

391.271
51310
43

การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดรติก
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

27 ต.ย. 2526

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

ของ

สุโชติ สันตดวงศ์วิทย์

เล่มต่อมหาวิทยา สัยศรีนครินทรวิโรฒ ประธานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาทางหลักสูตร

ปรัชญา การศึกษามหาบัณฑิต

กุมภภาพันธุ์ 2526

ลิขสิทธิ์ เป็นของมหาวิทยา สัยศรีนครินทรวิโรฒ

151667

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญาโท
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้


คณะกรรมการที่ปรึกษา


คณะกรรมการสอบ

 ประธาน

 ประธาน

 กรรมการ

 กรรมการ

 กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ และ อาจารย์ยิวารุ วัฒนสิน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในสำนักทดสอบทางการศึกษาและศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ความสะดวก ในการยืมตำราต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ และอาจารย์หมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม และขอขอบใจนัก เรียนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวม ข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณส้มเกียรติ ปติภูพร คุณสุรพันธ์ บัวศรี คุณระเปียบ โภชน์สมบูรณ์ ตลอดจน!เพื่อน ๆ และน้อง ๆ อีกหลายท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จ ลุล่วงมาด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอโน้มร่ำลึกถึงพระคุณของบิดามารดา ที่ได้เมตตา เป็นกำลังใจ อีกทั้งสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

สุวิทย์ สันตติวงค์วิชัย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
ประวัติความเป็นมาของการวัดผลแบบอิงเกณฑ์	8
ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์	11
การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์	13
การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์	14
การกำหนดคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์	17
การหาคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์	35
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	41
แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง	41
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา	43
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	44
✕ วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ	46
วิธีดำเนินการทดลอง	53
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	53

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย เติระหัยข้อมูล	54
สัณยลักษณ์และอักษรรย่อที่ใช้ในการวิจัย เติระหัยข้อมูล	59
การ เสนอผลการวิจัย เติระหัยข้อมูล	60
ผลการวิจัย เติระหัยข้อมูล	60
การทดสอบครั้งที่ 1	60
การทดสอบครั้งที่ 2	64
การทดสอบครั้งที่ 3	68
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	91
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	91
กลุ่มตัวอย่าง	91
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	91
วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	92
การวิจัย เติระหัยข้อมูล	92
สรุปผลการวิจัย เติระหัยข้อมูล	93
อภิปรายผล	100
ข้อเสนอแนะ	106
บรรณานุกรม	108
ภาคผนวก	115

ปกเฝ้าตาราง

ตาราง	หน้า
1 ค่าความยากก่อนสอบ ค่าความยากหลังสอบ และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ ทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1	61
2 ค่าความยากก่อนสอบ ค่าความยากหลังสอบ และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ ทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2	65
3 ค่าความยากก่อนสอบ ค่าความยากหลังสอบ และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ ทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3	69
4 ค่าความยากเฉลี่ย และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3	72
5 ค่าสัมประสิทธิ์ในฐานของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3	73
6 คะแนนจุดตัดและเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของค่าความคลาดเคลื่อนของการจำแนก ผิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ของแบบทดสอบฉบับที่ 1	74
7 คะแนนจุดตัดและเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของค่าความคลาดเคลื่อนของการจำแนก ผิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ของแบบทดสอบฉบับที่ 2	75
8 คะแนนจุดตัดและเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของค่าความคลาดเคลื่อนของการจำแนก ผิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ของแบบทดสอบฉบับที่ 3	77
9 คะแนนจุดตัดและเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของค่าความคลาดเคลื่อนของการจำแนก ผิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ของแบบทดสอบฉบับที่ 4	78

10	คะแนนจุดตัด และเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการ จำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 และความสัมพันธ์ของความเที่ยงตรงของ คะแนนจุดตัด ของแบบทดสอบฉบับที่ 5	80
11	คะแนนจุดตัด และเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของ การจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 และความสัมพันธ์ของความเที่ยงตรง ของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับที่ 6	81
12	จุดตัดเฉลี่ยระหว่างคะแนนจุดตัดที่คำนวณใช้ทฤษฎีการตัดสินใจและวิธีของเบอร์ก	82
13	ค่าคะแนนเฉลี่ยของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา	84
14	ค่าคะแนนเฉลี่ยของข้อสอบกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	85
15	ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ	88
16	ค่าความเที่ยงตรงตามลักษณะของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ	89
17	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ	96

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกดดันกับผลสัมฤทธิ์ของการ เรียนเมื่อผู้เรียน ได้รับการสอนแบบเดียวกับ	10
2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกดดันกับผลสัมฤทธิ์ของการ เรียนเมื่อผู้เรียน ได้รับคุณภาพการสอนและเวลาที่เหมาะกับผู้นักเรียนแต่ละคน	10
3 รูปแบบของการประเมินผลแบบเชิง เกณฑ์	14
4 ขั้นตอนการพินิจข้อสอบเชิง เกณฑ์	16
5 แสดงความคลาดเคลื่อนของการประเมินผลแบบเชิง เกณฑ์	18
6 ลำดับขั้นในการคำนวณการ สร้งางแบบทดสอบเชิง เกณฑ์	47

ภูมิหลัง

การวัดผลการศึกษาเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญยิ่งในการจัดการศึกษา เนื่องจากเป็นส่วนที่ทำให้เราทราบว่า การจัดการศึกษาประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด กระบวนการวัดผลและประเมินผลที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 แบบ คือ การวัดผลแบบอิงกลุ่ม และการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (ลู่นัท คัลโกลุ่ม 2525 : 74) การวัดผลแบบอิงกลุ่มเป็นการวัดที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยนำความสามารถของแต่ละบุคคลไปเปรียบเทียบกับคนในกลุ่มทั้งหมด (Popham, 1971 : 17 citing Popham and Husek, 1969 : 1 - 9) นั่นคือ มุ่งวัดลำดับความสามารถของบุคคลมากกว่าแสดงระดับความรู้หรือความสามารถด้านเนื้อหาวิชาโดยตรง

ส่วนการวัดผลแบบอิง เกณฑ์เป็นการวัดที่มุ่งประเมินความสามารถของบุคคล โดยนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (Popham, 1971 : 17 - 18 citing Popham and Husek, 1969 : 1 - 9) ทำให้ทราบว่าผู้เรียนสามารถหรือไม่สามารถทำอะไรได้บ้างตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ จุดอ่อนที่สำคัญของการวัดแบบอิงกลุ่ม คือ ความไม่เหมาะสมแปลความหมายของคะแนนเพื่อไปบ่งบอกระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนว่ามีความหมายตรงต่อจุดมุ่งหมายหรือระบุได้ว่าผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายแน่นอนแล้วหรือยัง (โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สัมศักดิ์ สินธุระเวชชัย 2523 : 11) จะเห็นได้ว่า การวัดที่มุ่งวัดลำดับความสามารถของบุคคลนั้นไม่ได้สอดคล้องกับเป้าหมายที่แท้จริงของการศึกษาที่ว่า "การศึกษาคือการพัฒนาบุคคล" ดังนั้น จุดสำคัญของการวัดผลจึงควรอยู่ที่เกณฑ์การเรียนรู้เป็นสำคัญ คือ มุ่งที่จะประเมินว่าบุคคลเมื่อก่อนทำการสอน "ยังไม่มีการเรียนรู้" ต่อเมื่อผ่านกระบวนการเรียนการสอนมาแล้ว ผู้เรียนได้มี "การเรียนรู้" ในสิ่งที่จุดมุ่งหมายกำหนดไว้ ถึงระดับที่ยอมรับว่าเป็นผู้รอบรู้แล้วหรือยัง (โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สัมศักดิ์ สินธุระเวชชัย 2523 : 11)

สำหรับการศึกษาของไทยในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงหลักสูตรไปในลักษณะที่มุ่งพัฒนาชีวิตและสังคมของผู้เรียน เพื่อจะช่วยให้สามารถพัฒนาประเทศได้ทันที่ลุด การวัดผลและประเมินผล

การศึกษา สิ่งสำคัญต้องปรับปรุงรูปแบบให้สอดคล้องกับหลักสูตร ทั้งนี้เนื่องจากภารกิจพื้นฐานของการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษาก็คือ จะต้องให้ได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสารที่สำคัญ และเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามหลักสูตร (เอนก เพียรอนุกุลบุตร 2524 : 534) และระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 ได้กำหนดวิธีการวัดผลและประเมินผลเป็น 2 ประเภท คือ การประเมินผล เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนหรือการประเมินระหว่างภาคเรียน และการประเมินผล เพื่อตัดสินผลการเรียนหรือการประเมินผลปลายภาค (กรมวิชาการ 2524 ก. : 7 - 8)

การประเมินผล เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนหรือการประเมินระหว่างภาคเรียน มีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ (กรมวิชาการ 2524 ข. : 53 - 54) หรือจะยอมรับว่ารอบรู้ในจุดประสงค์นั้นแล้วหรือยังนั่นเอง การรอบรู้ในที่นี้หมายถึง การที่นักเรียนมีคุณสมบัติหรือมีความสามารถถึงระดับที่คาดไว้ ฉะนั้น จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนจึงต้องชัดเจน และมี "เกณฑ์" ที่จะบอกให้ทราบว่า พฤติกรรมระดับใดจึงจะเรียกว่า "บรรลุ" ถึงระดับที่เรียกว่า "รอบรู้" (กรมผู้ประเล่ห์รัฐ 2520 : 7) ดังนั้น การวัดผลแบบอิงเกณฑ์จึงมีความเหมาะสมกับการประเมินในลักษณะดังกล่าว (ล.วาสนา ประมวลพฤษย์ 2522 : 3)

การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ เป็นระบบการวัดผลแบบใหม่ที่แพร่หลายโดยสืบเนื่องมาจากทฤษฎีการเรียนรู้แบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ของ บลูม (Bloom) ที่ว่า "การเรียนรู้ทั้งหลายควรเป็นแบบเรียนเพื่อรอบรู้ในเรื่องต่าง ๆ โดยนักเรียนควรมีความรู้เป็น 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อหาที่เรียนรู้ (ลุ่มศักดิ์ สิริจรุระเวชย์ 2521 : 75) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลแบบนี้ คือ แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (ลุ่มหวัง พิริยานุวัฒน์ 2524 ก. : 59) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเพื่อแยกผู้เรียนออกจากผู้ที่ยังไม่รู้ เพื่อสำรวจความก้าวหน้า และวินิจฉัยความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนว่าบรรลุถึงเกณฑ์ (Criteria) หรือความสามารถขั้นต่ำ (Minimum Competence) ที่วางไว้หรือไม่ (กาญจนา วิจารณ์สุนทร 2520 : 3) อีกทั้งเป็นการวัดที่ได้ตีความหมายของคะแนนในแง่การเปรียบเทียบกับคะแนนของเพื่อนร่วมชั้นตามแบบ

การวัดอิงกลุ่ม จะเห็น การวัดผลแบบอิง เกณฑ์มุ่งผลักดันให้เกิดการเรียนรู้แบบ เกื้อกูลช่วยเหลือ
ซึ่งกันและกัน (เล่มหวัง พิริยานุวัฒน์ 2524 ข. : 14)

แต่ในประเทศไทย การวัดผลแบบอิง เกณฑ์ยัง เป็นปัญหาอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับ
มัธยมศึกษา ซึ่งเป็นระดับที่การวัดผลแบบอิง เกณฑ์ เข้าไปมีบทบาทอยู่อย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจาก
ผู้เกี่ยวข้องในวงการศึกษามักจะมองการวัดผลแบบอิง เกณฑ์หนักไปทางด้านการแปลความหมาย
คะแนน โดยไม่คำนึงถึงการสร้างเครื่องมือ กล่าวคือ ตั้ง เกณฑ์ตัดสินได้-ตกชั้น แล้วรายงาน
ในรูปของร้อยละของความถูกต้อง สมองเป็นอย่างยิ่งที่จะได้มีการแก้ไขให้ผู้เกี่ยวข้องทั้งหลาย
เข้าใจถึงการวัดผลแบบอิง เกณฑ์อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะในด้านการสร้าง เครื่องมือที่จะนำมาใช้
ว่า มีการสร้างต่างไปจากเครื่องมือที่ใช้ในการวัดแบบอิงกลุ่มอย่างไร (บุญเลิศ สำหอม
2525 : 3)

อนึ่ง วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญทั้งในด้านการพัฒนาความคิดของผู้เรียน และ
เป็นเครื่องมือในการนำไปสู่ความก้าวหน้าในวิทยาการด้านต่าง ๆ ตลอดจน มีความเกี่ยวข้องกับ
ชีวิตประจำวันของบุคคล และเป็นวิชาที่มีลักษณะ เป็นนามธรรม ต้องใช้ความคิดอย่างลุ่มลึกส่งผล
จึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้ (สุชาติ รัตนกุล 2506 : 3) เรื่อง
ลุ่มการควอดราติก เป็นเรื่องที่มีเนื้อหาเน้นหนักทางด้านทักษะ และสามารถแจกลงเป็นพฤติกรรม
ย่อย ๆ ได้ครบทุกทักษะ คือ มีส่วนประกอบของพฤติกรรมจำกัด (Limited Number of
Abilities) คุณลักษณะดังกล่าวนี้ จึงเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมอย่างยิ่งกับการวัดผลแบบอิง เกณฑ์
(ส.วาสนา ประมวลพฤกษ์ 2522 : 3)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
ลุ่มการควอดราติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาเกณฑ์ที่เหมาะสม และหาคุณภาพของแบบทดสอบ
อิง เกณฑ์ที่สร้างขึ้นด้วย ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้จะ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลและประเมินผล
การศึกษาได้ตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในการ เรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างดี และสอดคล้อง
กับระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการประเมินผลการ เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อีกทั้ง
ยังเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอิง เกณฑ์ในเนื้อหาวิชาหรือทักษะอื่น ๆ ต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดรติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดรติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อหาความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่สร้างขึ้น

ความสำคัญของศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้แบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดรติก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 ฉบับ ที่มีเกณฑ์ในการตัดสินกลุ่มผู้รู้และไม่รู้ที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นประโยชน์และแนวทางต่อการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้ และจัดการสอนซ่อมเสริมต่อไป นอกจากนี้ ยังเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ในเรื่องอื่น ๆ ระดับชั้น และวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 160 คน ซึ่งสุ่มมาจากระชากร จำนวน 339 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)
2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดรติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่บรรจุอยู่ในหนังสือแบบเรียนของกรมวิชาการ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ๆ ดังนี้
 - 2.1 การแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลต์กรีสอง
 - 2.2 การแก้สมการควอดรติก
 - 2.3 การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดรติก

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบบ่ม (Formative Test) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสร้างข้อความขึ้นตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และมีคะแนนเกณฑ์ขั้นต่ำ เพื่อจำแนกผู้เรียนออกเป็นสองประเภท คือ กลุ่มผู้รอบรู้ และกลุ่มผู้ไม่รอบรู้
2. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หมายถึง จุดมุ่งหมายที่กำหนดขึ้นในการสอน โดยเขียนในลักษณะที่บอกการกระทำ หรือพฤติกรรมของนักเรียนว่า เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละเนื้อหาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง ภายใต้เงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3. เกณฑ์ หมายถึง มาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินขั้นต่ำสุด (Minimum Requirement) ของนักเรียนเพื่อยอมรับว่าเป็นผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้
4. ผู้รอบรู้ หมายถึง ผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนเท่ากับเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
5. ผู้ไม่รอบรู้ หมายถึง ผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
6. ผู้รอบรู้จริง หมายถึง ผู้เข้าสอบที่เรียนแล้ว และได้คะแนนเท่ากับเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
7. ผู้รอบรู้ไม่จริง หมายถึง ผู้เข้าสอบที่ยังไม่ได้เรียน แต่ได้คะแนนเท่ากับเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
8. ผู้ไม่รอบรู้จริง หมายถึง ผู้เข้าสอบที่ยังไม่ได้เรียน และได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
9. ผู้ไม่รอบรู้ไม่จริง หมายถึง ผู้เข้าสอบที่เรียนแล้ว แต่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
10. ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้เข้าสอบที่เรียนแล้ว หรือผ่านเกณฑ์ภายนอก แต่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
11. ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 2 หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้เข้าสอบที่ยังไม่เรียน หรือไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก แต่สอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
12. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบอิงเกณฑ์หลังเรียน ซึ่งบ่งถึงปริมาณการเรียนรู้ในเรื่องสัมภาระควอดราติก

13. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพด้านต่อไปนี้

13.1 ค่าความยากของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ ได้ถูกต้องหาได้โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (เอเน็นต์ ศรีโสภา 2520 : 150)

13.2 ค่าดัชนี S ของข้อสอบ หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของการสอบก่อนสอบ กับการสอบหลังสอบ หาได้โดยใช้วิธีของ คริสป์น และ เฟลด์ฮูเซน (โกวิท ประชาชาติ และ สัมศักดิ์ สินธุระเวทย์ 2523 : 204 อ้างอิงมาจาก Kryspin and Feldhusen. 1974 : unpagged)

13.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงเส้นคงวาในการได้คะแนน ของนักเรียนแต่ละคน จากการตอบแบบทดสอบไม่ว่าจะสอบกี่ครั้ง ๆ ก็ตาม ซึ่งหาได้จากวิธีของ ปอปแฮม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ น.ป.ป. : 17 อ้างอิงมาจาก Popham. 1978 : 149) ซึ่งจะมีค่าความเชื่อมั่นอย่างน้อยเท่ากับ .20

13.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ได้แก่

13.4.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดเนื้อหา ได้ถูกต้องตรงตามที่ต้องการจะวัด หาได้โดยนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญทาง เนื้อหาวิชาพิจารณาว่าสร้างตรงตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งพฤติกรรมที่เรียนโดยยึดเนื้อหาวิชา และ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ ซึ่งหาได้โดยใช้วิธีของ โรบินเนลลี และ แฮมเบิลตัน (ล้วน สักขะ 2523 ก. : 39 - 40 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton. 1977 : unpagged)

13.4.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัด คุณลักษณะภายในตัวผู้สอบเพื่อแสดงถึงการมีความสามารถได้ครบถ้วนในจุดมุ่งหมายที่กำสั่งวัด หาได้โดยวิธีของ คาร์เวอร์ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ น.ป.ป. : 10 อ้างอิงมาจาก Carver. 1970 : unpagged) ซึ่งจะต้องมีค่าความเที่ยงตรงอย่างน้อย เท่ากับ .50

13.4.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดได้ ตรงตามสภาพความเป็นจริงของกลุ่มตัวอย่าง หาได้โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง

คะแนนที่นักเรียนสอบได้จากแบบทดสอบอิง เกณฑ์กับระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 รายวิชา คือ ค.101 ค.102 ค.203 ค.204 และ ค.321 โดยใช้สูตร Pearson Product-Moment Correlation Coefficient (ลัวิน ล่ายยศ และ อังคณา ล่ายยศ 2522 : 167 - 168) ซึ่งต้องมีความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

14. เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เรื่องสัมภาระควอดราติก หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินผู้เรียนออกเป็นพวกรอบรู้จริง และพวกไม่รอบรู้จริง โดยใช้วิธีของ เบอร์ก (Berk. 1976 : 4 - 9) และวิธี Decision Theoretic Approaches (Glass. 1978 : 251 - 253) โดยเปรียบเทียบดูว่าเกณฑ์ที่ได้ จากวิธีทั้งสองนั้น เกณฑ์ใดให้ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 น้อยที่สุด จะใช้เกณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

สำหรับการหาเกณฑ์โดยวิธี Decision Theoretic Approaches ผู้วิจัยจะ กำหนดเกณฑ์ของแบบทดสอบเป็น 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซนต์ และจะใช้ระดับคะแนน ของวิชา ค.321 ตั้งแต่ระดับ 2.00 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์ภายนอก

15. ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา หมายถึง ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบางป่อวิทยาตาม อำเภอบางป่อ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 5 คน และนิสิตปริญญาโท สาขาการวัดผลการศึกษา ที่เคยสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน รวมเป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาทั้งหมด 10 คน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาต่าง ๆ

ดังนี้

1. ประวัติความเป็นมาของการวัดผลแบบอิง เกณฑ์
2. ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิง เกณฑ์
3. การประเมินผลแบบอิง เกณฑ์
4. การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์
5. การกำหนดคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์
6. การหาคุณภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิง เกณฑ์

ประวัติความเป็นมาของการวัดผลแบบอิง เกณฑ์

แนวความคิด เรื่องการวัดผลแบบอิง เกณฑ์ได้มีมานานแล้ว บุคคลแรกที่ได้กล่าวถึงแนวคิดนี้ คือ รอร์นโดค (บุญเฮ็ด วิทยุโณพนตพงษ์ ม.ป.ป. : 24 และ สัมศักดิ์ สันธุระเวช 2521 : 74 อ้างอิงมาจาก Thorndike. 1918 : unpagel) โดยได้กล่าวถึงกระบวนการวัดแบบอิงกลุ่มและอิง เกณฑ์ แต่ไม่ได้ใช้คำว่า "อิงกลุ่ม" และ "อิง เกณฑ์" อย่างชัดเจน เท่านั้น ในปี ค.ศ. 1951 พลาทานาเรน ได้อธิบายถึงคำว่า "เกณฑ์ปกติ" และ "มาตรฐาน" และได้อธิบายถึงการทดสอบแบบอิง เกณฑ์ ในลักษณะของจำนวนค่าที่แปลไม่ผิดของผู้เรียน ซึ่งระบุว่า "ผู้เรียนจะต้องแปลหนังสือเฮโร จำนวน 1 หน้า โดยมีที่ผิดไม่เกิน 3 แห่ง" ซึ่ง คำกล่าวนี้อยู่ในหนังสือของเขาที่พิมพ์ในปี ค.ศ. 1939 นอกจากนี้ ฮีเบล ยังกล่าวว่า การทดสอบใดก็ตาม จะมีความหมายอย่างสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อมีการอ้างอิงถึงเนื้อหาอย่างแจ่มชัด ซึ่งคะแนนจะต้องแปลความได้ว่าอยู่ในระดับใดของ เนื้อหาที่ทำการสอบวัดหรือเขา เรียนรู้แล้วเป็นร้อยละเท่าใดของ เนื้อหาทั้งหมด จะเห็นได้ว่า ความคิดเหล่านี้ก็คือ ส่วนที่เรียกว่า การวัดผลแบบอิง เกณฑ์นั่นเอง

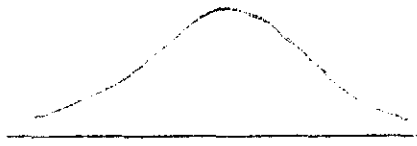
(โกวิท ประวาลพุกัญ 2523 : 17 - 18 อ้างอิงมาจาก Flanagan. 1951 : 695 - 763 และ Ebel. 1962 : 15 - 25)

นักวัดผลคนแรกที่ใช้คำว่า "การวัดผลแบบอิงเกณฑ์" (Criterion-Referenced Measurement) คือ เกลเซอร์ (Glaser. 1963 : 519 - 521) โดยให้นิยาม (Concept) ของการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ว่าเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ที่ยึดหลักมาตรฐานของผู้สอบอย่างสมบูรณ์ เพื่อดูว่าผู้สอบมีความรู้หรือไม่ในงานที่ปฏิบัติ โดยไม่มีการอ้างอิงถึงงานปฏิบัติของคนอื่น ๆ

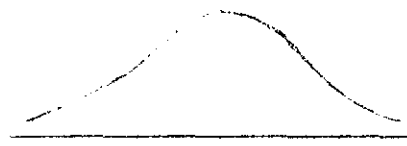
สำหรับที่มาของการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ที่แท้จริง เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1963 เมื่อ คาร์โรล (ลัมศักดิ์ สันธุระเวช 2524 : 113 - 114 อ้างอิงมาจาก Carroll. 1963 : unpagged) ได้เสนอโมเดลที่เรียกว่า โมเดลของการเรียนรู้ในโรงเรียน (A Model of School Learning) โดยกล่าวว่า "ปริมาณการเรียนรู้ คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนเวลาที่ผู้เรียนรู้ใช้ในการเรียนรู้งานชิ้นหนึ่งกับจำนวนเวลาทั้งหมดที่เขาต้องการ" โมเดลนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญห้าประการ โดยที่สามประการแรก เป็นคุณลักษณะที่อยู่ในตัวเด็กแต่ละคน ซึ่งได้แก่ ความถนัดของเด็กแต่ละคน ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน และความอดล้าหะ (Perseverance) ส่วนอีกสองประการ เป็นเงื่อนไขภายนอกตัวเด็ก ได้แก่ เวลาที่ยอมให้ในการเรียน และคุณภาพของการสอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณการเรียนรู้} = \frac{f(1. \text{ เวลาที่ยอมให้ในการเรียน} \quad 2. \text{ ความอดล้าหะ})}{(1. \text{ ความถนัด} \quad 2. \text{ คุณภาพการสอน} \quad 3. \text{ ความสามารถของเด็กที่จะเข้าใจในการสอน})}$$

จากแนวความคิดเรื่องโมเดลการเรียนรู้ในโรงเรียนนี้ บลูม (ลัมศักดิ์ สันธุระเวช 2524 : 116 - 117 อ้างอิงมาจาก Bloom. 1968 : unpagged) ได้นำไปพัฒนาเป็น "การเรียนรู้เพื่อรอบรู้" (Mastery Learning) โดย บลูม กล่าวว่า ถ้าความถนัดในเนื้อหาวิชาของเด็กมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ และเราให้เด็กเรียนทุกคนได้รับคุณภาพของการสอนเหมือน ๆ กัน และเวลาเรียนเท่า ๆ กันแล้ว ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนเมื่อจบลงจะมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติเหมือนเดิม ในกรณีเช่นนี้ สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ของการเรียนจะมีค่าสูง ดังภาพประกอบ 1



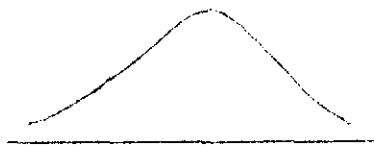
ความถนัด



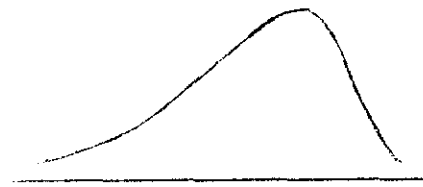
ผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

ภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับผลสัมฤทธิ์ของการเรียนเมื่อผู้เรียนได้รับการสอนแบบเดียวกัน

อย่างไรก็ดี ถ้าความถนัดในเนื้อหาวิชาของนักเรียนมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติอยู่แล้ว แต่ชนิดและคุณภาพของการสอนและเวลาที่ให้นักเรียนนั้นเหมาะสมกับเด็กแต่ละคนแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่จะรอบรู้ (achieve mastery) ฉะนั้น สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ของการเรียนจะมีค่าน้อยมากหรือเป็นศูนย์ ดังภาพประกอบ 2



ความถนัด



ผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน เมื่อผู้เรียนได้รับคุณภาพการสอนและเวลาที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน

บลูม เชื่อว่า นักเรียนส่วนใหญ่หรือกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ สามารถจะรอบรู้ในสิ่งที่เราสอนได้ ถ้าได้ดำเนินการเรียนการสอน ดังนี้

1. ใช้วิธีการสอนหลาย ๆ วิธี
2. ให้เวลาในการเรียนอย่างเพียงพอ
3. ใช้การรูงใจในการเรียน

จากหลักการของการเรียนเพื่อรอบรู้ดังกล่าว ต่อมาได้พัฒนามาเป็นการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ โดยจะเห็นว่า การเรียนเพื่อรอบรู้สอดคล้องกับการวัดผลแบบอิงเกณฑ์มาก หรืออาจกล่าวได้ว่า การวัดผลแบบอิงเกณฑ์มีรากฐานมาจากการเรียนเพื่อรอบรู้ และการเรียนเพื่อรอบรู้ก็มีรากฐานมาจากหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลนั่นเอง (เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร 2524 : 526)

ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ได้มีผู้กล่าวถึงความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้หลายคนดังนี้

นิตโก (Harris, Alkin and Popham. 1974 : 117 citing Nitko. 1970 : 38) ให้ความหมายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยความตั้งใจที่จะให้คะแนนที่สอบได้นั้นสามารถบอกพฤติกรรมของแต่ละบุคคลได้

✓ กลเซอร์ (Clasen. 1963 : 510 - 521) นิยามว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาเพื่อต้องการให้เป็นการวัดที่สามารถแปลความหมายของคะแนนออกมาได้โดยตรง ในรูปของมาตรฐานการปฏิบัติที่เฉพาะเจาะจง...

