง 0.305 - 0.553 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 22,29 และคณิตศาสตร์โจทยปัญหา ข้อที่ 9

องค์ประกอบที่ 8 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสี่ตัวแปร มีค่าระหว่าง 0.269 - 0.503 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 9,16,28 และคณิตศาสตร์โจทยปัญหา ข้อที่ 14

องค์ประกอบที่ 9 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปร มีค่า 0.456 คือ คณิตศาสตร์โจทยปัญหา ข้อที่ 31

องค์ประกอบที่ 10 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปร มีค่า 0.640 คือ คณิตศาสตร์โจทยปัญหา ข้อที่ 17

องค์ประกอบที่ 11 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปร มีค่า 0.68 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 26

องค์ประกอบที่ 12 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปร มีค่า 0.303 คือ คณิตศาสตร์โจทยปัญหา ข้อที่ 20

องค์ประกอบที่ 13 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปร มีค่า 0.534 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 34

องค์ประกอบที่ 14 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสองตัวแปร มีค่า -0.284 กับ 0.615 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 18 และคณิตศาสตร์โจทยปัญหา ข้อที่ 26

องค์ประกอบที่ 15 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปรมีค่า
0.484 คือ คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาข้อที่ 15

องค์ประกอบที่ 16 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปรมีค่า
0.514 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 4

องค์ประกอบที่ 17 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสองตัวแปรมีค่า
0.366 กับ 0.414 คือ คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 13, 29

องค์ประกอบที่ 18 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปรมีค่า
0.483 คือ คณิตศาสตร์เหตุผลข้อที่ 35

องค์ประกอบที่ 19 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปรมีค่า
0.473 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 24

องค์ประกอบที่ 20 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสองตัวแปรมีค่า
0.309 กับ 0.435 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 9 และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 16

องค์ประกอบที่ 21 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปรมีค่า
0.514 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 19

องค์ประกอบที่ 22 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสองตัวแปรมีค่า
-0.423 กับ 0.372 คือ คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 7, 22

องค์ประกอบที่ 23 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสองตัวแปรมีค่า
0.354 กับ 0.406 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 20, 21

องค์ประกอบที่ 24 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีสามตัวแปรมีค่า
ระหว่าง 0.280 - 0.349 คือ คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 10, 18, 35

องค์ประกอบที่ 25 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปรมีค่า
0.633 คือ คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 6

องค์ประกอบที่ 26 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีตัวแปรที่มีค่าระหว่าง 0.270 - 0.45 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 5,8 และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา ข้อที่ 2,23

องค์ประกอบที่ 27 ตัวแปรที่ให้ค่า loading สูงอย่างมีนัยสำคัญมีหนึ่งตัวแปรที่มีค่า 0.459 คือ คณิตศาสตร์เหตุผล ข้อที่ 23

3.5 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้งสองฉบับที่ได้จากการทดสอบครั้งที่สาม มาสร้างเกณฑ์ปกติในรูปของคะแนนที่เป็นตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ คะแนน ที-ปกติ ดังแสดงในตาราง 8-- 9

ตาราง 8 เกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล

คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์ไทล์	T - ปกติ
35	99.7	78
34	98.8	73
33	96.9	69
32	94.8	67
31	92.5	65
30	89.8	63
29	87.9	62
28	85.8	61
27	83.5	60
26	81.3	59
25	79.6	59
24	78.3	58
23	76.6	58
22	74.1	57
21	70.9	56
20	67.9	55
19	65.4	54

ตาราง 8 (ต่อ)

คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์	T - ปกติ
18	62.1	54
17	57.0	52
16	51.8	51
15	49.9	50
14	43.0	49
13	36.7	47
12	31.7	46
11	26.3	44
10	20.0	42
9	14.6	40
8	10.0	38
7	6.3	38
6	3.8	33
5	2.1	30
4	1.2	28
3	0.4	24
2	0.1	19

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลมีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 2 - 35 คะแนนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ ระหว่าง 0.1 - 99.7 และมีคะแนน ที-ปกติ ระหว่าง 19 - 78

ตาราง 9 เกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ไจท์ปัญหา

คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์ไทล์	T - ปกติ	คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์ไทล์	T - ปกติ
34	99.5	76	17	54.2	52
33	98.3	72	16	49.8	50
32	96.5	69	15	44.0	49
31	94.1	66	14	39.7	48
30	91.8	64	13	35.5	47
29	89.5	63	12	31.1	46
28	87.1	62	11	26.8	44
27	85.4	61	10	21.6	43
26	83.6	60	9	16.7	41
25	81.1	59	8	12.3	39
24	77.8	58	7	8.9	37
23	74.6	57	6	6.4	35
22	72.1	56	5	3.8	33
21	68.3	55	4	1.7	29
20	63.9	54	3	0.5	25
19	60.9	53	2	0.2	21
18	58.0	53			

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์ไจท์ปัญหามีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 2-34 คะแนนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ระหว่าง 0.2 - 99.5 และมีคะแนน T-ปกติ ระหว่าง 21 - 76

เมื่อหาคุณภาพและเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทั้งสองฉบับแล้ว ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือดำเนินการสอบของแบบทดสอบทั้งสองฉบับได้แสดงในภาคผนวก ข

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.011 ด้านเหตุผล และโจทย์ปัญหา
2. เพื่อพิจารณาคุณภาพข้อสอบ (Item) และแบบทดสอบ (Test)
3. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบทดสอบ
4. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับตีความหมายคะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
5. เพื่อสร้างคู่มือ (Manual) สำหรับใช้แบบทดสอบฉบับนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 869 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย สามขั้นตอน คือ ขั้นแรกสุ่ม 22 โรงเรียน จากโรงเรียนทั้งหมด 658 โรงเรียนที่สองสุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้จากชั้นแรกโรงเรียนละหนึ่งห้องเรียน ขั้นที่สามสุ่มห้องเรียน 3 ห้อง เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1 จากนั้นสุ่มห้องเรียนอีก 5 ห้อง เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2 ที่เหลือเป็นการทดสอบครั้งที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยแบบทดสอบสองฉบับคือ

1. แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล
2. แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลได้นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 869 คน การทดสอบแบ่งเป็นสามครั้ง คือ

การทดสอบครั้งที่ 1 ได้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 123 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 188 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพไปใช้ในการทดสอบครั้งที่สาม

การทดสอบครั้งที่ 3 ได้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 558 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อปรับปรุงข้อสอบ
2. หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบทดสอบทั้งสอง จากการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพไปทดสอบครั้งที่ 3
3. การทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ ดังนี้
 - 3.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผลและคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหา
 - 3.2 หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบและแบบทดสอบทั้งสองฉบับ
 - 3.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 - 3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบทดสอบ
 - 3.5 สร้างเกณฑ์ปกติ(Norm) ของแบบทดสอบทั้งสอง

สรุปผลและอภิปรายผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1
แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .20 - .80
และค่าอำนาจจำแนกมีค่า ตั้งแต่ .02 - .75
แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .06 -
.82 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .03 - .76
จากการทดสอบครั้งที่ 1 ค่าความยากของแบบทดสอบแต่ละฉบับอยู่ในช่วง .06 -
.82 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง .02 - .76 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ในครั้งนี้หนึ่ง ค่า
ความยาก ค่าอำนาจจำแนก ยังมีบางข้ออยู่ในเกณฑ์ คือ ข้อสอบบางข้อยากเกินไป บางข้อ
ยากเกินไป บางข้ออำนาจการจำแนกต่ำ ตัวลวงบางข้อยังไม่ดี ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องจากเป็น
การสอบครั้งแรก ข้อบกพร่องในการสร้างข้อสอบจึงมีมาก เช่น คำชี้แจงไม่ชัดเจน ความกำกวม
ทางคำภาษาหรือกลุ่มตัวอย่างน้อย ทำให้ค่าอำนาจจำแนกต่ำ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มี
คุณภาพไว้และปรับปรุงบางข้อที่ตัวลวงยังขาดประสิทธิภาพ ผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้นำไป
แก้ไขเวลาในการสอบ ความกำกวมทางภาษา การแนะนำคำตอบ

2. ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2
แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลจำนวน 46 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .21 - .89
ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ .13 - .76
แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา จำนวน 46 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .16 - .83
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .73

จากการทดสอบครั้งที่ 2 ค่าความยากของแบบทดสอบแต่ละฉบับอยู่ในช่วง .16 -
.89 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง .13 - .76 ผลที่ได้ดีกว่าการทดสอบครั้งที่ 1 ถึงแม้
ว่าค่าอำนาจจำแนกบางข้อยังต่ำอยู่หรือค่าความยากบางข้อยังไม่อยู่ในเกณฑ์ แต่ก็มีจำนวนน้อยข้อ
ข้อสอบส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ เพราะได้ผ่านการปรับปรุงมาแล้วตัวลวงส่วนใหญ่มีคุณภาพดี

ความกำกวมทางภาษาหมดไป ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นด้วย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพเหมาะสมไว้ทำการทดสอบในครั้งที่ 3 ต่อไป

3. การทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ ดังนี้

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าเฉลี่ยค่ากว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเพียงเล็กน้อย คือ แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีคะแนนเต็มฉบับละ 35 คะแนน ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลเป็น 17.12 คะแนน ส่วนค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาเป็น 17.15 คะแนน แสดงว่า ธรรมชาติของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ปัญหาง่ายกว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เนื่องจากสอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลและคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาของ ทองหล่อ วิภาวีน (ทองหล่อ วิภาวีน 2522 : 21) พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์เหตุผลเป็น 17.37 คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาเป็น 22.158 ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์เหตุผลสูงกว่าคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

ส่วนการกระจายของคะแนนของแบบทดสอบทั้งสองใกล้เคียงกัน คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 7.97 ส่วนคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาเป็น 7.94 ซึ่งเป็น การเน้นให้เห็นว่า แบบทดสอบในแต่ละฉบับมีการกระจายของคะแนนมาก เพราะเนื่องจากวัดพิสัยความรู้ได้กว้างก็คณิตศาสตร์เหตุผลมีผู้สอบได้คะแนนตั้งแต่ 2 - 35 คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหามีผู้สอบได้คะแนนตั้งแต่ 2 - 34

3.2 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบและแบบทดสอบทั้งสองฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล จำนวน ~~35~~²⁰ ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .24 - .76 ค่าความเฉลี่ยเป็น .53 ส่วนค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .29 - .71 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .57 แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .25 - .71 ค่าความยากเฉลี่ยเป็น .51 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .39 - .70 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .56 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อถือว่าเป็นข้อสอบที่ดี เพราะข้อสอบที่ดีควรมีค่าอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ขวาล แพทย์กุล 2516 : 317)

3.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบทดสอบ
คณิตศาสตร์เหตุผลมีค่าความเชื่อมั่น .897 ส่วนแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา
.898 ซึ่งนับว่ามีค่าสูง จากการศึกษาค้นคว้าของ Thorndike พบว่า แบบทดสอบฉบับใดมีค่าความเชื่อมั่น
สูง ๆ แล้วแบบทดสอบฉบับนั้นจะดี สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถ้าได้ความเชื่อมั่น
สูงกว่า .80 จะอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (Thorndike. 1977 : 93) การที่แบบทดสอบทั้งสองมี
ความเชื่อมั่นสูงอาจจะเนื่องมาจากข้อคำถามของข้อสอบแต่ละฉบับมีค่าอำนาจจำแนกสูงดังที่กล่าวมา
แล้ว จึงทำให้คะแนนที่ได้จากการสอบมีการกระจายมากทำให้คะแนนความแปรปรวนสูง และมีผล
ต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงด้วย (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 63-64) จากการพิจารณา
ค่าความเชื่อมั่นที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่นสูง

3.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบได้หา
ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบโดยนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับให้
ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาพิจารณา พบว่า แบบทดสอบนี้สร้างได้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดมุ่งหมาย
ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยใช้วิธี
วิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ภายหลังจากหมุนแกน
ออกซิกอนนอล วิธีแวนแมกซ์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบทดสอบ
ปรากฏว่า แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล 35 ข้อ และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา 35 ข้อ รวมทั้งหมด
70 ข้อ สามารถจัดได้ทั้งหมด 27 องค์ประกอบ จากการศึกษาคูณภาพของแบบทดสอบคณิตศาสตร์
เหตุผลและคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาของ ทองหล่อ ภิภาวิน จากข้อสอบ 80 ข้อ วิเคราะห์ได้ 29
องค์ประกอบส่วนการสร้างแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพในการเป็นพยาบาลของ นุชนาฏ คีวีเศษ
จำนวน 100 ข้อ วิเคราะห์ได้ 37 องค์ประกอบ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบนี้ทำให้เห็นโครงสร้างของคณิตศาสตร์ว่าแต่ละองค์ประกอบ
นี้มีทั้งข้อคำถามที่เป็นประเภทเหตุผลและโจทย์ปัญหา หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ในการคิดแก้
ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละชนิดจะต้องอาศัยเหตุผลหรือความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นรากฐาน
นั่นเอง

3.5 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติเพื่อใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนใน เขตกรุงเทพมหานครไว้เป็นหน่วยเดียวกันโดยใช้คะแนน ที-ปกติ (Normalized T - Score) ผลปรากฏดังนี้

แบบทดสอบคณิตศาสตร์เชลล์	มีคะแนนดิบในร่าง 2 - 35
	มีคะแนนที-ปกติในช่วง 13 - 70
แบบทดสอบคณิตศาสตร์โทบัส	มีคะแนนดิบในร่าง 2 - 34
	มีคะแนนที-ปกติในช่วง 21 - 70

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความสามารถในระดับใด แต่เนื่องจากเวลาในการค้นคว้าวิจัยมีจำกัดขบวนการต่าง ๆ อาจจะคลาดเคลื่อนบางประการ แต่สิ่งที่ผู้วิจัยต้องการเน้น คือ ขบวนการในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบให้มีคุณภาพสูง ผู้วิจัยใครขอเสนอแนะดังนี้

1. ด้านการนำผลวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยขอเสนอ ดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ค.011 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานครเท่านั้น

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ค.011 นี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพิจารณาว่านักเรียนมีความรู้ระดับใด โดยวิธีเปลี่ยนคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T- ปกติ แล้วแสดงเป็นเส้นภาพ (Profile) เปรียบเทียบความสามารถในแต่ละฉบับ นอกจากนี้ยังใช้เปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ และยังสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นสูงขึ้นไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอแนะ ดังนี้

2.1 ในการศึกษารั้งต่อไป ควรขยายขอบเขตของการวิจัยให้กว้างขวางขึ้นเป็นระดับภาค หรือใช้กลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนราษฎร์ด้วย