ไอเวนส์ (Hambleton and Novick. 1973 : 160 citing Ivens. 1970 : 2) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ แบบทดสอบที่ประกอบด้วยรายข้อต่าง ๆ ซึ่งสร้างขึ้นให้สามารถวัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ได้

ลินด์วอลล์ และ นิตโก (ส่งบ สักขณะ 2523 ข. : 17 อ้างอิงมาจาก Lindvall and Nitko. 1975 : unpagged) ให้แนวคิดว่า ถ้ามีการสร้างข้อสอบโดยอาศัยจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักสูตรและพฤติกรรมที่มุ่งหวังในแต่ละเนื้อหาวิชาแล้ว ก็ถือว่าเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์

มิลแมน และ แฮร์ล และ สจิวต์ (Millman. 1974 : 327 และ ส่งบ สักขณะ 2523 ข. : 17 อ้างอิงมาจาก Harris and Stewart. 1971 : unpagged) ให้ความหมายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์สอดคล้องกันว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสภาพที่เป็นปัจจุบันของนักเรียนโดยมีการสุ่มตัวอย่างข้อสอบเป็นตัวแทนของประชากรข้อสอบในจุดประสงค์นั้นทั้งหมด หรือเป็นตัวแทนของกลุ่มพฤติกรรมทั้งหมด (Domain) ที่แสดงถึงคุณสมบัติตามจุดประสงค์นั้น

ข้อสอบแบบที่บางทีเรียกว่า Domain-Referenced Test

อนันต์ ศรีโสภา (อนันต์ ศรีโสภา 2525 : 190) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ แบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่าถึง เกณฑ์ขั้นต้นที่คาดหวังไว้หรือไม่ บางทีก็เรียกแบบทดสอบนี้ว่า Mastery Test แบบทดสอบชนิดนี้จึงเน้นการวัดความรู้ และทักษะต่าง ๆ ในตัวนักเรียนว่า มีถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียน

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ (สมบูรณ์ ชิตพงษ์ 2520 : 28) ให้ความหมายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า เป็นแบบทดสอบที่ต้องการวัดความรู้ความสามารถของบุคคลโดยอาศัย เกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน จุดมุ่งหมายของรายวิชานั้น ๆ ความหมายของคะแนนที่ได้จากการสอบขึ้นอยู่กับ การผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ที่วางไว้เป็นสำคัญ การสอบวัดในลักษณะนี้ต้องการเปรียบเทียบกับตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องไปเปรียบเทียบกับคนอื่น การสอบแบบนี้สอบเพื่อต้องการจะทราบว่า สิ่งใดบ้างที่เด็กยังทำไม่ได้ และสิ่งใดบ้างที่เด็กทำได้แล้ว โดยไม่ต้องการทราบว่า เขาทำได้ดีกว่าคนอื่น มากน้อยเพียงใด เพราะการทำได้ดีหรือเร็วกว่าคนอื่นไม่ได้หมายความว่า เด็กทำสำเร็จหรือไม่สำเร็จในสิ่งนั้น

โกวิท ประวาลพุกกะ (โกวิท ประวาลพุกกะ 2523 : 18 - 19) ได้สรุป ลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า มี 2 ประเภท คือ

1. การยึดจุดประสงค์เป็นหลัก หรือเรียกว่า แบบทดสอบอิงจุดประสงค์ (Objective-Referenced Test) กล่าวคือ ในการเรียนการสอนมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และการสอบวัดก็ยึดเอาจุดประสงค์นั้นเป็นเกณฑ์ เพื่อจะชี้บ่งว่าใครผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน จุดประสงค์แล้วหรือยัง

2. การขยายจุดประสงค์ให้ครอบคลุมประชากรของพฤติกรรมที่เรียกว่า โดเมน แบบทดสอบในลักษณะนี้ เรียกว่า Domain-Referenced Test ข้อสอบต่าง ๆ ได้จากการสุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่กำหนดจากโดเมน ซึ่งเมื่อสอบวัดแล้วสามารถอ้างอิงได้ว่า บุคคล มีความสามารถในระดับใดตามคะแนนมาตรฐานเนื้อหา หรือมีระดับความรู้ขนาดใด

สิ่งบ่งชี้ลักษณะ (สิ่งบ่งชี้ลักษณะ ม.ป.ป. : 1 - 2) กล่าวถึง ลักษณะของการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ว่า คือ การทดสอบที่สามารถวัดคะแนนมาแปลความหมายได้ว่า ผู้สอบมีความสัมฤทธิ์ผลในการกระทำพฤติกรรมอะไรได้บ้าง ซึ่งแบบทดสอบอิงเกณฑ์มีลักษณะที่สำคัญดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากจุดประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการให้สอบปฏิบัติ ที่ได้รับการนิยามไว้อย่างชัดเจน

2. รายละเอียดของแบบทดสอบจะเนื่องวัดจุดประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการให้ผู้สอบนั้นปฏิบัติได้

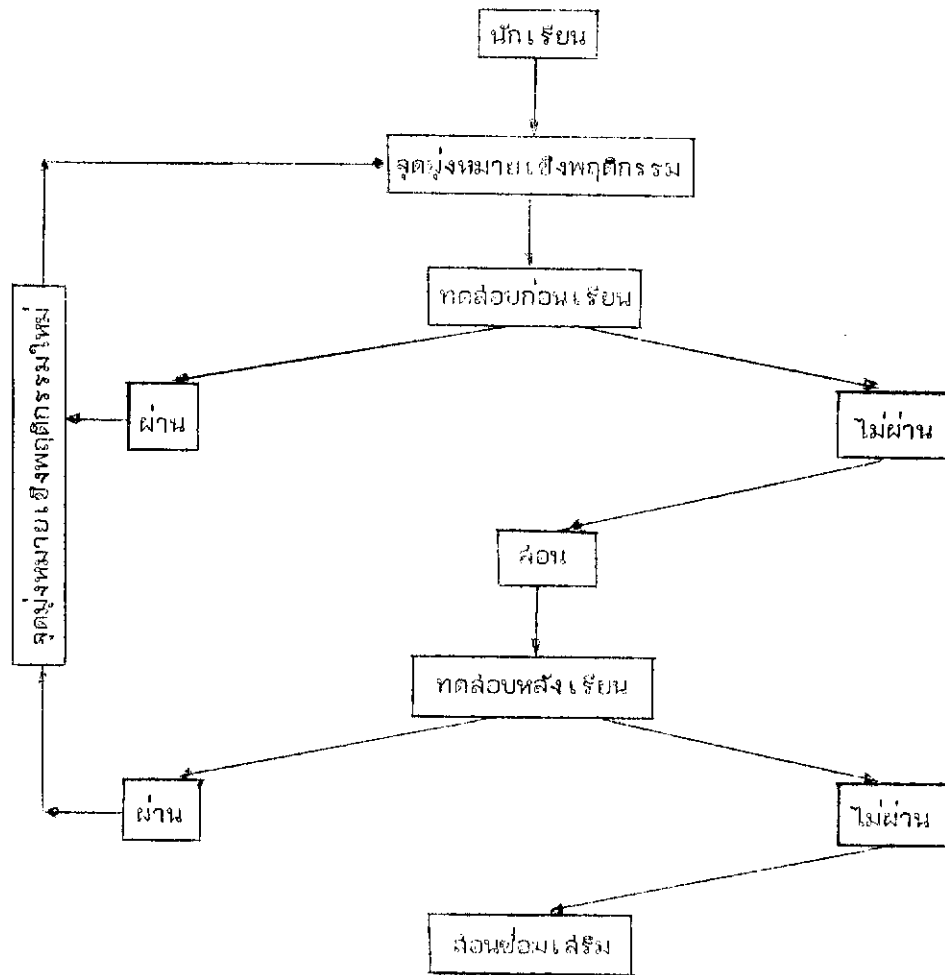
3. คะแนนที่ได้ควรแปลความหมายว่าผู้สอบสามารถบรรลุตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

คู่มือ คส.กลุ่ม (คู่มือ คส.กลุ่ม 2525 : 75) กล่าวว่า สิ่งสำคัญในการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ คือ ในการเรียนการสอนทุกครั้งต้องมีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกำหนดไว้ และครูจะต้องกำหนดเกณฑ์ของการผ่านของนักเรียนเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำไว้

จากความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่กล่าวมานี้ สรุปได้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างข้อคำถามสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตามเนื้อหาหรือกลุ่มตัวอย่างของข้อสอบที่ได้มาจากโคเนกซ์ โดยเฉพาะเจาะจง การแปลความหมายของคะแนนได้จากการนำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ แบบทดสอบอิงเกณฑ์จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์นี้ อาจเรียกว่า การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน (Formative Evaluation) เรียกสั้น ๆ ว่า การประเมินผลย่อย (Bourmuth, 1970 : 17 citing Seriven, 1967 : unpagged and Cronbach, n.d. : unpagged) ซึ่งจะทดสอบดูหลังจากเรียนไปแล้วหน่วยหนึ่ง หรือบทเรียนหนึ่ง ด้วยแบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนรู้หรือยัง โดยนำผลการวัดของนักเรียนคนนั้นไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนคนอื่น ๆ ความสำคัญสูงขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจจะเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือกลุ่มของพฤติกรรม (เล่มคักดี สันจระเวชัย 2525 : 2) ก็ได้ วิธีการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์นี้ มิคล์แมน (Popham, 1975 : 52 citing Millman, 1973 : 385) ได้เสนอรูปแบบไว้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 รูปแบบของการประเมินผลแบบอิง เกณฑ์

ในการศึกษากันว่าครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเริ่มด้วยการสอบก่อนสอนและหลังจากสอนจบหน่วย การเรียนหนึ่ง ๆ แล้ว ก็สอบหลังสอนด้วยแบบทดสอบอิง เกณฑ์ เพื่อนำผลมาปรับปรุงการ เรียน การสอนเมื่อนักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้วิธีการสอนซ่อมเสริม.

การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์

การสร้างแบบทดสอบเพื่อให้มีคุณภาพดีตามที่ต้องการนั้นเป็นงานที่ยุ่งยากที่สุด และเป็น งานที่สำาเป็นจะต้องทำ เท่าที่ปรากฏอยู่ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นไปประเมินผลการ เรียนการสอนนั้น

ยังไม่ดีนัก ทั้งนี้เพราะครูส่วนมากยังขาดความรู้เกี่ยวกับวิธีสร้าง และพัฒนาข้อสอบที่ถูกต้อง กระบวนการสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพนั้นต้องกระทำอย่างระมัดระวัง และใช้เวลามากพอสมควร และจะต้องทำความเข้าใจจุดประสงค์ทางการศึกษาและจุดประสงค์ในการทดสอบ ตลอดจน ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนอย่างชัดเจน ดังนั้น ในการวางแผนสร้างแบบทดสอบจึงต้องคำนึงถึง หลักสี่ประการ (บุญเชิด ภิญโญไนตพงษ์ ม.ป.ป. : 156) ดังนี้

1. สามารถที่จะทำการประเมินผลการสอนที่สำคัญได้หรือไม่
2. แบบทดสอบสามารถวัดสาระสำคัญของรายวิชานั้นได้หรือไม่
3. แบบทดสอบสามารถวัดได้ตามจุดมุ่งหมายของมันหรือไม่
4. แบบทดสอบสามารถวัดเจตคติของนักเรียนได้หัวข้อที่กำหนดได้หรือไม่

สำหรับการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ ได้มีนักวัดผลการศึกษาหลายท่าน เสนอแนวทางไว้ ดังนี้

ลินด์วอลล์ และ นิตโก (ลึงบ สักขะ 2523 ข. : 17 อ้างอิงมาจาก Lindvall and Nitko. 1975 : unpagged) มีแนวคิดว่าการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์นั้น จะต้องสร้างขึ้นโดยอาศัยจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

สำหรับ กลเซอร์ เมเยอร์ และ ปอปแฮม (ลึงบ สักขะ 2523 ข. : 17 อ้างอิงมาจาก Glaser. 1963 : unpagged, Magee. 1965 : unpagged and Popham. 1973 : unpagged) เสนอแนวคิดไว้ว่า แบบทดสอบอิง เกณฑ์จะต้องมีคะแนนจุดตัด (Cut-off score) เพื่อจำแนกเด็กเป็นสองประเภท คือ ผู้เรียนรู้แล้วครบถ้วน กับผู้ไม่เรียนรู้ครบถ้วน ส่วน ไฮไฟเลย์ และ ออสเบอร์น และ เบเกอร์ (สมศักดิ์ สันธุระเวชญ์ 2521 : 80

อ้างอิงมาจาก Hiveley and Osburn. 1968 : unpagged and Baker. 1973 : unpagged) ได้เสนอแนะการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ว่า ในการเขียนข้อคำถามต้องคำนึง ถึงโครงสร้างของวิชา การแบ่งมวลภารกิจออกเป็นหน่วยย่อย และการตีความหมายของขอบเขต เนื้อหาวิชา และ แอราเซียน และ เมดัส Airasian and Madus. 1972 : 9) ยังแบ่ง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ออกเป็นสี่ขั้น ดังนี้

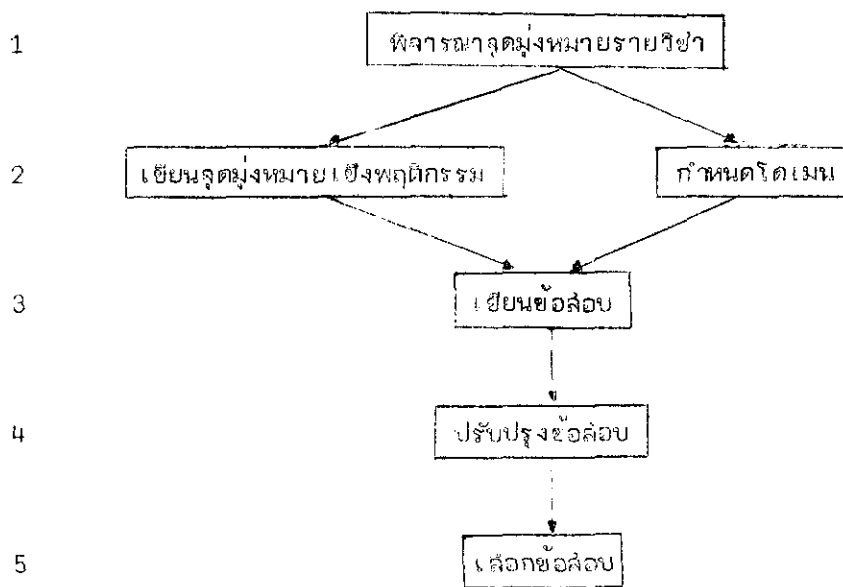
1. เขียนลัทธิภาพที่จะวัดในรูปของพฤติกรรมที่สามารถสังเกตและสอบวัดได้
2. กำหนดเกณฑ์การรับรู้ในลัทธิภาพนั้น
3. สร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนแสดงถึงความสามารถที่จะต้องการวัดแล้ว เขียน

ข้อสอบตามสถานการณ์นั้น

4. ตัดสินว่าผู้เรียนมีความรอบรู้หรือไม่ โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำสุดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น ๆ

นอกจากนี้ยังมีผู้กล่าวถึงการสร้างอีกหลายคน เช่น อนันต์ ศรีโสภา (อนันต์ ศรีโสภา ม.ป.ป. : 7) ได้กล่าวเสนอแนะการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ใหม่จากแนวการสร้างของ แอราเซียน และ เมตส์ ว่า ควรมีการจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชา และพฤติกรรมทั้งหมด และ สมศักดิ์ สันธุระเวชย์ (สมศักดิ์ สันธุระเวชย์ 2525 : 5 - 6) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ใหม่มีความเที่ยงตรงไว้ห้าขั้น ดังภาพประกอบ 4

ขั้นที่



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการพัฒนาข้อสอบอิง เกณฑ์

ขั้นที่ 1 ใช้การวิเคราะห์งาน (Task Analysis or Job Analysis) สร้างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หรือโดเมนของจุดมุ่งหมาย

ขั้นที่ 2 ทดลองถึง

1. จุดมุ่งหมายนั้นแทนสมรรถภาพที่ต้องการให้นักเรียนแสดงออกหรือไม่
2. เกณฑ์การผ่านจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
3. สถานการณ์ที่จะทำให้นักเรียนแสดงสมรรถภาพ

ขั้นที่ 3 ขั้นที่ สือ การลงมือเขียนข้อสอบ โดยจะต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

เชิงพฤติกรรมหรือโตเมนที่กำหนดไว้

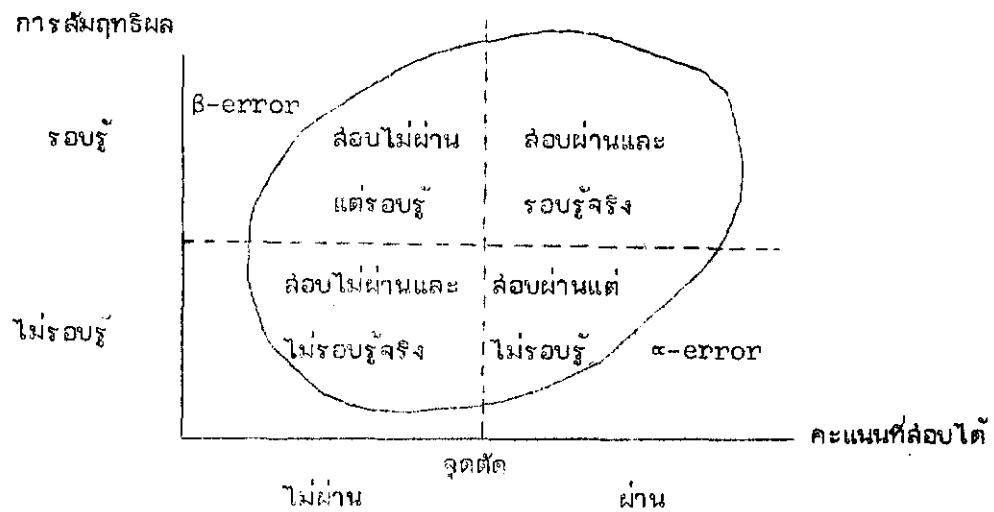
ขั้นที่ 4 นำข้อสอบที่เขียนแล้วมาปรับปรุง แล้วออกไปดำเนินการทดสอบจริง

ขั้นที่ 5 จากผลการสอบในขั้นที่ 4 ข้อสอบใดที่เข้าหลักเกณฑ์ก็จะเลือกข้อสอบนั้นมาใช้

จากผลการค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์พบว่า ส่วนมากจะสร้างตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้แล้วอย่างรอบคอบและชัดเจน โดยมี เกณฑ์ขั้นต่ำเพื่อแยกนักเรียนเป็นผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนยังไม่ผ่านจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมข้อใดบ้าง ทำให้แบบทดสอบชนิดนี้เหมาะสำหรับการประเมินผล เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง (วัลลภ กัมภักดิ์ ม.ป.ป. : 5) ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์โดยยึดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเป็นหลัก และได้มีการตรวจสอบจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น ๆ จากผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาด้วย

การกำหนดคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

เนื่องจากเกณฑ์มีลักษณะเป็นอัตราส่วน (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 83 อ้างอิงมาจาก Mayo. 1970 : unpagged) ดังนั้น การกำหนดคะแนน เกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดในการวัดผลและประเมินผลแบบอิง เกณฑ์ จึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ถ้ากำหนดคะแนนจุดตัดสูงไปหรือต่ำไปก็จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสองประเภท (อังคณา สายยศ 2525 : 70 - 71) ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงความคลาดเคลื่อนของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์

ประเภทที่ 1 เกิดกลุ่มที่สอบไม่ผ่านแต่รอบรู้ เป็นการผิดพลาดที่เรียกว่า β -error ซึ่งเกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัดสูงเกินไป ทำให้เด็กสอบตกมาก ทำให้เสียเวลาและกำลังใจสิ้นเปลืองแรงงานในการที่จะต้องสอนซ้ำ

ประเภทที่ 2 เกิดกลุ่มที่สอบผ่านแต่ไม่รอบรู้ เป็นการผิดพลาดที่เรียกว่า α -error ซึ่งเกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัดต่ำเกินไป ทำให้เด็กที่มีคุณภาพไม่ถึงมาตรฐานสอบผ่านได้ ทำให้เกิดผลเสีย เช่น เด็กจะมีความสามารถไม่พอในการเรียนจุดมุ่งหมายใหม่ หรือเรียนในระดับสูงต่อไป

ในการกำหนดคะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด เพื่อใช้ในการตัดสินนักเรียนเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ ได้มีผู้กล่าวไว้หลายวิธี ดังนี้

กลาส (Glass, 1978 : 243 - 259) ได้สรุปวิธีการพิจารณาคะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดไว้หกวิธี ดังนี้

1. ใช้ผลที่ได้จากการปฏิบัติของคนอื่น ๆ เป็นเกณฑ์ (Performance of other as a criterion) ระดับเกณฑ์ของแบบทดสอบกำหนดขึ้นจากค่ามัธยฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ ซึ่งการกำหนดโดยวิธีนี้เป็นการอ้างอิงนอร์ม (Norm) อย่างแท้จริง นักทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์หลายท่านจึงไม่เห็นด้วยกับวิธีนี้

2. นับถอยหลังจาก 100 เปอร์เซ็นต์ (Counting Backwards from 100 %) ในการสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ ทุกคนควรทำแบบทดสอบนั้นได้ ถูกหมด คือ ระดับการปฏิบัติจะเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ตามความเป็นจริงแล้วย่อมทำไม่ได้ จึงต้องใช้วิธีลดระดับจุดตัดมาจาก 100 เปอร์เซ็นต์ ลงมาอีก 5 หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่า ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นตามอำนาจ

3. การเติมคะแนนเกณฑ์อื่น ๆ (Bootstrapping on other criterion scores) วิธีนี้คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบพิจารณาโดยอาศัยการระบุจากเกณฑ์ภายนอก เช่น อาจใช้เกณฑ์ว่าผู้ได้รับประกาศนียบัตรในอาชีพนั้น ๆ เป็นผู้มีความสามารถ ส่วนผู้ที่ยังไม่ได้รับประกาศนียบัตรถือเป็นผู้ที่ไม่มีความสามารถ หรือพิจารณาจากการกระจายของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของคนเหล่านี้ แล้วกำหนดคะแนนเกณฑ์ เพื่อแยกผู้มีความสามารถออกจากผู้ไม่มีความสามารถ

4. การพิจารณาตัดสินจากความสามารถ (Judging Minimal Competence) วิธีนี้จะให้ผู้เชี่ยวชาญศึกษาแบบทดสอบหรือข้อคำถามแล้ว เสนอค่าความสามารถขั้นต่ำที่สุดที่ผู้สอบควรทำได้

5. ใช้วิธีวิจัยเชิงปฏิบัติ (Operations Research Methods) วิธีนี้อาศัยผลลัพธ์ทางคุณค่าอย่างใดอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นมาช่วยในการพิจารณาคะแนนเกณฑ์ โดยวัดผลลัพธ์ทางคุณค่าของผู้ที่ได้คะแนนต่าง ๆ กันจากแบบทดสอบเชิง เกณฑ์ แล้วใช้คะแนนของผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคุณค่าสูงสุดเป็นคะแนน เกณฑ์

6. การใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theoretic Approaches) วิธีการนี้จะแบ่งคนเป็นสองกลุ่ม โดยอาศัย เกณฑ์ภายนอกบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ศึกษา เช่น แบ่งเป็นผู้จบการศึกษากับผู้ไม่จบการศึกษา สัดส่วนของคนในสองกลุ่มนี้ แทนด้วย P_E และ $1 - P_E$ ตามลำดับ แล้วให้บุคคลทั้งสองกลุ่มนี้ทำแบบทดสอบเชิง เกณฑ์ และกำหนดคะแนนจุดตัด (C_X) ขึ้นมาใช้แบ่งบุคคลออกเป็นผู้สอบผ่านและไม่ผ่าน ดังนั้น เมื่อใช้ เกณฑ์ภายนอกมาประกอบการตัดสินใจ จะแบ่งคนเป็นสี่พวก ดังนี้

: เกณฑ์ภายนอก

		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
เกณฑ์แบบทดสอบ	ไม่ผ่าน	P_A	P_B	$1 - P_C$
	ผ่าน	P_C	P_D	P_C
		P_E	$1 - P_E$	1

P_A คือ สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านแบบทดสอบซึ่ง เกณฑ์แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False Negative)

P_D คือ สัดส่วนของผู้ที่ผ่านการสอบแบบทดสอบซึ่ง เกณฑ์ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False Positive)

P_B คือ สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านทั้งแบบทดสอบซึ่ง เกณฑ์และ เกณฑ์ภายนอก

P_C คือ สัดส่วนของผู้ที่ผ่านทั้งแบบทดสอบซึ่ง เกณฑ์และ เกณฑ์ภายนอก

เกณฑ์ภายนอกที่กำหนดนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่คะแนนจุดตัดในแบบทดสอบซึ่ง เกณฑ์นั้น จะแปรผันไปได้หลายค่าแล้วแต่การกำหนด ซึ่งจะทำให้ค่า P_A , P_B , P_C และ P_D แปรผันตามไปด้วย ค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบซึ่ง เกณฑ์ก็คือ ค่าของฟังก์ชันของคะแนนเกณฑ์ $f(C_X)$ ที่มีค่าน้อยที่สุด จากสมการ $f(C_X) = (P_A + P_D)/(P_B + P_C)$

เบอร์ก (Berk, 1976 : 4 - 9) เสนอแนะวิธีการกำหนดคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบซึ่ง เกณฑ์ โดยการประยุกต์มาจากวิธีการเพิ่มคะแนนเกณฑ์อื่นของ กลาสส์ (Glass) ซึ่ง เบอร์ก กล่าวว่า การกำหนดคะแนนเกณฑ์ก็คือ การกำหนดจุดตัดของคะแนนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนให้เป็นพวกรอบรู้ กลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนให้เป็นพวกไม่รอบรู้ หรืออาจใ้ฝึกเขียนกลุ่มเดียว เป็นกลุ่มก่อนเรียน และกลุ่มหลัง เรียนแทนก็ได้ หลังจาก

ทำให้มักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบแล้ว พิจารณาการกระจายของคะแนนสอง กลุ่มจะคาบเกี่ยวกับจุดที่ฟังก์ชันทั้งสองตัดกัน คือ คะแนนพยากรณ์ที่จะแบ่งการเรียนรู็ เป็นสี่พวก ดังนี้

1. พวกรอบรู็จริง (True Masters: TM) หมายถึง นักเรียนที่ได้รับการสอน และได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่า เกณฑ์
2. พวกรอบรู็ไม่จริง (False Masters: FM) หมายถึง นักเรียนที่ไม่ได้รับการสอน แต่ได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่า เกณฑ์
3. พวกไม่รอบรู็จริง (True Nonmasters: TN) หมายถึง นักเรียนที่ไม่ได้รับการสอน และได้คะแนนต่ำกว่า เกณฑ์
4. พวกไม่รอบรู็ไม่จริง (False Nonmasters: FN) หมายถึง นักเรียนที่ได้รับการสอน แต่ได้คะแนนต่ำกว่า เกณฑ์

ผลที่เกิดขึ้นสามารถแสดงในรูปตาราง 2×2 ได้ดังนี้

การจำแนกเกณฑ์

		ได้รับการสอน	ไม่ได้รับการสอน
		คะแนนพยากรณ์ รอบรู็	รอบรู็จริง (TM)
คะแนนพยากรณ์ ไม่รอบรู็	รอบรู็	ไม่รอบรู็ไม่จริง (FN)	ไม่รอบรู็จริง (TN)

คะแนนจุดตัดนี้ จะเป็นคะแนนพยากรณ์ นำมาหาค่าคะแนนเกณฑ์ โดยการเลื่อนค่าคะแนนพยากรณ์ไปเรื่อย ๆ จนได้จุดคะแนนหนึ่งที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้อง คือ ค่า $p(TM) + p(TN)$ สูงสุด หรือให้ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิด คือ ค่า $p(FM) + p(FN)$ ต่ำสุด ณ จุดคะแนนนั้นก็จะ เป็นคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมที่สุด

ความน่าจะเป็นของแต่ละประเภทหาได้จากสูตร:

$$p(TM) = TM / (M + N)$$

$$p(FM) = FM / (M + N)$$

$$p(TN) = TN/(M + N)$$

$$p(FN) = FN/(M + N)$$

เมื่อ M แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดก่อนเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดหลังเรียน

คะแนนจุดตัดแต่ละคะแนนที่หาออกมาได้ สามารถนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของเกณฑ์ เพื่อเลือกค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงที่สุดของความน่าจะเป็นในการตัดสินใจที่ถูกต้องของแต่ละคะแนนจุดตัดมาเป็นคะแนนเกณฑ์สู่ตรรกะหาความเที่ยงตรงของเกณฑ์ คือ

$$\phi_{vc} = \frac{p(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1 - BR) \cdot SR(1 - SR)}}$$

เมื่อ ϕ_{vc} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์

BR แทน ค่าความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากรซึ่งมีค่าเท่ากับ $p(FN) + p(TM)$

SR แทน ค่าความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ผู้รอบรู้ในประชากร ซึ่งมีค่าเท่ากับ $p(FM) + p(TM)$

นอกจากนี้ยังมีวิธีการหาคะแนนจุดตัดโดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของ เบย์ (Bayesian Decision Procedure) วิธีนี้ตัดสินคดีประเภทผู้ลอบโดยใช้คะแนนโดเมน (T) ของผู้ลอบมาเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัด (T₀) ที่กำหนดขึ้นมา ผู้ลอบที่ไม่มีคะแนนโดเมนมากกว่าหรือเท่ากับคะแนนจุดตัดจะตัดสินเป็นผู้รอบรู้ ส่วนผู้ลอบที่มีคะแนนโดเมนน้อยกว่าจุดตัดตัดสินเป็นผู้ไม่รอบรู้ ในทางปฏิบัติไม่สามารถหาค่าคะแนนโดเมนที่แท้จริงได้ เพราะไม่สามารถนำข้อคำถามในโดเมนมาใช้ได้ทั้งหมด จึงหาค่าคะแนนโดเมนได้อย่างประมาณเท่านั้น สำหรับวิธีนี้การหาค่าคะแนนโดเมนต้องอาศัยความรู้เดิมเกี่ยวกับตัวผู้ลอบ ซึ่งอาจได้จากการสอบครั้งก่อน ๆ จากสมุดรายงานของโรงเรียน

เป็นต้น ในการตัดสินใจนอกจากอาศัยการแจกแจงเดิมของข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้ลอบแล้ว ยังอาศัยค่าความสูญเสียที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการยอมรับที่ผิดและการปฏิเสธที่ผิดด้วย

(ชมพู สันทรอมรพร 2523 : 23 อ้างอิงมาจาก Swaminathan and others. 1975 : 88 - 93)

วิธีหาสัดส่วนความถูกต้อง (Proportion-Correct Score Estimate) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยที่แต่ละข้อเป็นตัวแทนของข้อสอบทั้งหมดเท่าที่จะเป็นไปได้ในโดเมนนั้นจริง และมีความยาวพอเพียง ค่าที่ได้จากการประมาณโดยวิธีนี้ จะเป็นค่าประมาณที่ไม่ลำเอียงของโดเมน แต่จะมีความเชื่อมั่นต่ำมาก ถ้าจำนวนข้อสอบที่วัดแต่ละจุดมุ่งหมายมีจำนวนน้อย (อังกฤษ สายยศ 2525 : 77) ซึ่งคำนวณจาก

$$P_i = \frac{X_i}{n}$$

เมื่อ P_i แทน คะแนนโดเมน

X_i แทน คะแนนที่แต่ละคนได้จากแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

ออกอฟ (สงบ สักขะ 2523 ข. : 21 อ้างอิงมาจาก Augoff. 1971 : 656) ได้เสนอแนวทางการหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิง เกณฑ์โดยการตั้งกลุ่มผู้พิจารณาขึ้นมาพิจารณา เป็นรายข้อว่ามีความน่าจะเป็นไปได้ในการทำถูกมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 แล้วนำผลบวกของความน่าจะเป็นของทุกข้อมาเฉลี่ยเป็นจุดตัดของคะแนนของข้อสอบทั้งหมด

นอกจากนี้ การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิง เกณฑ์อาจกำหนดโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาร่วมกัน เช่น ความเห็นของครูผู้สอน นักพัฒนาหลักสูตร นักวัดผลและนักบริหาร เป็นต้น (อนันต์ ศิริโสภา ม.ป.ป. : 9)

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจะหาคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบเพื่อตัดสินผู้เรียนออกเป็นพวกรอบรู้จริง และไม่รอบรู้จริง โดยใช้วิธีของเบอร์ก (Berk. 1976 : 4 - 9) และวิธี Decision Theoretic Approaches (Glass. 1978 : 251 - 253) โดยเปรียบเทียบดูว่า เกณฑ์ที่ได้จากวิธีทั้งสองนั้น เกณฑ์ใดให้ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 น้อยที่สุด จะใช้เกณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

การหาคุณภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์นั้น เป็นการหาทางด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง ซึ่งจะแยกกล่าวในแต่ละคุณภาพดังนี้

1. ค่าความยากง่าย สำหรับคุณภาพข้อนี้ บลูม (Bloom, 1971 : 118) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบอิง เกณฑ์จะไม่มีกำหนดค่าความยากง่ายของข้อสอบไว้ล่วงหน้า ส่วน เมโย (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 84 อ้างอิงมาจาก Mayo, 1970 : unpagged) มีความเห็นว่า แบบทดสอบอิง เกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายในการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกือบทั้งหมดบรรลุจุดมุ่งหมายที่กึ่งไว้ ดังนั้น ผู้เรียนส่วนใหญ่ควรจะทำข้อสอบได้ ค่าความยากของคำถามอาจจะสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์หรือกว่านั้น และ เบอร์ก (Berk, 1978 : 4) ได้เสนอวิธีหาค่าความยากง่ายของข้อสอบโดยคิดจากเปอร์เซ็นต์ของผู้ที่ตอบถูกในข้อนี้ ดัชนีที่ได้คือค่าเฉลี่ยของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 เมื่อนักเรียนทั้งหมดตอบถูก ดัชนีจะมีค่าเป็น 100 ถ้าทุกคนตอบผิด ดัชนีจะมีค่า 0 หากดัชนีที่ได้มีค่าเท่ากับกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน ก็แสดงว่า นักเรียนกลุ่มนั้นไม่มีความรู้เพิ่มขึ้น ข้อสอบที่ง่ายในกลุ่มหลังเรียนอาจจะเป็นข้อสอบที่ง่ายในกลุ่มก่อนเรียนก็ได้ ดังนั้น ข้อสอบที่ดีควรเป็นข้อสอบที่ยากในกลุ่มก่อนเรียน แต่ง่ายในกลุ่มหลังเรียน

สำหรับ ส้มศักดิ์ สันธระเวชญ์ และ ไพศาล หวังพานิช (ส้มศักดิ์ สันธระเวชญ์ 2521 : 82 และ ไพศาล หวังพานิช 2523 : 276 - 277) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ควรขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่เรียน ถ้าเนื้อหาที่เรียนง่ายข้อสอบควรง่าย ถ้าเนื้อหาที่เรียนยากระดับปานกลาง ข้อสอบควรยากระดับปานกลาง ส่วน อนันต์ ศิริโสภา (อนันต์ ศิริโสภา 2525 : 191) กล่าวว่า ข้อสอบแบบอิง เกณฑ์โดยทั่วไป ความยากจะมีค่าสูงขึ้น และนักเรียนส่วนมากจะได้คะแนนสูงหรือได้ negative skewness curve ซึ่งช่วยให้ทราบว่า มีนักเรียนคนใดบ้างที่มีความรู้และทักษะไม่ถึงถึง เกณฑ์ที่คาดหวังไว้ การที่จะกำหนดค่าความยากให้มีค่าเท่าใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับจะนำแบบทดสอบนั้นไปใช้ทำอะไร

จากผลการค้นคว้า เกี่ยวกับเรื่องค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิง เกณฑ์จะพบว่า นักวัดผลบางท่านก็ให้สร้างข้อสอบให้ความยากมีค่าสูง ๆ เพื่อให้ข้อสอบง่าย ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบ

อิง เกณฑ์ก็คือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยยึดทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ สิ่งมุ่งหวังให้เด็กส่วนมากทำข้อสอบได้ แต่นักวัดผลบางท่านก็เห็นว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ไม่ควรจะกำหนดไว้ เพราะถือว่าลุดม่งหมายเชิงพฤติกรรมในอันเนื้อหาวิชา นั้น ๆ จะเป็นตัวกำหนดค่าความยากง่ายในตัวของมันเอง ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงไม่กำหนดค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ไว้ และจะหาค่าดัชนีความยากง่ายของข้อสอบทั้งการสอบก่อนสอบ และ หลังสอบ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 150)

2. อำนาจจำแนก แบบทดสอบอิง เกณฑ์ จะพิจารณาค่าอำนาจจำแนกในรูปของดัชนีความไว ซึ่งมีนักวัดผลหลายท่านได้เสนอแนะไว้ เช่น เบกส์ และ เลวี่ (โกวิท ประวาทพฤษย์ และ สัมศักดิ์ สันธุระเวช 2523 : 205 อ้างอิงมาจาก Beggs and Lewis. 1975 : unpagged) กล่าวว่า ลักษณะของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ไม่มีความจำเป็นต้องดูอำนาจจำแนก เพราะแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นต้องการจำแนกระหว่างนักเรียนแต่ละคนว่าใครสามารถทำข้อสอบได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง และ แจ็คสัน (บุญเชิด วิทยนิพนธ์พิมพ์ ม.ป.ป. : 35 อ้างอิงมาจาก Jackson. 1970 : unpagged) ได้กล่าวถึงการวัดผลแบบอิง เกณฑ์ว่า จะต้องคำนึงถึงลักษณะสองประการ คือ

2.1 ข้อสอบนั้นสามารถที่จะวัดได้ตรงกับลักษณะที่สำคัญตาม เกณฑ์ของพฤติกรรมที่ระบุไว้ในลุดม่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยไม่สนใจว่าข้อสอบนั้นจะมีค่าอำนาจจำแนกสูงหรือต่ำ

2.2 ถ้าค่าอำนาจจำแนกออกมาเป็นลบเสมอ ๆ ก็เป็นเพียง เครื่องแสดงว่า เกณฑ์นั้นอาจมีข้อบกพร่อง ในกรณีนี้การวิเคราะห์หรืออาจเป็นข้อมูลที่จะตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

ส่วน ปอปแฮม และ ฮูเซ็ก (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 84 อ้างอิงมาจาก Popham and Husek. 1969 : 1 - 9) ได้อธิบายว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิง เกณฑ์ ค่าบวกจะเป็นดัชนีบอกให้ทราบว่า การสอบยังไม่ได้ผลดี และค่าลบก็อาจแสดงว่า ข้อสอบยังมีข้อบกพร่อง ฉะนั้น ในการวิเคราะห์ข้อสอบอิง เกณฑ์เป็นรายข้อ เราก็อาจคาดล่วงหน้าได้ว่า ข้อสอบควรจะมีค่าความยากสูง และค่าอำนาจจำแนกเป็นบวกต่ำ ในกรณีที่มีการสอบได้ผลดี

สำหรับด้านการคำนวณหาค่าดัชนีความไวนี้ อมันต์ คีร์โสภา (อมันต์ คีร์โสภา 2525 : 191) กล่าวว่า การหาดัชนีความไว จะใช้วิธีการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนสอบ กับคะแนนหลังสอบ เพื่อดูคะแนนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงไม่คำนึงถึงว่าข้อสอบแต่ละข้อจะมีค่าอำนาจจำแนกเท่าใด แต่คำนึงว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้ตามจุดมุ่งหมายได้ชัดเจนเพียงใด และมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสูงเพียงใดมากกว่า และ เบรนแนน (Brennan. 1972 : 292) ได้เสนอแนวทางการหาค่าดัชนีความไวโดยใช้การสอบเพียงครั้งเดียว เรียกว่า ดัชนี B (B-index) โดยคำนวณจากผลต่างของสัดส่วนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์ กับ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

- เมื่อ B แทน ค่าดัชนีความไว หรือค่าอำนาจจำแนก
- U แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกของ กลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์
- L แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกของ กลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
- n_1 แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์
- n_2 แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

ส่วน คริสป์ิน และ เฟลด์ฮูเซน (สมศักดิ์ สินธุระเวชกุล 2525 : 17 - 19 อ้างอิงมาจาก Kryspin and Feldhusen. 1974 : unpagged) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ข้อสอบข้อแต่ละข้อ ซึ่งเรียกว่า ดัชนี S (Sensitivity Index-S) โดยใช้หลักการหาความแตกต่างของการสอบก่อนสอบ และการสอบหลังสอบ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$S = \frac{R_{\text{pos}} - R_{\text{pre}}}{T}$$

- เมื่อ S แทน ค่าอำนาจจำแนกระหว่างกลุ่มที่รู้แล้ว และกลุ่มที่ยังไม่รู้
- R_{pos} แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกหลังสอบ

R_{pre} แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกก่อนสอน

T แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อโดยการหาค่า t ของ S เพราะเป็นการพิจารณาจากผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการปรับปรุงการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ที่ใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นเครื่องมือ

3. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่ดีนั้น มีข้อผูกมัดที่ว่าค่าของความเชื่อมั่นคงจะต้องเป็นที่พอใจ แต่ก็มีข้อสังเกตบางอย่างในเรื่องนี้ คือ ในสถานการณ์ที่ผู้เรียนมีความสามารถสูงในการที่จะรอบรู้ เช่น อาจจะเป็นเพราะการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงมากนั้น ทำให้ความแปรปรวนของคะแนนมีน้อย ดังนั้น ค่าของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะมีค่าต่ำจนเข้าใกล้ศูนย์ (โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สมศักดิ์ สิงธุระเวทย์ 2523 : 179 - 180) อย่างไรก็ตามเราก็อาจจะเพิ่มค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ได้โดยใช้ข้อสอบหลาย ๆ ข้อในการวัดผลการเรียนแต่ละหน่วยย่อย ๆ

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ แบ่งได้สองลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. ใช้คะแนนจากผลการสอบสองครั้ง เช่น วิธีของสวามินาธาน แฮมเบิลตัน และ อัลไลนา (Swaminathan, Hambleton and Algina) วิธีของ คาร์เวอร์ (Carver) , วิธีของ ปอปแฮม (Popham) และวิธีของ ฮูยน์ (Huynh)

2. โดยใช้คะแนนจากผลการสอบครั้งเดียว เช่น วิธีของ ซับโคเวียค (Subkoviak) และวิธีของ โลเวทท์ (Lovett)

ส่วนวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ของ ลีฟางส์ตัน อาจจัดให้อยู่ในประเภทใดประเภทหนึ่งก็ได้ (ผดุงจิต อนุชานุวรรณ 2523 : 47 อ้างอิงมาจาก Livingston, 1972 : 13 - 21) โดยที่ ลีฟางส์ตัน ได้เสนอให้ปรับปรุงการหาความเชื่อมั่นจากวิธีการหาแบบอิงกลุ่ม

ลวาร์นาทาน แฮมเบลตัน และ อัลโลนา (โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สัมศักดิ์ สันธุระเวชย์ 2523 : 180 อ้างอิงมาจาก Swaminathan, Hambleton and Algina, 1974 : unpagged) ได้เสนอวิธีหาความเชื่อมั่นจากการสอบสองครั้ง และถ้าแบบทดสอบนั้น วัตถุประสงค์มุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ในการหาค่าความเชื่อมั่นควรจะแยกเป็นแบบทดสอบย่อย ของแต่ละจุดมุ่งหมาย ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นในแบบทดสอบเชิงเกณฑ์ จึงเป็นค่าความเชื่อมั่นใน แต่ละแบบทดสอบย่อย ซึ่งถ้าจัดการเรียนการสอนดี นักเรียนจะรอบรู้มากขึ้น ดังนั้น ค่าของความ เชื่อมั่นนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความยาวของแบบทดสอบเท่านั้น ยังขึ้นอยู่กับวิธีการสอนด้วย ซึ่งสูตรที่ใช้ใน การหาความเชื่อมั่น คือ

$$K = (P_o - P_c) / (1 - P_c)$$

เมื่อ K แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเชิง เกณฑ์

P_o แทน สัดส่วนของความสอดคล้องที่สังเกตได้จากการสอบซ้ำ ซึ่งเท่ากับ

$$\sum_{i=1}^2 P_{ii}$$

P_c แทน สัดส่วนของความสอดคล้องที่คาดหวังได้จากความบังเอิญ ซึ่งเท่ากับ

$$\sum_{i=1}^2 P_{i1} \cdot P_{i2}$$

โดยที่ P_{i1} และ P_{i2} แทน สัดส่วนของผู้สอบที่ถูกกำหนดลงในชั้นของการเรียนรู้ i ในการสอบ ครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

สำหรับ คาร์เวอร์ (โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สัมศักดิ์ สันธุระเวชย์ 2523 : 181 อ้างอิงมาจาก Carver, 1970 : unpagged) เสนอวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบเชิง เกณฑ์ โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานสองฉบับ สอบเด็กกลุ่มเดียวกัน แล้วแบ่งเด็ก ดังตารางข้างล่างนี้

แบบทดสอบ B

		ตก	ได้
แบบทดสอบ A	ได้	b	a
	ตก	c	d

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเชิงเกสท์ = $(a + c)/N$

เมื่อ $N = a + b + c + d$

แต่ในการสร้างแบบทดสอบคู่ขนานนั้นสร้างได้ยาก ดังนั้น ปอปแฮม (ลัวิน ส่ายยศ และ อังคณา ส่ายยศ ม.ป.ป. : 17 อ้างอิงมาจาก Popham. 1978 : 149) จึงเสนอให้เปลี่ยนจากการใช้แบบทดสอบคู่ขนานเป็นการสอบซ้ำ แล้วใช้สูตรไคส์แควร์ (Chi-square) แบบ 2×2 contingency table ดังตารางข้างล่างนี้

สอบครั้งที่ 2

		ไม่ผ่าน	ผ่าน	รวม
สอบครั้งที่ 1	ผ่าน	a	b	$a + b$
	ไม่ผ่าน	c	d	$c + d$
	รวม	$a + c$	$b + d$	N

จะได้สูตร
$$X^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

จากนั้นใช้สูตรหาค่า C เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเชิงเกสท์

$$C = \sqrt{\frac{X^2}{N + X^2}}$$

ฮวิน (Huynh. 1976 : 253 - 264) ได้เสนอวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์จากผลการทดสอบครั้ง โดยนิยามค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นดัชนีที่บอกความคงเส้นคงวาของการตัดสินผลจากการสอบซ้ำ คะแนนของผู้สอบคนหนึ่งที่มีความสามารถจริง ถูกสมมติว่ามีการกระจายเป็นไบโนเมียล ซึ่งมีข้อตกลงว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความยากพอ ๆ กัน

ฮวิน เสนอสมการสองสมการสำหรับคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa) ดังนี้

$$K = \frac{(P_{11} - P_1)^2}{(P_1 - P_1^2)} \quad \text{เมื่อคะแนนเกณฑ์ค่าใกล้เคียงคะแนนเต็ม}$$

$$\text{และ } K = \frac{(P_{00} - P_0)^2}{(P_0 - P_0^2)} \quad \text{เมื่อคะแนนเกณฑ์ค่าใกล้ 0}$$

เมื่อ P_{11} แทน สัดส่วนของผู้สอบผ่านการสอบสองครั้ง

P_1 แทน สัดส่วนของผู้สอบผ่านการสอบเพียงครั้งเดียว

P_{00} แทน สัดส่วนของผู้สอบไม่ผ่านการสอบทั้งสองครั้ง

P_0 แทน สัดส่วนของผู้สอบไม่ผ่านการสอบเพียงครั้งเดียว

ส่วนการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์จากการสอบครั้งเดียว ได้แก่

ซบโคเวียค (Subkoviak. 1976 : 265 - 269) เสนอวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์จากการสอบครั้งเดียว แต่ให้คะแนนเป็น 2 แบบ โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าการกระจายของคะแนนดิบจากการสอบสองครั้งของบุคคลหนึ่ง เป็นแบบไบโนเมียลเหมือนกันตลอด (Identically binomial) และคะแนนทั้งสองนั้นเป็นอิสระต่อกัน โดยเริ่มต้นด้วยการนิยามสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องสำหรับบุคคล i ว่าเป็นความน่าจะเป็นที่ i ถูกกำหนดลงในขั้นเดียวกันของการเรียนรู้ด้วยผลการสอบจากแบบทดสอบคู่ขนาน X และ X' ซึ่งผลการสอบของแต่ละคนอาจเป็นคะแนนจากแบบทดสอบคู่ขนานทั้งสองฉบับผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์ หรืออาจผ่านเกณฑ์ 1 ฉบับ ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 ฉบับ สมการสัมประสิทธิ์ดังกล่าวเมื่อใช้เกณฑ์เขียนได้ดังนี้

$$P_C^{(i)} = P(X_i \geq C, X_i' \geq C) + P(X_i < C, X_i' < C) \quad \dots (1)$$

เทอมทางขวามือของสมการ (1) แทนความน่าจะเป็นของการตัดสินการสอบว่า ได้-ได้ และ ตก-ตก ตามลำดับ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจึง เกิดขึ้นได้จากค่าการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องสำหรับกลุ่มของบุคคล N คน ได้ดังสมการ

$$P_C = \frac{\sum_{i=1}^N P_C^{(i)}}{N} \quad \dots (2)$$

จากข้อตกลงเบื้องต้นสองข้อดังกล่าวมาแล้ว เขาได้สร้างสมการสำหรับประมาณค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสอดคล้องสำหรับบุคคล i ซึ่งเคยใช้ในสมการ (1) เสียใหม่ ดังนี้

$$P_C^{(i)} = \{P(X_i \geq C)\}^2 + \{1 - P(X_i \geq C)\}^2 \quad \dots (3)$$

$$P(X_i \geq C) = \sum_{x_i=C}^n \binom{n}{x_i} P_i^{x_i} (1 - P_i)^{n - x_i} \quad \dots (4)$$

ค่า P_i เป็นค่าความน่าจะเป็นจริง ๆ ของการตอบข้อคำถามถูกสำหรับบุคคล i ซึ่งสามารถคำนวณจาก

$$\hat{P}_i = X_i/n \quad \dots (5)$$

เมื่อ X_i แทน จำนวนของการตอบถูก
 n แทน จำนวนข้อคำถามทั้งหมดในแบบทดสอบ

นอกจากนี้ โลเวทท์ (โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สัมศักดิ์ สินธุระเวทย์ 2523 : 181 - 183 อ้างอิงมาจาก Lovett. 1977 : unpagged) ได้เสนอแนะวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยอาศัยหลักการที่ว่าแบบทดสอบนั้นสามารถจำแนกระหว่างระดับการปฏิบัติของแต่ละคนและระดับเกณฑ์ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$r_{ck} = \frac{MS_p - MS_e}{MS_p}$$

เมื่อ	r_{ck}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์
	MS_p	แทน	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนระหว่างบุคคล
	MS_e	แทน	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนความคลาดเคลื่อน

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์โดยวิธีของ โปปแฮม (Popham) ซึ่งเป็นการนำผลการสอบจากการสอบเข้ามาคำนวณ เพื่อดูความคงที่แน่นอนของคะแนนของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

4. การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

สำหรับการหาคุณภาพด้านนี้ เบอริก (Berik. 1976 : 4 - 9) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ว่า คือ ความสอดคล้อง (Consistency) ระหว่างพฤติกรรมที่วัดได้โดยรายข้อต่าง ๆ ในแบบทดสอบกับจุดมุ่งหมายที่แบบทดสอบถูกกำหนดให้วัด

แบบทดสอบอิง เกณฑ์โดยทั่วไปจะมีความเที่ยงตรงสูงลักษณะ คือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (สงบบ สักขนะ 2523 ก. : 37) โดยที่ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับแบบทดสอบอิง เกณฑ์ (สง.วาสนา ประมวลพฤษ 2517 : 84)

ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหานี้ เป็นการตรวจสอบรายข้อต่าง ๆ ของแบบทดสอบนั้นว่าสามารถเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดได้ดีเพียงใด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณา ซึ่งมีผู้ประเมินไว้ดังนี้

โรวีเนลลี และ แฮมเบิลตัน (สงบบ สักขนะ 2523 ก. : 39 - 40 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton. 1977 : unpagged) เสนอวิธีตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม 1 ข้อ และสร้างข้อสอบต่าง ๆ ที่วัดจุดมุ่งหมายนั้น

เล่นต่อผู้เชี่ยวชาญหลายคน โดยผู้เชี่ยวชานแต่ละคนจะต้องให้คะแนนในแต่ละรายข้อโดยมีหลักว่า

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่วัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น

แล้วนำคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทุกคนมารวมกันทีละข้อ ตัวเลขคะแนนนี้ เรียกว่า ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม จากนั้นก็นำคะแนนรวมของข้อสอบแต่ละข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดนี้ไปเทียบกับ เกณฑ์ โดยกำหนดเกณฑ์ว่า ผลรวมของคะแนนเกณฑ์หนึ่งของคะแนนนี้เรียกว่า วัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริง (เล่มศักดิ์ สันธนะเวทย์ 2525 : 13 - 14)

ครอนบาค (สงขม สักขนะ 2523 ก. : 40 อ้างอิงมาจาก Cronbach, 1971 : unpagged) เล่นอธิบายความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เขียนข้อสอบส่งกลุ่มที่มีความสามารถทัดเทียมกัน เขียนข้อสอบกลุ่มละหนึ่งชุด วัดจุดมุ่งหมายเดียวกัน แล้วนำไปให้นักเรียนหนึ่งกลุ่มที่เรียนรู้แล้วทดสอบ ซึ่งถ้าค่าที่กำหนดจุดมุ่งหมายมีความชัดเจนและการรู้ข้อสอบจากโดเมนนั้นทำได้เหมาะสม ผลการท้าวข้อสอบสองชุดของนักเรียนกลุ่มนี้จะต้องสอดคล้องกัน

ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบเชิงเนื้อหา หมายถึง คุณลักษณะภายในของผู้สอบที่แสดงถึงการมีความสามารถที่วัดได้ครบถ้วนในจุดประสงค์ที่วัดโดยข้อสอบนั้น เรียกว่า ผู้รอบรู้ หรือคุณลักษณะที่แสดงถึงการไม่มีความสามารถครบถ้วนในจุดประสงค์ที่กำสั่งวัด เรียกว่า ผู้ไม่รอบรู้ (เล่มศักดิ์ สันธนะเวทย์ 2525 : 17)

ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีผู้เสนอไว้ดังนี้

แฮมเบิลตัน และคนอื่นๆ (Hambleton and others, 1978 : 2 - 5)

กล่าวว่า แบบทดสอบเชิงเนื้อหาที่ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง ถ้าผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ครบถ้วนในจุดประสงค์ที่วัดได้ถูกต้อง

คาร์เวอร์ (สงขม สักขนะ และ อังคณา สักขนะ ม.ป.ป. : 10 อ้างอิงมาจาก Carver, 1970 : unpagged) เล่นอธิบายค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบเชิงเนื้อหาโดยการหาจากกลุ่มที่เรียนแล้วกับกลุ่มที่ยังไม่เรียน ดังตาราง

	กลุ่มที่ไม่ได้รับการสอน	กลุ่มที่ได้รับการสอน
ผ่าน	b	a
ไม่ผ่าน	c	d

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง} = (a + c)/N$$

$$\text{เมื่อ } N = a + b + c + d$$

จะเห็นว่าค่าความเที่ยงตรงตามวิธีนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ที่ลอบผ่านหลังเรียน กับจำนวนผู้ที่ลอบไม่ผ่านก่อนเรียน ดังนั้น ค่าความเที่ยงตรงนี้จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการสอน เป็นสำคัญ

มิลล์แมน (Millman. 1974 : 370 - 371) เสนอวิธีหาค่าความเที่ยงตรงโดย คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพี (Phi-Correlation Coefficient) ดังนี้

$$\phi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}}$$

เมื่อ ϕ แทน ค่าความเที่ยงตรง

a แทน จำนวนผู้ลอบผ่านหลังเรียน

b แทน จำนวนผู้ลอบผ่านก่อนเรียน

c แทน จำนวนผู้ลอบไม่ผ่านหลังเรียน

d แทน จำนวนผู้ลอบไม่ผ่านก่อนเรียน

คอกซ์ และ วาร์กัล (ส่งบ ลักษณะ 2523 ก. : 41 อ้างอิงมาจาก Cox and Vargas. 1966 : unpagged) เสนอวิธีหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของ แบบทดสอบอิง เกณฑ์โดยให้ดูการ เปลี่ยนแปลงของค่าความยากของข้อสอบ เมื่อใช้กับกลุ่มนักเรียน ก่อนสอนกับหลังสอน โดยถ้าค่าความยากของข้อสอบไม่มีการ เปลี่ยนแปรจากการลอบสองครั้งนี้ ก็ถือว่าขาดความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

นอกจากนี้ยังสามารถหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกโดยใช้กลุ่มผู้สอบสองกลุ่มที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน แล้วลุ่มเข้ากลุ่ม สัดเป็นกลุ่มที่ได้รับการล่อนกับกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการล่อนในจุดประสงค์นั้น แล้วคำนวณหาค่าดัชนี โดยใช้สูตรส่วนของผู้สอบในกลุ่มที่ได้รับการล่อนแล้ว และทำซ้ำนั้นถูก ลบด้วยส่วนของผู้สอบในกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการล่อน แต่ทำซ้ำล่อนซ้ำนั้นถูก ซึ่งอาจจะมีค่าพิสัยระหว่าง -1.00 ถึง $+1.00$ ดัชนีใกล้ $+1.00$ ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง (สงบ สักขณะ 2523 ก. : 42 - 43 อ้างอิงมาจาก Levin and Marton. 1971 : unpagged, Marton. 1973 : unpagged and Klein and Kosecoff. 1976 : unpagged)

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธีของโรวีเนลล์ และแอมเบิลตัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาตรวจสอบจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับข้อสอบที่สร้างขึ้น และคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงตามวิธีของคาร์เวอร์ เพราะเป็นวิธีที่สอดคล้องกับการเรียนการสอน คือ ผู้เรียนแล้วควรจะสอบผ่านมากกว่าผู้ยังไม่ได้เรียน และนอกจากนี้ ผู้วิจัยจะศึกษาค่าความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ด้วย เพราะว่าแบบทดสอบอิง เกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งควรจะมีความเที่ยงตรงตามสภาพด้วย ดังที่ ชวาล แพรัตกุล (ชวาล แพรัตกุล 2518 : 123 - 127) ได้เสนอไว้ว่า คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยงตรงตามสภาพด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิง เกณฑ์

1. ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

บล็อค (Glass. 1978 : 256 citing Block. 1972 : unpagged)

ได้ศึกษา วิจัยกำหนดเกณฑ์วิชาพีชคณิตกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 91 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นห้ากลุ่ม กลุ่มละไม่ ก็น 25 คน ได้เกณฑ์ทำ เกณฑ์ คือ 50, 65, 75, 85 และ 95 เปอร์เซนต์ พบว่า ในด้านความรู้ความคิด (Cognitive) เกณฑ์ที่ให้ผลสูงสุด คือ 95 เปอร์เซนต์ ส่วนในด้านความรู้สึก (Affective) เกณฑ์ที่ให้ผลสูงสุด คือ 85 เปอร์เซนต์

ในปี 1974 ฮาลาดินา (Haladyna, 1974 : 93 - 99) ได้ศึกษาผลของการใช้กลุ่มตัวอย่างต่างกันต่อลักษณะของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ในระดับปริญญาตรีทางการศึกษา โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 189 คน แบ่งเป็นสามกลุ่ม คือ กลุ่มก่อนเรียน กลุ่มหลังเรียน และกลุ่มผสม แล้ววิเคราะห์รายข้อ โดยใช้วิธีของ ฮู (Hsu) ที่เรียกว่า D₁ และค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ Point-Biserial (r_{pbis}) โดยให้ทำแบบทดสอบคู่ขนานสามแบบ เกณฑ์ตัดสินเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ค่าอำนาจจำแนกทั้งสองให้ค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ ดัชนีของ ฮู (Hsu) ใช้การสอบสองครั้ง แต่ r_{pbis} ใช้สอบเพียงครั้งเดียว

ในปีเดียวกันนี้ เกรแฮม (Crehan, 1974 : 255 - 262) ได้ศึกษาวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างแต่ละห้องอยู่ระหว่าง 7 - 30 คน โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานแล้วใช้วิธีคัดเลือกข้อสอบหกวิธี คือ วิธีของ คอกซ์ และวาร์กิล (Cox and Vargas) วิธีของ เบรนแนน (Brennan) วิธีเรียงลำดับตามสัดส่วนในการตอบของผู้สอบหลังเรียน วิธีเรียงตามการเลือกของครูผู้สร้างแบบทดสอบ วิธีเรียงตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Point-Biserial และวิธีเรียงตามการสุ่ม พบว่าวิธีการทั้งหกวิธี ให้ผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าความเที่ยงตรงได้เลือก เกณฑ์ตัดสินที่ให้ค่าสูงสุดโดยใช้จุดเดียวกันทั้งสองฉบับ ปรากฏว่า วิธีของ คอกซ์-วาร์กิล และเบรนแนน ให้ค่าความเที่ยงตรงสูงสุด

ในปี 1975 สวามินาทาน แฮมเบิลตัน และ ฮัลไลนา (Swaminathan, Hambleton and Algina, 1975 : 87 - 98) ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน ทำข้อสอบ 10 ข้อของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ และกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมโดยคำนวณมาจากวิธีของ เบย์ (Bayesian) แล้วคำนวณหาค่าจุดเฉลี่ยที่น้อยที่สุดของ เกณฑ์ โดยกำหนดค่าแอลฟาเท่ากับ 1 และเบต้า เท่ากับ 2 พบว่า เมื่อแบ่งผู้สอบเป็นสองระดับ และกำหนดเกณฑ์เป็น .9 ผู้เข้าสอบทำได้ 9 ใน 10 ข้อ เป็นผู้รอบรู้ เมื่อแบ่งผู้สอบเป็นสามระดับ และกำหนดเกณฑ์เป็น .6 และ .8 ปรากฏว่า ผู้เข้าสอบที่ทำได้ 10 ข้อ เป็นผู้รอบรู้ ผู้เข้าสอบที่ทำได้ 7 - 9 ข้อ ต้องล่อนกบทวนใหม่อีกเล็กน้อย ส่วนผู้เข้าสอบที่ทำได้ต่ำกว่าเจ็ดข้อ เป็นผู้ไม่รอบรู้ ต้องเรียนใหม่

ในปีต่อมา ชับโคเวียค (Subkoviak. 1976 : 265 - 276) ได้ศึกษาพบว่า เมื่อกำหนดเกณฑ์ใหม่ค่าต่ำสุดและสูงสุด จะทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด และเมื่อกำหนดเกณฑ์ให้มีค่าอยู่กลาง ๆ จะทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำสุด และในปีเดียวกันนี้ เบอร์ก (Berk. 1976 : 4 - 9) ได้ศึกษาค้นคว้าหาเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนเกรด 6 และเกรด 5 จำนวนกลุ่มละ 100 คน ทำข้อสอบ 8 ข้อ พบว่า เกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด คือ 5 คะแนน

ในปี 1978 ชับโคเวียค (Subkoviak. 1978 : 111 - 116) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิธี วิธีของ สว่ามินาทาน และคนอื่น ๆ วิธีของ ฮวัน วิธีของ ชับโคเวียค และวิธีของ มาร์แชล และ แอร์เทิล โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 50 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ทำแบบทดสอบคู่ขนานวัดความถนัดเชิงวิชาการ (Scholastic Aptitude Test) โดยใช้เกณฑ์ตัดสิน 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซนต์ พบว่า วิธีของ สว่ามินาทาน และคนอื่น ๆ ให้ค่าประมาณที่ไม่ลำเอียง ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ถึงแม้ว่าจะเล็กแต่มีแนวโน้มค่อนข้างใหญ่ แต่สามารถลดลงได้ด้วยการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่าง วิธีของ ฮวัน ให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าวิธีอื่นมาก แต่ก็ยังคงให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ ส่วนวิธีของ ชับโคเวียค ให้ค่าความคลาดเคลื่อนค่อนข้างต่ำ ซึ่งแสดงถึงการกะประมาณที่ค่อนข้างเที่ยงตรง

ส่วน โฮลมส์ (Holmes. 1978 : 4197-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้การประเมินผลแบบอิง เกณฑ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เพศ และความสามารถในการอ่าน ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอบ หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติในการสอบ หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าใกล้เคียงกัน ความสามารถในการอ่านและเพศ ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และสรุปผลว่า เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองกับวิธีการไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือทัศนคติทางบวกของ

นักเรียนเพิ่มขึ้น และผลที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือในการทดลองและบริการต่อนักเรียนชายและหญิง สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ นั่นคือ เครื่องมือในการทดลองนี้ไม่ลำเอียง

2. ผลงานวิจัยในประเทศไทย

สมหวัง พริยานุวัฒน์ (สมหวัง พริยานุวัฒน์ 2520 : 13) ได้ศึกษาจุดแบ่งพอดีของแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาสถิติศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 คน ได้เกณฑ์เป็น 70 เปอร์เซ็นต์

ในปี พ.ศ. 2521 กาญจนา วัฒนสุนทร (กาญจนา วัฒนสุนทร 2521 : 106 - 111) ได้สร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ แยกเป็นสี่ฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ดัชนี S คำนวณค่าอำนาจจำแนก ส่วนค่าความยาก คำนวณจากสัดส่วนของผู้ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ถูก ในการหาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ทดลองกำหนด เกณฑ์การตัดสินเป็น .6, .7 และ .8 แล้วคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงโดยใช้สูตรของ สปิริงส์ตัน และสูตรของ คาร์เวอร์ ตามลำดับ พบว่า เมื่อเกณฑ์เป็น .6 จะให้ค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงสูงสุด และถ้าเกณฑ์สูงขึ้น ค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงจะลดลง

ในปี พ.ศ. 2523 ชมภู สันทรอมรพร (ชมภู สันทรอมรพร 2523 : 75 - 76) ได้ปรับปรุงแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่ กาญจนา วัฒนสุนทร สร้างไว้ แล้วคำนวณหาจุดตัดของแบบทดสอบโดยวิธีของ เบย์ (Bayesian) ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน พบว่าเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็น 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฉบับที่ 2, 3 และ 4 เป็น 50 เปอร์เซ็นต์

ในปี พ.ศ. 2524 ไพฑูรย์ เวทการ (ไพฑูรย์ เวทการ 2524 : 67 - 72) ได้สร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 50 ข้อ แยกเป็นห้าฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 132 คน ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ดัชนี S คำนวณค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของ ฮวน มีค่า .2526 - .3134 ค่าความเที่ยงตรงหาโดยวิธีของ คาร์เวอร์ มีค่า .6515 - .8018

ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมคำนวณจากวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theoretic Approaches) พบว่า เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2 และ 5 เป็น 60 เปอร์เซนต์ เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับที่ 3 และ 4 เป็น 50 เปอร์เซนต์

✓ ในปีเดียวกันนี้ สัมภวิล วิจิตรวรรณ (สัมภวิล วิจิตรวรรณ 2524 : 115 - 120) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวนสี่ฉบับ ใ้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 124 คน ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ดัชนี D ค่าความค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากค่าความจากวิธีของ เบอร์ก ค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธีของ ซับโคเวียค มีค่า .6147 - .7835 ค่าความเที่ยงตรงหาโดยวิธีของ คาร์เวอริ มีค่า .7177 - .8427 ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็นค่าเฉลี่ยจากการกำหนดของครูผู้สอน และวิธีของเบอร์ก พบว่า คะแนนเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละฉบับ มีค่าตั้งแต่ 50 เปอร์เซนต์ ถึง 80 เปอร์เซนต์

✓ ในปี พ.ศ. 2525 บุญเลิศ ศำหอม (บุญเลิศ ศำหอม 2525 : 83 - 88) ได้สร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 ข้อ แยกเป็นสี่ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ใ้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 120 คน และวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ดัชนี S ค่าความค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากค่าความจากสูตรอย่างง่าย ค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธีของ สวามินาทาน และคนอื่น ๆ มีค่า .4302 - .7189 ค่าความเที่ยงตรงหาโดยวิธีของ คาร์เวอริ มีค่า .6667 - .7667 ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็นค่าเฉลี่ยจากการกำหนดของครูผู้สอน และวิธีของ เบอร์ก พบว่า เกณฑ์ที่เหมาะสมของฉบับที่ 1 และ 4 เป็น 50 เปอร์เซนต์ ส่วนฉบับที่ 2 และ 3 เป็น 60 เปอร์เซนต์

จากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นว่านักวิจัยในต่างประเทศให้ความสำคัญศึกษาค้นคว้า เรื่องการวัดผลและประเมินผลแบบอิง เกณฑ์กันมากมาย ส่วนในประเทศไทย ก็ได้มีการศึกษาเรื่องนี้กันมาตั้งแต่ปี 2520 และในปัจจุบันนี้ การวัดผลและประเมินผลแบบอิง เกณฑ์ กำลังใช้อยู่ในวงการศึกษากันระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนหกฉบับ ที่มีเกณฑ์ในการตัดสินกลุ่มผู้รู้ และไม่รู้ที่
เหมาะสม ซึ่งจะเป็นประโยชน์และแนวทางต่อการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ และ
จัดการสอนซ่อมเสริมต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนบางบัววิทยาคม อำเภอบางบัว จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 160 คน (4 ห้องเรียน) ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนประชากร จำนวน 339 คน (8 ห้องเรียน) โดยใช้ห้องเรียนเป็น Sampling Unit ดังนี้

- ชั้นที่ 1 สุ่มห้องเรียนมาหนึ่งห้องเรียน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 1
- ชั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนมาหนึ่งห้องเรียน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 2
- ชั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนมาสองห้องเรียน เพื่อใช้ในการทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบ

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเรื่องสมการควอดราติก ซึ่งบรรจุอยู่ในหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ แบ่งเป็นสามตอนย่อย ๆ ดังนี้

1. การแยกตัวประกอบของพหุนามเมมดดีกรีสอง
2. การแก้สมการควอดราติก
3. การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบอ้าง เกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวนหกฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ

1. แบบทดสอบเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามเมมดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก จำนวน 10 ข้อ

2. แบบทดสอบเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม จำนวน 15 ข้อ

3. แบบทดสอบเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ จำนวน 15 ข้อ

4. แบบทดสอบเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ จำนวน 10 ข้อ

5. แบบทดสอบเรื่องการแก้สมการควอดราติก จำนวน 15 ข้อ

6. แบบทดสอบเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก จำนวน 10 ข้อ

ตัวอย่างแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวนหกฉบับ มีดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวกมาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือกำหนดตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่าเป็นตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ"

(0) ตัวประกอบของ $x^2 + 7x + 12$ คือข้อใด :

ก. $(x + 1)(x + 12)$

ข. $(x + 2)(x + 6)$

ค. $(x + 3)(x + 4)$

ง. $(x + 4)(x + 8)$

จ. $(x + 5)(x + 7)$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

(00) $(x + 3)(x + 6)$ เป็นตัวประกอบของโพลีโนเมียลใด ?