2.2 ควรได้มีการสร้างแบบทดสอบประเภทนี้ในระดับชั้นต่าง ๆ ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ และพัฒนาแบบทดสอบในลักษณะอื่นบ้าง เพราะแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้เป็นขบวนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบแบบหนึ่งเท่านั้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2516, 433 หน้า
- _____, การทดสอบเพื่อคนและพัฒนาสมรรถภาพ สำนักทดสอบทางการศึกษาและ
จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 107 หน้า
- ชวาล แพทย์กุล และลวน สายยศ คู่มือการใช้แบบทดสอบมาตรฐานชุดวิชาคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2513, 79 หน้า
- ชวาล แพทย์กุล อังคณา สายยศ และสมบูรณ์ จิตพงศ์ รายงานความก้าวหน้าของโครงการ
สร้างแบบทดสอบมาตรฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ฉบับที่ 2 สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและ
จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2513, 295 หน้า
- ทองหล่อ วิภาวรินทร์ รายงานวิจัยฉบับที่ 1 การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ คณิตศาสตร์ เหตุผล
และคณิตศาสตร์ปัญหา สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2522, 64 หน้า
- ลวน สายยศ "การวัดผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์" วารสารพัฒนาวิจัย 11 2518, 87 หน้า
- ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ทวีกิจการพิมพ์ 2524,
287 หน้า
- _____, สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า
- วิเชียร เกตุสิงห์ หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ โอเคียนการพิมพ์ 2515, 161 หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 อมรินทร์การพิมพ์
2524, 374 หน้า
- _____, หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก.011 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
2524, 153 หน้า

สุพรรณ มุ่งเกษม พัฒนาการของการศึกษาทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา

ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 170 หน้า (อัดสำเนา)

อังคณา สายยศ วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 193 หน้า

✓ อนันต์ ศรีโสภณ การพัฒนาการทดสอบ จุฬารัตน์การพิมพ์ 2515, 199 หน้า

✓ _____, การวัดและการประเมินผลการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2520, 251 หน้า

_____, ทฤษฎีการวัดและการทดลอง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2522, 281 หน้า

✓ Baron, Denis and Bernard, Harold W., Education Technique for Classroom
Mc. Graw - Hill Book Company Inc, New York 1967, 650 p.

Bloom, Benjamin S. (ed.) Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I.
The Cognitive Domain. New York : Mc. Kay 1956, 192 p.

Bloom, Benjamin S., J. Thomas Hastings, and George F. Madaus. Handbook
on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York :
Mc. Graw - Hill 1971, 923 p.

Brownell, William A., Arithmetic in grade I and II Duke University
Press, 1941, 175 p.

Buros, Oscar Krisen, editor, The Fifth Mental Measurements Year Book.
The gryphon Press, Highland Park, N.J. 1792 p.

✓ Chancey and Dobbin, Testing Its Place in Education Today, Harper and
Row Publishes, New York. 1963, 223 p.

Cronlund, Norman E. Constructing Achievement Test 2 nd edition
Prentice - Hall Inc. 1977, 150 p.

- Donald J. Brown, Appraisal Procedure in the Secondary Schools Englewood Cliffs ; New Jersey, Prentice - Hall, Inc., 1970, 153 p.
- ✓ Ebel, Robert L. Measuring Educational Achievement New Jersey, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1965, 449 p.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testing Service Princeton, 1952, 32 p.
- Jae-On Kim "Factor Analysis" SPSS Statistical Package For The Social Sciences (Second Edition) Mc Graw - Hill Book Company, New York. 1975, 675 p.
- Kelly, Truman L., Madden, Richard, Gardner, Eric F. and Rudman, Herbert C., Direction For Administering Stanford Achievement Test. New York, Harcourt, Brace & World Inc., 1964
- Kelly, Truman L., Madden, Richard, Gardner, Eric F. and Rudman Herbert C., Intermediate II Stanford Achievement Test. New York, Harcourt, Brace & World Inc., 1965.
- _____, Intermediate II Stanford Achievement Test. New York, Harcourt, Brace & World Inc., 1965.
- Menrens, William A. and Irvin J. Lehmann. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. New York, Rinehart and Winston Inc., 1973, 718 p.
- _____, Standardized Tests in Education. New York, Holt, Rinehart and Winston Inc., 1969, 187 p.
- ✓ Micheels, W.J. & M. Ray Karnes, Measuring Educational Achievement. New York, Mc Graw - Hill Book Company, Inc., 1950, 496 p.
- ✓ Noll, Victor H. Introduction to Educational Measurement. Cambridge The Riverside Press, 1957, 437 p.

M.W. Richardson and J.M. Stalnaker "Comments on Achievement Examinations"
Journal of Educational Research, Vol. 28, 1935, 425-432 p.

Robert M.W. Travers, How to Make Achievement Test. New York, The Odyssey Press 1950, 180 p.

Tiegs, Ernest W., and Clark, Willis W., California Arithmetic Test.
 California Test Bureau, California 1950 and 1957.

Thorndike, Robert L. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. New York, John Wiley and Sons, 1961, 603 p.

Thorndike, Robert L., and Elizabeth Hagen, Measurement and Evaluation in Psychology and Education New York, John Wiley International.
 Edition 1969, 705 p.

✓ Thorndike, R.L., and Elizabeth Hagen, Measurement and Evaluation in Psychologans and Education, New York, John Wiley. 1977, 693 p.

Wert James E., Charles, O. Neith Ahaman J. Stanley. Statistical Method in Educational and Psychological Research. New York, Appleton Centuny Crofts, Inc., 1954, 435 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
ตารางแสดงค่าในการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ตาราง 1 ค่าความยากง่าย และอำนาจการจำแนกของข้อสอบคณิตศาสตร์ เหตุผลจากการทดสอบ
ครั้งที่ 1

ข้อที่	ก		ข		ค		ง		จ		การคัดเลือก, การปรับปรุง
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
1	.05	-.16	.77 *	.35	.07	.30	.07	.49	.05	.16	ปรับปรุงตัวดวง
2	.00	.00	.00	.00	.79 *	.21	.12	.27	.09	.05	ปรับปรุงตัวดวง
3	.05	-.16	.06	.24	.57 *	.31	.06	.24	.28	.23	ปรับปรุงตัวดวง
4	.32	.15	.49 *	.24	.32	.15	.06	.10	.05	.39	คงเดิม
5	.14	.05	.15	.15	.17	.13	.15	.15	.37 *	.35	คงเดิม
6	.16	.43	.24 *	.17	.07	.30	.21 *	.62	.24	-.07	ปรับปรุงตัวดวง
7	.15	.28	.44 *	.38	.05	.16	.10	.11	.26	.20	คงเดิม
8	.21	-.01	.05	.39	.30 *	.51	.18	.17	.21	.35	ปรับปรุงตัวดวง
9	.05	.39 *	.05	.39	.05	.39	.36	-.05	.58 *	.06	ตัดทิ้ง
10	.38	.75	.09	.37	.20	.38	.10	.26	.13	.36	คงเดิม
11	.03	.00	.05	.39	.37 *	.38	.05	-.39	.55	.33	ปรับปรุงตัวดวง
12	.16	.00	.05	.19	.17	.25	.29 *	.28	.29	.00	คงเดิม
13	.13	.12	.12	.44	.09	.05	.30	.09	.33 *	.41	คงเดิม
14	.13	.47	.05	.16	.73 *	.50	.07	.30	.05	.39	คงเดิม
15	.05	.39	.00	.00	.15	.14	.80 *	.28	.05	.39	ปรับปรุงตัวดวง
16	.14	.51	.60 *	.56	.09	.36	.06	.45	.08	.00	คงเดิม
17	.12	.16	.19	-.04	.18	.17	.31 *	.24	.17	.03	ปรับปรุงตัวดวง
18	.60 *	.63	.06	.24	.07	.49	.19	.48	.06	.24	คงเดิม
19	.07	.49	.06	.10	.58 *	.27	.22	-.04	.05	.39	ปรับปรุงตัวดวง
20	.44	.42	.06	.10	.07	-.30	.05	.39	.36 *	.45	ปรับปรุงตัวดวง
21	.20 *	.23	.39	.12	.19	-.19	.12	.04	.07	.49	ปรับปรุงตัวดวง
22	.07	.15	.57 *	.63	.08	.52	.05	.39	.23	.45	คงเดิม
23	.12	-.44	.21 *	.25	.19	-.04	.06	.24	.38	.36	ปรับปรุงตัวดวง
24	.05	.39	.05	.39	.11	.19	.80 *	.43	.05	.39	คงเดิม
25	.37 *	.61	.08	.52	.31	.17	.06	.24	.12	.34	คงเดิม
26	.11	-.06	.08	.00	.51 *	.41	.06	.24	.21	.52	ปรับปรุงตัวดวง
27	.05	.00	.11	.29	.11	.42	.59 *	.43	.11	.29	คงเดิม
28	.08	.34	.56 *	.48	.11	.29	.14	.24	.09	.21	คงเดิม

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวเลือก ข้อที่	ก		ข		ค		ง		จ		การคัดเลือก, การปรับปรุง
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
29	.55 *	.69	.06	.24	.09	.55	.17	.33	.07	.49	คงเดิม
30	.09	-.07	.19	.04	.25 *	.49	.27	.28	.13	.36	ปรับปรุงตัวดวง
31	.05	.39	.07	.49	.12	.46	.72 *	.71	.06	.45	คงเดิม
32	.30	.22	.23	.28	.10	-.02	.09	-.07	.22 *	.43	ปรับปรุงตัวดวง
33	.38	-.26	.06	.10	.28 *	.31	.12	.44	.10	.58	ปรับปรุงตัวดวง
34	.08	.17	.09	.21	.14	.38	.34	.11	.30 *	.46	คงเดิม
35	.05	.39	.12	.04	.39 *	.28	.23	-.07	.23	.35	ปรับปรุงตัวดวง
36	.13	.12	.46 *	.51	.15	.09	.07	.49	.11	.61	คงเดิม
37	.53 *	.29	.22	.19	.14	-.04	.07	.49	.05	.39	ปรับปรุงตัวดวง
38	.34	.18	.10	.36	.39 *	.40	.09	.21	.06	.10	คงเดิม
39	.21	.30	.13	.36	.23	.28	.20 *	.73	.15	-.18	ปรับปรุงตัวดวง
40	.54 *	.44	.17	.13	.08	.02	.08	.53	.09	.37	คงเดิม
41	.07	.30	.06	.45	.20	.32	.06	.24	.59 *	.53	คงเดิม
42	.29 *	.06	.06	.45	.15	-.09	.40	-.14	.07	.30	ตัดทิ้ง
43	.12	.16	.11	.41	.41 *	.53	.12	.33	.19	.10	คงเดิม
44	.26	.01	.32 *	.34	.11	.29	.15	.26	.13	.02	คงเดิม
45	.23	.15	.17	.03	.28 *	.02	.18	-.08	.11	-.06	ตัดทิ้ง
46	.05	.08	.24 *	.31	.63	.07	.05	.39	.05	.39	คงเดิม
47	.45 *	.33	.11	.06	.08	.34	.15	.19	.17	.13	คงเดิม
48	.08	.02	.06	.22	.34	.25	.42 *	.32	.09	.05	คงเดิม
49	.54 *	.31	.09	.21	.05	.39	.17	.44	.17	-.13	ปรับปรุงตัวดวง
50	.19	.04	.23	.15	.46 *	.18	.07	-.12	.05	-.39	ตัดทิ้ง

ตาราง 2 ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาจากการทดสอบครั้งที่ 1

ข้อที่	ก		ข		ค		ง		จ		การคัดเลือก, การปรับปรุง
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
1	.05	-.39	.12	.34	.09	.21	.61 [*]	.45	.14	.38	ปรับปรุงตัวดวง
2	.05	.16	.08	.52	.05	.39	.60 [*]	.27	.25	.03	คงเดิม
3	.08	.17	.57 [*]	.46	.10	.11	.07	.49	.16	.30	คงเดิม
4	.09	.21	.45 [*]	.43	.12	.33	.09	.21	.22	.09	คงเดิม
5	.36 [*]	.26	.09	-.05	.40	.17	.07	.15	.07	.15	ปรับปรุงตัวดวง
6	.05	.39	.18	-.17	.20 [*]	.38	.26	.06	.31	.31	ปรับปรุงตัวดวง
7	.19	.19	.18	.16	.20 [*]	.51	.05	-.19	.34	.19	ปรับปรุงตัวดวง
8	.12	.44	.62 [*]	.31	.10	.11	.03	.00	.11	.06	คงเดิม
9	.09	-.05	.05	.39	.10	-.11	.17	.32	.60 [*]	.20	ปรับปรุงตัวดวง
10	.05	.16	.05	.39	.55 [*]	.33	.20	.32	.14	.05	คงเดิม
11	.32 [*]	.47	.10	.11	.17	-.13	.17	.33	.17	.33	ปรับปรุงตัวดวง
12	.10	.38	.05	.00	.22	.11	.33	.02	.27 [*]	.28	คงเดิม
13	.41 [*]	.23	.27	.04	.06	.24	.06	.24	.18	.08	คงเดิม
14	.11	.29	.20	-.06	.17	.25	.35 [*]	.30	.14	.05	ปรับปรุงตัวดวง
15	.10	.11	.22	.04	.26	.26	.14	.24	.23 [*]	.56	คงเดิม
16	.07	.26	.50 [*]	.52	.15	.09	.16	.30	.09	.54	คงเดิม
17	.06	-.10	.12	.44	.52 [*]	.55	.08	.51	.19	.29	ปรับปรุงตัวดวง
18	.20	.23	.64	.18	.05	.00	.06 [*]	.24	.05	.39	ตัดทิ้ง
19	.49 [*]	.46	.12	.16	.11	.29	.09	.37	.14	.25	คงเดิม
20	.03	.00	.16	.22	.33 [*]	.27	.24	.21	.22	-.11	ปรับปรุง, สลับตัวเลือก
21	.09	.21	.43 [*]	.36	.12	.33	.20	.23	.13	-.09	ปรับปรุงตัวดวง
22	.17	.46	.13	.21	.22	.18	.11	.06	.29 [*]	.65	คงเดิม
23	.17	.25	.19	.15	.15	.19	.05 [*]	.16	.43	.40	คงเดิม
24	.07	.15	.38 [*]	.03	.12	-.16	.30	.03	.11	.06	ตัดทิ้ง
25	.17	.33	.26 [*]	.44	.19	.04	.09	.07	.25	.18	คงเดิม
26	.15	.09	.41 [*]	.47	.17	.03	.07	.49	.08	.51	คงเดิม
27	.17	.13	.12	.33	.48 [*]	.29	.12	.04	.09	.07	คงเดิม
28	.16	.43	.14	.24	.06	.10	.59 [*]	.43	.05	.16	คงเดิม