ก. $x^2 + 3x + 9$

ข. $x^2 + 3x - 9$

ค. $x^2 + 3x + 18$

ง. $x^2 + 9x - 18$

จ. $x^2 + 9x + 18$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ จ.

ฉบับที่ 2 เรื่องการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มมาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือกำหนดตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่าเป็นตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง ได้ถูกต้องอย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ

(0) ตัวประกอบของ $x^2 + 5x - 24$ คือข้อใด ?

ก. $(x + 4)(x - 6)$

ข. $(x + 3)(x - 8)$

ค. $(x + 6)(x - 4)$

ง. $(x + 8)(x - 3)$

จ. $(x + 12)(x - 2)$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.

(00) $(x - 4)(x + 5)$ เป็นตัวประกอบของโพลีโนเมียลใด ?

ก. $x^2 - x + 1$

ข. $x^2 - x - 20$

ค. $x^2 + x - 20$

ง. $x^2 - x + 20$

จ. $x^2 + x + 20$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

ฉบับที่ 3 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ มาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือกำหนดตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่าเป็นตัวประกอบของพหุนามดีกรีใด ได้ถูกต้องอย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ

(0) ตัวประกอบของ $8x^2 - 2x - 15$ คือ ข้อใด :

ก. $(2x - 3)(4x + 5)$

ข. $(2x - 3)(4x - 5)$

ค. $(2x + 3)(4x - 5)$

ง. $(2x + 1)(4x - 5)$

จ. $(2x - 15)(4x + 1)$ คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.

(00) $(3x + 5)(2x - 7)$ เป็นตัวประกอบของพหุนามดีกรีใด "

ก. $6x^2 - 11x + 35$

ข. $6x^2 - 11x - 35$

ค. $6x^2 + 11x + 35$

ง. $6x^2 + 11x - 35$

จ. $6x^2 - 11x - 2$ คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.

ฉบับที่ 4 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองมาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ"

(0) ตัวประกอบของ $x^2 - 5x + 2$ คือ ข้อใด ?

ก. $(x - \frac{5 + \sqrt{2}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{2}}{2})$

ข. $(x - \frac{5 + \sqrt{5}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{5}}{2})$

ค. $(x - \frac{5 + \sqrt{7}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{7}}{2})$

ง. $(x - \frac{5 + \sqrt{17}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{17}}{2})$

จ. $(x - \frac{5 + \sqrt{27}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{27}}{2})$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.

ฉบับที่ 5 เรื่องการแก้สมการควอดราติก

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดสมการควอดราติกมาให้ นักเรียนสามารถแก้สมการควอดราติกได้ หรือ กำหนดคำตอบของสมการมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่าเป็นคำตอบของสมการใด ได้ถูกต้อง อย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ"

(0) คำตอบของสมการ $3x^2 - 2x - 5 = 0$ คือ ข้อใด ?

ก. 0 และ -1

ข. $\frac{3}{5}$ และ -1

ค. $\frac{5}{3}$ และ -1

ง. $\frac{3}{5}$ และ 1

จ. $\frac{5}{3}$ และ 1

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

(00) $-\frac{5}{2}$ เป็นคำตอบของสมการใด ?

ก. $2x^2 + 3x - 5 = 0$

ข. $2x^2 - 5x + 3 = 0$

ค. $2x^2 - 7x + 5 = 0$

ง. $5x^2 + 2x - 3 = 0$

จ. $5x^2 - 7x + 2 = 0$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.

ฉบับที่ 6 เรื่องการแก้ไขข้อบกพร่องการควอดราราติก

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

" เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการควอดราราติกให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง
อย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ "

(0) ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแปลงหนึ่ง มีพื้นที่ 442 ตารางวา และมีด้านยาว ยาวกว่า
ด้านกว้าง 9 วา ที่ดินแปลงนี้มีด้านยาว ยาวเท่าไร ?

ก. 17 วา

ข. 24 วา

ค. 26 วา

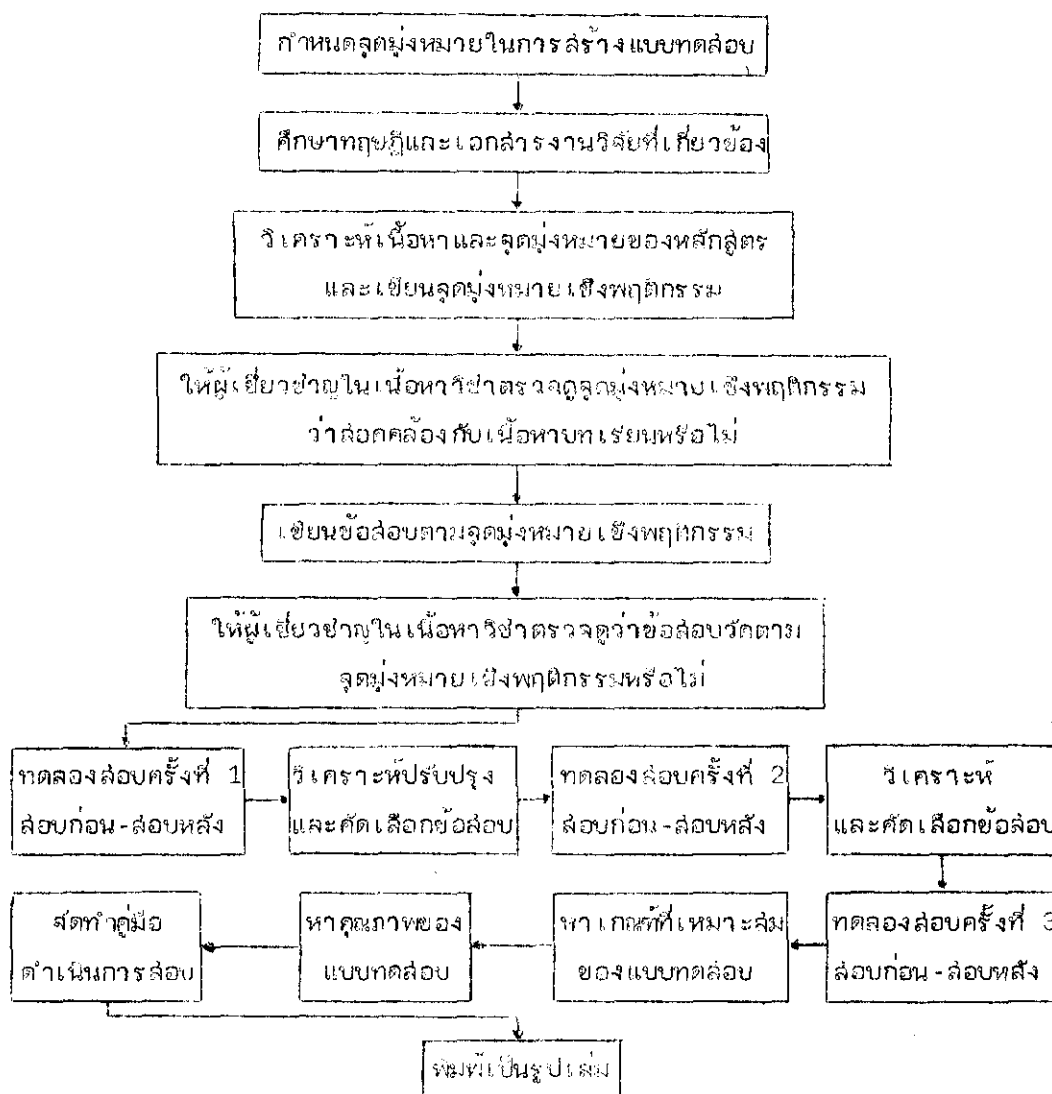
ง. 33 วา

จ. 36 วา

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

วิธีดำเนินการสร้าง เครื่องมือ

ก่อนสร้าง เครื่องมือ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ เรียนผ่าน
มาแล้วก่อนเรียน เรื่องสมการควอดราราติก เพื่อค้นหาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการสร้าง
เครื่องมือครั้งนี้ พบว่าสิ่งที่เกี่ยวข้องมาก ได้แก่ การแยกตัวประกอบของจำนวนเต็ม และสูตร
การหาพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะต้องได้รับการสอนทบทวนเรื่อง เหล่านี้ก่อน ต่อจากนั้นผู้วิจัย
จึงดำเนินการสร้าง เครื่องมือตามลำดับขั้น ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบอังกฤษ

จากภาพประกอบ 6 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบอังกฤษ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบอังกฤษในการเรียนเรื่องลมการควอดราติก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับนำไปทดสอบนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อใช้ในการพิจารณาว่านักเรียนรอบรู้แล้วหรือไม่ ถ้ายัง

ไม่รอบรู้ เพราะบทประพันธ์ในเรื่องใด จะได้เป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริม เพื่อปรับปรุง การเรียนการสอนต่อไป

2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ ตลอดจนหลักสูตร คู่มือครู เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์

3. ศึกษาเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาออกเป็น หน่วยการเรียนรู้ย่อยแล้ว เขียนจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์เนื้อหา เรื่องสมการควอดราติก สามารถเขียนเป็นจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมได้ดังนี้

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
1. การแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียล ดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก	1. เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก มาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือกำหนดตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถ หาได้ว่าเป็นตัวประกอบของโพลีโนเมียลใด ได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ
2. การแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียล ดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม	2. เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มมาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือกำหนด ตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่าเป็นตัวประกอบของโพลีโนเมียลใด ได้ถูกต้อง อย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ

เนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงเส้น ดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$	3. เมื่อกำหนดพหุนามเชิงเส้นดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ มาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือ กำหนดตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่า เป็นตัวประกอบของพหุนามเชิงเส้นใด ได้ถูกต้อง อย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ
4. การแยกตัวประกอบของ พหุนามเชิงเส้น ดีกรีสองโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสอง สมบูรณ์	4. เมื่อกำหนดพหุนามเชิงเส้นดีกรีสองมาให้ นักเรียน สามารถแยกตัวประกอบโดยวิธีทำให้เป็น กำลังสองสมบูรณ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ
5. การแก้สมการควอดราติก	5. เมื่อกำหนดสมการควอดราติกมาให้ นักเรียน สามารถแก้สมการควอดราติกได้ หรือกำหนด คำตอบของสมการมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่า เป็นคำตอบของสมการใดได้ถูกต้อง อย่างน้อย 8 ข้อจาก 10 ข้อ
6. การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก	6. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการควอดราติกมาให้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง อย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ

4. นำเนื้อหาวิชาและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา จำนวน
สิบคน ตัดสินว่า จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้นนั้นครอบคลุมประการทั้งหมดของเนื้อหาของ

หลักสูตรหรือไม่ โดยใช้วิธีของโรบินสัน และ แฮมเบิลตัน (เล็งบ ลักษณะ 2523 ก. : 39 - 40 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton. 1977 : unpagged) ดังตัวอย่างของการประเมินดังนี้

ตัวอย่าง แบบการประเมินความสอดคล้อง ระหว่าง จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม กับ เนื้อหา

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่า จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เหล่านี้ครอบคลุม เนื้อหาที่

กำหนดให้หรือไม่ ดังนี้

+1 = รู้สึกแน่ใจว่าจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมนั้นวัดครอบคลุม เนื้อหาที่จริง

0 = รู้สึกไม่แน่ใจว่าจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมนั้นวัดครอบคลุม เนื้อหาที่

-1 = รู้สึกแน่ใจว่าจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมนั้นวัดไม่ครอบคลุม เนื้อหาที่

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
การแก้สมการ ควอดร่าต	เมื่อกำหนดสมการควอดร่าตมาให้ นักเรียนสามารถแก้ สมการควอดร่าตได้ หรือกำหนดคำตอบของสมการ มาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่า เป็นคำตอบของสมการ ใด ได้ถูกต้อง อย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ			

หลังจากผู้เกี่ยวข้องกำหนดคะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา เสร็จแล้ว นำเอาคะแนนรวมของจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมแต่ละจุดมุ่งหมาย จากผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยดูจากน้ำหนักค่าเฉลี่ยของผู้เกี่ยวข้องว่า ถ้ามีค่ามากกว่า 0.5 ก็ถือว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น ๆ ครอบคลุมเนื้อหาของหลักสูตร ในทางตรงกันข้ามถ้ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ก็ถือว่า จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นวัดไม่ครอบคลุมเนื้อหาของหลักสูตร

5. เขียนข้อลอบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมประมาณ 15 - 20 ข้อต่อหนึ่ง

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

6. นำข้อลอบที่เขียนพร้อมจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา
ตัดสินว่าข้อลอบแต่ละข้อวัดตามจุดมุ่งหมายนั้นจริงหรือไม่ ตามวิธีของโรวีเนลลี และแฮมเบิลตัน
(ส่งบ ศึกษาระ 2523 ก. : 39 - 40 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton.
1977 : unpagged) ดังตัวอย่างของการประเมินดังนี้

ตัวอย่าง แบบการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อลอบกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อลอบแต่ละข้อต่อไปนี้ วัดตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

ข้อนั้น ๆ หรือไม่ ให้ท่านพิจารณาให้น้ำหนัก ดังนี้

+1 = รู้สึกแน่ใจว่าข้อลอบข้อนั้นวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริง

0 = รู้สึกไม่แน่ใจว่าข้อลอบข้อนั้นวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น

-1 = รู้สึกแน่ใจว่าข้อลอบข้อนั้นไม่ได้วัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อลอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
เมื่อกำหนดโรคภัยปัญหาสังคมการ ควอดรติภมาให้ นักเรียน สามารถแก้โรคภัยปัญหาได้ ถูกต้องอย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ	ที่ตนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแปลงหนึ่งสี่เหลี่ยมที่ 442 ตารางวา และมีด้านยาว ยาวกว่า ด้านกว้าง 9 วา ที่ตนแปลงนี้มีด้านยาว ยาวเท่าไร ? ก. 17 วา ข. 24 วา ค. 26 วา ง. 33 วา จ. 36 วา			

หลังจากผู้เชี่ยวชาญกำหนดคะแนนการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเสร็จแล้ว นำเอาคะแนนรวมของข้อสอบแต่ละข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยดูจากน้ำหนักค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญว่าถ้ามีค่ามากกว่า 0.5
ก็ถือว่าข้อสอบข้อนั้น ๆ วัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริง ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีค่า
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ก็ถือว่าข้อสอบข้อนั้น ๆ ไม่ได้วัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น ๆ

7. ทดลองข้อครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้ง
หกฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ทั้งก่อนสอน และหลังสอน

8. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ โดยพิจารณาจากค่าดัชนี S
ที่มีค่าตั้งแต่ .00 - 1.00 ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่คุณภาพใช้ได้ เพื่อนำไปทดลองสอบใหม่ใน
ครั้งที่ 2 ต่อไป

9. ทดลองข้อครั้งที่ 2 นำข้อสอบที่ปรับปรุงและคัดเลือกไว้จากครั้งที่ 1 ไปทดสอบ
กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มใหม่ จำนวน 40 คน ทั้งก่อนสอนและหลังสอน

10. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยใช้เกณฑ์เช่นเดียวกับข้อ 8 และคัดเลือกข้อสอบ
ที่ใช้ได้ดีมาฉบับละ 10 - 15 ข้อ

11. ทดลองข้อครั้งที่ 3 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจริงที่ใช้
ในการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 80 คน ทั้งก่อนสอนและหลังสอน จำนวนสองครั้ง

12. หาเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ด้วยวิธีของ เบอร์ก (Berk,
1976 : 4 - 9) และวิธี Decision Theoretic Approaches (Glass, 1978 :
251 - 253) โดยเปรียบเทียบว่าเกณฑ์ใดให้ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนก
ผิดประเภทที่ 1 และ 2 น้อยที่สุด จะใช้เกณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์ของแบบทดสอบ

13. หาคุณภาพของแบบทดสอบ คือ ค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีของโปปแฮม (Popham)
ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างโดยวิธีของคาร์เวอร์ (Carver) และค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ
โดยวิธี Pearson Product-Moment Correlation Coefficient

14. สดทำคู่มือดำเนินการสอบ

15. สดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการทดลอง เพื่อสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ครูผู้สอนคนเดียวกัน ตลอด การทดลอง ซึ่งจะดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำแบบทดสอบไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ที่ดำเนินการ สอน เรื่อง สมการควอดรติกก่อนกลุ่มอื่น โดยนำไปสอบก่อนเรียน แล้วสอบประมาณ 13 - 15 คาบ แล้วจึงสอบหลังเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ ปรับปรุง และ คัดเลือกข้อสอบไปใช้ในครั้งที่ 2

2. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงและคัดเลือกไว้ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มใหม่ จำนวน 40 คน ทั้งก่อนสอนและหลังสอน แล้ววิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และคัดเลือก ข้อสอบที่ดีไปใช้ในครั้งที่ 3

3. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างจริงที่ใช้ในการ ศึกษาค้นคว้า จำนวน 80 คน เพื่อหา เกณฑ์และคุณภาพของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. หาค่าความยาก โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศิริโสภณ 2520 : 150) ดังนี้

$$P = \frac{R}{T}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก

T แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

3. หาค่าดัชนี S โดยวิธีของคริสปิน และ เฟลด์ฮูเซน (โกวิท ประวาลพุกัญ และ ลัมศักดิ์ สันธุระวิชญ์ 2523 : 204 อ้างอิงมาจาก Kryspin and Feldhusen. 1974 : unpagged) ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ตัวถูก

$$S = \frac{R_{\text{pos}} - R_{\text{pre}}}{T}$$

3.2 วิเคราะห์ตัวลง

$$S = \frac{R_{\text{pre}} - R_{\text{pos}}}{T}$$

เมื่อ S แทน ค่าดัชนีอำนาจจำแนก

R_{pos} แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกหลังสอน

R_{pre} แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกก่อนสอน

T แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

4. หาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ใช้สูตรของ คาร์เวอริ์ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ ม.ป.ป. : 10 อ้างอิงมาจาก Carver. 1970 : unpagged) ดังนี้

	กลุ่มที่ไม่ได้รับการสอน	กลุ่มที่ได้รับการสอน
ผ่าน	b	a
ไม่ผ่าน	c	d

$$r_{ck} = (a + c)/N$$

เมื่อ r_{ck} แทน ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

a แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านหลังเรียน

- b แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านก่อนเรียน
 c แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านก่อนเรียน
 d แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านหลังเรียน
 N แทน $a + b + c + d$

5. หาค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่นักเรียนสอบได้จากแบบทดสอบอิง เกณฑ์กับค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ จำนวนห้ารายวิชา คือ ค.101 ค.102 ค.203 ก.204 และ ค.321 โดยใช้สูตร Pearson Product-Moment Correlation Coefficient (ฉ้วน ล้ายยศ และ อังคณา ล้ายยศ 2522 : 167 - 168) ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{NEXY - \Sigma XEY}{\sqrt{\{NEX^2 - (\Sigma X)^2\}\{NEY^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

- เมื่อ r_{xy} แทน ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ
 X แทน คะแนนจากการสอบแบบทดสอบอิง เกณฑ์
 Y แทน ระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์
 N แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยใช้สูตรของ ปอปแฮม (ฉ้วน ล้ายยศ และ อังคณา ล้ายยศ ม.ป.ป. : 17 อ้างอิงมาจาก Popham. 1978 : 149)

$$C = \sqrt{\frac{X^2}{N + X^2}}$$

$$X^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

- เมื่อ C แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอังกฤษ
- a แทน จำนวนนักเรียนสอบผ่านในครั้งที่ 1 แต่สอบไม่ผ่านในครั้งที่ 2
 - b แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านทั้งสองครั้ง
 - c แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้งสองครั้ง
 - d แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านในครั้งที่ 1 แต่สอบผ่านในครั้งที่ 2

7. หาเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยวิธีของ เบอร์ก (Berk. 1976 : 4 - 9) และ
วิธี Decision Theoretic Approaches (Glass. 1978 : 251 - 253) ดังนี้

7.1 วิธีของเบอร์ก กำหนดจุดตัดที่เหมาะสม คือ ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจ
ถูกต้อง คือ $p(FN) + p(FM)$ มีค่าต่ำสุด

ค่าความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 คือ $p(FN)$

ค่าความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 2 คือ $p(FM)$

ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ได้จาก

$$\phi_{VC} = \frac{p(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1 - BR)SR(1 - SR)}}$$

เมื่อ BR แทน ค่าความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากร ได้จาก

$$p(FN) + p(TM)$$

SR แทน ค่าความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ผู้รอบรู้ในประชากร

$$\text{ได้จาก } p(FM) + p(TM)$$

$p(TM)$ แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มหลังสอนและสอบผ่านเกณฑ์

$$\text{ได้จาก } TM/(M + N)$$

$p(TN)$ แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มก่อนสอนและสอบไม่ผ่านเกณฑ์

$$\text{ได้จาก } TN/(M + N)$$

$p(FM)$ แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มก่อนสอนแต่สอบผ่านเกณฑ์

$$\text{ได้จาก } FM/(M + N)$$

- p(FN) แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มหลังสอน แต่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
ได้จาก $FN/(M + N)$
- M แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดหลังสอน
- N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดก่อนสอน

7.2 วิธี Decision Theoretic Approaches

		เกณฑ์ภายนอก		
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
เกณฑ์แบบทดสอบ	ไม่ผ่าน	P_A	P_B	$1 - P_C$
	ผ่าน	P_C	P_D	
		P_E	$1 - P_E$	

ค่าคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบ คือ $f(C_X) = (P_A + P_D)/(P_B + P_C)$ มีค่า

น้อยที่สุด

P_A แทน สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านแบบทดสอบเชิง เกณฑ์ แต่ผ่าน เกณฑ์ภายนอก

P_D แทน สัดส่วนของผู้ที่ผ่านการสอบแบบทดสอบเชิง เกณฑ์ แต่ไม่ผ่าน เกณฑ์
ภายนอก

P_B แทน สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านทั้ง แบบทดสอบเชิง เกณฑ์และ เกณฑ์ภายนอก

P_C แทน สัดส่วนของผู้ที่ผ่านทั้ง แบบทดสอบเชิง เกณฑ์และ เกณฑ์ภายนอก

วิธีการหาเกณฑ์โดยวิธี Decision Theoretic Approaches นี้ จะใช้ระดับ
คะแนนของรายวิชา ค.321 ตั้งแต่ระดับ 2.00 ขึ้นไปเป็น เกณฑ์ภายนอก ส่วน เกณฑ์ภายใน
ตัวแบบทดสอบเชิง เกณฑ์ คือ 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซนต์

เมื่อได้ เกณฑ์จากการคำนวณทั้งสองวิธีนี้แล้ว ผู้วิจัยจะ เลือก เกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด
สำหรับแบบทดสอบโดยที่ เกณฑ์ใดให้ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประ เกณฑ์ 1

และ 2 น้อยที่สุด จะใช้เกณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ ซึ่งผลบวกของความคลาดเคลื่อนทั้งสองประเภท ค่ารวมได้ดังนี้

วิธีของเบอร์ก คือ $p(FN) + p(FM)$

วิธี Decision Theoretic Approaches คือ $P_A + P_D$

8. ทดสอบความเอนยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ดูศรี วงศ์รัตน์ 2525 : 230) โดยการทดสอบค่าที (t-test) ดังนี้

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

N แทน จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
S	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของการสอบก่อนสอบกับการสอบหลังสอบ
$F(C_X)$	แทน	คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมแบบทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theoretic Approaches)
$p(FN) + p(FM)$	แทน	คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมแบบเบอร์ก หรือ ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2
$P_A + P_D$	แทน	ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 แบบทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theoretic Approaches)
C_X	แทน	คะแนนที่ใช้เป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิง เกณฑ์
ϕ_{vc}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมแบบเบอร์ก
r_{ck}	แทน	ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

r_{xy}	แทน	ค่าความเที่ยงตรงตามลําดับของแบบทดสอบอิง เกณฑ์
C	แทน	ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์
t	แทน	การทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การเล่นอมผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เล่นอมผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลําดับดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1

ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ เล่นอมค่าความยากและค่าดัชนี C ของข้อคำถามแต่ละข้อ

การทดสอบครั้งที่ 2

ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ เล่นอมค่าความยากและค่าดัชนี S ของข้อคำถามแต่ละข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3

ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ได้เล่นอมค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ค่าความยาก ค่าดัชนี S ของข้อคำถามแต่ละข้อ ค่าความยากเฉลี่ย และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
2. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
3. คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
4. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
5. ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบครั้งที่ 1

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่สร้างขึ้นทดลองไปทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ ได้ค่าความยากก่อนเล่น ค่าความยากหลังเล่น และค่าดัชนี S ดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 ค่าความยากก่อนล่อน ค่าความยากหลังล่อน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ
ทั้งหมดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S
		ก่อนล่อน	หลังล่อน				ก่อนล่อน	หลังล่อน	
1	1	.45	.90	.45	2	5	.53	.63	.10
	2*	.80	.80	.00		6	.43	.55	.12
	3*	.43	.83	.40		7*	.13	.40	.27
	4	.35	.68	.33		8	.28	.73	.45
	5	.20	.40	.20		9*	.10	.10	.00
	6	.40	.53	.13		10	.23	.40	.17
	7*	.58	.83	.25		11	.13	.50	.37
	8	.25	.63	.38		12	.18	.40	.22
	9	.18	.63	.45		13	.08	.33	.25
	10	.05	.48	.43		14	.13	.33	.20
	11	.10	.60	.50		15*	.33	.33	.00
	12	.28	.48	.20		16	.28	.53	.25
	13*	.20	.13	-.02		17	.08	.45	.37
	14	.30	.53	.23		18*	.18	.15	-.03
	15	.20	.40	.20		19*	.35	.33	-.02
2	1	.63	.83	.20	3	1*	.92	.90	-.02
	2	.65	.85	.20		2	.48	.82	.36
	3	.55	.83	.29		3	.33	.56	.23
	4	.43	.63	.20					

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	
		ก่อนล่อน	หลังล่อน				ก่อนล่อน	หลังล่อน		
3	4	.44	.72	.28	4	4 [*]	.18	.23	.05	
	5	.44	.64	.20		5	.10	.30	.20	
	6 ^{**}	.26	.41	.15		6	.13	.48	.35	
	7	.13	.31	.18		7	.40	.48	.08	
	8	.05	.13	.08		8	.05	.33	.28	
	9	.15	.51	.36		9 [*]	.23	.10	-.13	
	10 [*]	.31	.46	.15		10 [*]	.15	.30	.15	
	11 [*]	.10	.28	.18		11	.38	.73	.35	
	12	.15	.36	.21		12 [*]	.15	.13	-.02	
	13 [*]	.18	.31	.13		13	.03	.18	.15	
	14 [*]	.23	.28	.05		14	.28	.58	.30	
	15 ^{**}	.03	.13	.10		15 [*]	.15	.30	.15	
	16	.21	.36	.15		16	.33	.65	.32	
	17	.26	.38	.12		5	1 [*]	.25	.40	.15
	18 [*]	.26	.28	.02			2 [*]	.10	.45	.35
	19 ^{**}	.31	.35	.04			3 ^{**}	.30	.18	-.12
	20 [*]	.38	.31	-.07	4		.10	.33	.23	
	4	1 ^{**}	.35	.33	-.02	5 [*]	.30	.23	-.07	
		2	.10	.55	.45	6 [*]	.33	.05	-.28	
		3	.50	.63	.13	7 [*]	.18	.35	.17	