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวเลือก ข้อที่	ก		ข		ค		ง		จ		การคัดเลือก, การปรับปรุง
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
29	.15	.41	.06	.24	.55	.60	.11	.41	.10	.26	คงเดิม
30	.61	*.39	.10	.57	.06	-.10	.12	.16	.09	.21	ปรับปรุงตัวลง
31	.12	.33	.05	.39	.63	*.43	.12	.31	.08	.02	คงเดิม
32	.05	.39	.07	.49	.06	.24	.82	*.58	.05	.39	คงเดิม
33	.09	.56	.80	*.73	.05	.39	.05	.39	.11	.29	คงเดิม
34	.57	*.46	.20	.23	.12	.33	.05	.39	.05	.19	คงเดิม
35	.09	.37	.05	.39	.78	*.64	.05	.39	.10	.57	คงเดิม
36	.06	.45	.06	.24	.09	.05	.28	.39	.49	*.54	คงเดิม
37	.06	.24	.11	.61	.07	.49	.67	*.76	.07	.49	คงเดิม
38	.10	.02	.12	.44	.08	.51	.38	*.75	.23	.45	คงเดิม
39	.05	.04	.36	*.58	.08	.53	.23	.35	.19	.04	คงเดิม
40	.19	.19	.26	.06	.31	*.36	.10	-.11	.11	.41	ปรับปรุงตัวลง
41	.20	*.31	.19	.36	.13	-.20	.25	.03	.20	.12	ปรับปรุง, ลดตัวลง
42	.10	.38	.26	.20	.42	*.33	.15	-.03	.08	.00	ปรับปรุงตัวลง
43	.10	.02	.07	.30	.40	.14	.09	.54	.28	*.53	คงเดิม
44	.08	.34	.19	*.36	.54	*.56	.08	.34	.07	.30	คงเดิม
45	.09	-.37	.38	*.31	.20	.32	.15	.09	.09	.37	คงเดิม
46	.11	.00	.14	*.38	.29	-.12	.15	.09	.29	*.04	ตัดทิ้ง
47	.14	*.22	.26	.26	.22	.18	.16	.00	.18	-.06	ปรับปรุงตัวลง
48	.23	.20	.17	.21	.25	-.03	.20	-.07	.12	.16	ปรับปรุงตัวลง
49	.10	.11	.14	-.13	.10	.11	.46	*.03	.18	.00	ตัดทิ้ง
50	.14	.24	.13	-.09	.17	.13	.34	*.49	.17	.46	ปรับปรุงตัวลง

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
แต่ละข้อของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผล

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEV.
1	0.0768	0.2665
2	0.0500	0.2181
3	0.5714	0.4935
4	0.1268	0.3330
5	0.0875	0.2828
6	0.1482	0.3556
7	0.0589	0.2357
8	0.0500	0.2181
9	0.0446	0.2067
10	0.0750	0.2636
11	0.6161	0.4868
12	0.4518	0.4981
13	0.1786	0.3833
14	0.2393	0.4270
15	0.1143	0.3184
16	0.0643	0.2455
17	0.0554	0.2289
18	0.7554	0.4303
19	0.0929	0.2905
20	0.2250	0.4180
21	0.1589	0.3659
22	0.1196	0.3248
23	0.1411	0.3484
24	0.1161	0.3206
25	0.3482	0.4768
26	0.0839	0.2775
27	0.2357	0.4248
28	0.0750	0.2636
29	0.0571	0.2323
30	0.4500	0.4979
31	0.0464	0.2106
32	0.2286	0.4203
33	0.2179	0.4132
34	0.0393	0.1944
35	0.1518	0.3591

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
แต่ละข้อของแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEV.
1	0.0196	0.1389
2	0.0911	0.2880
3	0.5679	0.4958
4	0.1804	0.3848
5	0.3536	0.4785
6	0.1411	0.3484
7	0.0661	0.2486
8	0.1107	0.3141
9	0.0536	0.2254
10	0.1571	0.3643
11	0.4321	0.4958
12	0.3661	0.4822
13	0.0911	0.2880
14	0.1375	0.3447
15	0.2518	0.4344
16	0.1429	0.3502
17	0.1214	0.3269
18	0.6321	0.4827
19	0.1286	0.3350
20	0.1875	0.3907
21	0.1482	0.3556
22	0.2250	0.4180
23	0.0643	0.2455
24	0.0821	0.2748
25	0.5357	0.4992
26	0.1107	0.3141
27	0.1089	0.3118
28	0.0536	0.2254
29	0.2161	0.4119
30	0.3429	0.4751
31	0.2446	0.4303
32	0.0768	0.2665
33	0.5143	0.5002
34	0.1071	0.3096
35	0.1786	0.3833

ตาราง 5 แสดงค่า Communality ของข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

NC	COMMUNALITY	NP	COMMUNALITY
1	0.20905	1	0.62313
2	0.37860	2	0.32619
3	0.26837	3	0.33058
4	0.32117	4	0.23435
5	0.30142	5	0.19942
6	0.29284	6	0.45821
7	0.29125	7	0.32112
8	0.40472	8	0.32959
9	0.35327	9	0.46461
10	0.23747	10	0.32977
11	0.48043	11	0.37375
12	0.37666	12	0.46917
13	0.32218	13	0.23134
14	0.19222	14	0.44461
15	0.30558	15	0.28904
16	0.31406	16	0.24321
17	0.43404	17	0.43764
18	0.49594	18	0.32502
19	0.34859	19	0.20341
20	0.29720	20	0.34073
21	0.19083	21	0.20341
22	0.38524	22	0.31034
23	0.29898	23	0.37966
24	0.32558	24	0.33054
25	0.40132	25	0.34777
26	0.48731	26	0.46580
27	0.17586	27	0.59527
28	0.28589	28	0.28599
29	0.47513	29	0.26912
30	0.39152	30	0.35330
31	0.36934	31	0.25150
32	0.15827	32	0.46300
33	0.41283	33	0.46068
34	0.30676	34	0.26737
35	0.28525	35	0.22426

ตาราง 6 ค่า Eigenvalue Percentage of Variance and Cumulative of Variance
ของแต่ละกลุ่ม

FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VAR	CUM.PCT.
1	5.21306	21.9	21.9
2	1.97173	8.3	30.2
3	1.09086	4.6	34.8
4	1.05151	4.4	39.2
5	1.01268	4.3	43.5
6	0.94524	4.0	47.5
7	0.92045	3.9	51.3
8	0.85262	3.6	54.9
9	0.78241	3.3	58.2
10	0.77410	3.3	61.5
11	0.74478	3.1	64.6
12	0.72676	3.1	67.7
13	0.69884	2.9	70.6
14	0.64929	2.7	73.3
15	0.62999	2.7	76.0
16	0.61190	2.6	78.6
17	0.59857	2.5	81.1
18	0.57256	2.4	83.5
19	0.52006	2.2	85.7
20	0.50244	2.1	87.8
21	0.47727	2.0	89.8
22	0.45035	1.9	91.7
23	0.43174	1.8	93.5
24	0.41258	1.7	95.3
25	0.39559	1.7	96.9
26	0.38783	1.6	98.6
27	0.34175	1.4	100.0

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ Factor Analysis ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์
เหตุผลและคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา โดยวิธี Varimax Rotated Matrix

NC	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	-0.060	0.220	0.160	-0.014	-0.132	0.017
2	0.003	0.035	0.486	0.009	0.116	-0.055
3	0.286	-0.055	0.097	-0.024	0.070	0.035
4	-0.106	0.046	-0.028	-0.054	0.003	0.031
5	-0.103	-0.000	-0.051	0.089	0.072	-0.084
6	-0.095	0.014	0.217	-0.074	-0.043	-0.025
7	-0.073	0.150	0.145	-0.073	-0.145	0.064
8	-0.082	0.152	0.280	0.004	0.055	0.156
9	-0.057	0.217	-0.096	0.112	0.104	0.065
10	-0.054	0.185	0.164	0.054	-0.016	0.208
11	0.501	-0.026	-0.020	-0.064	-0.106	-0.029
12	0.474	-0.092	0.043	-0.055	-0.019	-0.070
13	-0.227	0.186	-0.014	0.123	0.058	0.004
14	-0.129	-0.004	0.068	-0.008	-0.006	-0.086
15	-0.099	0.134	0.100	-0.036	0.042	0.115
16	-0.018	0.014	0.032	-0.006	-0.055	-0.009
17	-0.090	0.059	0.012	-0.057	-0.020	0.621
18	0.249	-0.003	0.106	-0.011	0.039	-0.071
19	-0.148	0.049	0.011	0.030	0.004	0.022
20	-0.186	-0.002	-0.008	0.000	-0.026	0.063
21	-0.076	0.014	-0.014	-0.041	0.009	0.041
22	-0.178	-0.075	0.016	-0.037	0.104	-0.040
23	-0.090	0.127	0.097	0.042	-0.044	0.052
24	-0.094	0.017	-0.023	0.095	0.009	0.079
25	0.522	-0.075	0.053	0.048	-0.112	0.027
26	-0.042	0.085	0.077	0.042	0.030	0.058
27	-0.051	-0.003	0.108	0.009	-0.045	0.168
28	-0.055	0.078	0.056	-0.011	0.021	0.135
29	-0.131	0.178	0.086	-0.054	0.000	0.079
30	0.465	-0.102	-0.010	-0.046	0.029	-0.042
31	-0.049	0.543	0.032	0.008	-0.049	0.078
32	-0.044	-0.010	0.042	-0.000	-0.072	-0.118
33	0.563	0.041	-0.062	-0.080	0.007	0.015
34	-0.036	-0.035	-0.007	0.009	0.033	-0.003
35	-0.155	-0.007	-0.016	0.030	-0.004	0.004

ตาราง 7 (ต่อ)

NC	F7	F8	F9	F10	F11	F12
1	0.080	0.040	-0.061	0.016	0.003	0.082
2	0.021	0.111	-0.011	0.088	0.113	0.009
3	0.041	0.005	-0.163	0.049	0.104	-0.163
4	0.015	0.031	-0.016	-0.032	0.019	-0.061
5	0.035	0.060	-0.072	0.082	0.012	-0.055
6	0.019	0.036	0.052	-0.056	0.064	0.100
7	0.029	-0.055	0.074	-0.098	0.182	-0.003
8	0.000	0.156	-0.047	-0.046	0.006	-0.076
9	0.033	0.289	0.122	-0.078	0.098	0.003
10	0.051	0.047	0.033	-0.014	0.178	-0.053
11	-0.246	0.036	-0.012	0.001	-0.055	-0.005
12	-0.049	-0.168	-0.129	-0.005	0.033	-0.122
13	0.013	0.092	-0.158	0.103	-0.007	0.231
14	-0.046	0.019	-0.047	0.061	0.043	0.115
15	0.089	0.119	0.037	-0.115	-0.105	0.076
16	0.040	0.503	0.092	0.078	0.101	-0.035
17	0.040	-0.009	0.002	-0.045	0.039	0.062
18	-0.221	-0.087	0.104	0.155	-0.206	-0.243
19	0.013	-0.020	-0.094	0.031	0.062	-0.016
20	0.052	0.007	0.142	0.001	0.005	0.034
21	-0.025	-0.002	-0.087	0.008	0.052	-0.046
22	0.303	-0.005	-0.095	0.106	0.183	0.256
23	0.042	0.059	-0.006	-0.017	0.089	0.019
24	0.013	-0.014	0.077	0.020	0.056	0.091
25	0.130	0.032	0.019	0.022	-0.005	-0.021
26	0.018	0.148	0.080	0.008	0.630	-0.006
27	-0.038	0.111	0.015	0.189	-0.002	-0.039
28	-0.031	0.269	-0.077	-0.040	0.129	0.063
29	0.522	-0.034	0.102	-0.035	0.033	-0.165
30	0.005	0.084	0.005	-0.090	-0.091	0.075
31	0.049	0.027	0.032	-0.028	0.039	0.026
32	-0.015	0.032	0.117	0.087	-0.047	0.042
33	-0.052	0.054	-0.024	0.015	-0.028	-0.125
34	0.034	-0.022	0.000	-0.026	0.012	0.060
35	0.056	0.011	0.004	0.033	0.023	0.070

ตาราง 7 (ต่อ)

NC	F13	F14	F15	F16	F17	F18
1	0.107	0.001	-0.020	0.002	-0.049	0.076
2	-0.032	0.055	-0.137	0.055	0.046	0.001
3	0.052	-0.138	-0.015	-0.228	-0.023	-0.020
4	0.033	-0.077	-0.064	0.514	0.033	0.068
5	0.082	0.086	0.023	0.048	-0.024	0.040
6	-0.012	0.009	0.242	0.101	-0.174	0.243
7	0.081	-0.078	-0.088	0.153	-0.065	0.016
8	0.096	-0.081	-0.028	-0.137	0.115	0.109
9	0.000	0.059	0.057	-0.081	0.001	0.058
10	0.181	-0.073	-0.009	-0.009	-0.113	0.008
11	-0.079	-0.025	-0.111	0.023	-0.008	-0.130
12	0.034	-0.023	-0.118	0.032	-0.132	0.025
13	-0.118	-0.043	-0.089	0.084	-0.154	0.154
14	0.165	0.042	-0.057	0.197	-0.009	-0.098
15	-0.029	0.081	-0.016	0.082	-0.036	0.140
16	-0.053	0.049	-0.034	0.029	0.029	0.040
17	-0.014	0.052	-0.018	0.032	-0.044	0.000
18	-0.096	-0.284	-0.035	-0.028	0.060	-0.069
19	0.058	0.004	-0.024	-0.018	0.007	0.051
20	0.049	-0.019	-0.104	0.169	0.015	0.069
21	-0.046	0.060	-0.019	-0.081	-0.061	-0.008
22	-0.024	0.087	-0.000	-0.030	0.008	0.083
23	-0.035	-0.027	0.033	0.065	-0.011	0.029
24	-0.016	0.096	0.096	0.014	-0.058	-0.042
25	-0.028	-0.119	-0.070	-0.045	0.147	-0.118
26	0.014	-0.007	0.052	0.005	-0.025	0.048
27	-0.011	0.088	0.056	-0.109	-0.061	0.152
28	0.072	-0.068	0.036	0.038	0.011	-0.110
29	0.185	0.130	0.010	0.009	-0.016	-0.035
30	-0.087	-0.095	-0.027	-0.077	-0.048	-0.200
31	-0.084	0.037	-0.027	0.060	-0.047	-0.074
32	0.032	0.058	0.150	0.017	-0.000	0.006
33	0.052	0.054	-0.024	-0.123	-0.052	0.039
34	0.532	-0.009	-0.000	0.028	0.031	-0.028
35	-0.044	-0.027	0.039	0.046	0.015	0.483

ตาราง 7 (ต่อ)

NC	F19	F20	F21	F22	F23	F24
1	-0.055	0.056	-0.005	-0.087	0.132	-0.076
2	-0.022	0.131	0.138	0.000	0.068	-0.012
3	0.034	-0.048	-0.033	0.037	-0.063	-0.030
4	0.089	0.009	-0.029	-0.007	-0.001	0.011
5	0.002	-0.026	-0.037	0.013	-0.053	0.067
6	0.078	0.013	0.015	-0.004	-0.070	-0.082
7	0.152	0.032	-0.078	0.009	-0.076	-0.041
8	0.070	-0.065	-0.075	0.013	0.071	0.049
9	-0.034	0.309	-0.025	-0.017	-0.091	-0.018
10	0.080	0.010	-0.003	0.010	0.117	-0.038
11	-0.085	-0.229	-0.151	0.016	0.029	0.080
12	-0.064	0.015	-0.105	0.030	-0.065	-0.051
13	-0.035	-0.032	0.125	0.165	-0.030	0.004
14	-0.007	-0.115	0.067	-0.011	0.089	-0.083
15	-0.058	0.083	0.135	-0.206	-0.058	-0.150
16	-0.024	0.052	-0.021	-0.068	-0.017	-0.000
17	0.058	0.079	0.023	-0.023	0.044	0.021
18	0.059	-0.080	-0.212	-0.102	0.015	-0.125
19	0.103	0.041	0.514	-0.010	-0.028	0.024
20	0.020	-0.066	0.114	-0.005	0.406	-0.032
21	0.054	0.058	-0.087	-0.051	0.354	-0.026
22	0.206	-0.014	-0.112	0.062	-0.023	-0.070
23	-0.046	-0.007	0.124	-0.006	0.061	-0.019
24	0.473	0.030	0.096	-0.031	0.061	0.027
25	0.013	-0.028	0.017	0.026	-0.073	-0.135
26	0.076	-0.042	0.077	0.032	0.053	0.066
27	0.008	-0.037	-0.045	0.027	0.156	0.037
28	0.003	-0.035	-0.094	0.017	0.108	-0.126
29	-0.036	-0.076	0.056	0.062	-0.068	0.114
30	0.036	0.115	-0.145	0.053	-0.092	-0.019
31	-0.042	-0.037	0.040	0.102	-0.049	0.032
32	0.057	0.107	-0.014	-0.079	0.162	-0.061
33	-0.042	-0.083	-0.047	-0.003	-0.101	-0.063
34	-0.005	0.040	0.040	-0.007	-0.021	0.047
35	-0.022	-0.000	0.043	0.001	0.023	0.006

ตาราง 7 (ต่อ)

NC	F25	F26	F27
1	0.092	0.106	0.128
2	0.078	0.113	0.035
3	-0.065	-0.037	-0.077
4	-0.003	0.040	0.053
5	0.071	0.454	0.077
6	0.073	0.093	0.121
7	-0.039	0.264	0.020
8	0.033	0.363	0.128
9	0.097	0.087	-0.089
10	0.076	0.042	0.067
11	0.009	-0.090	0.103
12	-0.025	-0.091	-0.041
13	0.008	-0.023	-0.064
14	-0.143	-0.059	-0.025
15	0.101	0.227	0.039
16	-0.031	0.047	0.075
17	0.011	-0.042	0.036
18	0.067	-0.150	0.109
19	0.074	0.020	0.125
20	-0.003	0.030	-0.028
21	-0.022	-0.029	0.080
22	0.089	0.055	0.171
23	-0.031	0.044	0.459
24	0.037	0.061	-0.059
25	-0.027	0.010	-0.021
26	0.024	0.059	0.083
27	0.066	-0.100	-0.064
28	-0.131	0.265	0.040
29	-0.043	0.058	0.069
30	-0.107	-0.068	0.017
31	0.072	0.046	0.088
32	-0.060	0.029	0.159
33	0.010	0.030	-0.087
34	0.011	0.054	-0.025
35	-0.057	0.054	0.021

ตาราง 7 (ต่อ)

NP	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	0.059	0.564	0.196	-0.078	-0.050	-0.038
2	-0.104	0.090	0.058	-0.041	0.051	-0.043
3	0.386	0.031	-0.002	0.006	-0.085	0.014
4	-0.141	0.079	0.015	0.316	-0.087	-0.133
5	-0.167	-0.022	0.034	0.085	0.016	-0.004
6	-0.092	0.115	0.020	-0.020	0.012	0.024
7	-0.104	0.195	0.070	-0.060	-0.029	0.005
8	-0.172	0.140	0.198	-0.095	-0.133	-0.081
9	-0.068	0.049	0.072	0.029	0.096	0.023
10	-0.017	0.151	0.040	0.008	0.161	0.025
11	0.491	0.158	-0.093	-0.075	0.072	-0.129
12	0.570	-0.029	-0.088	0.065	0.089	0.018
13	-0.009	0.048	0.060	0.080	0.040	-0.040
14	-0.111	0.054	0.142	-0.175	-0.041	-0.108
15	-0.137	0.003	0.018	0.025	-0.055	-0.007
16	-0.150	-0.004	0.043	0.006	-0.074	0.055
17	-0.041	0.011	0.004	0.025	0.008	-0.051
18	0.337	-0.021	0.048	-0.035	-0.033	-0.154
19	-0.023	0.126	0.097	-0.087	-0.155	0.113
20	-0.136	0.065	-0.014	-0.061	-0.011	0.059
21	-0.099	0.027	0.066	0.048	-0.033	-0.028
22	-0.194	-0.010	0.009	-0.037	-0.005	0.018
23	0.015	0.148	0.256	0.086	0.159	-0.015
24	-0.071	0.240	0.014	0.096	0.054	0.029
25	0.318	-0.003	-0.024	-0.083	0.055	0.078
26	-0.163	-0.010	0.100	0.050	0.014	0.047
27	-0.119	-0.052	-0.042	0.704	-0.036	-0.008
28	-0.061	-0.105	0.172	0.174	0.004	0.118
29	0.056	-0.037	-0.070	-0.128	-0.059	-0.044
30	0.492	-0.071	-0.039	-0.061	-0.089	-0.040
31	0.005	0.031	0.009	0.019	0.038	0.008
32	-0.084	-0.067	0.086	-0.078	0.635	-0.018
33	0.321	-0.114	-0.210	-0.123	-0.214	-0.078
34	-0.045	0.068	0.444	-0.032	0.008	0.056
35	-0.177	0.069	0.090	0.058	-0.043	-0.039

ตาราง 7 (ต่อ)

NP	F7	F8	F9	F10	F11	F12
1	0.089	0.060	0.041	0.134	0.094	0.055
2	-0.025	-0.007	0.027	0.124	0.039	0.116
3	-0.054	-0.109	0.081	0.011	0.002	-0.148
4	-0.136	0.111	-0.047	-0.053	0.070	0.085
5	-0.008	-0.031	0.154	-0.107	0.025	0.141
6	0.091	-0.038	0.017	-0.044	0.041	0.019
7	-0.053	-0.024	0.019	0.117	0.003	-0.059
8	0.129	-0.023	0.203	-0.090	0.157	-0.188
9	0.553	0.138	-0.116	0.062	-0.005	0.069
10	0.126	-0.016	0.148	0.043	-0.079	0.024
11	-0.119	-0.072	0.061	-0.086	-0.044	-0.015
12	-0.031	-0.034	0.008	-0.040	0.000	0.057
13	0.031	0.154	-0.004	0.016	-0.093	0.006
14	0.082	0.363	-0.154	0.018	-0.091	-0.094
15	-0.007	-0.001	0.052	-0.004	0.040	-0.051
16	-0.030	0.009	-0.019	0.032	-0.034	-0.016
17	0.039	0.044	0.005	0.640	0.008	0.051
18	-0.075	-0.017	0.120	0.048	0.027	-0.071
19	0.116	0.051	0.003	-0.066	0.068	0.129
20	-0.020	-0.060	0.083	0.048	-0.015	0.503
21	0.178	-0.053	-0.047	0.053	0.206	0.026
22	0.028	0.070	-0.041	0.148	-0.027	-0.006
23	0.058	-0.045	-0.205	0.029	0.066	0.056
24	0.082	0.119	-0.127	-0.075	0.134	0.094
25	-0.084	-0.067	-0.000	0.042	0.004	-0.069
26	0.059	0.044	0.081	0.035	-0.034	0.024
27	0.057	-0.070	0.049	0.063	0.009	-0.106
28	-0.000	-0.102	-0.059	0.018	0.030	-0.004
29	0.004	-0.083	-0.127	-0.054	0.041	-0.108
30	-0.003	-0.036	-0.039	-0.013	-0.050	0.015
31	-0.030	0.062	0.456	0.013	0.055	0.042
32	0.076	-0.034	0.032	-0.004	0.017	0.005
33	-0.107	0.064	0.215	0.017	-0.103	-0.052
34	0.067	-0.017	0.030	-0.024	-0.000	-0.025
35	0.036	-0.015	0.078	0.017	0.073	0.022

ตาราง 7 (ต่อ)

NP	F13	F14	F15	F16	F17	F18
1	0.078	-0.119	0.147	0.016	0.174	0.120
2	-0.056	-0.045	0.037	-0.006	-0.026	0.001
3	-0.103	0.060	-0.136	-0.079	0.047	-0.026
4	0.025	0.029	0.014	0.055	0.026	0.003
5	0.009	-0.128	-0.090	0.014	0.112	0.063
6	0.029	-0.011	0.056	-0.010	0.017	-0.050
7	0.242	0.056	0.011	0.033	0.085	-0.037
8	-0.068	-0.062	-0.001	-0.141	0.120	0.070
9	-0.067	-0.015	-0.027	0.006	0.058	0.125
10	0.007	-0.132	0.068	0.103	-0.117	0.000
11	-0.043	0.040	-0.073	-0.008	-0.028	-0.066
12	-0.006	-0.049	0.149	0.112	0.150	0.134
13	0.115	0.036	0.034	0.047	0.366	-0.073
14	0.096	-0.021	0.111	0.029	-0.074	-0.042
15	-0.010	-0.003	0.484	-0.091	0.056	0.045
16	0.039	0.028	-0.073	0.009	-0.023	-0.023
17	-0.019	0.010	-0.013	-0.019	-0.020	0.022
18	0.002	-0.014	-0.000	0.011	0.003	-0.062
19	0.107	0.002	0.037	-0.044	-0.031	-0.086
20	0.089	0.026	-0.030	-0.046	-0.081	0.081
21	0.008	-0.056	0.104	0.075	-0.029	-0.113
22	0.105	0.010	-0.001	0.037	0.039	-0.031
23	0.017	0.058	0.158	0.135	-0.008	0.089
24	0.081	0.024	-0.078	-0.073	0.069	0.130
25	-0.046	-0.060	0.010	0.087	0.180	-0.140
26	-0.013	0.615	-0.000	-0.076	0.079	-0.026
27	-0.003	0.034	0.026	-0.096	-0.070	-0.031
28	-0.157	0.110	0.040	-0.057	0.042	0.047
29	-0.045	0.052	0.030	0.003	0.414	0.073
30	-0.022	-0.112	-0.031	-0.097	0.014	-0.109
31	0.006	0.060	0.059	0.000	-0.095	0.006
32	0.052	0.003	-0.073	-0.014	-0.020	-0.011
33	-0.057	-0.086	-0.245	-0.066	-0.024	0.078
34	0.021	0.047	0.125	-0.068	-0.046	-0.033
35	0.074	0.052	-0.010	0.016	0.028	-0.018

ตาราง 7 (ต่อ)

NP	F19	F20	F21	F22	F23	F24
1	0.183	0.130	0.034	-0.051	0.112	0.175
2	0.060	0.128	0.180	-0.072	0.021	0.012
3	0.059	-0.115	-0.046	0.047	0.079	-0.120
4	-0.054	-0.035	-0.036	-0.049	-0.096	0.086
5	-0.087	-0.021	0.111	-0.065	0.012	0.015
6	0.040	0.022	0.071	0.001	-0.007	-0.000
7	0.021	0.008	-0.014	0.372	0.025	0.033
8	0.023	0.047	-0.004	-0.025	0.013	0.094
9	0.050	0.021	-0.002	-0.149	0.079	0.063
10	0.078	0.232	-0.016	0.096	-0.014	0.280
11	-0.034	-0.013	-0.007	0.039	-0.063	0.010
12	-0.083	-0.055	-0.070	-0.087	0.034	0.056
13	-0.058	-0.026	-0.006	0.000	-0.009	-0.024
14	0.235	-0.184	0.193	0.064	0.091	0.053
15	-0.009	-0.063	-0.013	0.016	-0.044	0.022
16	0.027	0.435	0.037	-0.025	0.047	0.034
17	0.006	0.027	0.033	-0.032	0.012	-0.007
18	0.072	-0.129	-0.053	0.101	-0.105	-0.305
19	0.073	0.049	-0.000	0.089	0.078	0.211
20	0.093	-0.010	-0.022	-0.045	-0.021	0.063
21	-0.101	0.041	-0.001	-0.046	0.216	0.030
22	0.066	0.042	0.005	-0.423	0.132	0.075
23	0.094	0.149	0.016	0.113	0.151	0.073
24	0.252	0.154	0.078	-0.099	0.121	-0.014
25	-0.081	0.053	0.029	0.080	-0.028	-0.235
26	0.105	0.034	-0.004	0.000	0.052	0.030
27	0.133	0.060	0.054	0.036	0.016	0.018
28	0.192	0.028	0.122	-0.044	-0.098	0.242
29	0.010	-0.016	0.009	0.007	-0.074	0.011
30	-0.045	-0.026	0.125	0.006	-0.050	0.010
31	0.039	0.006	-0.076	0.035	-0.011	0.032
32	0.011	-0.044	0.005	0.013	-0.016	-0.027
33	-0.088	0.036	0.052	0.189	-0.000	-0.054
34	-0.014	-0.053	-0.061	0.010	-0.056	0.090
35	-0.005	-0.015	0.013	-0.033	-0.133	0.349

ตาราง 7. (ต่อ)