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
5	8	.18	.35	.17	6	2	.05	.30	.25
	9	.13	.38	.25		3	.45	.68	.23
	10	.13	.40	.27		4*	.30	.28	-.02
	11*	.33	.25	-.08		5*	.28	.53	.25
	12*	.13	.23	.10		6*	.08	.08	.00
	13	.18	.48	.30		7	.13	.20	.07
	14	.05	.18	.13		8*	.38	.33	-.05
	15*	.23	.33	.10		9*	.20	.15	-.05
	16*	.20	.33	.13		10*	.10	.13	.03
	17	.05	.18	.13		11*	.30	.38	.08
	18*	.08	.23	.05		12	.45	.53	.08
	19	.20	.28	.08		13*	.33	.43	.10
20*	.20	.23	.03	14*	.35	.08	-.27		
6	1	.33	.75	.42	15*	.25	.10	-.15	

* ข้อที่ต้องปรับปรุง

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .05 ถึง .80 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .18 ถึง .90 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 ถึง .50 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 11 ข้อ และต้องแก้ไขปรับปรุง 4 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .08 ถึง .65 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .10 ถึง .85 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.06 ถึง .45 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 15 ข้อ และต้องแก้ไขปรับปรุง 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .03 ถึง .92 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .13 ถึง .90 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.07 ถึง .36 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 10 ข้อ และต้องแก้ไขปรับปรุง 10 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .03 ถึง .50 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .10 ถึง .73 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.13 ถึง .45 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 10 ข้อ และต้องแก้ไขปรับปรุง 6 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .05 ถึง .33 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .05 ถึง .49 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.28 ถึง .35 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 8 ข้อ และต้องแก้ไขปรับปรุง 12 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .05 ถึง .45 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .08 ถึง .75 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.27 ถึง .42 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 5 ข้อ และต้องแก้ไขปรับปรุง 10 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 2

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว จากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวนหกฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 40 คน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของข้อสอบ ได้ค่าความยากก่อนล่อน ค่าความยากหลังล่อน ค่าดัชนี S ดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความยากก่อนเล่น ค่าความยากหลังเล่น และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ
ทั้งหมดฉบับ จากการทำทดสอบครั้งที่ 2

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S
		ก่อนเล่น	หลังเล่น				ก่อนเล่น	หลังเล่น	
1	1	.23	.98	.65	2	5*	.43	.88	.45
	2*	.38	.78	.40		6	.48	.58	.10
	3	.40	.75	.35		7	.15	.58	.43
	4*	.23	.50	.27		8	.60	.73	.13
	5	.05	.45	.40		9*	.20	.33	.13
	6	.25	.53	.28		10	.25	.48	.23
	7	.35	.63	.28		11	.13	.68	.55
	8*	.20	.75	.55		12	.15	.68	.53
	9	.15	.70	.55		13	.25	.48	.23
	10	.05	.60	.55		14	.25	.50	.25
	11	.08	.60	.52		15	.33	.65	.32
	12*	.33	.50	.17		16	.23	.88	.65
	13	.05	.43	.38		17	.20	.48	.28
	14	.23	.45	.22		18*	.20	.10	-.10
	15*	.13	.30	.17		19	.20	.40	.20
2	1*	.43	.75	.32	20	.28	.63	.35	
	2	.60	.90	.30	3	1*	.75	1.00	.25
	3	.40	.78	.38		2	.58	.83	.25
	4*	.55	.88	.33		3	.55	.58	.03

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	
		ก่อนล่อน	หลังล่อน				ก่อนล่อน	หลังล่อน		
3	4	.45	.68	.23	4	4	.25	.25	.00	
	5	.38	.50	.12		5	.28	.35	.07	
	6	.25	.28	.03		6	.10	.18	.08	
	7	.18	.25	.07		7*	.53	.48	-.05	
	8	.08	.33	.25		8*	.38	.35	-.03	
	9	.03	.43	.40		9	.30	.30	.00	
	10	.25	.33	.08		10	.20	.33	.13	
	11	.08	.45	.37		11*	.35	.50	.15	
	12	.35	.60	.25		12	.08	.28	.20	
	13	.15	.58	.43		13	.05	.28	.23	
	14	.10	.40	.30		14	.33	.48	.15	
	15*	.08	.30	.22		15*	.20	.45	.25	
	16	.05	.33	.28		16*	.40	.60	.20	
	17	.30	.58	.28		5	1	.45	.48	.03
	18*	.40	.48	.08			2	.28	.43	.15
	19*	.10	.53	.43			3*	.28	.10	-.18
	20*	.08	.18	.10	4		.25	.35	.10	
	4	1	.13	.50	.37	5	.28	.45	.17	
		2	.08	.43	.35	6*	.28	.23	-.05	
		3*	.55	.48	-.07	7	.18	.38	.20	

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
5	8	.30	.45	.15	6	2	.08	.25	.17
	9	.05	.40	.35		3	.30	.53	.23
	10	.20	.20	.00		4*	.53	.38	-.15
	11*	.38	.18	-.20		5	.33	.38	.05
	12	.13	.25	.12		6*	.15	.20	.05
	13	.28	.50	.22		7	.35	.43	.08
	14*	.33	.40	.07		8	.28	.53	.25
	15	.28	.48	.20		9	.38	.38	.00
	16*	.15	.10	-.05		10*	.15	.13	-.02
	17	.30	.35	.05		11*	.28	.28	.00
6	18	.20	.35	.15	12	.23	.58	.35	
	19	.25	.33	.08	13	.25	.38	.13	
	20*	.20	.20	.00	14	.30	.45	.15	
	1	.20	.73	.53	15*	.38	.43	.05	

* ข้อที่คัดออก

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .05 ถึง .40 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .30 ถึง .88 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .17 ถึง .65 ศัดจำนวนข้อที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และศัดออก 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .13 ถึง .60 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .10 ถึง .90 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.10 ถึง .65 ศัดจำนวนข้อที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ไว้ 15 ข้อ และศัดออก 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .03 ถึง .75 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .18 ถึง 1.00 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .03 ถึง .43 ศัดจำนวนข้อที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ไว้ 15 ข้อ และศัดออก 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อน ตั้งแต่ .05 ถึง .55 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .18 ถึง .60 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.07 ถึง .37 ศัดจำนวนข้อที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และศัดออก 6 ข้อ แบบทดสอบ ฉบับที่ 5 จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .05 ถึง .45 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .10 ถึง .50 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.20 ถึง .35 ศัดจำนวนข้อที่ใช้ได้ไว้ 15 ข้อ และศัดออก 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .08 ถึง .53 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .13 ถึง .73 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.15 ถึง .53 ศัดจำนวนข้อที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และศัดออก 5 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3

ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 2 เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 ขึ้นไป แบบทดสอบฉบับที่ 1, 4 และ 6 ศัดไว้ฉบับละ 10 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2, 3 และ 5 ศัดไว้ฉบับละ 15 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน การทดสอบครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบครั้งสุดท้าย สำหรับการทดลองเพื่อสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์

1. ค่าความยากก่อนล่อน ค่าความยากหลังล่อน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยาก และค่าดัชนี S ของข้อคำถามแต่ละข้อในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความยากก่อนล่อน ค่าความยากหลังล่อน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S
		ก่อนล่อน	หลังล่อน				ก่อนล่อน	หลังล่อน	
1	1	.40	.78	.38	2	1	.69	.88	.19
	2	.24	.83	.65		2	.31	.78	.47
	3	.13	.61	.48		3	.51	.78	.27
	4	.20	.44	.24		4	.20	.46	.26
	5	.45	.74	.28		5	.36	.71	.35
	6	.25	.44	.19		6	.25	.60	.35
	7	.11	.41	.30		7	.13	.65	.52
	8	.15	.51	.36		8	.25	.48	.23
	9	.16	.40	.24		9	.30	.45	.15
	10	.20	.41	.21		10	.18	.40	.22

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
2	11	.18	.33	.15	4	1	.11	.81	.70
	12	.41	.65	.24		2	.24	.35	.11
	13	.15	.53	.38		3	.14	.50	.36
	14	.29	.43	.14		4	.19	.36	.17
	15	.29	.54	.25		5	.21	.25	.04
3	1	.40	.81	.41	6	.30	.61	.31	
	2	.46	.68	.22	7	.28	.34	.06	
	3	.51	.79	.28	8	.18	.28	.10	
	4	.46	.65	.19	9	.11	.29	.18	
	5	.16	.43	.27	10	.06	.45	.39	
	6	.10	.44	.38	5	1	.43	.70	.27
	7	.25	.39	.14		2	.45	.69	.24
	8	.25	.44	.19		3	.59	.69	.10
	9	.11	.56	.45		4	.36	.41	.05
	10	.30	.50	.20		5	.30	.61	.22
	11	.13	.30	.17		6	.11	.30	.19
	12	.28	.48	.20		7	.16	.39	.21
	13	.16	.24	.08		8	.29	.49	.20
	14	.16	.46	.30		9	.24	.50	.26
	15	.25	.66	.41		10	.18	.76	.58

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยาก		S
		ก่อนล่อน	หลังล่อน				ก่อนล่อน	หลังล่อน	
5	11	.33	.79	.46	6	3	.08	.29	.21
	12	.18	.66	.48		4	.33	.51	.18
	13	.23	.46	.23		5	.29	.71	.42
	14	.25	.40	.15		6	.40	.65	.25
	15	.20	.60	.40		7	.51	.63	.12
6	1	.09	.68	.59	8	.19	.63	.44	
	2	.28	.68	.40	9	.29	.73	.44	
					10	.13	.66	.53	

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .11 ถึง .46 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .40 ถึง .89 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .19 ถึง .65 แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .13 ถึง .69 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .40 ถึง .86 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .14 ถึง .52 แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .10 ถึง .51 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .24 ถึง .81 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .08 ถึง .45 แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อน ตั้งแต่ .06 ถึง .30 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .25 ถึง .81 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .04 ถึง .70 แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .11 ถึง .59 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .30 ถึง .79 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .05 ถึง .58 แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากก่อนล่อนตั้งแต่ .08 ถึง .51 ค่าความยากหลังล่อนตั้งแต่ .29 ถึง .73 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .12 ถึง .59

จากค่าความยากของแต่ละข้อคำถาม เมื่อนำมาหาค่าความยากเฉลี่ยและค่าความยากมาตรฐานของแต่ละฉบับ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความยากเฉลี่ยและค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ
จากการทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบฉบับที่	ค่าความยากเฉลี่ย	ค่าความยากมาตรฐาน
1	.5630	12.3600
2	.5780	12.2000
3	.5233	12.7600
4	.4240	13.7600
5	.5633	12.3600
6	.6170	11.8000

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยากเฉลี่ยต่ำสุด คือ .6170 และมีค่าความยากมาตรฐานต่ำสุด คือ 11.8000 แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความยากเฉลี่ยต่ำสุด คือ .4240 และมีค่าความยากมาตรฐานสูงสุด คือ 13.7600

2. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 3 ทั้งหมดฉบับมาคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย: เลขคณิต ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนสอบและหลังสอบ ดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบฉบับที่	คะแนนเต็ม	ทดสอบก่อนสอบ		ทดสอบหลังสอบ	
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
1	10	2.4125	1.2619	5.5375	2.1503
2	15	4.7000	1.9899	8.9000	3.1008
3	15	4.1500	2.0378	7.7750	3.1779
4	10	1.8125	1.2518	4.2125	2.0718
5	15	4.4625	1.7615	8.4625	2.7681
6	10	2.6000	1.2610	6.1625	2.2274

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า ในการทดสอบหลังสอบทุกฉบับมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนสอบ แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด คือ 3.1779 แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด คือ 2.0718 และแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบก่อนสอบหรือการทดสอบหลังสอบ

3. คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ

3.1 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบจำนวน 10 ข้อ ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 จากการสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มาคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theoretic Approach) โดยใช้ระดับคะแนนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปของรายวิชา ค.321 เป็นเกณฑ์ภายนอก และกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบต่างกันสี่เกณฑ์ คือ 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซนต์ ของคะแนนเต็ม และคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีของเบอร์รี่ โดยนำคะแนนจากการสอบก่อนเรียนซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียน

ที่ยังไม่ได้รับการล่อน กับคะแนนจากการสอบหลังเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการล่อนแล้ว มาหาคะแนนจุดตัด และสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ดังแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 คะแนนจุดตัดและเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับที่ 1

จุดตัด		วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ		วิธีของเบอร์รี่	
คะแนน	%	$f(C_{jk})$	$P_A + P_D$	$P(FN) + P(FM)$	ϕ_{VC}
8	80	.4035	.2875	.14000	.3333
7	70	.5094	.3375	.3250	.4608
6	60	.4815	.3250	.2500	.5682
5	50	.6667	.4000	.1563	.7178
4	40	-	-	.2063	.5880

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ คือที่ 8 คะแนน ซึ่งให้ค่า $f(C_{jk})$ น้อยที่สุด และ ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2875 ส่วนคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีของเบอร์รี่ คือที่ 5 คะแนน และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดเท่ากับ .7178 และ ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .1563

3.2 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 2

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบจำนวน 15 ข้อ ของแบบทดสอบฉบับที่ 2 จากการสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน มาคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ โดยใช้ระดับคะแนนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปของรายวิชา ค.321 เป็นเกณฑ์ภายนอก และกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบต่างกันสี่เกณฑ์ คือ 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็ม และคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีของเบอร์รัก โดยนำคะแนนจากการสอบก่อนเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ยังไม่ได้รับการสอบ กับคะแนนจากการสอบหลังเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอบแล้ว มาหาคะแนนจุดตัด และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 คะแนนจุดตัดและเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับที่ 2

จุดตัด		วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ		วิธีของเบอร์รัก	
คะแนน	%	$f(C_x)$	$P_A + P_D$	$p(FN) + p(FM)$	ϕ_{VC}
12	80	.3115	.2375	.3698	.3827
11	70	.3559	.2625	.3313	.4506
10	70	.3333	.2500	.2938	.4989
9	60	.3559	.2625	.2613	.4934
8	50	.5385	.3500	.2063	.6048
7	50	.6327	.3675	.2188	.5647

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ คือ ที่ 12 คะแนน ซึ่งให้ค่า $F(C_{ij})$ น้อยที่สุด และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2375 ส่วนคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีของเบอร์ริก คือ ที่ 8 คะแนน และมีการสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดเท่ากับ .6048 และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2063

3.3 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 3

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบจำนวน 15 ข้อ ของแบบทดสอบฉบับที่ 3 จากการสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน มาคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ โดยใช้ระดับคะแนนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปของรายวิชา ค.321 เป็นเกณฑ์ภายนอก และกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบต่างกันสี่เกณฑ์ คือ 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็ม และคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีของเบอร์ริก โดยนำคะแนนจากการสอบก่อนเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ยังไม่ได้รับการสอน กับคะแนนจากการสอบหลังเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแล้วมาหาคะแนนจุดตัด และสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ดังแสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 8 คะแนนจุดตัดและเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนก
ผิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ
ฉบับที่ 3

จุดตัด		วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ		วิธีของเบอร์ก์	
คะแนน	%	$f(C_{ij})$	$P_A + P_B$	$P(FW) + P(FM)$	\hat{V}_C
12	80	.3115	.2375	.4250	.2847
11	70	.3115	.2375	.3389	.3671
10	70	.2903	.2250	.3333	.3780
9	60	.3550	.2625	.3198	.4480
8	50	.5086	.3625	.2375	.5728
7	50	.5385	.3500	.2438	.5245

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ
คือ ที่ 10 คะแนน ซึ่งให้ค่า $f(C_{ij})$ น้อยที่สุด และผลบวกของความคลาดเคลื่อน
ของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2250 ส่วนคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธี
ของเบอร์ก์ คือ ที่ 8 คะแนน และมีค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดเท่ากับ
.5728 และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ
.2375

3.4 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบจำนวน 10 ข้อ ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 จากกาารสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน มาคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ โดยใช้ระดับคะแนนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป ของรายวิชา ค.321 เป็นเกณฑ์ภายนอก และกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบต่างกันสี่เกณฑ์ คือ 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็ม และคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ตามวิธีของเบอร์ก โดยนำคะแนนจากการสอบก่อนเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ยังไม่ได้รับการสอน กับคะแนนจากการสอบหลังเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแล้ว มาหาคะแนนจุดตัด และสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ดังแสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 คะแนนจุดตัด และเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับที่ 4

จุดตัด		วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ		วิธีของเบอร์ก	
คะแนน	%	$f(C_{\frac{x}{n}})$	$I_A + I_D$	$f_1(IE) + f_2(IE)$	ϕ_{VC}
8	80	.4545	.3125	.4688	.1796
7	70	.3115	.2375	.4063	.3216
6	60	.4035	.2875	.3750	.3630
5	50	.4545	.3125	.3188	.4400
4	40	-	-	.2500	.5164
3	30	-	-	.2438	.5145
2	20	-	-	.2875	.4637

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ คือ ที่ 7 คะแนน ซึ่งให้ค่า $E(C_{xx})$ น้อยที่สุด และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2375 ส่วนคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีของเบอร์ก์ คือ ที่ 3 คะแนน และมีค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด เท่ากับ .5145 และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2438

3.5 คะแนน กลยุทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 5

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบ จำนวน 15 ข้อ ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5 จากการสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน มาคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ตามวิธี ทฤษฎีการตัดสินใจ โดยใช้ระดับคะแนนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปของรายวิชา ค.321 เป็นเกณฑ์ ภายนอก และกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบต่างกันสี่ เกณฑ์ คือ 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็ม และคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ตามวิธีของ เบอร์ก์ โดยนำคะแนน จากการสอบก่อนเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มที่มัก เรียนที่ยัง ไม่ได้รับการสอนกับคะแนนจากการสอบ หลังเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนแล้วมาหาคะแนนจุดตัด และสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง ของคะแนนจุดตัด ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 คะแนนจุดตัดและเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 และค่าสหสัมพันธ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับที่ 5

จุดตัด		วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ		วิธีของเบอร์รัท	
คะแนน	%	$f(C_{X'})$	$P_A + P_D$	$p(PN) + p(FN)$	ϕ_{VC}
12	80	.4545	.3125	.4375	.2582
11	70	.4545	.3125	.3500	.4201
10	70	.7391	.4250	.2938	.5097
9	60	.7021	.4125	.2625	.5396
8	50	.7778	.4375	.2188	.6036
7	50	1.0513	.5125	.1938	.5379
6	40	-	-	.2188	.5647

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ คือ ที่ 11 และ 12 คะแนน ซึ่งในค่า $f(C_{X'})$ น้อยที่สุด และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .3125 ส่วนคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีของเบอร์รัท คือ ที่ 7 คะแนน และมีค่าสหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดเท่ากับ .5379 และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .1938

3.6 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 6

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบจำนวน 10 ข้อ ของแบบทดสอบฉบับที่ 6 จากการสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน มาคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ โดยใช้ระดับคะแนนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปของรายวิชา ค.321 เป็นเกณฑ์ภายนอก และกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบต่างกันสี่เกณฑ์ คือ 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็ม และคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ตามวิธีของเบอร์รี่ โดยนำคะแนนจากการสอบก่อนเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ยังไม่ได้รับการสอน กับคะแนนจากการสอบหลังเรียน ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแล้ว มาหาคะแนนจุดตัด และสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ดังแสดงไว้ในตาราง 11

ตาราง 11 คะแนนจุดตัด และเปอร์เซ็นต์จุดตัด ผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 และสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับที่ 6

จุดตัด		วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ		วิธีของเบอร์รี่	
คะแนน	%	$f(C_x)$	$F_A + P_D$	$p(F_A) + p(F_1)$	ϕ_{VC}
8	80	.2698	.2125	.3500	.4201
7	70	.5094	.3375	.2563	.5583
6	60	.6667	.4000	.2063	.6304
5	50	.9512	.4875	.1625	.6928
4	40	-	-	.1875	.6281

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ คือที่ 8 คะแนนซึ่งให้ค่า $f(\bar{C}_{ij})$ น้อยที่สุด และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2125 ส่วนคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตามวิธีของเบอร์ก์ คือที่ 5 คะแนน และมีค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดเท่ากับ .6928 และผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .1625

3.7 คะแนนจุดตัดเฉลี่ยที่ได้จากวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ และวิธีของเบอร์ก์

ผู้วิจัยได้นำจุดตัดที่ได้จากวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ และวิธีของเบอร์ก์ ของแบบทดสอบทั้งหมดมาคำนวณหาจุดตัดเฉลี่ย ดังแสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12 จุดตัดเฉลี่ยระหว่างคะแนนจุดตัดที่ได้จากวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ และวิธีของเบอร์ก์

แบบทดสอบ	วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ		วิธีของเบอร์ก์		จุดตัดเฉลี่ย	
	จุดตัด	$P_{11} + P_{21}$	จุดตัด	$p(FH) + p(FN)$	คะแนน	%
ฉบับที่ 1	8	.2875	5	.1563	7	70
ฉบับที่ 2	12	.2375	8	.2063	10	70
ฉบับที่ 3	10	.2250	8	.2375	9	60
ฉบับที่ 4	7	.2375	3	.2438	5	50
ฉบับที่ 5	11	.3125	7	.1938	9	60
ฉบับที่ 6	8	.2125	5	.1625	7	70

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่า ถ้าพิจารณาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมกับวิถีพิจารณา จากค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 น้อยที่สุด จะปรากฏว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 ต้องใช้เกณฑ์ที่คำนวณจาก วิธีของเบอร์รี่ ซึ่งจะได้คะแนนจุดตัดที่ 5, 8, 7 และ 5 คะแนน ตามลำดับ ส่วนแบบทดสอบ ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 จะต้องใช้ใช้เกณฑ์ที่คำนวณจากวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ ซึ่งจะได้คะแนน จุดตัดที่ 10 และ 7 คะแนน ตามลำดับ

แต่ถ้านำคะแนนจุดตัดที่ได้จากวิธีของเบอร์รี่ และวิธีทฤษฎีการตัดสินใจมาหาคะแนน จุดตัดเฉลี่ย จะปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 5 และ ฉบับที่ 6 จะได้คะแนนจุดตัดเฉลี่ยเป็น 7, 10, 9, 5, 9 และ 7 ซึ่งจะมีค่าประมาณร้อยละ 70, 70, 60, 50, 60 และ 70 ของคะแนนเต็ม ตามลำดับ

4. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 3 ทั้งหกฉบับมาคำนวณหา ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง และความเที่ยงตรง ตามสภาพ ส่วนค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาเริ่ม ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหา เป็นผู้ตรวจ พิจารณาไว้ก่อนแล้ว ดังนี้

4.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา เป็นผู้ตรวจ พิจารณา โดยตรวจสอบเป็นสองตอน ดังนี้

ตอนแรก นำเนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ในเนื้อหาวิชาตัดสินว่า จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้นนั้นครอบคลุมเนื้อหาของหลักสูตร หรือไม่ แล้วคำนวณหาน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ ดังตาราง 13

ตาราง 13 ค่าคะแนนเฉลี่ยของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	คะแนน เฉลี่ย
1. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก	ข้อ 1	1.00
2. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม	ข้อ 2	1.00
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$	ข้อ 3	1.00
4. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์	ข้อ 4	1.00
5. การแก้สมการควอดราติก	ข้อ 5	1.00
6. การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก	ข้อ 6	1.00

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าเกิน 0.5 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมซึ่งตรงตามเนื้อหาของหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พุทธศักราช 2521

ตอนต่อไป นำข้อสอบและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาตัดสินว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นหรือไม่ แล้วคำนวณหาค่าเข้าหนักคะแนนเฉลี่ยเช่นเดียวกับตอนแรก ดังตาราง 14

ตาราง 14 ค่าคะแนนเฉลี่ยของข้อสอบกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนเฉลี่ย	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนเฉลี่ย
ข้อ 1	1	1.00	ข้อ 2	1	1.00
	2	1.00		2	1.00
	3	1.00		3	1.00
	4	0.80		4	1.00
	5	1.00		5	1.00
	6	1.00		6	1.00
	7	1.00		7	1.00
	8	1.00		8	1.00
	9	1.00		9	0.80
	10	1.00		10	1.00
	11	1.00		11	1.00
	12	1.00		12	1.00
	13	0.80		13	1.00
	14	1.00		14	1.00
	15	1.00		15	1.00

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนเฉลี่ย	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนเฉลี่ย
ข้อ 2	16	1.00	ข้อ 3	16	1.00
	17	1.00		17	1.00
	18	0.70		18	1.00
	19	0.80		19	0.90
	20	1.00		20	1.00
ข้อ 3	1	1.00	ข้อ 4	1	1.00
	2	1.00		2	1.00
	3	1.00		3	0.90
	4	1.00		4	1.00
	5	1.00		5	1.00
	6	1.00		6	1.00
	7	1.00		7	0.70
	8	1.00		8	1.00
	9	1.00		9	1.00
	10	1.00		10	0.90
	11	1.00		11	0.70
	12	1.00		12	0.90
	13	1.00		13	0.90
	14	0.90		14	0.90
	15	0.90		15	0.90
			16	0.90	

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนเฉลี่ย	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนเฉลี่ย
ข้อ 5	1	1.00	ข้อ 5	18	1.00
	2	0.90		19	1.00
	3	1.00		20	1.00
	4	0.80	ข้อ 6	1	1.00
	5	1.00		2	1.00
	6	1.00		3	1.00
	7	1.00		4	1.00
	8	1.00		5	1.00
	9	1.00		6	1.00
	10	1.00		7	1.00
	11	1.00		8	1.00
	12	1.00		9	1.00
	13	1.00		10	1.00
	14	1.00		11	0.90
	15	1.00		12	1.00
	16	1.00		13	0.90
	17	1.00		14	1.00
			15	0.90	

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของข้อสอบทุกข้อมีค่าเกิน 0.5 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ข้อสอบที่สร้างขึ้นจึงวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังนั้น แบบทดสอบซึ่ง เกณฑ์ทั้งหมดฉบับนี้จึงมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาสามารถวัดเรื่องส่งผลการควบคุมการควบคุมได้จริง

4.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ผู้วิจัยหาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง โดยคำนวณจากสูตรของ คาร์เวอว์ ดังแสดงผลในตาราง 15

ตาราง 15 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	n	C_x	N	r_{ck}
1	10	5	80	.8438
2	15	8	80	.7938
3	15	10	80	.6250
4	10	7	80	.5938
5	15	7	80	.8063
6	10	5	80	.8375

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่าค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับนี้มีค่าตั้งแต่ .5938 ถึง .8438 แบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างต่ำสุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างต่ำสุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 4 ซึ่งแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างสูงกว่า 0.50 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 3 ทั้งหกฉบับไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 รายวิชา คือ ค.101 ค.102 ค.203 ค.204 และ ค.321 โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) ดังแสดงไว้ในตาราง 16

ตาราง 16 ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	N	r_{xy}	t
1	80	.5090	5.2225***
2	80	.5859	6.3853***
3	80	.6102	6.8023***
4	80	.4229	4.1217***
5	80	.6728	6.0316***
6	80	.4894	4.9564***

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 $t_{.01} = 2.617$

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่าค่าความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีค่าตั้งแต่ .4229 ถึง .6728 แบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงตามสภาพต่ำสุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 5 แบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงตามสภาพต่ำสุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 4 ซึ่งแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเที่ยงตรงตามสภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ แบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีความเที่ยงตรงตามสภาพจริงตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 3 ทั้งหมดฉบับมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ ปอปแฮม ดังแสดงผลในตาราง 17

ตาราง 17 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	n	C_x	N	C
1	10	5	80	.3972
2	15	8	80	.4358
3	15	10	80	.4103
4	10	7	80	.2280
5	15	7	80	.3350
6	10	5	80	.2848

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับมีค่าตั้งแต่ .2280 ถึง .4358 แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คือ แบบทดสอบ ฉบับที่ 2 แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 4 ซึ่งแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า .20 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอนแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อเลือก เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อหาความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่สร้างขึ้น

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อําเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 160 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ แบบทดสอบอิง เกณฑ์ เรื่องสมการควอดราติก ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยหกฉบับ ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงตรรกยะ $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a=1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงตรรกยะ $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a=1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงตรรกยะ $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$

แบบทดสอบฉบับที่ 4 การแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลติกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็น
กำลังสองสมบูรณ์

แบบทดสอบฉบับที่ 5 การแก้สมการควอดราติก

แบบทดสอบฉบับที่ 6 การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้งหมดฉบับไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
โดยทำการทดสอบสามครั้ง แต่ละครั้งไปในกลุ่มตัวอย่างเดิม และนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่าง
ทำข้อสอบทั้งหมดฉบับ

การทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน
เพื่อหาค่าความยากก่อนสอน ค่าความยากหลังสอน และค่าดัชนี 5 ของข้อสอบแต่ละข้อ พร้อมทั้ง
แก้ไขปรับปรุงข้อที่ผิดพลาดคลั่งตามเกณฑ์

การทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแล้วจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไป
ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อหาค่าความยากก่อนสอน ค่าความยากหลังสอน และค่า
ดัชนี 5 ของข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่ผิดพลาดคลั่งตามเกณฑ์ไว้ฉบับละ 10 ข้อ สำหรับ
แบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 4 และฉบับที่ 6 ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 5
คัดเลือกไว้ฉบับละ 15 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบ
กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ และหาเกณฑ์ที่เหมาะสมของ
แบบทดสอบแต่ละฉบับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความยากก่อนสอน ค่าความยากหลังสอน และค่าดัชนี 5 ของแบบทดสอบทั้ง
หกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1
2. ค่าความยากก่อนสอน ค่าความยากหลังสอน และค่าดัชนี 5 ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ
จากการทดสอบครั้งที่ 2

3. ค่าความยากก่อนสอบ ค่าความยากหลังสอบ และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทำทดสอบครั้งที่ 3

4. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทำทดสอบครั้งที่ 3

5. หาเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ จากการทำทดสอบครั้งที่ 3

6. หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ จากการทำทดสอบครั้งที่ 3

7. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ จากการทำทดสอบครั้งที่ 3

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความยากก่อนสอบ ค่าความยากหลังสอบ จากการทำวิเคราะห์ผลการสอบทั้งสามครั้ง ได้ค่าความยากก่อนสอบ และค่าความยากหลังสอบ สรุปผลได้ดังนี้

ก. การทดสอบครั้งที่ 1

ก.1 แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมย์ลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก

มีค่าความยากก่อนสอบตั้งแต่ .05 ถึง .80 ค่าความยากหลังสอบตั้งแต่ .18 ถึง .90

ก.2 แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมย์ลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม

มีค่าความยากก่อนสอบตั้งแต่ .08 ถึง .65 ค่าความยากหลังสอบตั้งแต่ .10 ถึง .85

ก.3 แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมย์ลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$

มีค่าความยากก่อนสอบตั้งแต่ .03 ถึง .92 ค่าความยากหลังสอบตั้งแต่ .13 ถึง .90

ก.4 แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมย์ลดีกรีสองโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์

มีค่าความยากก่อนสอบตั้งแต่ .03 ถึง .50 ค่าความยากหลังสอบตั้งแต่ .13 ถึง .73

ก.5 แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก

มีค่าความยากก่อนสอบตั้งแต่ .05 ถึง .33 ค่าความยากหลังสอบตั้งแต่ .05 ถึง .48

ก.6 แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก

มีค่าความยากก่อนสอบตั้งแต่ .05 ถึง .45 ค่าความยากหลังสอบตั้งแต่ .08 ถึง .75

การทดสอบครั้งที่ 2

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก

มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .05 ถึง .40 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .30 ถึง .88

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม

มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .13 ถึง .60 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .10 ถึง .90

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$

มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .03 ถึง .75 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .18 ถึง 1.00

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์

มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .05 ถึง .55 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .18 ถึง .60

แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก

มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .05 ถึง .45 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .10 ถึง .50

แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก

มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .08 ถึง .53 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .13 ถึง .73

การทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก

มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .11 ถึง .46 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .40 ถึง .89

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม

มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .13 ถึง .69 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .40 ถึง .88

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$

มีค่าความยากก่อนเล่นตั้งแต่ .10 ถึง .51 ค่าความยากหลังเล่นตั้งแต่ .24 ถึง .81
แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามมีผลดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสอง

สมบูรณ์

มีค่าความยากก่อนเล่นตั้งแต่ .06 ถึง .30 ค่าความยากหลังเล่นตั้งแต่ .25 ถึง .81
แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก

มีค่าความยากก่อนเล่นตั้งแต่ .11 ถึง .59 ค่าความยากหลังเล่นตั้งแต่ .30 ถึง .79
แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก

มีค่าความยากก่อนเล่นตั้งแต่ .08 ถึง .51 ค่าความยากหลังเล่นตั้งแต่ .29 ถึง .73

2. ค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ จากการใช้วิเคราะห์ผลการสอบทั้งสามครั้ง

ได้ค่าดัชนี S สรุปผลได้ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามมีผลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 ถึง .50

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามมีผลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.03 ถึง .45

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามมีผลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.07 ถึง .36

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามมีผลดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลัง

สองสมบูรณ์ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.13 ถึง .45

แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.28 ถึง .35

แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.27 ถึง .42

การทดสอบครั้งที่ 2

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามมีผลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1, b$ และ c เป็นจำนวนเต็มบวก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .17 ถึง .65

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามมีผลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1, b$ และ c เป็นจำนวนเต็ม มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.10 ถึง .65

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .03 ถึง .43

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสอง

สมบูรณ์ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.07 ถึง .37

แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.20 ถึง .35

แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.15 ถึง .53

การทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1, b$ และ c เป็นจำนวนเต็มบวก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .19 ถึง .65

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

$a = 1, b$ และ c เป็นจำนวนเต็ม มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .14 ถึง .52

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ

a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .08 ถึง .45

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสอง

สมบูรณ์ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .04 ถึง .70

แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .05 ถึง .58

แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .12 ถึง .59

3. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ จะให้การวิเคราะห์เฉพาะการทดสอบ

ครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายในการทดลอง เพื่อสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ มีค่าสถิติพื้นฐาน

ดังแสดงในตาราง 5 ปรากฏผลดังนี้ ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนส่วนของแบบทดสอบการแยกตัวประกอบ

ของโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1, b$ และ c เป็นจำนวนเต็มบวก

แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1, b$ และ

c เป็นจำนวนเต็ม แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$

เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของโพลีโนเมียลดีกรีสอง

โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก และแบบทดสอบการแก้โจทย์

ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าเรียงตามลำดับ คือ 2.4125, 4.7000, 4.1500 และ 1.8125, 4.4625 และ 2.6000 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนสอนของแบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าเรียงตามลำดับ คือ 1.2619, 1.9899, 2.0378, 1.3518, 1.7815 และ 1.2610 ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังสอนของแบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าเรียงตามลำดับ คือ 5.5375, 8.9000, 7.7750, 4.2125, 8.4625 และ 6.1625 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังสอนของแบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อยอดดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าเรียงตามลำดับ คือ 2.1503, 3.1008, 3.1779, 2.0718, 2.7891, และ 2.2274

4. คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3 ปรากฏผลดังนี้

4.1 แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1, b$ และ c เป็นจำนวนเต็มบวก คะแนนเกณฑ์ คือ 5 ใน 10 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .1563

4.2 แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1, b$ และ c เป็นจำนวนเต็ม คะแนนเกณฑ์ คือ 8 ใน 15 ข้อ หรือประมาณ ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2063

4.3 แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ คะแนนเกณฑ์ คือ 10 ใน 15 ข้อ หรือประมาณ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2250

4.4 แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ คะแนนเกณฑ์ คือ 7 ใน 10 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .2375

4.5 แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก คะแนนเกณฑ์ คือ 7 ใน 15 ข้อ หรือประมาณร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .1938

4.6 แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก คะแนนเกณฑ์ คือ 5 ใน 10 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกชนิดประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ .1625

แต่ถ้าจะพิจารณาเกณฑ์ที่เหมาะสมจริง ๆ ควรนำเกณฑ์ที่ได้จากวิธีปฏิบัติการ ตัดสินใจและวิธีของ เบอรัค มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งเมื่อหาค่าเฉลี่ยแล้วจะได้เกณฑ์ที่คิดว่าน่าจะเหมาะสมที่สุด ดังนี้ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนเต็ม แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก จะมีเกณฑ์เป็น 7, 10, 9, 5, 9 และ 7 คะแนน หรือมีค่าประมาณร้อยละ 70, 70, 60, 50, 60 และ 70 ของคะแนนเต็มตามลำดับ

5. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งหมดพบ จากการทดสอบครั้งที่ 3 ปรากฏผล ดังนี้

5.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้ตรวจพิจารณาโดยใช้วิธีของ โรวีเนลส์ และแอมแปลตัน ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และข้อสอบทุกข้อมีค่าเกิน 0.5 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ชัดเจน และข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการ แสดงว่าแบบทดสอบทั้งหมดมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจริง

5.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของคาร์เวออร์ ปรากฏผลว่าแบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก และ

แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติกมีค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างเรียงตามลำดับ คือ .8438, .7938, .6250, .5938, .8063 และ .8375

5.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ปรากฏผลว่า แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมิลต์กรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมิลต์กรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1, b$ และ c เป็นจำนวนเต็ม แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมิลต์กรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมิลต์กรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าความเที่ยงตรงตามสภาพเรียงตามลำดับ คือ .5090, .5859, .6102, .4229, .6728 และ .4894

6. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของปอปแฮม ปรากฏผลว่า แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมิลต์กรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมิลต์กรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มแบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมิลต์กรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามเมิลต์กรีสองโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าความเชื่อมั่นเรียงตามลำดับ คือ .3972, .4358, .4103, .2280, .3350 และ .2848

อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ การสร้างแบบทดสอบเชิงเกณฑ์ เรื่องสมการควอดราติก และหาเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ค่าความยากก่อนสอน ค่าความยากหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ จากผลการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏผลว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .03 ถึง .92 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .05 ถึง .90 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.28 ถึง .50 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ครั้งนี้พบว่า ค่าความยากก่อนสอนของข้อสอบส่วนมากจะมีค่าน้อยกว่า ค่าความยากหลังสอน เพราะก่อนสอนนักเรียนยังมีความรู้ในเรื่องที่กำลังจะสอนน้อยมาก หลังจากได้รับการสอนแล้ว ทำให้ให้นักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้นเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่าความยากที่หาจากข้อมูล หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน นอกจากนี้ค่าความยากก่อนสอนและหลังสอน ยังกระจายกว้างมากแสดงว่ามีข้อสอบทั้งยากและง่ายปะปนกัน ส่วนค่าดัชนี S มีค่าเป็นลบหลายข้อ เพราะเป็นครั้งแรกของการนำแบบทดสอบชุดนี้ไปทดสอบ ข้อสอบยังมีข้อบกพร่องหลายประการ เช่น ข้อสอบยากเกินไป ความกำกวมในการใช้ภาษา และตัวดวงไมมีประสิทธิภาพ เมื่อปรับปรุงข้อสอบบางข้อแล้ว นำแบบทดสอบทั้งหกฉบับไปทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏผลว่า มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .05 ถึง .75 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .10 ถึง 1.00 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.20 ถึง .65 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ครั้งนี้ยังมีบางข้อที่มีค่าดัชนี S ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด แต่ก็มีเพียงจำนวนน้อย ข้อสอบส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ คือ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 ขึ้นไป จึงคัดเลือกข้อสอบไว้ตามจำนวนที่ต้องการ และมีบางข้อที่ต้องลบที่ตัวเลือกและตัวดวงบ้าง แล้วนำแบบทดสอบทั้งหกฉบับไปทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของการทดลองเพื่อสร้างแบบทดสอบครั้งนี้โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น ปรากฏว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .06 ถึง .69 ค่าความยากหลังสอนตั้งแต่ .24 ถึง .89 และ ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .04 ถึง .70 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ เพราะข้อสอบผ่านการปรับปรุงและคัดเลือกมาแล้ว และยังมีค่าความยาก สอดคล้องกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ ไพฑูริย์ เวทการ (ไพฑูริย์ เวทการ 2524 : 73) ได้สร้างไว้ คือ มีค่าความยากก่อนสอนตั้งแต่ .16 ถึง .50 ค่าความยากหลังสอน ตั้งแต่ .30 ถึง .90 และมีค่าดัชนี S สอดคล้องกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ บุญเลิศ คำหอม (บุญเลิศ คำหอม 2525 : 89) ได้สร้างไว้ คือ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .09 ถึง .73 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำ

ค่าความยากหลังล่อนไปหาค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับพบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ถึง ฉบับที่ 6 มีค่าความยากเฉลี่ยเรียงตามลำดับ คือ .5630, .5780, .5247, .4240, .5633 และ .6170 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 มีค่าความยากค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของเมโย (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 84 อ้างอิงมาจาก Mayc. 1970 : unpagged) ที่ว่าค่าความยากของแบบทดสอบเชิงเกณฑิควรมีค่าสูง เพราะนักเรียนส่วนใหญ่ควรทำข้อสอบได้ แต่แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีความยากอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทั้งนี้ เพราะข้อสอบเชิง เกณฑิสร้างมาจากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของ เนื้อหาที่ไปสอนนักเรียน ค่าความยากง่ายขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่เรียน (เล่มศักดิ์ สันธุระเวชย์ 2521 : 82 และไพศาล หวังพานิช 2523 : 276 - 277) ถ้า เนื้อหาที่เรียนง่ายข้อสอบควรง่าย ค่าความยากเฉลี่ยจะอยู่ในระดับค่อนข้างสูง แต่แบบทดสอบฉบับที่ 4 วัดเนื้อหาเกี่ยวกับการแยกตัวประกอบของโพลิโนเมียลดีกรีสองโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ยาก เพราะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องจำนวนจริง เช่น จำนวนอตรรกยะ ซึ่งนักเรียนยังไม่เคยเรียนรู่มาก่อน และยังคงต้องเรียนรู้รูปแบบของกำลังสองสมบูรณ์ ซึ่งทำให้ข้อสอบที่ถามวัดในฉบับนี้ยาก อันเป็นเหตุให้ค่าความยากเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าความยาก และค่าดัชนี S ที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ของแบบทดสอบเชิง เกณฑิ

2. เกณฑิที่เหมาะสมของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้หา เกณฑิจากวิธีของ เบอรัคและวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ แล้วเลือก เกณฑิที่ทำให้ค่าผลบวกของความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2 น้อยที่สุด ปรากฏว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 ต้องใช้วิธีของ เบอรัค โดยได้คะแนนจุดตัดที่ 5, 8, 7 และ 5 คะแนนตามลำดับ ซึ่งมีค่าประมาณร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มของแต่ละฉบับ สำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมได้จากวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ โดยได้คะแนนจุดตัดที่ 10 และ 7 คะแนนตามลำดับ ซึ่งมีค่าประมาณร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มของแต่ละฉบับจะเห็นได้ว่าทั้ง ๆ ที่แบบทดสอบฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 ค่อนข้างยากกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 แต่คะแนนจุดตัดที่ได้กลับสูงกว่าฉบับที่ง่ายกว่า ทั้งนี้เพราะจุดตัดเหล่านี้พิจารณาจากผลบวกของ

ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกนิตประเภทที่ 1 และ 2 ที่มีค่าน้อยที่สุด และวิธีการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าว ตามวิธีของเบอร์ริก และวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ ก็ไม่เหมือนกัน อีกทั้งคะแนนจุดตัดและค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ จะขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ภายนอก แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ และจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอกแต่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ ซึ่งมักจะเป็นเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง ส่วนคะแนนจุดตัดและค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากวิธีของเบอร์ริกนั้นจะขึ้นอยู่กับผลการสอบของนักเรียนก่อนสอนและหลังสอน ซึ่งมักจะเป็นเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำหรืออยู่ที่คะแนนเฉลี่ย จึงเป็นเหตุให้คะแนนเกณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นถ้าจะพิจารณาเกณฑ์ที่เหมาะสมจริง ๆ ควรนำเกณฑ์ที่ได้จากวิธีการทั้งสองนี้มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งเมื่อหาค่าเฉลี่ยแล้วจะได้เกณฑ์ที่คิดว่าน่าจะเหมาะสมที่สุด โดยที่แบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 จะมีเกณฑ์เป็น 7, 10, 9, 5, 9 และ 7 คะแนน หรือมีค่าประมาณร้อยละ 70, 70, 60, 50, 60 และ 70 ของคะแนนเต็มตามลำดับ ซึ่งเกณฑ์ที่ได้นี้จะใกล้เคียงกับผลงานวิจัยของบุญเลิศ คำหอม (บุญเลิศ คำหอม 2525 : 68 - 75) ที่ศึกษาพบว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เรื่องสมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ได้จากค่าเฉลี่ยจากวิธีของเบอร์ริก และการกำหนดของครูผู้สอน มีค่าตั้งแต่ 55 - 60 เปอร์เซ็นต์ และยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สมถวิล วิจิตรวรธนา (สมถวิล วิจิตรวรธนา 2524 : 82 - 108) ที่ศึกษาพบว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เรื่องการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ได้จากค่าเฉลี่ยจากวิธีของเบอร์ริก และการกำหนดของครูผู้สอนมีค่าตั้งแต่ 50 - 80 เปอร์เซ็นต์ และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ส้มหวัง ทิรยานุวัฒน์ (ส้มหวัง ทิรยานุวัฒน์ 2520 : 13) ที่พบว่าเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาสี่ปีมีค่าสถิติมีค่าเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ เกณฑ์ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับยังใกล้เคียงกับผลงานวิจัยของมิลล์แมน และคณะ (Linn. 1978 : 304 citing Millman and others. n.d. : unpagged) ที่ได้ร่วมกันพิจารณากำหนดเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

วิชาอ่านอังกฤษ และคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้เกณฑ์เป็น 75 และ 55 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แบบทดสอบอังกฤษ เกณฑ์ทั้งหมดฉบับดังกล่าว น่าจะใช้เกณฑ์ในฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 เป็น 7, 10, 9, 5, 9 และ 7 คะแนน หรือ มีค่าประมาณร้อยละ 70, 70, 60, 50, 60 และ 70 ของ คะแนนเต็มตามลำดับ ซึ่งจะเป็น เกณฑ์ที่เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ตัดสินผลการเรียน ของนักเรียนได้จริง

3. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ ผู้วิจัยหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง และความเที่ยงตรงตามสภาพ ปรากฏผลดังนี้ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้ตรวจสอบพิจารณาตามวิธีของโรบินสัน และ แลมเบิร์ตสัน ปรากฏว่า นักศึกษาคะแนนเฉลี่ยของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมแต่ละข้อกับเนื้อหาวิชา และข้อสอบแต่ละข้อกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าเกิน 0.5 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ แสดงว่า การกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ชัดเจนไว้ชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหา ข้อสอบทุกข้อ วัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด ดังนั้น แบบทดสอบทั้งหมดฉบับมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ดีแล้ว (สงวน สัปดาห์ 2523 ก. : 36 - 40 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton, 1977 : unpagged) และยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ อนันต์ ศิริโสภณ (อนันต์ ศิริโสภณ 2520 : 70) ที่ว่า การที่จะตัดสินว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มากน้อยเพียงใด จะพิจารณาทั้ง เนื้อหาวิชาและชนิดของพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดจากนักเรียนทั้งสองอย่างไปพร้อมกัน ส่วนค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบ ผู้วิจัยหาจากกลุ่มที่เรียนแล้วกับกลุ่มที่ยังไม่เรียน โดยคำนวณจากสูตรของ คาร์เวอริ (ลวิน สบายค์ และอังคณา สบายค์ ม.ป.ป. : 10 อ้างอิงมาจาก Carven, 1970 : unpagged) ได้ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของ แบบทดสอบอังกฤษ เกณฑ์ทั้งหมดฉบับเรียงตามลำดับ คือ .8438, .7938, .6250, .5938, .8063 และ .8375 ซึ่งมีค่าสูงกว่า .90 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกฉบับ ซึ่งใกล้เคียงกับแบบทดสอบอังกฤษ เกณฑ์ที่ ไพรอร์ย์ เวทการ (ไพรอร์ย์ เวทการ 2524 : 71) ได้สร้างไว้มีค่าความเที่ยงตรง

ตั้งแต่ .6098 - .8068 เมื่อกำหนดเกณฑ์เป็น 50 - 70 เปอร์เซนต์ และยังมีค่าความเที่ยงตรงใกล้เคียงกับแบบทดสอบที่ บุญเลิศ คำหอม (บุญเลิศ คำหอม 2525 : 88) ได้สร้างไว้ซึ่งมีความเที่ยงตรงตั้งแต่ .6667 - .7667 เมื่อกำหนดคะแนนเกณฑ์เป็น 55 - 60 เปอร์เซนต์ ดังนั้น แบบทดสอบอิง เกณฑ์ทั้งหกฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างดี ส่วนค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ ผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่นักเรียนสอบได้จากแบบทดสอบกับค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ จำนวนห้ารายวิชา คือ ค. 101 ค. 102 ค. 203 ค. 204 และ ค.321 ปรากฏว่า แบบทดสอบทุกฉบับมีความเที่ยงตรงตามสภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น แบบทดสอบทุกฉบับมีความเที่ยงตรงตามสภาพดี ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชวาล แพรัตกุล (ชวาล แพรัตกุล 2518 : 123 - 127) ที่ว่า คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง และความเที่ยงตรงตามสภาพด้วย จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นแสดงว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง และความเที่ยงตรงตามสภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ ผู้วิจัยหาโดยวิธีของปอปแฮม ผลปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีค่าเรียงตามลำดับ คือ .3972, .4358, .4103, .2280, .3350 และ .2848 ซึ่งมีความสูงกว่า .20 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ค่าความเชื่อมั่นดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่ ไพฑูรย์ เวทการ (ไพฑูรย์ เวทการ 2524 : 64) ได้สร้างไว้ คือ มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในช่วงตั้งแต่ .2042 - .3545 เมื่อกำหนดคะแนนเกณฑ์เป็น 50 - 70 เปอร์เซนต์ และยังสอดคล้องกับผลงานของ ดันแคน (Duncan) ที่คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa) เมื่อกำหนดความยาวของข้อสอบเป็น 10 ข้อ ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเป็น .262 (Huynh. 1976 : 260 - 261) ถึงแม้ว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีค่าไม่สูงเท่าที่ควรเหมือนกับแบบทดสอบอิงกลุ่ม แต่ก็ยังเป็นไปตามลักษณะของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์จะสูงหรือไม่ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ถ้าเกณฑ์มีค่าอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย ค่าความเชื่อมั่นจะสูง และเมื่อเกณฑ์มีค่าต่างจาก

คะแนนเฉลี่ย ค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าต่ำ (Luyth, 1976 : 258 -261) นอกจากนี้
 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ยังขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการสอนด้วย ถ้ามีการจัด
 การเรียนการสอนดี ค่าของความเชื่อมั่นจะเข้าใกล้ศูนย์ (เล่มศักดิ์ สินธุระเวชย์ 2522 : 8
 อ้างอิงมาจาก Popham and Husek. 1961 : unpagged)

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่า การทดลองเพื่อสร้างแบบทดสอบ
 อิงเกณฑ์ครั้งนี้ มีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก คะแนนเกณฑ์ ค่าความเที่ยงตรง และ
 ค่าความเชื่อมั่น เป็นที่เชื่อถือได้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำวิจัย

1.1 ควรมีการศึกษาวิจัย เรื่องการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ในเรื่องอื่น ๆ และ
 ระดับชั้นอื่นอีก

1.2 ควรมีการศึกษาหา เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยเทคนิค
 วิจัยอื่น ๆ เช่น ใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของ เบล์

1.3 ถ้าจะหา เกณฑ์โดยวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ ควรใช้ เกณฑ์ภายนอกให้แตกต่าง
 จากที่ผู้วิจัยใช้ เช่น ใช้คะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนในรายวิชานั้น ๆ

1.4 ในการหา เกณฑ์ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยวิธีที่ต่างกันไม่ควรนำมา
 เปรียบเทียบหา เกณฑ์ที่เหมาะสม เพราะเป็นการคำนวณหาคนละวิธีกัน

1.5 ควรมีการศึกษาวิธีการหาคะแนนของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ด้วยวิธีการที่
 ต่างจากที่ผู้วิจัยใช้ เช่น หาความเชื่อมั่นโดยวิธีของมาร์แชล แอร์เทิล

1.6 เนื้อหาวิชาที่จะทำการวิจัยเพื่อสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ไม่ควรมาหนัก
 เพราะถ้ามา แล้วจะทำให้ต้องสร้างแบบทดสอบหลายฉบับ นักเรียนจะเกิดความเครียดเนื่องจาก
 ต้องทดสอบอยู่ เสมอ ๆ

2. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำแบบทดสอบไปใช้

2.1 ถ้าจะนำแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในโรงเรียนครูผู้สอนควรจะต้องแบ่งเนื้อหาบ่อย และกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเช่นเดียวกับที่ผู้วิจัยกำหนด

2.2 ถ้าจะใช้แบบทดสอบชุดนี้ ในการทดสอบนักเรียน ควรใช้ เกณฑ์ตัดสินนักเรียนที่ผู้วิจัยคำนวณหามาได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล ภูประเสริฐ "การเปรียบเทียบการวัดผลแบบอิงกลุ่มและอิง เกณฑ์" พัฒนาวัดผล ✓
11 : 77 - 87 กรกฎาคม 2518
- _____ "แนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลการเรียนการสอน" พัฒนาวัดผล
13 : 1 - 17 กรกฎาคม 2520
- กาญจนา วัฒนสุนทร การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ค.ม. ✓
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521, 123 หน้า อัดสำเนา
- โกวิท ประวาลพุกษ์ "การทดสอบแบบอิง เกณฑ์" วารสารการวัดผลการศึกษา
1 (3) : 16 - 25 มกราคม - เมษายน 2523
- โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สัมศักดิ์ สันธระเวทย์ การประเมินในชั้นเรียน วัดนาพานิช ✓
2523, 280 หน้า
- ยัมพู สันทรอมรพร การใช้กระบวนการตัดสินใจเชิงทฤษฎีการตัดสินใจของเบลีในการ
กำหนดจุดตัดของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2523, 85 หน้า อัดสำเนา
- ยวาล แพร่ตฤณ เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 6 วัดนาพานิช 2518, 434 หน้า
- ยุคีรี วงศ์รัตนะ สถิติเพื่อการวิจัย โรงพิมพ์เจริญผล 2525, 252 หน้า
- บรรจง สุนทรสัจ และคนอื่นๆ สมุดแบบฝึกหัด ค.322 คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(ม.3) ไทยวัดนาพานิช 2523, 200 หน้า
- บุญเชิด ภัฏโณอนันตพงษ์ การวัดและประเมินผลการศึกษา ทฤษฎี และการประยุกต์
พิมพ์ครั้งที่ 2 อักษรเจริญทัศน์ ม.ป.ป., 366 หน้า
- บุญเลิศ คำหอม การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์เรื่องสมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ปริญญาณิพนธ์ ภา.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครนทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525,
148 หน้า อัดสำเนา

ผจงจิต อินทสุวรรณ์ "ความเชื่อที่ได้อ้างอิงข้อสอบที่ใช้เกณฑ์กำหนด" วารสารการวัดผล
การศึกษา 1(3) : 46 - 62 มกราคม - เมษายน 2523

ไพฑูริย์ เวทการ การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1)
ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 82 หน้า
อัดสำเนา

ไพศาล หวังพานิช การวัดผลการศึกษา สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 292 หน้า อัดสำเนา
ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2
วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า

เอกสารประกอบการอบรมวัดผล เรื่องความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่มอิง เกณฑ์
คณะศึกษาคำสั่ง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป., 19 หน้า
อัดสำเนา

เอกสารประกอบการอบรมวัดผล เรื่องการหาความเที่ยงตรงแบบอิงกลุ่มอิง เกณฑ์
คณะศึกษาคำสั่ง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป., 12 หน้า
อัดสำเนา

วัลลภ กัณฑ์ "ดูประสังข์เชิงพฤติกรรม" โครงการประชุมปฏิบัติการเพื่อปรับปรุง
และส่งเสริมคุณภาพการวัดผลและการประเมินผลการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ ม.ป.ป., 1 เล่ม (หน้าไม่ติดต่อกัน)
วิชาการ, กรม ระเบียบ ประกาศ คำสั่ง และคำชี้แจง ในการประเมินผลการเรียนระดับ
มัธยมศึกษา โรงพิมพ์การศาสนา 2524 ก., 134 หน้า

ตอบข้อหาการใช้หลักผู้ตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โรงพิมพ์ ✓
อักษรไทย 2524 อ., 54 หน้า
ศึกษาริการ, กระทรวง หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.312 และ ค.322 พิมพ์ครั้งที่ 2
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว 2524, 291 หน้า

ศึกษารักร, กระทบวง คู่มือการเลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ค.312

และ ค.322 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว 2523, 299 หน้า

ส.วาสนา ประมวลพจนานุกรม "MR versus CR Measurement" พัฒนาวิวัฒนาการ 10 :

80 - 85 กรกฎาคม 2517

"การประเมินผลการเรียน : อิงอะไรดีเอ๋ย" วารสารการวิวัฒนาการการศึกษา

1(1) : 1 - 7 พฤษภาคม - สิงหาคม 2522

ส่งบ สักขณะ "การตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อสอบอิงเกณฑ์" วารสารการวิวัฒนาการ

การศึกษา 1(3) : 36 - 45 มกราคม - เมษายน 2523 ก.

"ปัญหามาตรฐานและเกณฑ์กับการวิวัฒนาการสัมฤทธิ์" วารสารการวิจัยทางการศึกษา

10(1) : 16 - 23 มีนาคม 2523 ข.

เอกสารเรื่องทฤษฎีการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ม.ป.ป., 8 หน้า อัตชีวประวัติ

สมถวิล วิจิตรวรรณ การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 130 หน้า

อัตชีวประวัติ

สมบุญดี ชัดพงษ์ เอกสารประกอบการเรียนวิชาการศึกษาวิวัฒนาการสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำนัก

ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520,

102 หน้า อัตชีวประวัติ

สมศักดิ์ สันธระเวทย์ "การประเมินผลแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์" วารสารการวิจัยทาง

การศึกษา 8 : 74 - 86 มิถุนายน 2521

การประเมินผล : 750 คำถาม พัฒนาพจนานุกรม 2524, 154 หน้า

เอกสารทางวิชาการ เรื่องการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ สำนักทดสอบทางการศึกษา

กรมวิชาการ 2525, 48 หน้า อัตชีวประวัติ

สมหวัง พิธยานุวัฒน์ "แนวคิดพื้นฐานในการประเมินผลการเรียนและระบบประเมินผล

การเรียนอิงเกณฑ์อิงกลุ่ม" วารสารครุศาสตร์ 10(1 - 2) : 50 - 65 มกราคม -

มิถุนายน 2524 ก.

สงหวัง พิริยานูวัฒน์ การประเมินผลโครงการประชุม : หลักการ และการประยุกต์ใช้ ✓

สำนักพิมพ์โอเดียนส์ 2524 ๗., 165 หน้า

เอกสารประกอบการประชุมซีเอ็มโปเอียม เรื่องจุดแบ่งที่พอดีของแบบทดสอบ

องค์การทางสถิติค่าสถิติการศึกษา เบื้องต้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520, 13 หน้า

อิตส์าเนา

ลู๋ชาติ รัตนกุล วิธีสอนคณิตศาสตร์ตัวราชุดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ ✓

ตอนที่ 3 โรงพิมพ์สุริยง 2506, 184 หน้า

ลู๋นันท์ คัลโกลุ่ม การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ 2525, 314 หน้า ✓

อนันต์ ศรีโสภา การวัดผลและการประเมินผลการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2520, ✓

251 หน้า

ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ ไทยวัฒนาพานิช 2525, 280 หน้า

เอกสารประกอบการอบรมวัดผล เรื่องการวัดแบบอิงเกณฑ์ คณะศึกษาค่าสถิติ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป., 16 หน้า อิตส์าเนา

อังคณา สายยศ "การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์" วารสารการวัดผล

การศึกษา 3(3) : 70 - 84 มกราคม - เมษายน 2525

เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร การวัดและประเมินทางการศึกษา วัตถุประสงค์การพิมพ์ 2524,

592 หน้า

Airasian, P.W. and G.F. Madaus. "Criterion-Referenced Testing in Classroom," Measurement in Education. 15 : 1 - 8, Summer 1972.

Berk, Ronald A. "Determination of Optional Cutting Scores in Criterion-Referenced Measurement," Journal of Experimental Education. 45(2) : 4 - 9, Winter 1976.

. "A Consumers Guide to Criterion-Referenced Test Item Statistics," A Series of Special Reports of NCME. 9(1) : 8, Winter 1978.

Bloom, Benjamin S. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York, McGraw-Hill, 1970. 163 p.

- Bourmuth, J.R. On the Theory of Achievement Test Items. Chicago, University of Chicago Press, 1970. 163 p.
- Brennan, Robert L. "A Generalized Upper-Lower Item Discrimination Index," Educational and Psychological Measurement. 32(2) : 289 - 303. Summer 1972.
- Crehan, Kevin D. "Item Analysis for Teacher-Made Mastery Tests," Journal of Educational Measurement. 11(4) : 255 - 262, Winter 1974.
- Glaser, Robert. "Instructional Technology and the Measurement of Learning Outcomes: Some Questions," American Psychologist. 18(8) : 519 - 521, August 1963.
- Glass, Gene V. "Standards and Criteria," Journal of Educational Measurement. 15(4) : 237 - 261, Winter 1978.
- Haladyna, Thomas M. "Effects of Different Samples on Item and Test Characteristics of Criterion-Referenced Test," Journal of Educational Measurement. 11(2) : 93 - 99, Summer 1974.
- Hambleton, Ronald K. and others. "Criterion-Referenced Testing and Measurement: A Review of Technical Issues and Developments," Review of Educational Research. 48(1) : 1 - 49, Winter 1978.
- Hambleton, Ronald K. and Melvin R. Novick. "Toward and Integration of Theory and Method for Criterion-Referenced Test," Journal of Educational Measurement. 10(3) : 159 - 170, Fall 1973.
- Harris, Chester W., Marvin C. Alkin and W. James Popham, ed. Problems in Criterion-Referenced Measurement. Los Angeles, University of California, 1974. 176 p.
- Holmes, Dennis H. "The Effects on Pupil Achievement and Attitude of Using A Criterion-Referenced Evaluation and Pupil Monitoring System in General Mathematics," Dissertation Abstracts. 39(7) : 4197-A, January 1979.
- Huynh, H. "On the Reliability of Decisions in Domain-Referenced Testing," Journal of Educational Measurement. 13(4) : 253 - 264, Winter 1976.