NP	F25	F26	F27
1	0.055	0.142	0.004
2	0.017	0.437	-0.086
3	-0.027	-0.190	-0.086
4	-0.021	-0.055	0.008
5	-0.097	-0.167	-0.003
6	0.633	0.056	-0.034
7	0.139	0.087	0.034
8	0.030	0.039	-0.130
9	0.178	-0.028	-0.001
10	-0.088	0.035	0.163
11	0.024	0.004	0.122
12	0.030	-0.059	-0.075
13	0.128	-0.011	0.042
14	-0.017	0.035	-0.094
15	0.053	0.014	0.020
16	0.014	0.017	0.010
17	-0.048	0.089	0.002
18	0.038	-0.085	0.030
19	0.014	0.001	0.003
20	0.011	0.035	0.023
21	0.073	0.014	-0.015
22	0.071	0.097	0.036
23	0.027	0.270	-0.021
24	0.072	0.036	0.135
25	-0.084	-0.251	-0.046
26	-0.012	0.000	-0.012
27	-0.011	0.085	0.036
28	-0.002	0.098	0.048
29	-0.077	-0.023	-0.049
30	-0.104	-0.078	-0.104
31	0.017	-0.056	-0.004
32	0.021	0.102	-0.039
33	0.091	-0.045	0.113
34	-0.045	-0.031	0.057
35	0.025	0.021	-0.079

ภาคผนวก ข

คู่มือในการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์

คู่มือใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์ ค.011

จุดมุ่งหมาย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์ ค.011 ประกอบด้วยเนื้อหา 5 บท เพื่อวัดความรู้ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับ ภายหลังจากที่เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ครูอาจจะใช้แบบทดสอบนี้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ค.011 ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหาระหว่างบุคคลหรือโรงเรียนต่าง ๆ ที่สังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบสองฉบับ คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความสามารถด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการย่นหรือขยายกฎเกณฑ์ (Abstraction and Generalization) หลักการ วิธีการและมีโนภาพในความคิดแบบนามธรรม นั่นก็คือ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว เขาสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปภาษาหรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมหรือไม่ แบบทดสอบประเภทนี้ช่วยให้ครูได้ทราบว่า หลังจากเรียนเนื้อหาต่าง ๆ แล้ว นักเรียนเกิดความนึกคิดในเรื่องความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ เหล่านั้นหรือไม่

แบบทดสอบประเภทความคิดรวบยอดหรือเหตุผลนี้ ได้สร้างหนึ่งฉบับมี 35 ข้อ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

(๐) ข้อใดไม่เข้าพวก

ก. $\{0\}$

ข. $\{x \mid x \in N \text{ และ } x < 1\}$

ค. $\{x \mid x \in I \text{ และ } 2 < x < 3\}$

ง. $\{x \mid x \in I \text{ และ } 3x - 2 = 0\}$

จ. $\{x \mid x \text{ เป็นจำนวนคี่บวก } x + 3 = 0\}$

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก. (เพราะข้ออื่น ๆ เป็นเซตว่าง)

แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้เป็นคำถามประเภทโจทย์ปัญหาคำนวณเกี่ยวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไปแต่ใส่คำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความหมายให้หาความสัมพันธ์ต่าง ๆ และการใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ คำถามของแบบทดสอบนี้โดยมากจะเป็นเรื่องราวที่ไม่เคยปรากฏในตำราเรียนมาก่อน แต่นักเรียนจะต้องนำความรู้จากที่เคยฝึกฝนมาแก้ปัญหาเหล่านั้นจึงจะสำเร็จทั้ง ๆ ที่เนื้อหาเดียวกันแต่ก็จะถามในรูปของสถานการณ์ใหม่

แบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหานี้ได้สร้างหนึ่งฉบับมี 35 ข้อ ดังตัวอย่าง

(๐) กำหนดให้ $A = \{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\}$

$$r = \{(x, y) \in A \times A \mid y = |x - 3|\}$$

เรนจ์ของ r ตรงกับข้อใด

ก. $\{0, -1, 1, 2, 3\}$

ข. $\{0, 1, 2, 3, 4\}$

ค. $\{0, -1, -2, -3, -4\}$

ง. $\{0, 1, -1, 2, -2, 3, -3, 4, -4\}$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข.

การพัฒนาแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์คานเหตุผลและโจทย์ปัญหา เริ่มสร้างเมื่อ พ.ศ. 2524 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 869 คน ได้ทำการทดลองถึง 3 ครั้ง ครั้งที่ 3 เป็นการหาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ ดังนี้

การหาค่าสถิติพื้นฐานและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ดังตาราง 1
ตาราง 1 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบ คณิตศาสตร์	N	n	เวลา (นาที)	$\bar{X}$	S^2	SD	r_{tt}	SE_{meas}
เหตุผล	558	35	60	17.12	63.49	7.97	.897	± 2.554
โจทย์ปัญหา	558	35	60	17.15	62.96	7.94	.898	± 2.591

การหาความยาก ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อและทั้งฉบับของคณิตศาสตร์ เหตุผล
และโจทย์ปัญหา ดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ และทั้งฉบับของคณิตศาสตร์ เหตุผลและ
โจทย์ปัญหา จากการทดสอบครั้งที่ 3

คณิตศาสตร์ เหตุผล				คณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหา			
ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.60	.56	11.9	1	.63	.61	11.7
2	.66	.51	11.3	2	.53	.62	12.7
3	.65	.39	11.5	3	.59	.64	12.1
4	.44	.44	13.6	4	.52	.47	12.8
5	.24	.50	15.8	5	.38	.46	14.2
6	.62	.67	11.8	6	.59	.64	12.0
7	.61	.71	11.9	7	.63	.59	11.7
8	.62	.70	11.8	8	.58	.70	12.2
9	.67	.37	11.2	9	.65	.64	11.5
10	.58	.61	12.2	10	.54	.40	12.6
11	.68	.75	11.2	11	.49	.59	13.1
12	.51	.59	12.9	12	.41	.53	13.9
13	.50	.59	13.0	13	.47	.47	13.3
14	.43	.52	13.7	14	.48	.65	13.2
15	.58	.55	12.2	15	.51	.43	12.9
16	.45	.56	13.5	16	.53	.60	12.7
17	.34	.45	14.6	17	.27	.46	15.4
18	.76	.62	10.2	18	.61	.57	11.9
19	.68	.67	11.2	19	.57	.59	12.3
20	.62	.65	11.8	20	.49	.54	13.1
21	.51	.47	12.9	21	.48	.55	13.2
22	.61	.62	11.9	22	.43	.54	13.8
23	.57	.67	12.3	23	.70	.59	10.9

ตาราง 2 (ต่อ)

คณิตศาสตร์เหตุผล				คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา			
ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
24	.61	.66	11.9	24	.65	.69	11.4
25	.44	.58	13.6	25	.54	.57	12.6
26	.49	.62	13.1	26	.71	.61	10.7
27	.38	.29	14.2	27	.52	.59	12.8
28	.48	.41	13.2	28	.39	.69	14.1
29	.67	.58	11.2	29	.44	.46	13.6
30	.53	.54	12.6	30	.39	.62	14.1
31	.46	.58	13.4	31	.25	.39	15.7
32	.34	.65	14.7	32	.64	.50	11.6
33	.28	.57	15.3	33	.55	.52	12.5
34	.65	.56	11.4	34	.43	.49	13.7
35	.56	.62	12.4	35	.43	.57	13.7
$\bar{p} = .53$				$\bar{p} = .51$			
$\bar{r} = .57$				$\bar{r} = .56$			

วิธีดำเนินการสอบ

1. การเตรียมตัวก่อนการทดสอบ

1.1 เตรียมแบบทดสอบ กระดาษคำตอบและกระดาษทหให้มีมากกว่าจำนวนผู้สอบ เพื่อเก็บสำรองไว้สำหรับผู้เข้าสอบบางคนที่ได้รับแบบทดสอบที่บกพร่องหรือต้องการกระดาษทดเพิ่มขึ้น

1.2 การเตรียมแบบทดสอบ ผู้ดำเนินการสอบ ต้องอ่านและศึกษาคำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบล่วงหน้า เพื่อให้สามารถดำเนินการสอบได้อย่างเรียบร้อย

2. วิธีดำเนินการขณะสอบปฏิบัติ ดังนี้

2.1 แจกกระดาษคำตอบพร้อมกับกระดาษทหให้ผู้เข้าสอบทุกคน และให้เขียนรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวผู้เข้าสอบ ได้แก่ ชื่อ นามสกุล เลขประจำตัวสอบ เป็นต้น

2.2 แจกแบบทดสอบที่ละฉบับให้ผู้เข้าสอบทุกคน เมื่อฉบับแรกจึงจะแจกฉบับต่อไป

2.3 อธิบายวิธีทำแบบทดสอบโดยผู้คุมสอบอ่านคำชี้แจงถ้าผู้เข้าสอบไม่เข้าใจตอนใดให้ยกมือถาม

2.4 เมื่อผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบเป็นอย่างดีแล้ว ให้ผู้เข้าสอบเริ่มลงมือทำแบบทดสอบ

2.5 ในขณะที่ผู้เข้าสอบทำข้อสอบ ผู้คุมสอบต้องตรวจดูอย่าให้มีการคัดลอกหรือปรึกษากันเป็นอันขาด

2.6 เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด ควรเตือนผู้เข้าสอบโดยการบอกเวลาที่เหลือและเมื่อทำการสอบต่อไปจนเหลือเวลาอีก 5 นาที ควรเตือนผู้เข้าสอบอีกครั้งหนึ่ง

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา

เมื่อผู้เข้าสอบคนใดทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยหรือหมดเวลาสอบ ให้นำแบบทดสอบกระดาษคำตอบพร้อมควมกร กระดาษหาคงคืนผู้คุมสอบ

วิธีการตรวจให้คะแนน

ผู้ตรวจควรถือหลักการให้คะแนน ดังนี้

1. ให้คะแนนเป็น 1 เสมอสำหรับข้อที่ตอบถูก ไม่มีการให้ครึ่งคะแนนหรือเศษของคะแนน
2. ให้คะแนนเป็น 0 สำหรับข้อที่ตอบผิด เว้นว่างหรือตอบเกินหนึ่งตัวเลือก
3. การให้คะแนนนับเฉพาะข้อที่ตอบถูกเพียงอย่างเดียวไม่มีการหักคะแนนข้อผิด หักความสับสน หรือใช้สูตรแก้การเดา

เกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกตินี้เป็น Local Norm ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร

การสร้างเกณฑ์ปกติมีความสำคัญตรงที่จะต้องแบ่งคะแนนออกจากจุดหลัก (ใช้คะแนนเฉลี่ยเป็นจุดหลัก) ให้เป็นช่วง ๆ ให้เท่ากันอย่างมีความหมายทั้งตอนบนและตอนล่าง และในการนี้จะใช้คะแนนดิบมาแบ่งไม่ได้ เพราะว่าคะแนนดิบมีหน่วยไม่เท่ากันและยังไร้ความหมายอยู่

มาก จำเป็นที่จะต้องใช่วิธีการทางสถิติมาช่วยแปลงคะแนนต่าง ๆ เหล่านั้น ให้มีหน่วยเทียบเท่ากันเสียก่อน จึงจะสามารถตัดคะแนนเหล่านั้นออกเป็นช่วง ๆ ได้ตามต้องการ จากนั้นก็ทำบัญชีสำเร็จสำหรับเปลี่ยนมาทราบว่า แต่ละคะแนนดิบที่เด็กสอบได้นั้น จะมีค่าเทียบเท่ากับคะแนนแปลงรูปที่สร้างขึ้นมานั้นเท่าใด

การสร้างเกณฑ์ปกติ โดยวิธีเปลี่ยนคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T - ปกติ

(Normalized T - score ซึ่งคะแนน T - ปกตินี้มีหน่วยที่เท่ากัน สามารถจะนำมาเปรียบเทียบกันได้

การใช้เกณฑ์ปกติ

1. วิธีอ่านเกณฑ์ปกติ ในตอนท้ายของหนังสือคู่มือนี้จะมีตารางสำเร็จสำหรับอ่านคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T - ปกติ ได้โดยตรง ถ้านักเรียนคนใดตอบถูกกี่ข้อ หรือได้คะแนนดิบเท่าไรแล้ว ก็ไปเปิดตารางอ่านให้เป็นคะแนน T - ปกติได้เลยทันที การอ่านเกณฑ์ปกติจะต้องระวังให้ถูกต้องของแต่ละฉบับ

2. การแปลคะแนน T - ปกติ คะแนนชนิดนี้นิยมแปลความหมายเป็นในรูปของเปอร์เซ็นต์ที่อยู่เหนือกว่าผู้อื่น ดังแสดงไว้ในตาราง 3-4 เปอร์เซนต์ที่อยู่เหนือนี้มีความหมายว่า นักเรียนผู้นั้นเก่งกว่าเด็กอื่น ๆ อยู่กี่คนในจำนวนเด็กทั้งหมด 100 คน ดังเช่นนักเรียนที่สอบได้คะแนน T 75 ก็อ่านจากตารางว่า เขาเก่งกว่าหรือมีความรู้เหนือกว่าคนอื่นอยู่ 98.8 % คือ ใน 100 คน เขามีความรู้สูงกว่าเด็กอื่น ๆ อยู่ 98.8 หรือ 99 คน ซึ่งเท่ากับเป็นเด็กจวนได้ที 1 นั้นเอง หรือถ้าผู้สอบได้คะแนน T 50 ในวิชาใด ๆ ก็ตาม ก็อ่านจากตารางว่าตรงกับเปอร์เซนต์ที่เหนือผู้อื่น อยู่ 50.00 ฉะนั้นก็แปลว่า เด็กนั้นมีความรู้ระดับปานกลางพอดี คือเขาอยู่ตรงกลางมีผู้อื่นอยู่เหนือเขา 50 คน พร้อม ๆ กับอีก 50 คน อยู่เหนือเขาเท่า ๆ กัน ถ้าใครสอบได้คะแนน T 37 ซึ่งตรงกับเปอร์เซนต์คือ 8.9 หรือ 8.9 % ก็แปลว่าเขาอยู่สูงกว่าคนอื่น 9 คน ใน 100 คน และยังมีเด็กอีก 91 คน ที่มีความรู้สูงกว่าเขา เป็นต้น

ตาราง 3 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล

คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์ไทล์	T - ปกติ
35	99.7	78
34	98.8	73
33	96.9	69
32	94.8	67
31	92.5	65
30	89.8	63
29	87.9	62
28	85.8	61
27	83.5	60
26	81.3	59
25	79.6	59
24	78.3	58
23	76.6	58
22	74.1	57
21	70.9	56
20	67.9	55
19	65.4	54
18	62.1	54
17	57.0	52
16	51.8	51
15	49.9	50
14	43.0	49
13	36.7	47
12	31.5	46
11	26.3	44
10	20.0	42
9	14.6	40
8	10.0	38
7	6.3	35

ตาราง 3 (ต่อ)

คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์	T - ปกติ
6	3.8	33
5	2.1	30
4	1.2	28
3	0.4	24
2	0.1	19

ตาราง 4 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์	T - ปกติ
34	99.5	76
33	98.3	72
32	96.5	69
31	94.1	66
30	91.8	64
29	89.5	63
28	87.1	62
27	85.4	61
26	83.6	60
25	81.1	59
24	77.8	58
23	74.6	57
22	72.1	56
21	68.3	55
20	63.9	54
19	60.9	53
18	58.0	53

ตาราง 4 (ต่อ)

คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์	T - ปกติ
17	54.2	52
16	49.8	50
15	44.0	49
14	39.7	48
13	35.5	47
12	31.1	46
11	26.8	44
10	21.6	43
9	16.7	41
8	12.3	39
7	8.9	37
6	6.4	35
5	3.8	33
4	1.7	29
3	0.5	25
2	0.1	21

3. การประเมินคะแนน T - ปกติ เมื่อสามารถวัดว่า นักเรียนคนใดได้คะแนน T เท่าใดแล้ว ต่อไปก็เป็นการประเมินราคาของคะแนนเหล่านั้น ว่ามีคุณภาพ สูง-ต่ำ หรือ ดี เลว ปานใด ตามความนิยมแบ่งคุณภาพเหล่านั้นออกเป็น 5 ระดับ เช่น 0, 1, 2, 3, 4, ซึ่งพอจะเทียบได้กับระดับ ดีมาก - ดี - พอใช้ - ยังไม่พอใช้ - อ่อน นั่นเอง

การสร้างเกณฑ์ที่กำหนดวิธีประเมินคุณภาพผลการสอบโดยแบ่งคะแนน T ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ตั้งแต่	T 65	และสูงกว่า	แปลว่า	ดีมาก
ตั้งแต่	T 55 - 65		แปลว่า	ดี
ตั้งแต่	T 45 - 55		แปลว่า	พอใช้
ตั้งแต่	T 35 - 45		แปลว่า	ยังไม่พอใช้
ตั้งแต่	T 35	และต่ำกว่า	แปลว่า	อ่อน

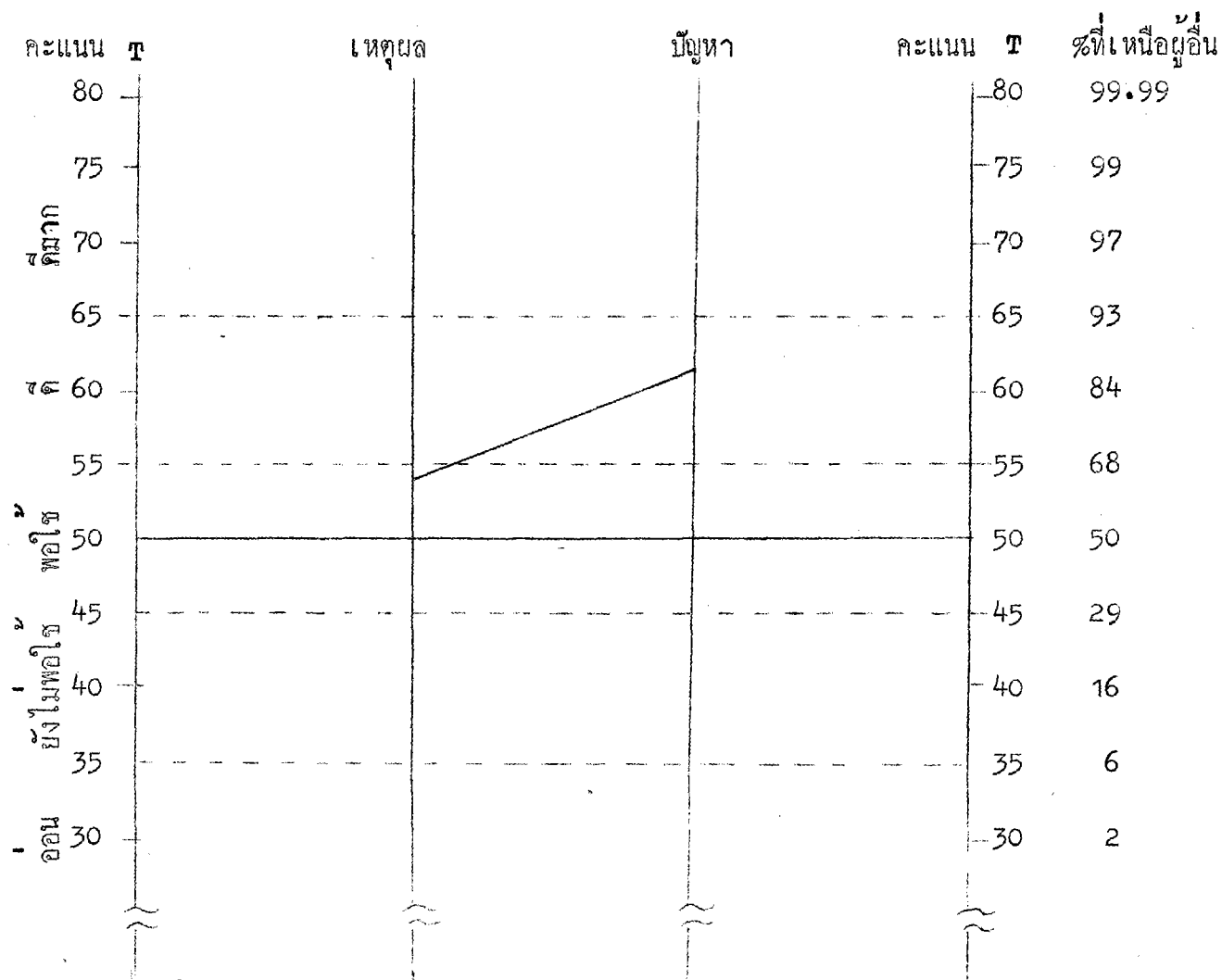
ถ้าได้คะแนนตรงจุดแบ่งเขตระหว่างกลุ่มเช่น T 35, 45, 55 และ 65 แล้ว ให้เลื่อนนักเรียนที่คาบเส้นนั้นขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงที่ถัดไปเสมอ

4. การเสนอผลการสอบ เมื่อใช้แบบทดสอบนี้แล้ว ก็ควรจะแจ้งผลการสอบนั้นให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบในโอกาสอันควร การเสนอผลการสอบด้วยคะแนน T -ปกตินี้ สามารถนำคะแนนเหล่านั้นมาเขียนเป็นรูป เสนภาพ (Profile) ได้ด้วย โดยวิธีการนี้จะช่วยให้ครูผู้ปกครอง หรือแม้กระทั่งตัวเด็กเอง สามารถมองเห็นและเข้าใจระดับความสามารถของตนได้เป็นอย่างดี การเสนอผลการสอบด้วยเสนภาพ ก็เสมือนกับเราเขียนรูปแสดงเค้าโครงสมรรถภาพของนักเรียนให้ปรากฏซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของคะแนน T -ปกติ ที่คะแนนดิบหรือเปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถจะทำได้เลย

วิธีเขียนเสนภาพ

การเขียนเสนภาพนักเรียนเป็นรายบุคคลอาจจะกระทำได้ง่าย ๆ โดยเปิดตารางเกณฑ์มาตรฐานของวิชานั้น แล้วอ่านคะแนนดิบที่นักเรียนผู้นั้นสอบได้ให้เป็นคะแนน T -ปกติเสียก่อน จากนั้นก็นำไปจุดบนเส้นหลักที่แบ่งเป็นช่องเป็นระยะเท่า ๆ กัน ตามมาตราคะแนน T แล้วลากเส้นโยงติดต่อกัน ก็จะเป็นภาพที่แสดงเค้าโครงความสามารถของเด็กนั้นตามต้องการ

ตารางกราฟที่ใช้สำหรับเขียนเส้นภาพ



ภาพที่ 1 เส้นภาพแสดงระดับความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์ เหตุผลและคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหา
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรายบุคคล

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์ เหตุผลและโจทย์ปัญหา

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ค.011

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวิชานี้มี 2 ฉบับ ๆ ละ 35 ข้อ แต่ละฉบับใช้เวลา 60 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยกาเครื่องหมาย ~~X~~ หักตัวอักษรในกระดาษคำตอบดังนี้
ก. ~~X~~ ค. ง. จ.
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ชี้คั่นท้ายกากบาทเสียก่อนในชุดเจนแล้วจึงค่อยขีดคำตอบใหม่ดังตัวอย่าง ถ้าต้องการเปลี่ยนจาก ข เป็น จ
ก. ~~X~~ ค. ง. ~~X~~
4. นักเรียนอย่าทำเครื่องหมายใด ๆ บนข้อสอบและส่งข้อสอบคืน
5. ถ้านักเรียนคนใดสงสัยให้ถามก่อนที่ลงมือทำข้อสอบ

1. ข้อใดไม่เข้าพวก

ก. $\{0\}$

ข. $\{x \mid x \in \mathbb{N} \text{ และ } x < 1\}$

ค. $\{x \mid x \in \mathbb{I} \text{ และ } 2 < x < 3\}$

ง. $\{x \mid x \in \mathbb{I} \text{ และ } 3x-2=0\}$

จ. $\{x \mid x \text{ เป็นจำนวนเต็มคี่บวก } x+3=0\}$

2. ให้ A และ B เป็นเซตเงื่อนไขข้อใดที่ทำให้ $A \cup B = A$ และ $A \cap B = B$

ก. $A = B$

ข. $A \neq B$

ค. $B \subset A$

ง. $A \subset B$ หรือ $B \subset A$

จ. $A \subset B$ และ $B \subset A$

3. เซตคูใดเป็นเซตที่เท่ากัน

ก. $A = \{2, 3, 4\}$

$B = \{x \mid 2 < x < 5\}$

ข. $A = \{2, 4, 6\}$

$B = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนคี่บวกที่น้อยกว่า 7}\}$

ค. $A = \{0, 1, -2\}$

$B = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนคี่ และ } x(x-1)(x+2)=0\}$

ง. $A = \{0\}$

$B = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนเต็มบวกและ } x < 1\}$

จ. $A = \{1, 2, 3, 4\}$

$B = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนนับที่น้อยกว่า 4}\}$

4. จงพิจารณาว่าข้อใดถูก

ก. ถ้า A เป็นเซตว่างเราจะได้ว่า $P(A) = \emptyset$

ข. ทุก ๆ สับเซตของเซตอนันต์จะเป็นเซตอนันต์

ค. เราสามารถจะเขียนเพาเวอร์เซตที่มีสมาชิก 25 จำนวนได้

ง. ถ้า A เป็นสับเซตของ B แล้วจะได้ว่า A เป็นสับเซตแท้ของ B

จ. จำนวนสมาชิกของเพาเวอร์เซตที่น้อยที่สุด จะต้อง มีสมาชิก 1 ตัว

5. ถ้าจำนวนสมาชิกของ U มี 90 ตัว

จำนวนสมาชิกของ A มี 65 ตัว

จำนวนสมาชิกของ B มี 42 ตัว

จงหาจำนวนสมาชิกที่น้อยที่สุดและมากที่สุดของจำนวนสมาชิก $A \cup B$

ก. 42 และ 65

ข. 42 และ 90

ค. 65 และ 90

ง. 65 และ 107

จ. ไม่สามารถจะบอกจำนวนที่แน่นอนได้

6. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง

- ก. $\{0\}$ มีคุณสมบัติปิดสำหรับการคูณ
 ข. $\sqrt{(a-b)^2} = |a-b|$ เมื่อ $a, b \in \mathbb{R}$
 ค. ถ้า a, b เป็นจำนวนเต็ม $a < b$ แล้ว $a^2 < b^2$
 ง. ถ้า a เป็นจำนวนจริงใด ๆ แล้ว $a^2 \geq 0$
 จ. ถ้า a เป็นจำนวนเต็มคู่และ b เป็นจำนวนคี่ จะได้ ab เป็นจำนวนคี่

7. ความสัมพันธ์ใด ไม่ถูกต้อง

- ก. $(a, b) \subset [a, b]$
 ข. $(a, b) \subset [a, b]$
 ค. $(a, b] \subset [a, b]$
 ง. $(a, b] \subset [a, b]$
 จ. $[a, b] \subset [a, b]$

8. จงเขียน $\{x \mid x^2 < 4\}$ ให้อยู่ในรูปช่วง

- ก. $(0, 2)$
 ข. $(-2, 0)$
 ค. $(-2, 2)$
 ง. $(2, \infty)$
 จ. $(-\infty, 4)$

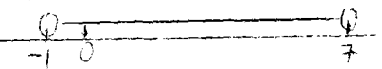
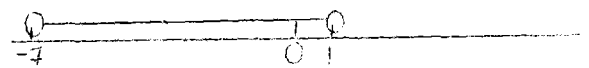
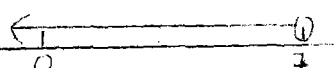
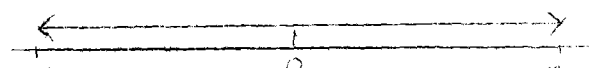
9. จำนวนต่อไปนี้จำนวนใด ไม่ เป็นจำนวนเต็มบวก

- ก. $-\sqrt[3]{-8}$
 ข. $-\sqrt{(-4)^2}$
 ค. $(-3)^{64}$
 ง. $\frac{\sqrt{27}}{\sqrt{3}}$
 จ. $4.999\dots$

10. ถ้าเขียน $-3 < x < 5$ อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์ จะได้ตรงกับข้อใด

- ก. $|x+1| < 4$
 ข. $|x-1| < 4$
 ค. $|x+1| > 4$
 ง. $|x-1| > 4$
 จ. $|x-2| < 5$

11. ข้อใดคือกราฟของ $|x-3| < 4$

- ก. 
 ข. 
 ค. 
 ง. 
 จ. 