- Linn, R.L. "Demands Cautions and Suggestions for Setting Standards," Journal of Educational Measurement. 15 : 301 - 307, Winter 1978.
- Millman, J. "Criterion-Referenced Measurement," Evaluation in Education. p. 307 - 397. 1974.
- Popham, W. James, Ed. Criterion-Referenced Measurement. New Jersey, Educational Technology Publications, Inc., 1971. 108 p.
- _____. Educational Evaluation. New Jersey, Prentice-Hall, 1975. 328 p.
- Subkoviak, M.J. "Estimating Reliability: a Single Administration of a Criterion-Referenced Test," Journal of Educational Measurement. 13(4) : 265 - 276, Winter 1976.
- _____. "Empirical Investigation of Procedures for Estimating Reliability for Mastery Tests," Journal of Educational Measurement. 15(2) : 111 - 116, Summer 1978.
- Swaminathan, H., Ronald K. Hambleton and J. Algina. "A Bayesian Decision-Theoretic Procedure for Use with Criterion-Referenced Tests," Journal of Educational Measurement. 12(2) : 87 - 98, Summer 1975.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางค่าความยาก และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ
และ ตารางการเรียงลำดับข้อใหม่ของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ

ตาราง 1 ค่าความยากและค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน		
1	1	ก	.10	.03	.07	1	5	ก	.05	.20	-.15	
		ข	.33	.03	.30			ข	.55	.30	.25	
		ค	.10	.05	.05			ค	.05	.05	.00	
		ง ^๖	.45	.90	.45			ง	.15	.05	.10	
		จ	.03	.00	.03			จ ^๖	.20	.40	.20	
	2	2	ก	.05	.00	.05	6	6	ก	.18	.05	.13
			ข	.05	.08	-.03			ข	.10	.45	-.05
			ค	.05	.13	-.08			ค	.20	.15	.05
			ง	.05	.00	.05			ง ^๖	.40	.53	.13
			จ ^๖	.80	.80	.00			จ	.13	.13	.00
	3	3	ก	.28	.10	.18	7	7	ก ^๖	.58	.83	.25
			ข	.18	.08	.10			ข	.33	.10	.23
			ค ^๖	.43	.83	.40			ค	.03	.03	.00
			ง	.03	.00	.03			ง	.05	.05	.00
			จ	.10	.00	.10			จ	.03	.00	.03
	4	4	ก	.25	.08	.17	8	8	ก	.23	.03	.20
			ข	.10	.10	.00			ข	.25	.13	.12
			ค	.23	.10	.13			ค ^๖	.25	.63	.38
ง ^๖			.35	.68	.33	ง			.20	.13	.07	
จ			.08	.05	.03	จ			.08	.10	-.02	

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
1	9	ก	.48	.23	.25	1	13	ก	.10	.23	-.13
		ข	.20	.03	.17			ข	.25	.25	.00
		ค*	.18	.63	.45			ค	.20	.30	-.10
		ง	.10	.08	.02			ง*	.20	.18	-.02
		จ	.05	.05	.00			จ	.25	.05	.20
10		ก	.10	.10	.00	14		ก	.10	.13	-.03
		ข	.15	.13	.02			ข	.20	.03	.17
		ค	.23	.13	.10			ค	.18	.15	.03
		ง	.48	.15	.33			ง	.23	.18	.05
		จ*	.05	.48	.43			จ*	.30	.53	.23
11		ก	.15	.15	.00	15		ก	.08	.08	.00
		ข*	.10	.60	.50			ข	.30	.10	.20
		ค	.03	.05	.02			ค	.28	.18	.10
		ง	.55	.15	.40			ง	.15	.23	-.08
		จ	.18	.05	.13			จ*	.20	.40	.20
12		ก	.23	.13	.10	2	1	ก	.13	.00	.13
		ข	.25	.10	.15			ข	.05	.05	.00
		ค	.13	.03	.10			ค*	.63	.83	.20
		ง	.13	.25	.12			ง	.18	.05	.13
		จ*	.28	.48	.20			จ	.03	.08	-.05

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
2	2	ก*	.65	.85	.20	2	6	ก	.08	.03	.05
		ข	.25	.08	.17			ข	.03	.00	.03
		ค	.05	.03	.02			ค	.35	.20	.15
		ง	.00	.05	.05			ง	.13	.23	.10
		จ	.05	.00	.05			จ*	.43	.55	.12
	3	ก	.13	.03	.10		7	ก	.10	.10	.00
		ข	.15	.03	.12			ข	.23	.23	.00
		ค*	.55	.83	.28			ค	.40	.23	.17
		ง	.10	.03	.07			ง*	.13	.40	.27
		จ	.05	.10	.05			จ	.15	.05	.10
	4	ก*	.43	.63	.20		8	ก	.25	.13	.12
		ข	.05	.03	.02			ข	.28	.10	.18
		ค	.13	.03	.10			ค*	.28	.73	.45
		ง	.10	.08	.02			ง	.05	.05	.00
		จ	.30	.25	.05			จ	.15	.00	.15
5	ก	.03	.15	.12	9	ก	.38	.58	.20		
	ข*	.53	.63	.10		ข	.20	.18	.02		
	ค	.30	.18	.12		ค	.28	.10	.18		
	ง	.13	.03	.10		ง*	.10	.10	.00		
	จ	.03	.03	.00		จ	.05	.05	.00		

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
2	10	ก	.15	.08	.07	2	14	ก*	.13	.33	.20
		ข	.18	.15	.03			ข	.30	.20	.10
		ค	.25	.05	.20			ค	.25	.15	.10
		ง*	.23	.40	.17			ง	.25	.18	.07
		จ	.20	.33	.13			จ	.08	.15	-.07
	11	ก	.08	.03	.05		15	ก	.15	.20	-.05
		ข	.33	.13	.20			ข	.25	.15	.10
		ค	.28	.20	.08			ค*	.33	.33	.00
		ง	.20	.15	.05			ง	.15	.25	-.10
		จ*	.13	.50	.37			จ	.10	.08	.02
	12	ก	.23	.10	.13		16	ก	.18	.03	.15
		ข	.20	.08	.12			ข*	.28	.53	.25
		ค	.18	.25	.07			ค	.20	.08	.12
		ง	.23	.18	.05			ง	.18	.35	-.17
		จ*	.18	.40	.22			จ	.18	.03	.15
13	ก	.15	.15	.00	17	ก	.20	.08	.12		
	ข	.33	.13	.20		ข	.23	.08	.15		
	ค	.25	.30	.05		ค	.20	.13	.07		
	ง*	.08	.33	.25		ง	.30	.25	.05		
	จ	.18	.10	.08		จ*	.08	.45	.37		

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
2	18	ก	.15	.55	-.40	3	2	ก	.13	.08	.05
		ข	.25	.13	.12			ข*	.46	.82	.36
		ค	.25	.18	.07			ค	.26	.05	.21
		ง*	.18	.15	-.03			ง	.13	.00	.13
		จ	.18	.00	.18			จ	.03	.05	-.02
	19	ก	.15	.08	.07	3	3	ก	.44	.36	.08
		ข*	.35	.33	-.02			ข	.13	.00	.13
		ค	.25	.28	-.03			ค*	.33	.56	.23
		ง	.05	.33	-.28			ง	.05	.03	.02
		จ	.20	.00	.20			จ	.03	.05	-.02
	20	ก*	.18	.60	.42	4	4	ก	.13	.03	.10
		ข	.18	.20	-.02			ข*	.44	.72	.28
		ค	.38	.08	.30			ค	.21	.15	.06
		ง	.20	.08	.12			ง	.15	.05	.10
		จ	.08	.05	.03			จ	.08	.05	.03
3	1	ก*	.92	.90	-.02	5	5	ก	.15	.03	.12
		ข	.08	.03	.05			ข	.15	.05	.10
		ค	.00	.03	-.03			ค	.08	.08	.00
		ง	.00	.05	-.05			ง	.18	.21	-.03
		จ	.00	.00	.00			จ*	.44	.64	.20

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
3	6	ก	.08	.18	-.10	3	10	ก	.03	.05	-.02
		ข	.23	.00	.23			ข	.15	.28	-.13
		ค ^ข	.26	.41	.15			ค	.23	.13	.10
		ง	.15	.28	-.13			ง	.26	.08	.18
		จ	.26	.13	.13			จ ^ข	.31	.46	.15
	7	ก ^ข	.13	.31	.18	7	11	ก	.13	.18	-.05
		ข	.38	.23	.15			ข	.26	.08	.18
		ค	.21	.21	.00			ค	.33	.26	.07
		ง	.18	.10	.08			ง ^ข	.10	.28	.18
		จ	.03	.13	-.10			จ	.15	.21	-.06
	8	ก	.26	.05	.21	8	12	ก	.15	.15	.00
		ข	.26	.54	-.28			ข	.38	.26	.12
		ค	.28	.13	.10			ค ^ข	.15	.36	.21
		ง	.13	.10	.03			ง	.18	.15	.03
		จ ^ข	.05	.13	.08			จ	.10	.08	.02
9	ก ^ข	.15	.51	.36	9	13	ก	.21	.08	.13	
	ข	.21	.10	.11			ข ^ข	.18	.31	.13	
	ค	.21	.05	.16			ค	.26	.23	.03	
	ง	.18	.18	.00			ง	.23	.26	-.03	
	จ	.21	.15	.06			จ	.10	.13	.03	

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน		
3	14	ก*	.23	.28	.05	3	18	ก	.15	.08	.07	
		ข	.13	.15	-.02			ข	.28	.36	-.08	
		ค	.15	.23	-.08			ค	.05	.18	-.13	
		ง	.33	.13	.20			ง*	.26	.28	.02	
		จ	.15	.21	-.06			จ	.23	.10	.13	
	15	ก*	ก*	.03	.13	.10	19	ก	ก	.21	.06	.15
			ข	.31	.33	-.02			ข*	.31	.35	.04
			ค	.33	.25	.08			ค	.26	.38	-.12
			ง	.13	.25	-.12			ง	.15	.06	.09
			จ	.18	.05	.13			จ	.03	.15	-.12
	16	ก*	ก*	.21	.36	.15	20	ก	ก	.21	.26	-.05
			ข	.23	.21	.02			ข	.18	.23	-.05
			ค	.23	.13	.10			ค*	.38	.31	-.07
			ง	.13	.21	-.08			ง	.10	.13	-.03
			จ	.18	.10	.08			จ	.10	.08	.02
17	ก	ก	.23	.15	.08	4	1	ก	.13	.03	.10	
		ข	.28	.18	.10			ข	.35	.28	.07	
		ค*	.26	.36	.12			ค	.13	.20	-.07	
		ง	.15	.15	.00			ง*	.35	.33	-.02	
		จ	.05	.13	-.08			จ	.05	.18	-.13	

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน	
4	2	ก*	.10	.55	.45	4	6	ก*	.13	.48	.35
		ข	.13	.18	-.05			ข	.18	.08	.10
		ค	.35	.08	.27			ค	.18	.18	.00
		ง	.25	.10	.15			ง	.35	.20	.15
		จ	.18	.08	.10			จ	.15	.08	.07
	3	ก	.05	.18	-.13		7	ก*	.40	.48	.08
		ข	.15	.03	.12			ข	.20	.08	.12
		ค	.18	.08	.10			ค	.15	.23	-.08
		ง	.13	.10	.03			ง	.13	.13	.00
		จ*	.50	.63	.13			จ	.13	.10	.03
	4	ก	.18	.10	.08		8	ก	.08	.13	-.05
		ข	.15	.30	-.15			ข	.23	.15	.08
		ค*	.18	.23	.05			ค	.43	.18	.25
		ง	.38	.20	.18			ง*	.05	.33	.28
		จ	.13	.18	-.05			จ	.23	.23	.00
5	ก	.13	.08	.05	9	ก	.15	.03	.12		
	ข	.20	.48	-.28		ข*	.23	.10	-.13		
	ค*	.10	.30	.20		ค	.13	.28	-.15		
	ง	.35	.10	.25		ง	.40	.40	.00		
	จ	.23	.05	.18		จ	.10	.20	-.10		

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน		
4	10	ก	.25	.28	-.03	4	14	ก	.20	.05	.15	
		ข	.18	.13	.05			ข	.13	.13	.00	
		ค*	.15	.30	.15			ค*	.28	.58	.30	
		ง	.38	.20	.18			ง	.20	.10	.10	
		จ	.05	.10	-.05			จ	.18	.15	.03	
	11	11	ก	.05	.03	.02	15	15	ก	.20	.23	-.03
			ข	.38	.18	.20			ข	.28	.38	-.10
			ค*	.38	.73	.35			ค	.15	.08	.07
			ง	.05	.05	.00			ง*	.15	.30	.15
			จ	.15	.03	.12			จ	.23	.03	.20
	12	12	ก	.10	.23	-.13	16	16	ก*	.33	.65	.32
			ข	.28	.53	-.25			ข	.25	.25	.00
			ค	.40	.10	.30			ค	.23	.05	.18
			ง*	.15	.13	-.02			ง	.13	.05	.08
			จ	.08	.03	.05			จ	.05	.00	.05
13	13	ก	.20	.13	.07	5	1	ก	.48	.30	.18	
		ข	.53	.35	.18			ข	.00	.10	-.10	
		ค	.18	.30	-.12			ค	.28	.05	.23	
		ง	.08	.05	.03			ง*	.25	.40	.15	
		จ*	.03	.18	.15			จ	.00	.15	-.15	

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน	
5	2	ก*	.10	.45	.35	5	6	ก	.33	.30	.03
		ข	.58	.10	.48			ข	.28	.23	.05
		ค	.18	.05	.13			ค	.05	.25	-.20
		ง	.13	.26	-.15			ง	.03	.10	-.07
		จ	.03	.13	-.10			จ*	.33	.05	-.28
	3	ก	.13	.08	.05		7	ก	.08	.08	.00
		ข	.25	.15	.10			ข	.08	.08	.00
		ค	.20	.13	.07			ค	.40	.20	.20
		ง*	.30	.18	-.12			ง*	.18	.35	.17
		จ	.10	.43	-.33			จ	.28	.28	.00
	4	ก	.08	.13	-.05		8	ก	.13	.10	.03
		ข*	.10	.33	.23			ข*	.18	.35	.17
		ค	.35	.20	.15			ค	.08	.25	-.17
		ง	.15	.03	.12			ง	.43	.10	.33
		จ	.33	.33	.00			จ	.20	.20	.00
5	ก*	.30	.23	-.07	9	ก	.25	.18	.07		
	ข	.18	.05	.13		ข	.18	.15	.03		
	ค	.13	.08	.05		ค	.28	.15	.13		
	ง	.20	.03	.17		ง	.18	.13	.05		
	จ	.20	.68	-.48		จ*	.13	.38	.25		

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
5	10	ก	.15	.15	.00	5	14	ก	.25	.20	.05
		ข ^ข	.13	.40	.27			ข ^ข	.05	.18	.13
		ค	.43	.28	.15			ค	.33	.25	.08
		ง	.25	.05	.20			ง	.18	.28	-.10
		จ	.05	.13	.08			จ	.20	.10	.10
	11	ก	.15	.20	-.05		15	ก	.20	.08	.12
		ข	.18	.15	.03			ข	.18	.20	-.02
		ค ^ค	.33	.25	-.08			ค ^ค	.23	.33	.10
		ง	.20	.23	-.03			ง	.20	.10	.10
		จ	.15	.15	.00			จ	.20	.30	-.10
12	ก	.20	.20	.00	10	ก ^ก	.20	.33	.13		
	ข	.30	.15	.15		ข	.13	.25	-.12		
	ค ^ค	.13	.23	.10		ค	.45	.20	.25		
	ง	.23	.25	-.02		ง	.13	.05	.08		
	จ	.15	.18	-.03		จ	.10	.10	-.08		
13	ก	.13	.13	.00	17	ก	.33	.25	.08		
	ข	.23	.08	.15		ข	.23	.28	-.05		
	ค	.13	.15	-.02		ค	.20	.13	.07		
	ง	.33	.18	.15		ง	.20	.15	.05		
	จ ^จ	.18	.48	.30		จ ^จ	.05	.18	.13		

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน	
5	18	ก	.05	.13	-.08	6	2	ก	.05	.23	-.18
		ข	.40	.58	-.18			ข	.10	.08	.02
		ค	.28	.03	.25			ค	.78	.35	.43
		ง*	.18	.23	.05			ง	.03	.03	.00
		จ	.10	.05	.05			จ*	.05	.30	.25
	19	ก	.18	.43	-.25		3	ก	.10	.03	.07
		ข*	.20	.28	.08			ข	.20	.08	.12
		ค	.25	.10	.15			ค**	.45	.68	.23
		ง	.10	.08	.02			ง	.23	.20	.03
		จ	.23	.13	.10			จ	.03	.03	.00
	20	ก	.08	.05	.03		4	ก	.13	.03	.10
		ข	.13	.25	-.12			ข	.53	.55	-.02
		ค**	.20	.23	.03			ค**	.30	.28	-.02
		ง	.30	.25	.05			ง	.00	.13	-.13
		จ	.25	.20	.05			จ	.05	.05	.00
6	1	ก	.08	.08	.00	5	ก	.48	.08	.40	
		ข*	.33	.75	.42		ข	.10	.08	.02	
		ค	.00	.05	-.05		ค	.05	.10	-.05	
		ง	.20	.00	.20		ง**	.28	.53	.25	
		จ	.40	.13	.27		จ	.10	.20	-.10	

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
6	6	ก	.58	.50	.08	6	10	ก	.15	.10	.05
		ข*	.00	.00	.00			ข	.28	.30	-.02
		ค	.13	.20	-.07			ค	.30	.13	.17
		ง	.03	.08	.00			ง	.15	.35	-.20
		จ	.15	.05	.10			จ*	.10	.13	.03
7	7	ก*	.13	.20	.07	11	11	ก	.05	.15	-.10
		ข	.23	.30	-.07			ข	.18	.25	-.07
		ค	.20	.18	.02			ค	.45	.13	.32
		ง	.10	.08	.02			ง*	.30	.38	.08
		จ	.35	.23	.12			จ	.03	.10	-.07
8	8	ก	.10	.13	-.03	12	12	ก	.05	.05	.00
		ข	.28	.10	.18			ข	.10	.10	.00
		ค*	.38	.33	-.05			ค*	.45	.53	.08
		ง	.15	.20	-.05			ง	.10	.23	-.13
		จ	.08	.25	-.17			จ	.30	.08	.22
9	9	ก	.20	.15	.05	13	13	ก*	.33	.43	.10
		ข*	.20	.15	-.05			ข	.13	.15	-.02
		ค	.13	.20	-.07			ค	.35	.25	.10
		ง	.30	.30	.00			ง	.10	.13	-.03
		จ	.15	.20	-.05			จ	.10	.03	.07

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน	
6	14	ก	.20	.35	-.15	6	15	ก	.05	.28	-.23
		ข	.35	.08	-.27			ข	.25	.15	.10
		ค	.18	.00	.18			ค	.18	.20	-.02
		ง	.25	.33	-.08			ง	.25	.10	-.15
		จ	.03	.23	-.20			จ	.25	.28	-.03

*ค่าลบถูก

ตาราง 2 ค่าความยากและค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2

ฉบับที่	ข้อที่	ได้ล.สื่อ	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนล้น	หลังล้น					ก่อนล้น	หลังล้น		
1	1	ก	.15	.03	.12	1	5	ก	.08	.10	-.02	
		ข	.55	.08	.47			ข	.55	.28	.27	
		ค	.05	.03	.02			ค	.25	.10	.15	
		ง ^๕	.23	.88	.65			ง	.08	.08	.00	
		จ	.03	.03	.03			จ ^๕	.05	.45	.40	
	2	2	ก	.15	.00	.15	6	6	ก	.13	.10	.03
			ข	.08	.03	.05			ข	.08	.13	-.05
			ค	.38	.20	.18			ค	.13	.13	.00
			ง	.03	.00	.03			ง ^๕	.25	.53	.28
			จ ^๕	.38	.72	.40			จ	.43	.03	.35
3	3	ก	.20	.08	.12	7	7	ก ^๕	.35	.63	.28	
		ข	.28	.13	.15			ข	.20	.13	.07	
		ค ^๕	.40	.75	.35			ค	.28	.08	.20	
		ง	.08	.03	.05			ง	.08	.15	-.07	
		จ	.05	.03	.02			จ	.10	.03	.07	
4	4	ก	.40	.20	.20	8	8	ก	.23	.03	.20	
		ข	.18	.10	.08			ข	.33	.10	.23	
		ค	.08	.10	-.02			ค ^๕	.20	.75	.55	
		ง ^๕	.23	.50	.27			ง	.15	.10	.05	
		จ	.13	.10	.03			จ	.10	.00	.10	

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน	
1	9	ก	.55	.15	.40	1	13	ก	.25	.13	.12
		ข	.13	.10	.03			ข	.18	.18	.00
		ค [*]	.15	.70	.55			ค	.20	.20	.00
		ง	.08	.00	.08			ง [*]	.05	.43	.38
		จ	.10	.05	.05			จ	.30	.08	.22
	10	ก	.13	.03	.10	14	ก	.08	.08	.00	
		ข	.33	.08	.25		ข	.15	.13	.02	
		ค	.15	.13	.02		ค	.30	.18	.12	
		ง	.33	.18	.15		ง	.23	.18	.05	
		จ [*]	.05	.60	.55		จ [*]	.23	.45	.22	
11	ก	.08	.00	.08	15	ก	.25	.20	.05		
	ข [*]	.08	.60	.52		ข	.25	.20	.05		
	ค	.10	.05	.05		ค	.18	.15	.03		
	ง	.70	.30	.40		ง	.18	.15	.03		
	จ	.03	.03	.00		จ [*]	.13	.30	.17		
12	ก	.23	.10	.13	2	1	ก	.15	.00	.15	
	ข	.10	.13	.03			ข	.10	.00	.10	
	ค	.23	.10	.13			ค [*]	.43	.75	.32	
	ง	.10	.15	.05			ง	.23	.25	-.02	
	จ [*]	.33	.50	.17			จ	.10	.00	.10	

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน	
2	2	ก ^๑	.60	.90	.30	2	6	ก	.03	.13	-.10
		ข	.13	.05	.08			ข	.05	.00	.05
		ค	.15	.03	.12			ค	.18	.20	-.02
		ง	.05	.03	.02			ง	.25	.10	.15
		จ	.08	.00	.08			จ ^๑	.48	.58	.10
	3	ก	.10	.08	.02	7	ก	.08	.00	.08	
		ข	.40	.10	.30		ข	.13	.15	-.02	
		ค ^๑	.40	.76	.38		ค	.43	.13	.30	
		ง	.05	.00	.05		ง ^๑	.15	.58	.43	
		จ	.05	.05	.00		จ	.23	.15	.08	
	4	ก ^๑	.55	.88	.33	8	ก	.13	.05	.08	
		ข	.05	.00	.05		ข	.15	.08	.07	
ค		.08	.03	.05	ค ^๑		.60	.73	.13		
ง		.13	.00	.13	ง		.05	.05	.00		
จ		.20	.10	.10	จ		.00	.08	.00		
5	ก	.23	.03	.20	9	ก	.50	.33	.25		
	ข ^๑	.43	.88	.45		ข	.05	.10	-.05		
	ค	.25	.10	.15		ค	.13	.20	-.07		
	ง	.03	.00	.03		ง ^๑	.20	.33	.13		
	จ	.08	.00	.08		จ	.05	.05	.00		

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
2	10	ก	.13	.13	.00	2	14	ก*	.25	.50	.25
		ข	.28	.18	.10			ข	.18	.10	.08
		ค	.08	.03	.05			ค	.15	.03	.12
		ง*	.25	.48	.23			ง	.25	.20	.05
		จ	.28	.20	.08			จ	.18	.18	.00
	11	ก	.08	.00	.02		15	ก	.10	.00	.10
		ข	.23	.08	.15			ข	.38	.20	.18
		ค	.38	.15	.23			ค*	.33	.65	.32
		ง	.20	.10	.10			ง	.10	.05	.05
		จ*	.13	.68	.55			จ	.10	.10	.00
	12	ก	.10	.03	.07		16	ก	.20	.03	.17
		ข	.25	.03	.22			ข*	.23	.88	.65
		ค	.20	.15	.05			ค	.13	.03	.10
		ง	.30	.13	.17			ง	.28	.05	.23
		จ*	.15	.68	.53			จ	.15	.03	.12
13	ก	.08	.10	.02	17	ก	.13	.03	.10		
	ข	.25	.13	.12		ข	.15	.10	.05		
	ค	.25	.18	.07		ค	.30	.10	.20		
	ง*	.25	.48	.23		ง	.23	.28	.05		
	จ	.13	.13	.05		จ*	.20	.48	.28		

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
2	18	ก	.25	.55	-.30	3	2	ก	.13	.13	.00
		ข	.20	.08	.12			ข ^๕	.58	.83	.25
		ค	.28	.25	.03			ค	.13	.05	.08
		ง ^๕	.20	.10	-.10			ง	.18	.05	.13
		จ	.08	.00	.08			จ	.00	.00	.00
	19	ก	.18	.05	.13		3	ก	.30	.13	.17
		ข ^๕	.20	.40	.20			ข	.05	.05	.00
		ค	.33	.28	.05			ค [*]	.55	.58	.03
		ง	.08	.20	-.12			ง	.00	.20	-.20
		จ	.23	.05	.18			จ	.10	.05	.05
	20	ก ^๕	.28	.63	.35			ก	.10	.18	-.08
		ข	.20	.03	.17			ข ^๕	.45	.68	.23
		ค	.23	.20	.03			ค	.03	.08	-.05
		ง	.20	.13	.07			ง	.20	.05	.15
		จ	.10	.03	.07			จ	.23	.03	.20
3	1	ก ^๕	.75	1.00	.25	5	ก	.28	.28	.00	
		ข	.05	.00	.05		ข	.13	.03	.10	
		ค	.05	.00	.05		ค	.13	.03	.10	
		ง	.08	.00	.08		ง	.10	.18	-.08	
		จ	.08	.00	.08		จ [*]	.38	.50	.12	

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
3	6	ก	.25	.35	-.10	6	10	ก	.13	.05	.08
		ข	.30	.28	.02			ข	.20	.28	.08
		ค*	.25	.28	.03			ค	.10	.08	.02
		ง	.05	.03	.02			ง	.30	.28	.02
		จ	.15	.08	.07			จ*	.25	.33	.08
		7	ก*	.18	.25			.07	11	ก	.13
	ข	.38	.20	.18	ข		.18	.13		.05	
	ค	.13	.10	.03	ค		.30	.15		.15	
	ง	.23	.35	-.12	ง*		.08	.45		.37	
	จ	.10	.10	.00	จ		.25	.18		.07	
	8	ก	.13	.10	.03		12	ก		.20	.15
		ข	.23	.13	.10			ข	.13	.08	.05
ค		.13	.05	.08	ค*	.35		.60	.25		
ง		.45	.40	.05	ง	.20		.10	.10		
จ*		.08	.33	.25	จ	.10		.05	.05		
9		ก*	.03	.43	.40	13		ก	.30	.15	.15
	ข	.28	.00	.28	ข*		.15	.58	.43		
	ค	.20	.10	.10	ค		.23	.15	.08		
	ง	.18	.15	.03	ง		.18	.15	.03		
	จ	.33	.33	.00	จ		.15	.00	.15		

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
3	14	ก*	.10	.40	.30	3	18	ก	.23	.18	.05
		ข	.38	.25	.13			ข	.13	.10	.03
		ค	.25	.23	.02			ค	.18	.20	-.02
		ง	.08	.08	.00			ง*	.40	.48	.08
		จ	.15	.03	.12			จ	.06	.05	.03
	15	ก**	.08	.30	.22		19	ก	.45	.00	.45
		ข	.13	.25	-.12			ข**	.10	.53	.43
		ค	.45	.20	.25			ค	.10	.20	-.10
		ง	.10	.20	-.10			ง	.25	.20	.05
		จ	.20	.05	.15			จ	.05	.05	-.03
	16	ก*	.05	.33	.28		20	ก	.28	.55	-.27
		ข	.15	.28	-.13			ข	.40	.13	.27
		ค	.30	.28	.02			ค*	.08	.18	.10
		ง	.45	.10	.35			ง	.13	.13	.00
		จ	.05	.03	.02			จ	.13	.03	.10
17	ก	.18	.00	.18	4	1	ก	.18	.03	.15	
	ข	.15	.10	.05			ข	.23	.20	.03	
	ค**	.30	.58	.28			ค	.23	.05	.18	
	ง	.18	.13	.05			ง*	.13	.50	.37	
	จ	.18	.20	-.02			จ	.25	.23	.02	

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก			ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		
			ก่อนล่อน	หลังล่อน	S				ก่อนล่อน	หลังล่อน	S
4	2	ก*	.08	.43	.35	4	6	ก*	.10	.18	.08
		ข	.33	.15	.18			ข	.08	.03	.05
		ค	.28	.13	.15			ค	.18	.18	.00
		ง	.13	.13	.00			ง	.58	.48	.10
		จ	.20	.18	.02			จ	.08	.15	-.07
		3	ก	.08	.08			.00	7	ก*	.53
	ข	.15	.13	.02	ข		.13	.15		-.02	
	ค	.13	.18	-.05	ค		.10	.20		-.10	
	ง	.10	.13	-.03	ง		.15	.08		.07	
	จ*	.55	.46	-.07	จ		.10	.10		.00	
	4	ก	.15	.15	.00		8	ก		.15	.15
	ข	.13	.06	.05	ข			.08	.13	-.05	
ค*	.25	.25	.00	ค	.25	.18		.07			
ง	.23	.28	-.05	ง*	.38	.35		.03			
จ	.25	.25	.00	จ	.10	.20		-.10			
5	ก	.10	.10	.00	9	ก		.18	.03	.15	
ข	.40	.25	.15	ข*		.30	.30	.00			
ค*	.28	.35	.07	ค		.05	.28	-.23			
ง	.13	.10	.03	ง		.15	.28	-.13			
จ	.10	.20	-.10	จ		.25	.13	.12			

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน		
4	10	ก	.18	.13	.05	4	14	ก	.38	.05	.33	
		ข	.15	.13	.02			ข	.20	.25	-.05	
		ค*	.20	.33	.13			ค*	.33	.48	.15	
		ง	.38	.85	.03			ง	.18	.10	.08	
		จ	.10	.08	.02			จ	.18	.13	.05	
	11	ก	ก	.15	.03	.12	15	ก	ก	.13	.13	.00
			ข	.40	.43	-.03			ข	.20	.08	.12
			ค*	.35	.50	.15			ค	.28	.10	.18
			ง	.08	.03	.05			ง*	.20	.45	.25
			จ	.03	.00	.03			จ	.20	.25	-.05
	12	ก	ก	.18	.05	.13	16	ก*	ก*	.40	.60	.20
			ข	.23	.38	-.15			ข	.28	.30	-.02
			ค	.40	.18	.22			ค	.13	.03	.10
			ง*	.08	.28	.20			ง	.18	.05	.13
			จ	.13	.13	.00			จ	.03	.03	.00
13	ก	ก	.35	.28	.07	5	1	ก	.30	.23	.07	
		ข	.40	.28	.12			ข	.10	.15	-.05	
		ค	.15	.05	.10			ค	.10	.05	.05	
		ง	.13	.10	.03			ง*	.45	.48	.03	
		จ*	.05	.23	.23			จ	.05	.10	-.05	

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนลวน	หลังลวน					ก่อนลวน	หลังลวน	
5	2	ก*	.26	.43	.15	5	6	ก	.33	.40	-.07
		ข	.45	.26	.17			ข	.13	.20	-.07
		ค	.06	.10	-.02			ค	.20	.18	.02
		ง	.08	.10	-.02			ง	.08	.00	.08
		จ	.13	.06	.05			จ*	.28	.23	-.05
	3	ก	.06	.13	-.05		7	ก	.10	.03	.07
		ข	.13	.23	-.10			ข	.15	.10	.05
		ค	.33	.33	.00			ค	.23	.33	-.10
		ง*	.28	.10	-.18			ง*	.18	.38	.20
		จ	.20	.25	-.05			จ	.35	.18	.17
	4	ก	.33	.25	.08		8	ก	.10	.18	-.08
		ข*	.25	.35	.10			ข*	.30	.45	.15
		ค	.10	.18	-.08			ค	.25	.10	.15
		ง	.23	.20	.03			ง	.15	.10	.05
		จ	.10	.03	.07			จ	.20	.18	.02
5	ก*	.28	.45	.17	9	ก	.23	.08	.15		
	ข	.13	.08	.05		ข	.20	.38	-.18		
	ค	.13	.03	.10		ค	.45	.08	.37		
	ง	.10	.10	.00		ง	.08	.05	.03		
	จ	.38	.35	.03		จ*	.05	.40	.35		