12. ถ้า a, b เป็นจำนวนจริงใด ๆ จะได้ว่า

ก. $|a+b| = |a| + |b|$

ข. $|a+b| < |a| + |b|$

ค. $|a-b| = |a| - |b|$

ง. $|a-b| > |a| - |b|$

จ. $|a-b| \geq |a| - |b|$

13. ข้อใดมีคุณสมบัติปิดสำหรับการบวกเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

ก. เซตจำนวนจริง

ข. เซตจำนวนเต็ม

ค. เซตจำนวนตรรกยะ

ง. เซตจำนวนเต็มบวก

จ. เซตจำนวนเต็มลบ

14. จำนวนใดไม่มีอินเวอร์สของการคูณ

ก. $\frac{-26}{5}$

ข. $\frac{1}{\sqrt{3}}$

ค. $\frac{2}{2-\sqrt{3}}$

ง. $\frac{2-\sqrt{4}}{5}$

จ. $\frac{1}{1+\sqrt{2}+\sqrt{3}}$

15. ข้อใดไม่มีเอกลักษณ์สำหรับการบวก

ก. เซตจำนวนจริง

ข. เซตจำนวนเต็ม

ค. เซตจำนวนนับ

ง. เซตจำนวนเต็มที่น้อยกว่า 2

จ. เซตจำนวนจริงที่มากกว่า -2

16. จำนวนต่อไปนี้ จำนวนในข้อใดที่อยู่ในระบบ

จำนวนเดียวกันทั้ง 3 จำนวน

ก. 2, $(-5)^2$, $7\sqrt{7}$

ข. $\sqrt{-4}$, $-\sqrt{3}$, $\sqrt[3]{-8}$

ค. $\frac{1}{4}$, 4.3 , 2.7

ง. 1.414 , $2\sqrt{2}$, $3\sqrt{2}$

จ. $\frac{\sqrt{5}}{2}$, $\frac{\sqrt{25}}{2}$, $\frac{\sqrt{35}}{2}$

17. ถ้า a และ b เป็นจำนวนจริงใด ๆ ที่มีเครื่องหมายตรงกันข้ามจะได้

ก. $|a| |b| = -ab$

ข. $|a| |b| = -|ab|$

ค. $|a| |b| \geq ab$

ง. $|a-b|^2 = |a|^2 - |b|^2$

จ. $|a+b|^2 = |a|^2 + |b|^2$

18. ข้อใดไม่เป็นประพจน์

ก. $\{2,3\} \subset \{1, \{2,3\}\}$

ข. $\sqrt{x^2} = |x|$ เมื่อ $x \in \mathbb{R}$

ค. $A = \{0, \emptyset, \{\}, I\}$; A มีสมาชิก 4 ตัว

ง. ถ้าจะหาค่า x จาก $x+2=3$ จะต้องทำขั้นตอนก่อน

จ. ถ้า $A = \{a, b, c, d\}$ แล้วจะได้

$\{a\} \subset P(A)$

19. ให้ $p \rightarrow (q \vee r)$ เป็นเท็จค่าความจริง
ของ p, q, r จะมีค่าตามลำดับดังนี้

- ก. จริง, จริง, จริง,
- ข. จริง, จริง, เท็จ
- ค. จริง, เท็จ, จริง
- ง. จริง, เท็จ, เท็จ
- จ. เท็จ, เท็จ, เท็จ

20. จงพิจารณาว่าประพจน์ใดเป็นจริง

- ก. $|-3| = -3$ หรือ $|3| = 3$
- ข. ถ้า $3 > 2$ แล้ว $-3 > -2$
- ค. $\sim(\{1, 0\} \cap \{1, 0\} = \emptyset)$
- ง. 2 และ 3 เป็นสมาชิกของ $\{2, \{1, 3\}\}$
- จ. 5 เป็นจำนวนอตรรกยะก็ต่อเมื่อ 5
เป็นจำนวนจริง

21. กำหนดให้ p แทนประพจน์ $2 > 1$
 q แทนประพจน์ $4 < 6$
 r แทนประพจน์ $4 > 6$

ประพจน์ " $2 > 1$ แต่ $4 \neq 6$ " เขียนแทน
ด้วยสัญลักษณ์ตรงกับข้อใด

- ก. $p \wedge q$
- ข. $p \wedge \sim q$
- ค. $p \vee \sim q$
- ง. $p \wedge (q \vee r)$
- จ. $p \vee (q \wedge r)$

22. พิจารณาว่าประพจน์ใด เป็นเท็จ

- ก. $3 \in \{2, 3, 4\}$ แต่ $5 \notin \{2, 3, 4\}$
- ข. $[(3+2=5) \rightarrow (2=1)] \rightarrow 3^2=9$
- ค. $[(1+1=2) \vee (2+2=4)] \rightarrow (2+3=5)$
- ง. A เป็นเซตใด ๆ $\phi \notin A$ ก็ต่อเมื่อ
 $A \cup \emptyset = \emptyset$

จ. ถ้าเดือนมกราคมมี 30 วันแล้วเดือน
เมษายนจะมี 31 วัน

23. ประพจน์ต่อไปนี้ข้อใดต่างจากพวก

- ก. $p \wedge (q \rightarrow r)$
F
- ข. $p \rightarrow (q \rightarrow r)$
T
- ค. $(p \rightarrow q) \rightarrow r$
T
- ง. $(p \wedge q) \rightarrow (r \vee s)$
F
- จ. $(p \rightarrow q) \wedge (r \rightarrow s)$
F

24. ประพจน์ใดเป็นเท็จเมื่อกำหนดค่าความจริง
ของประพจน์ย่อย ๆ ให้

- ก. $p \vee (q \rightarrow r)$
T
- ข. $(p \rightarrow q) \rightarrow (p \wedge \sim q)$
T
- ค. $(p \rightarrow r) \vee (r \rightarrow q)$
T
- ง. $(q \rightarrow r) \leftrightarrow (\sim q \vee r)$
T
- จ. $[\sim (A \wedge B)] \rightarrow (B \vee C)$
T

25. ประพจน์ใดเป็นนิเสธซึ่งกันและกัน

- ก. $2 > 1$ กับ $2 < 1$
- ข. ก. ไปโรงเรียน กับ ก. ไปตลาด
- ค. ก. สูงกว่า ข. กับ ก. เตี้ยกว่าหรือเท่ากับ ข.
- ง. ก. สูงกว่า ข. กับ ข. เตี้ยกว่าหรือเท่ากับ ก.
- จ. แดงมีขนบัตริใบละร้อยกับแดงมีขนบัตริใบละสิบบาท

26. ประโยคใดไม่เป็นประพจน์

- ก. $\phi \neq \{1, 2\}$
- ข. b^2 เป็นจำนวนเต็มบวก
- ค. $\{2\} \in \{2, 4, 6\}$
- ง. $\{1, 2, 2, 1\} = \{1, 2\}$
- จ. ประโยคคำถามไม่เป็นประพจน์

27. ข้อใดต่างจากพวก

- ก. $(p \vee q) \xrightarrow{F} r$
- ข. $p \vee (q \xrightarrow{F} r)$
- ค. $(p \wedge q) \xrightarrow{F} (r \vee s)$
- ง. $(p \xrightarrow{T} q) \wedge (r \xrightarrow{F} s)$
- จ. $(p \xrightarrow{F} r) \leftrightarrow (\sim q \vee r)$

28. ประโยคใดเป็นประโยคเปิด

- ก. $\forall x [y = x^2]$
- ข. $\exists x [x < 7]$
- ค. $\forall x [x^2 + 1 > 7]$
- ง. $\forall x \exists y [y = x^2 - 1]$
- จ. $\exists x \forall y [x = 7 - y]$

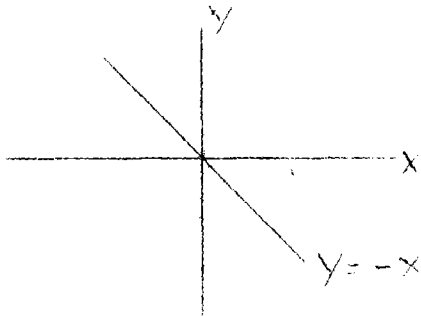
29. โคเมนของ $r = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid x^2 + y^2 = 9\}$ คือข้อใด

- ก. $\{x \mid x \leq 3\}$
- ข. $\{x \mid x \geq 3\}$
- ค. $\{x \mid 0 \leq x \leq 3\}$
- ง. $\{x \mid -3 \leq x \leq 0\}$
- จ. $\{x \mid -3 \leq x \leq 3\}$

30. โคเมนของ $r = \{(x, y) \mid y = \sqrt{5-x^2} - \sqrt{5}\}$ คือข้อใด

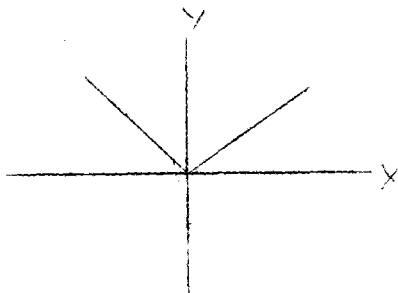
- ก. $\{x \mid |x| = 0\}$
- ข. $\{x \mid |x| < \sqrt{5}\}$
- ค. $\{x \mid |x| \leq \sqrt{5}\}$
- ง. $\{x \mid |x| < 5\}$
- จ. $\{x \mid |x| \leq 5\}$

31.

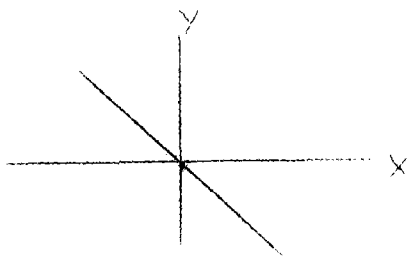


จากกราฟ $y = -x$ จะมีอินเวอร์สตรงกับกราฟรูปใด

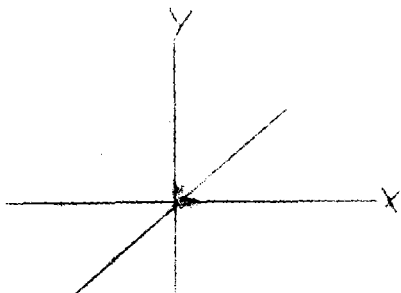
ก.



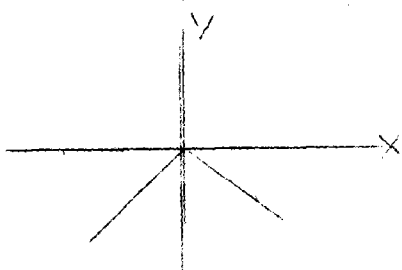
ข.



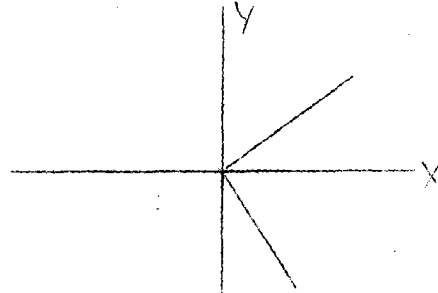
ค.



ง.



จ.



32. จงพิจารณาว่าข้อใดผิด

ก. ถ้า A, B เป็นเซตใด ๆ จะได้

$$A \times B = B \times A$$

ข. ถ้า $A \subset B$ และ $C \subset D$ จะได้

$$A \times C \subset B \times D$$

ค. ถ้า $A = B \cap C$ จะได้

$$A \times A = (B \times B) \cap (C \times C)$$

ง. ถ้า A, B และ C เป็นเซตใด ๆ จะได้

$$A \times (B \cap C) = (A \times B) \cap (A \times C)$$

จ. ถ้า A, B เป็นเซตจำกัดจะได้จำนวนสมาชิก

$$A \times B = \text{จำนวนสมาชิก } B \times A$$

33. ถ้า $A = 2\sqrt{3}$, $b = 1 - \sqrt{3}$ แล้วเราสามารถเขียนคู่ลำดับใดตรงกับคู่นี้

ก. $(a, 2/\sqrt{3}) = (b, 1 - \sqrt{3})$

ข. $(a, b) = (1 - \sqrt{3}, 2\sqrt{3})$

ค. $(a, 1 - \sqrt{3}) = (b, 2/\sqrt{3})$

ง. $(a - \sqrt{3}, b) = (\sqrt{3}, 1 - \sqrt{3})$

จ. $(a, b - 1) = (2/\sqrt{3}, \sqrt{3})$

34. ถ้าโปรเจกชันของจุด (x_1, y_1) กับ (x_2, y_2) บนแกน x ต่างเป็นจุดเดียวกันได้ก็ต่อเมื่อ

ก. $x_1 = x_2$

ข. $-x_1 = x_2$

ค. $y_1 \neq y_2$

ง. $|y_1| = |y_2|$

จ. $y_1 = y_2 = 0$

35. โปรเจกชันของจุด $(1, 3)$ บนเส้นตรงที่ผ่านจุด $(5, -1)$ และขนานกับแกน x คือจุดใด

ก. $(1, -1)$

ข. $(1, 5)$

ค. $(0, 3)$

ง. $(5, 3)$

จ. ไม่มีข้อใดถูก

ฉบับที่ 2

คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

จำนวน 35 ข้อ เวลา 60 นาที

1. ถ้า $A = \{1, \{2, 3, 4\}\}$ แล้ว $P(A)$ คือข้อใด

ก. $\{\{1\}, \{2, 3, 4\}, A\}$

ข. $\{\{1\}, \{2, 3, 4\}, \emptyset\}$

ค. $\{\{1\}, \{2, 3, 4\}, \emptyset, A\}$

ง. $\{\{1\}, \{\{2, 3, 4\}, \emptyset, A\}\}$

จ. ไม่มีข้อใดถูก

2. ถ้า $A = \{0, 1, 2\}$ สับเซตแท้ของ A

จะมีกี่เซต

ก. 2

ข. 3

ค. 6

ง. 7

จ. 8

3. กำหนดให้

$$U = \{0, 1, 2, 3, \dots, 12\}$$

$$A = \{2, 4, 6, 8, 10, 12\}$$

$$B = \{1, 3, 5, 7\}$$

$$C = \{0, 2, 4, 5, 9, 11\}$$

ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. $A - B = A$

ข. $A \cup B' = A$

ค. $A' \cap B = B$

ง. $(B \cup C)' = \{6, 8, 10, 12\}$

จ. $(A \cap B)' - C = \{1, 3, 6, 7, 8, 10, 12\}$

4. จากการสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 55 คน เกี่ยวกับการเล่นกีฬา 3 ชนิด ได้แก่ บาสเกตบอล บิงปอง วายน้า ปรากฏว่า

21 คน ชอบเล่นบิงปอง

22 คน ชอบวายน้า

29 คน ชอบเล่นบาสเกตบอล

9 คน ชอบเล่นบิงปองและบาสเกตบอล

8 คน ชอบเล่นบิงปองและวายน้า

10 คน ชอบเล่นเพียง 2 ชนิดเท่านั้น

5 คน ชอบเล่นทั้ง 3 ชนิด

อยากทราบว่า มีนักเรียนกี่คนที่ไม่ชอบเล่นในสามชนิดนี้

ก. 2 คน

ข. 3 คน

ค. 6 คน

ง. 9 คน

จ. ไม่มีข้อใดถูก

5. กำหนดให้

$$U = \{x \in I^+ \mid 3 \leq x < 20\}$$

$$A = \{x \in I^+ \mid x < 10\}$$

$$B = \{x \in I^+ \mid x > 5\}$$

จงเขียน $A \cup B$ โดยแจกแจงสมาชิก

ก. $\{3, 4, 5, \dots, 9\}$

ข. $\{3, 4, 5, \dots, 19\}$

ค. $\{1, 2, 3, \dots, 9\}$

ง. $\{1, 2, 3, \dots, 10\}$

จ. $\{1, 2, 3, 4, \dots\}$

6. ค่าของ $10 - \frac{1}{2^{-3}} + 7(1078)^0$
จะเท่ากับเท่าไร

ก. 5

ข. 9

ค. 11

ง. 19

จ. 25

7. ค่าของ $4\sqrt{63} + 5\sqrt{7} - 8\sqrt{28}$
เท่ากับเท่าไร

ก. $\sqrt{7}$

ข. $2\sqrt{7}$

ค. $6\sqrt{7}$

ง. $9\sqrt{7}$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

8. ให้ $A = (-1, 3]$ และ $B = [0, 5]$ จะได้

$A - B$ ตรงกับข้อใด

ก. $(-1, 0]$

ข. $(-1, 0)$

ค. $[0, 3]$

ง. $(-1, 5]$

จ. $(3, 5]$

9. เซตของคำตอบ $\frac{x+2}{x-3} < 0$ คือข้อใด

ก. $\{x \mid x < 3\}$

ข. $\{x \mid x > -2\}$

ค. $\{x \mid -2 < x < 3\}$

ง. $\{x \mid x < -2 \text{ หรือ } x > 3\}$

จ. ไม่มีข้อใดถูก

10. $|x+3| = x-3$ จงหาเซตคำตอบของ x

ก. $\emptyset$

ข. $\{0\}$

ค. $\{-3\}$

ง. $\{3\}$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

11. เซตของ x ที่สอดคล้องกับ

$$3x^2 + 2x + 2 < 2x^2 + x + 4 \text{ คือข้อใด}$$

ก. $(-2, 1)$

ข. $(-\frac{6}{5}, 1)$

ค. $(-1, \frac{5}{2})$

ง. $(-\infty, -2)$ หรือ $(1, \infty)$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

12. ค่าของ x จากอสมการ

$$3+x < 2x < 4-x \quad \text{ได้แก่ข้อใด}$$

ก. $x < \frac{4}{3}$

ข. $x < 4$

ค. $\frac{4}{3} < x < 3$

ง. $x > 3$ หรือ $x < 4$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

13. ผลลัพธ์ของ $\sqrt[3]{x^2} \times \sqrt{x^3} \times \sqrt{x}$

จะมีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. $\sqrt[3]{x^6}$

ข. $\sqrt[3]{x^5}$

ค. $x^2 \sqrt[3]{x^2}$

ง. $x^2 \sqrt[6]{x^2}$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

14. กำลังสองของ $2\sqrt{5} - 3\sqrt{2}$ มีค่าเท่ากับ

ก. $9 - 12\sqrt{10}$

ข. $9 + 12\sqrt{10}$

ค. $38 - 6\sqrt{10}$

ง. $38 + 12\sqrt{10}$

จ. $38 - 12\sqrt{10}$

15. ค่าของ x ที่สอดคล้องกับ $\frac{x(x+1)}{x-2} < 0$ ได้แก่ข้อใด

ก. $x < -1$

ข. $-1 < x < 0$

ค. $-1 < x < 2$

ง. $0 < x < 2$

จ. $x < -1$ หรือ $0 < x < 2$

16. $(2\sqrt{7}+\sqrt{5})(3\sqrt{5}-\sqrt{7})$ มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. $1+4\sqrt{35}$

ข. $1+5\sqrt{35}$

ค. $1+6\sqrt{35}$

ง. $6\sqrt{35} - \sqrt{21}$

จ. $6\sqrt{35} - \sqrt{35}$

17. ค่าของ x ที่สอดคล้องกับ $\frac{x}{3-x} < 2$ ได้แก่ข้อใด

ก. $x > -3$

ข. $x < -2$

ค. $-3 < x < -2$

ง. $2 < x < 3$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

18. $\exists x [x+1=0]$ จะเป็นจริงเมื่อเอกภพสัมพัทธ์คือข้อใด

ก. $U = \{x \mid x-1=0\}$

ข. $U = \{x \mid x^2+1=0\}$

ค. $U = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนเต็มบวก}\}$

ง. $U = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนเต็มลบ}\}$

จ. $U = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ}\}$

19. ประพจน์ต่อไปนี้ข้อใดเป็นจริง

ก. $\forall x [x \text{ เป็นจำนวนเต็มลบ}]$

เมื่อ $U = \{x \mid x \neq I^+\}$

ข. $\exists x [x > 4]$ เมื่อ $U = \{-4, 0, 4\}$

ค. $\forall x [x+1 < 1]$ เมื่อ $U = \{x \in I^- \mid x < -1\}$

ง. $\exists x [x^2 = 3]$ เมื่อ $U = \{x \in I \mid x > 0\}$

จ. $\forall x [x > 2]$ เมื่อ $U = \{-4, 4, -9, 9\}$

20. ถ้า U เป็นเซตของจำนวนเต็มลบ

จงพิจารณาว่าข้อใดเป็นจริง

ก. $\forall x [x < -5]$

ข. $\forall x [x^2 > 5]$

ค. $\exists x [10-x > x+10]$

ง. $\exists x [x+5 > 5-x]$

จ. $\exists x [x+5 > x+10]$

21. กำหนดให้ p, q แทนประพจน์ที่มีค่าความจริง

จริงเป็นจริง และ r มีค่าความจริงเป็น

เท็จ ข้อใดมีค่าความจริงเป็นจริง

ก. $(\sim p \rightarrow r) \rightarrow \sim q$

ข. $p \rightarrow (q \wedge r)$

ค. $(p \wedge \sim r) \rightarrow (q \rightarrow r)$

ง. $[(p \vee q) \vee r] \leftrightarrow \sim [p \vee (q \vee r)]$

จ. $[(p \vee \sim q) \rightarrow (p \wedge \sim r)] \rightarrow \sim (p \wedge \sim q)$

22. ให้ $p \rightarrow q$ เป็นจริง q เป็นเท็จแล้ว

$(p \wedge q) \rightarrow \sim q$ จะมีค่าความจริง

เหมือนกับข้อใด

ก. $(\sim p \wedge \sim q) \rightarrow p$

ข. $(p \leftrightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$

ค. $(p \vee q) \wedge (p \rightarrow \sim q)$

ง. $\sim (p \rightarrow q) \leftrightarrow (p \wedge q)$

จ. $(p \vee q) \vee (\sim p \rightarrow q)$

23. ถ้า $A = \{1, 2, 3\}$

$A \cap B = \{3\}$

และ $A \cup B = \{1, 2, 3, 4\}$ แล้ว $A \times B$

จะตรงกับเซตใด

ก. $\{(1, 3), (2, 3), (3, 3)\}$

ข. $\{(1, 4), (2, 4), (3, 4)\}$

ค. $\{(3, 1), (3, 2), (3, 3), (4, 1),$

$(4, 2), (4, 3)\}$

ง. $\{(1, 3), (1, 4), (2, 3), (2, 4),$

$(3, 3), (3, 4)\}$

จ. $\{(1, 1), (1, 2), (1, 3), (1, 4),$

$(2, 1), (2, 2), (2, 3), (2, 4),$

$(3, 1), (3, 2), (3, 3), (3, 4)\}$

24. กำหนดให้ $A = \{2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

$r = \{(2, 3), (3, 5), (4, 7)\}$

เมื่อเขียน r แบบบอกเงื่อนไขจะตรงกับเซตใด

ก. $r = \{(a, b) \in A \times A \mid b > a\}$

ข. $r = \{(a, b) \in A \times A \mid b+a > 0\}$

ค. $r = \{(a, b) \in A \times A \mid a+b > 5\}$

ง. $r = \{(a, b) \in A \times A \mid b=2a-1\}$

จ. $r = \{(a, b) \in A \times A \mid a = \frac{b-1}{2}\}$

25. ถ้า $A = \{x | x \in \mathbb{I} \text{ และ } x^2 = 25\}$

$$B = \{x | x \in \mathbb{I}^+ \text{ และ } x < 3\}$$

และ $A \times B$ จะตรงกับเซตใด

ก. $\{(5,1), (5,2)\}$

ข. $\{(5,0), (5,1), (5,2)\}$

ค. $\{(5,1), (5,2), (-5,1), (-5,2)\}$

ง. $\{(5,0), (5,1), (5,2), (-5,0), (-5,1), (-5,2)\}$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

26. ให้ $(2x+3y, 2y-1) = (5, y)$ ค่าของ x, y

จะเท่ากับเท่าไร

ก. $x = 1, y = 1$

ข. $x = 2, y = \frac{1}{3}$

ค. $x = 4, y = 1$

ง. $x = \frac{5}{2}, y = 1$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

27. กำหนดให้ $A = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$

$$\text{และ } r = \{(x, y) \in A \times A | y = x^2 - 1\}$$

โดเมนของ r จะตรงกับเซตใด

ก. $D_r = \{0, 1, 2\}$

ข. $D_r = \{1, 2, 3\}$

ค. $D_r = \{0, 1, 2, 3\}$

ง. $D_r = \{0, -1, 1, -2, 2\}$

จ. $D_r = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$

28. กำหนดให้ $A = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$

$$r = \{(x, y) \in A \times A | y = x^2\}$$

เมื่อเขียน r แบบแจกแจงสมาชิกตรงกับเซตใด

ก. $\{(0,0), (1,1), (2,4), (3,9)\}$

ข. $\{(0,0), (1,1), (4,2), (9,3)\}$

ค. $\{(0,0), (1,1), (-1,1), (2,4), (-2,4)\}$

ง. $\{(0,0), (1,1), (-1,1), (2,4), (-2,4), (-3,9), (3,9)\}$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

29. กำหนดให้ $A = \{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\}$

$$r = \{(x, y) \in A \times A | y = |x-3|\}$$

เรนจ์ของ r ตรงกับเซตใด

ก. $\{0, -1, 1, 2, 3\}$

ข. $\{0, 1, 2, 3, 4\}$

ค. $\{0, -1, -2, -3, -4\}$

ง. $\{0, 1, -1, 2, -2, 3, -3, 4, -4\}$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

30. ความสัมพันธ์ในข้อใดที่มีโดเมนเท่ากับความสัมพันธ์

$$r = \{(x, y) | y = x^2 - 4\}$$

ก. $\{(x, y) | y = \sqrt{4^2 - x^2}\}$

ข. $\{(x, y) | y = \sqrt{x-2}\}$

ค. $\{(x, y) | y = 50 - 3x\}$

ง. $\{(x, y) | y = \frac{|x-4|}{x}\}$

จ. $\{(x, y) | y = \frac{2x}{x-4}\}$

31. กำหนดให้

$$A = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$$

$$r = \{(x, y) \in A \times A \mid y = \sqrt{x^2 - 1}\}$$

โดเมนของอินเวอร์สของ r ตรงกับเซตใด

ก. $\{0\}$

ข. $\{1, -1\}$

ค. $\{0, 3\}$

ง. $\{-1, 1, -2, 2\}$

จ. $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$

32. ABCD เป็น [ข] ซึ่งมีจุดยอดอยู่ที่

A (1,3), B (5,3), C (7,6),

และ D (3,6) เส้นทแยงมุมจะตัดกันที่จุดใด

ก. (3,4)

ข. (3,5)

ค. (4,4.5)

ง. (5,5)

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

33. ให้ C (1,3) เป็นจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง AB ซึ่งมีโคออร์ดิเนตของจุด A เป็น (-3,1) ดังนั้นจุด B จะมีโคออร์ดิเนตตรงกับข้อใด

ก. (-1,2)

ข. (4,2)

ค. (5,2)

ง. (5,5)

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

34. โพรเจกชันของส่วนของเส้นตรง AB ซึ่งมี

โคออร์ดิเนตเป็น A (1,-3) กับ B

(5,2) บนเส้นตรง $x = 0$ จะยาวเท่ากับเท่าไร

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

35. ส่วนของเส้นตรงใดต่อไปนี้ที่มีโปรเจกชัน

ยาวที่สุด บนแกน y

ก. A (7,-2) B (5,-5)

ข. A (2,-3) B (6,-5)

ค. A (6,-6) B (-4,-5)

ง. A (3,3) B (0,-5)

จ. A (3,-4) B (2,5)

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4)

บทคัดย่อ
ของ
จงดี วงศ์พรภักดี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2525

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ให้มีคุณภาพสูงโดยสร้างแบบทดสอบสองฉบับ คือ แบบทดสอบ
 คณิตศาสตร์เหตุผล กับคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 (ม.4) ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร
 จำนวน 869 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย วิธีการศึกษาได้ทำการทดสอบสามครั้ง การทดสอบ
 ครั้งที่ 1 เพื่อหาความยากและค่าอำนาจจำแนกรวมทั้งการปรับปรุงข้อสอบเหล่านั้น การ
 ทดสอบครั้งที่ 2 ดำเนินการเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1 สำหรับการทดสอบครั้งที่ 3
 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผลจากการศึกษาพบว่า ข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.24 - 0.76 ค่าอำนาจจำแนก
 มีค่าตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งคำนวณหาโดยใช้สูตร
 $KR - 20$ มีค่าอยู่ในระดับสูงถึง 0.897 และ 0.898 สำหรับความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
 ของแบบทดสอบได้ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับใช้วัดเนื้อหา
 คณิตศาสตร์ ค.011 ได้จริง ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ

A CONSTRUCTION OF ACHIEVEMENT TEST IN MATHEMATICS
FOR MATHAYOM SUKSA IV

AN ABSTRACT

BY

CHONGDEE WONGPORNPUKDEE

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

February, 1982

The purpose of this study was to construct a high quality Achievement Test in Mathematic for Mathayom Suksa IV. The two subtests, that were constructed as the tools of the study, were Number of Concepts and Problem Solving. The sample of the study consisted of 869 Mathayom Suksa IV students of the academic year 1981 from the public secondary schools in Bangkok Metropolis. These students were drawn randomly by the simple random sampling technique. The method of study consisted of three testings. The first and second testing were to find out the index of difficulty and the discriminating power of test items. These two testing were administered in the same procedure. After the second testing the test items were revised and selected to fit in the Achievement Test used for the study. The third testing was for finding the quality of each subtest.

The study findings were as follows :

- 1) The index of difficulty of each item was varied from 0.24 to 0.76
- 2) The discriminating power was over 0.29
- 3) The reliability of the two subtests, which was calculated by K - R formula 20, were 0.897 and 0.898 respectively. That was rather high.
- 4) The content validity, judged by experts, was relevant to the content of Math .011
- 5) The construct validity of the test was found by the factor analysis technique.