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน		
5	10	ก	.33	.20	.13	6	14	ก	.13	.08	.05	
		ข ^๑	.20	.20	.00			ข ^๑	.33	.40	.07	
		ค	.20	.15	.05			ค	.35	.20	.15	
		ง	.20	.30	-.10			ง	.05	.15	-.10	
		จ	.08	.13	-.05			จ	.15	.15	.00	
	11	ก	ก	.15	.23	-.08	15	ก	ก	.25	.13	.12
			ข	.15	.30	-.15			ข	.28	.15	.13
			ค ^๑	.38	.18	-.20			ค ^๑	.28	.48	.20
			ง	.10	.10	.00			ง	.15	.13	.02
			จ	.23	.18	.05			จ	.05	.10	-.05
	12	ก	ก	.18	.13	.05	16	ก ^๑	ก ^๑	.15	.10	-.05
			ข	.25	.25	.00			ข	.13	.36	-.25
			ค ^๑	.13	.25	.12			ค	.20	.25	-.05
			ง	.25	.25	.02			ง	.10	.18	-.08
			จ	.20	.15	.05			จ	.43	.08	.35
	13	ก	ก	.13	.03	.10	17	ก	ก	.13	.30	-.17
			ข	.23	.13	.10			ข	.33	.10	.23
			ค	.18	.38	.10			ค	.18	.15	.03
			ง	.20	.28	-.08			ง	.08	.10	-.02
			จ ^๑	.28	.50	.22			จ ^๑	.30	.35	.05

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
5	18	ก	.10	.18	-.08	6	2	ก	.08	.05	.03
		ข	.15	.15	.00			ข	.13	.10	.03
		ค	.40	.18	.22			ค	.63	.43	.20
		ง*	.20	.35	.15			ง	.10	.18	.08
		จ	.15	.13	.02			จ*	.08	.25	.17
	19	ก	.15	.20	-.05	3	ก	.03	.00	.03	
		ข*	.25	.33	.08		ข	.35	.33	.02	
		ค	.38	.20	.18		ค*	.30	.53	.23	
		ง	.10	.10	.00		ง	.25	.10	.15	
		จ	.13	.15	-.02		จ	.08	.05	.03	
	20	ก	.03	.18	-.15	4	ก	.28	.18	.10	
		ข	.28	.08	.20		ข	.13	.15	.02	
		ค*	.20	.20	.00		ค*	.53	.38	.15	
		ง	.25	.25	.00		ง	.08	.25	.17	
จ		.25	.30	-.05	จ		.00	.05	.05		
6	1	ก	.10	.05	.05	5	ก	.18	.20	-.02	
		ข*	.20	.73	.53		ข	.23	.18	.05	
		ค	.08	.13	-.05		ค	.15	.15	.00	
		ง	.23	.08	.15		ง*	.33	.38	.05	
		จ	.40	.03	.37		จ	.13	.10	.03	

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
6	6	ก	.28	.15	.13	6	10	ก	.13	.20	-.07
		ข*	.15	.20	.05			ข	.35	.30	.05
		ค	.23	.30	-.07			ค	.23	.25	-.02
		ง	.15	.18	-.03			ง	.15	.13	.02
		จ	.20	.18	.02			จ*	.15	.13	-.02
	7	ก*	.35	.43	.08		11	ก	.13	.08	.05
		ข	.30	.18	.12			ข	.38	.28	.10
		ค	.15	.15	.00			ค	.20	.33	-.13
		ง	.13	.08	.05			ง*	.28	.28	.00
		จ	.08	.18	-.10			จ	.00	.05	-.05
	8	ก	.08	.08	.00		12	ก	.18	.05	.13
		ข	.10	.25	-.15			ข	.20	.15	.05
		ค*	.28	.53	.25			ค*	.23	.53	.35
		ง	.28	.10	.18			ง	.18	.15	.03
		จ	.28	.05	.23			จ	.20	.08	.12
9	ก	.13	.10	.03	13	ก*	.25	.38	.13		
	ข*	.38	.38	.00		ข	.18	.08	.10		
	ค	.08	.08	.00		ค	.30	.23	.07		
	ง	.33	.33	.00		ง	.20	.25	-.05		
	จ	.10	.13	-.03		จ	.05	.08	-.03		

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
6	14	ก	.35	.25	.10	6	15	ก	.13	.03	.10
		ข*	.30	.45	.15			ข	.10	.13	-.03
		ค	.05	.13	-.08			ค	.13	.15	-.02
		ง	.18	.15	.03			ง*	.38	.43	.05
		จ	.10	.03	.07			จ	.25	.28	-.03

*ค่าตลบถูก

ตาราง 3 ค่าความยากและค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
1	1	ก	.18	.14	.04	1	5	ก*	.46	.74	.28
		ข	.29	.04	.25			ข	.19	.10	.09
		ค*	.40	.78	.38			ค	.13	.08	.05
		ง	.06	.04	.02			ง	.15	.04	.11
		จ	.08	.01	.07			จ	.08	.05	.03
	2	ก	.43	.03	.40		6	ก	.19	.16	.03
		ข*	.24	.89	.65			ข	.18	.16	.02
		ค	.11	.03	.08			ค	.25	.11	.14
		ง	.14	.03	.11			ง*	.25	.44	.19
		จ	.08	.03	.05			จ	.14	.11	.03
	3	ก	.56	.08	.46		7	ก	.13	.06	.07
		ข	.13	.10	.03			ข	.50	.28	.22
		ค*	.13	.61	.48			ค	.13	.10	.03
		ง	.14	.14	.00			ง	.14	.13	.01
		จ	.05	.04	.01			จ*	.11	.41	.30
4	ก	.15	.10	.05	8	ก	.36	.21	.15		
	ข	.15	.10	.05		ข	.10	.09	.01		
	ค	.31	.18	.13		ค	.15	.13	.02		
	ง	.19	.19	.00		ง*	.15	.51	.36		
	จ*	.20	.44	.24		จ	.24	.06	.18		

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก			ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S		
			ก่อนสอน	หลังสอน	S				ก่อนสอน	หลังสอน			
1	9	ก*	.16	.40	.24	2	3	ก	.06	.04	.02		
		ข	.18	.14	.04			ข	.09	.04	.05		
		ค	.19	.15	.04			ค	.11	.05	.06		
		ง	.21	.18	.03			ง*	.51	.78	.27		
		จ	.26	.14	.12			จ	.23	.10	.13		
		10	ก	.34	.20			.14	4	ก	.15	.09	.06
			ข*	.20	.41			.21		ข	.15	.13	.02
	ค		.11	.08	.03	ค	.38	.24		.14			
	ง		.15	.13	.02	ง*	.20	.46		.26			
	จ		.20	.19	.01	จ	.11	.03		.02			
	2		1	ก*	.69	.88	.19	5		ก	.21	.09	.12
				ข	.16	.08	.08			ข*	.36	.71	.35
		ค		.06	.01	.05	ค		.13	.06	.07		
		ง		.04	.01	.03	ง		.20	.06	.14		
จ		.05		.03	.02	จ	.09		.06	.03			
2		2		ก	.09	.05	.04		6	ก	.14	.04	.10
				ข	.29	.09	.20			ข	.15	.06	.09
	ค*		.61	.78	.47	ค	.26	.14		.12			
	ง		.18	.05	.13	ง	.20	.16		.04			
	จ		.14	.04	.10	จ*	.25	.60		.35			

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน	
2	7	ก	.14	.06	.08	2	11	ก*	.18	.33	.15
		ข	.26	.09	.17			ข	.25	.21	.04
		ค	.23	.09	.14			ค	.19	.13	.06
		ง	.24	.11	.13			ง	.19	.15	.04
		จ*	.13	.65	.52			จ	.20	.19	.01
	8	ก	.08	.05	.03		12	ก	.06	.04	.02
		ข	.20	.14	.06			ข*	.41	.65	.24
		ค	.23	.09	.14			ค	.21	.04	.17
		ง*	.25	.48	.20			ง	.25	.25	.00
		จ	.25	.25	.00			จ	.06	.03	.03
	9	ก	.19	.10	.09		13	ก	.13	.05	.08
		ข	.19	.15	.04			ข	.24	.10	.14
		ค*	.30	.45	.15			ค	.33	.19	.14
		ง	.20	.16	.04			ง	.16	.14	.02
		จ	.13	.13	.00			จ*	.15	.53	.38
10	ก	.16	.13	.03	14	ก	.13	.08	.05		
	ข	.28	.14	.14		ข*	.29	.43	.14		
	ค	.30	.28	.02		ค	.25	.23	.02		
	ง*	.18	.40	.22		ง	.21	.20	.01		
	จ	.09	.06	.05		จ	.13	.06	.07		

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนล่อน	หลังล่อน					ก่อนล่อน	หลังล่อน		
2	15	ก	.14	.13	.01	3	4	ก	.35	.25	.10	
		ข	.19	.13	.06			ข	.08	.04	.04	
		ค*	.29	.54	.25			ค*	.46	.55	.19	
		ง	.16	.08	.08			ง	.05	.03	.02	
		จ	.23	.13	.10			จ	.06	.04	.02	
3	1	ก	.21	.08	.13	5	5	ก	.19	.15	.04	
		ข	.15	.06	.09			ข	.20	.10	.10	
		ค	.10	.03	.07			ค	.20	.18	.02	
		ง	.14	.03	.11			ง	.25	.15	.10	
		จ*	.40	.81	.41			จ*	.16	.43	.27	
	2	2	ก	.15	.09	.06	6	6	ก	.18	.06	.12
			ข	.16	.06	.10			ข*	.10	.44	.38
			ค	.13	.13	.00			ค	.28	.21	.07
			ง*	.46	.68	.22			ง	.25	.21	.04
			จ	.10	.04	.06			จ	.19	.08	.11
	3	3	ก	.04	.03	.01	7	7	ก	.24	.20	.04
			ข	.15	.09	.06			ข	.19	.16	.03
			ค	.18	.05	.13			ค*	.25	.39	.14
ง*			.51	.79	.28	ง			.13	.09	.04	
		จ	.13	.05	.08	จ	.20	.15	.05			

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน		
3	8	ก*	.25	.44	.19	3	12	ก	.18	.13	.05	
		ข	.33	.30	.03			ข	.25	.15	.10	
		ค	.16	.11	.05			ค*	.28	.48	.20	
		ง	.15	.10	.05			ง	.16	.14	.02	
		จ	.11	.05	.06			จ	.14	.11	.03	
	9	9	ก*	.11	.56	.45	13	13	ก	.18	.16	.02
			ข	.26	.19	.07			ข*	.16	.24	.08
			ค	.20	.05	.15			ค	.29	.28	.01
			ง	.15	.05	.10			ง	.25	.21	.04
			จ	.26	.15	.11			จ	.13	.11	.02
	10	10	ก	.06	.03	.03	14	14	ก	.26	.18	.08
			ข	.30	.24	.06			ข	.11	.01	.10
ค			.15	.13	.02	ค			.29	.24	.05	
ง			.19	.11	.03	ง			.18	.11	.07	
จ*			.30	.50	.20	จ*			.16	.46	.30	
11	11	ก	.33	.30	.03	15	15	ก	.16	.09	.07	
		ข*	.13	.30	.17			ข*	.25	.66	.41	
		ค	.21	.10	.11			ค	.19	.10	.09	
		ง	.20	.16	.04			ง	.20	.08	.12	
		จ	.14	.14	.00			จ	.20	.06	.14	

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก			ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		
			ก่อนสอน	หลังสอน	S				ก่อนสอน	หลังสอน	S
4	1	ก*	.11	.81	.70	4	5	ก*	.21	.25	.04
		ข	.21	.13	.08			ข	.05	.01	.04
		ค	.30	.01	.29			ค	.19	.19	.00
		ง	.20	.03	.17			ง	.26	.25	.01
		จ	.18	.03	.15			จ	.29	.29	.00
	2	ก	.13	.09	.04	6	ก	.16	.11	.05	
		ข	.23	.16	.07		ข	.14	.03	.11	
		ค	.28	.23	.00		ค*	.30	.61	.31	
		ง*	.24	.35	.11		ง	.18	.03	.15	
		จ	.14	.13	.01		จ	.23	.23	.00	
	3	ก	.13	.08	.05	7	ก	.26	.24	.02	
		ข	.35	.18	.17		ข*	.28	.34	.06	
		ค	.09	.06	.03		ค	.14	.14	.00	
		ง	.30	.20	.10		ง	.15	.14	.01	
		จ*	.14	.50	.36		จ	.18	.15	.03	
	4	ก	.11	.09	.02	8	ก	.19	.11	.08	
		ข	.24	.14	.10		ข	.15	.14	.01	
		ค*	.19	.36	.17		ค*	.18	.28	.10	
		ง	.23	.21	.02		ง	.40	.39	.01	
		จ	.24	.20	.04		จ	.09	.09	.00	

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S				
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน					
4	9	ก	.20	.15	.05	5	3	ก	.05	.00	.05				
		ข	.23	.19	.04			ข	.08	.05	.03				
		ค	.31	.24	.07			ค	.20	.19	.01				
		ง*	.11	.29	.18		ง*	.59	.69	.10					
		จ	.15	.14	.01		จ	.09	.08	.01					
	10	ก	.24	.15	.09		4	ก	.04	.03	.01				
		ข*	.06	.45	.39			ข*	.36	.41	.05				
		ค	.38	.20	.18			ค	.16	.16	.00				
		ง	.18	.10	.08			ง	.11	.10	.01				
		จ	.15	.09	.06			จ	.33	.30	.03				
		5	1	ก	.01			.01	.00	6	ก*	.39	.61	.22	
				ข	.16			.05	.11			ข	.15	.05	.10
				ค	.11			.01	.10			ค	.18	.16	.02
				ง*	.43			.70	.27			ง	.15	.10	.05
จ	.28			.23	.05	จ	.14	.03	.06						
2	ก		.16	.04	.12	ก	.14	.13	.01						
	ข		.18	.14	.04	ข	.24	.15	.08						
	ค*		.45	.69	.24	ค*	.11	.30	.19						
	ง		.11	.10	.01	ง	.18	.10	.08						
		จ	.10	.04	.06	จ	.34	.31	.03						

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน	
5	7	ก*	.18	.39	.21	5	11	ก	.20	.05	.15
		ข	.13	.04	.09			ข	.24	.05	.19
		ค	.25	.23	.02			ค	.13	.00	.13
		ง	.20	.11	.09			ง	.11	.11	.00
		จ	.25	.24	.01			จ*	.33	.79	.46
	8	ก	.08	.06	.02		12	ก	.09	.06	.03
		ข	.20	.18	.02			ข	.34	.13	.21
		ค	.21	.10	.11			ค	.25	.06	.19
		ง	.23	.16	.07			ง*	.18	.66	.48
		จ*	.29	.49	.20			จ	.15	.09	.06
	9	ก	.30	.13	.17		13	ก	.08	.01	.07
		ข*	.24	.50	.26			ข	.41	.33	.08
		ค	.24	.21	.03			ค*	.23	.46	.23
		ง	.16	.11	.05			ง	.13	.06	.07
		จ	.06	.04	.02			จ	.16	.14	.02
10	ก	.18	.11	.07	14	ก	.18	.15	.03		
	ข*	.18	.76	.58		ข*	.25	.40	.15		
	ค	.21	.05	.16		ค	.31	.30	.01		
	ง	.24	.08	.16		ง	.13	.09	.04		
	จ	.20	.00	.20		จ	.14	.06	.08		

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ปีที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ปีที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน		
5	15	ก	.20	.06	.14	6	4	ก	.11	.03	.08	
		ข	.15	.00	.15			ข	.19	.14	.05	
		ค	.18	.09	.09			ค	.10	.05	.05	
		ง	.28	.25	.03			ง*	.33	.51	.18	
		จ*	.20	.60	.40			จ	.28	.26	.02	
6	1	ก*	.09	.68	.59	5	5	ก	.16	.03	.13	
		ข	.15	.10	.05			ข*	.29	.71	.42	
		ค	.38	.09	.29			ค	.23	.09	.14	
		ง	.21	.08	.13			ง	.08	.05	.03	
		จ	.18	.06	.12			จ	.25	.13	.12	
	2	2	ก	.05	.04	.01	6	6	ก	.08	.04	.04
			ข	.41	.10	.31			ข	.24	.09	.15
			ค*	.28	.68	.40			ค*	.40	.65	.25
			ง	.24	.19	.06			ง	.13	.10	.03
			จ	.03	.01	.02			จ	.16	.13	.03
	3	3	ก	.13	.10	.03	7	7	ก	.15	.10	.05
			ข	.13	.10	.03			ข*	.51	.63	.12
			ค	.55	.40	.15			ค	.18	.10	.05
			ง	.13	.11	.02			ง	.14	.13	.01
		จ*	.08	.29	.21			จ	.05	.05	.00	

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S	ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก		S
			ก่อนสอน	หลังสอน					ก่อนสอน	หลังสอน	
6	8	ก	.13	.11	.02	6	10	ก*	.13	.66	.53
		ข*	.19	.63	.44			ข	.19	.10	.09
		ค	.16	.09	.07			ค	.45	.16	.29
		ง	.31	.13	.18			ง	.18	.04	.14
		จ	.20	.05	.15			จ	.06	.04	.02
	9	ก	.10	.01	.03						
		ข	.19	.08	.09						
		ค*	.29	.73	.44						
		ง	.21	.05	.13						
		จ	.21	.14	.07						

*ค่าตอบถูก

ตาราง 4 การเรียงลำดับใหม่ของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ โดยตัดเลือกไว้จากการทดสอบ
ครั้งที่ 2

ฉบับที่	อันดับข้อ	อันดับข้อ	ค่าความยาก	ค่าความยาก	ค่าดัชนี	การแก้ไข
	ฉบับเดิม	ฉบับใหม่	ก่อนล้น	หลังล้น		
1	1	2	.23	.68	.65	สลับที่หัวเลือก
	2	-	.38	.78	.40	ตัดทิ้ง
	3	1	.40	.75	.35	คงเดิม
	4	-	.23	.50	.27	ตัดทิ้ง
	5	7	.05	.45	.40	คงเดิม
	6	6	.25	.53	.28	คงเดิม
	7	5	.35	.63	.28	คงเดิม
	8	-	.20	.75	.55	ตัดทิ้ง
	9	3	.15	.70	.55	คงเดิม
	10	4	.05	.60	.55	คงเดิม
	11	8	.08	.60	.52	สลับที่หัวเลือก
	12	-	.33	.50	.17	ตัดทิ้ง
	13	9	.05	.43	.38	สลับที่หัวเลือก
	14	10	.23	.45	.22	สลับที่หัวเลือก
	15	-	.13	.60	.17	ตัดทิ้ง
2	1	-	.43	.75	.32	ตัดทิ้ง
	2	1	.60	.90	.30	คงเดิม
	3	2	.40	.79	.38	คงเดิม

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	อันดับข้อ		ค่าความยาก		ค่าดัชนี S	การแก้ไข	
	ฉบับเดิม	ฉบับใหม่	ก่อนสอน	หลังสอน			
2	4	-	.55	.88	.33	ตัดทิ้ง	
	5	-	.43	.88	.45	ตัดทิ้ง	
	6	3	.49	.56	.10	สลับที่หัวเลือก	
	7	4	.15	.58	.43	คงเดิม	
	8	5	.50	.73	.13	สลับที่หัวเลือก	
	9	-	.20	.33	.13	ตัดทิ้ง	
	10	8	.25	.48	.23	คงเดิม	
	11	6	.13	.68	.55	คงเดิม	
	12	7	.15	.68	.53	คงเดิม	
	13	10	.25	.48	.23	คงเดิม	
	14	11	.25	.50	.25	คงเดิม	
	15	9	.33	.65	.32	คงเดิม	
	16	12	.23	.88	.65	คงเดิม	
	17	13	.20	.48	.28	คงเดิม	
	18	-	.20	.10	-.10	ตัดทิ้ง	
	19	14	.20	.40	.20	สลับที่หัวเลือก	
	20	15	.28	.63	.35	สลับที่หัวเลือก	
	3	1	-	.75	1.00	.25	ตัดทิ้ง
		2	3	.58	.83	.25	สลับที่หัวเลือก

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	อันดับข้อ	อันดับข้อ	ค่าความยาก	ค่าความยาก	ค่าดัชนี	การแก้ไข	
	ฉบับเดิม	ฉบับใหม่	ก่อนสอน	หลังสอน	S		
3	3	4	.55	.58	.99	คงเดิม	
	4	2	.45	.58	.23	ลลับที่ตัวเลือก	
	5	1	.58	.50	.12	คงเดิม	
	6	7	.25	.22	.03	คงเดิม	
	7	8	.18	.25	.07	คงเดิม	
	8	5	.08	.33	.25	ลลับที่ตัวเลือก	
	9	9	.03	.43	.40	คงเดิม	
	10	10	.25	.33	.09	คงเดิม	
	11	11	.08	.45	.57	ลลับที่ตัวเลือก	
	12	12	.35	.60	.25	คงเดิม	
	13	13	.15	.58	.43	คงเดิม	
	14	5	.10	.40	.30	ลลับที่ตัวเลือก	
	15	-	.08	.35	.22	ตัดทิ้ง	
	16	14	.05	.33	.28	ลลับที่ตัวเลือก	
	17	15	.30	.58	.25	ลลับที่ตัวเลือก	
	18	-	.40	.42	.03	ตัดทิ้ง	
	19	-	.10	.52	.43	ตัดทิ้ง	
	20	-	.08	.18	.10	ตัดทิ้ง	
	4	1	2	.13	.50	.37	คงเดิม

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	อันดับข้อ ฉบับเดิม	อันดับข้อ ฉบับใหม่	ค่าความยาก ก่อนล่อ	ค่าความยาก หลังล่อ	ค่าดัชนี S	การแก้ไข
4	2	1	.38	.45	.35	คงเดิม
	3	-	.55	.48	-.07	ตัดทิ้ง
	4	5	.25	.25	.00	ลลับที่ตัวเลือก
	5	4	.28	.35	.07	คงเดิม
	6	3	.10	.18	.08	ลลับที่ตัวเลือก
	7	-	.53	.48	-.05	ตัดทิ้ง
	8	-	.38	.35	-.03	ตัดทิ้ง
	9	7	.30	.30	.00	คงเดิม
	10	8	.20	.33	.13	คงเดิม
	11	-	.35	.50	.15	ตัดทิ้ง
	12	9	.08	.28	.20	คงเดิม
	13	10	.05	.28	.23	ลลับที่ตัวเลือก
	14	6	.33	.48	.15	คงเดิม
	15	-	.20	.45	.25	ตัดทิ้ง
	16	-	.10	.60	.20	ตัดทิ้ง
	5	1	4	.45	.46	.03
2		2	.28	.43	.15	ลลับที่ตัวเลือก
3		-	.28	.10	-.18	ตัดทิ้ง
4		5	.25	.35	.10	ลลับที่ตัวเลือก

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	อันดับข้อ		ค่าความยาก		ค่าดัชนี S	การแก้ไข	
	ฉบับเดิม	ฉบับใหม่	ก่อนสอน	หลังสอน			
5	5	1	.28	.45	.17	ลึกลับที่ผิวเผิน	
	6	-	.28	.23	-.05	ตัดทิ้ง	
	7	3	.18	.38	.20	คงเดิม	
	8	6	.30	.45	.15	ลึกลับที่ผิวเผิน	
	9	8	.05	.40	.35	คงเดิม	
	10	9	.20	.20	.00	คงเดิม	
	11	-	.38	.18	-.20	ตัดทิ้ง	
	12	7	.13	.25	.12	ลึกลับที่ผิวเผิน	
	13	15	.28	.50	.22	คงเดิม	
	14	14	.33	.40	.07	คงเดิม	
	15	13	.28	.40	.20	คงเดิม	
	16	-	.15	.10	-.05	ตัดทิ้ง	
	17	11	.30	.35	.05	คงเดิม	
	18	12	.20	.35	.15	คงเดิม	
	19	10	.25	.33	.08	คงเดิม	
	20	-	.20	.20	.00	ตัดทิ้ง	
	6	1	5	.20	.73	.53	คงเดิม
		2	3	.08	.25	.17	คงเดิม

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	อันดับข้อ	อันดับข้อ	ค่าความยาก	ค่าความยาก	ค่าดัชนี	การแก้ไข
	ฉบับเดิม	ฉบับใหม่	ก่อนล่อน	หลังล่อน	S	
6	3	2	.60	.53	.23	คงเดิม
	4	-	.53	.38	-.15	ตัดทิ้ง
	5	4	.33	.38	.05	คงเดิม
	6	-	.15	.20	.05	ตัดทิ้ง
	7	1	.35	.43	.08	คงเดิม
	8	6	.23	.53	.25	คงเดิม
	9	8	.33	.38	.05	คงเดิม
	10	-	.15	.13	-.02	ตัดทิ้ง
	11	-	.28	.28	.00	ตัดทิ้ง
	12	9	.23	.58	.35	คงเดิม
	13	10	.25	.38	.13	คงเดิม
	14	7	.30	.45	.15	คงเดิม
	15	-	.38	.43	.05	ตัดทิ้ง

ภาคผนวก ข

คู่มือการวิจัยแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่วัดาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ ควบตราตัก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คู่มือการใช้แบบทดสอบอิง เกณฑ์

แบบทดสอบอิง เกณฑ์ชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ว่ามีความรู้ ความสามารถถึง เกณฑ์ที่ผู้สอนต้องการหรือไม่ และยังคงพร้อมในการเรียนจุดมุ่งหมายการเรียน เรื่องใด แบบทดสอบชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย จำนวน 6 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงเส้นดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงเส้นดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงเส้นดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$

แบบทดสอบฉบับที่ 4 การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงเส้นดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์

แบบทดสอบฉบับที่ 5 การแก้สมการควอดราติก

แบบทดสอบฉบับที่ 6 การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงเส้นดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก ประกอบด้วยข้อความแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงเส้นดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก หรือหาพหุนามเชิงเส้นดีกรีสอง เมื่อกำหนดตัวประกอบมาให้ ดังตัวอย่าง

(0) ตัวประกอบของ $x^2 + 7x + 12$ คือข้อใด?

ก. $(x + 1)(x + 12)$

ข. $(x + 2)(x + 6)$

ค. $(x + 3)(x + 4)$

ง. $(x + 4)(x + 8)$

จ. $(x + 5)(x + 7)$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

(00) $(x + 3)(x + 6)$ เป็นตัวประกอบของ

พหุนามใด?

ก. $x^2 + 3x + 9$

ข. $x^2 + 3x - 9$

ค. $x^2 + 3x + 18$

ง. $x^2 + 9x - 18$

จ. $x^2 + 9x + 18$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ จ.

แบบทดสอบข้อที่ 2 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามกำลังสอง $ax^2 + bx + c$

เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการแยกตัวประกอบของพหุนามกำลัง

สอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม หรือหาพหุนามที่ต้องการ

เมื่อกำหนดตัวประกอบมาให้ ดังตัวอย่าง

(0) ตัวประกอบของ $x^2 + 5x - 24$

คือข้อใด?

ก. $(x + 4)(x - 6)$

ข. $(x + 3)(x - 8)$

ค. $(x + 6)(x - 4)$

ง. $(x + 8)(x - 3)$

จ. $(x + 12)(x - 2)$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.

(00) $(x - 4)(x + 5)$ เป็นตัวประกอบของ

พหุนามใด?

ก. $x^2 - x + 1$

ข. $x^2 - x - 20$

ค. $x^2 + x - 20$

ง. $x^2 - x + 20$

จ. $x^2 + x + 20$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลา 25 นาที ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ หรือหาพหุนามดีกรีสองที่ต้องการ เมื่อกำหนดตัวประกอบมาให้ ดังตัวอย่าง

(0) ตัวประกอบของ $8x^2 - 2x - 15$

คือข้อใด?

ก. $(2x - 3)(4x + 5)$

ข. $(2x - 3)(4x - 5)$

ค. $(2x + 3)(4x - 5)$

ง. $(2x + 1)(4x - 5)$

จ. $(2x - 15)(4x + 1)$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.

(00) $(3x + 5)(2x - 7)$ เป็นตัวประกอบของ

พหุนามดีกรีสองใด?

ก. $6x^2 - 11x + 35$

ข. $6x^2 - 11x - 35$

ค. $6x^2 + 11x + 35$

ง. $6x^2 + 11x - 35$

จ. $6x^2 - 11x - 2$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธี ทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ ดังตัวอย่าง

(0) ตัวประกอบของ $x^2 - 5x + 2$ คือข้อใด?

ก. $(x - \frac{5 + \sqrt{2}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{2}}{2})$

ข. $(x - \frac{5 + \sqrt{5}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{5}}{2})$

ค. $(x - \frac{5 + \sqrt{7}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{7}}{2})$

ง. $(x - \frac{5 + \sqrt{17}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{17}}{2})$

จ. $(x - \frac{5 + \sqrt{27}}{2})(x - \frac{5 - \sqrt{27}}{2})$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่องการแก้สมการควอดราติก ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลา 25 นาที ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการแก้สมการควอดราติก หรือหาลมการควอดราติกที่ต้องการ เมื่อกำหนดคำตอบของสมการมาให้ ดังตัวอย่าง

(0) คำตอบของสมการ $3x^2 - 2x - 5 = 0$ คือข้อใด ?	(00) $-\frac{5}{2}$ เป็นคำตอบของสมการใด ?
ก. 0 และ -1	ก. $2x^2 + 3x - 5 = 0$
ข. $\frac{5}{3}$ และ -1	ข. $2x^2 - 5x + 3 = 0$
ค. $\frac{5}{3}$ และ -1	ค. $2x^2 - 7x + 5 = 0$
ง. $\frac{3}{5}$ และ 1	ง. $5x^2 + 2x - 3 = 0$
จ. $\frac{5}{3}$ และ 1	จ. $5x^2 - 7x + 2 = 0$
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.	คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก ดังตัวอย่าง

(0) ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแปลงหนึ่งมีพื้นที่ 442 ตารางวา และมีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง 9 วา ที่ดินแปลงนี้มีด้านยาว ยาวเท่าไร ?

- ก. 17 วา
- ข. 24 วา
- ค. 25 วา
- ง. 33 วา
- จ. 36 วา

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

การตอบแบบทดสอบ

การตอบแบบทดสอบทุกฉบับ ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 5 ตัวเลือก คือ คำถามแต่ละข้อจะให้ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง, จ, โดยให้นักเรียนกากบาท (x) กับบนตัวอักษรนั้น ๆ ในกระดาษคำตอบดังนี้

ก ข ค ง จ

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดขวางทั้งกากบาทตัวที่ขีดไขไปแล้ว แล้วเลือกคำตอบใหม่ ดังตัวอย่าง

ก ข ค ง จ

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก มีจุดมุ่งหมาย ในการทดสอบ คือ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน หลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาบ่อย ๆ หรือจุดมุ่งหมายใดจุดมุ่งหมายหนึ่งจบไปแล้ว ว่านักเรียนมีความรู้ถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือยัง ถ้านักเรียนมีความรู้ยังไม่ถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็สามารถทราบได้ว่านักเรียนเหล่านั้นยังบกพร่อง ในจุดมุ่งหมายข้อใด ผู้สอนจะได้จัดการสอนซ่อมเสริมในส่วนที่บกพร่องของแต่ละคนให้มีความรู้ ถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้ก่อนที่จะ เรียนในจุดประสงค์ถัดไป อิงแบบทดสอบอิง เกณฑ์ทั้งหกฉบับนี้ ได้คำนวณหา เกณฑ์ของแต่ละฉบับโดยใช้วิธีของ เบออร์ก และวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ เมื่อกำหนดเกรด 2.00 ของวิชา ค.321 เป็นเกณฑ์ภายนอก แล้วนำเกณฑ์ที่ได้จากวิธีทั้งสองมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจะได้ เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 ประมวลร้อยละ 70, 70, 60, 50, 60, และ 70 ของคะแนนเต็มของแต่ละฉบับที่ ... ตามลำดับ แบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่ม หรือ รายบุคคล ทั้งนี้เพราะ ไม่มีการ เปรียบเทียบกันระหว่างนักเรียนภายในกลุ่ม

การพิจารณาแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการพหุนามดีกรีสอง เริ่มดำเนินการสร้างในปี 2525 ปรับปรุงแก้ไข และสร้างสำเร็จตามต้องการในปี 2526 ใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 160 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยแต่ละฉบับจะทำการทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 และ 2 เป็นการทดลองและปรับปรุงข้อสอบให้มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 ขึ้นไปทุกข้อ แล้วคัดเลือกมาฉบับละ 10 ข้อ สำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 4 และฉบับที่ 6 ส่วนฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 5 คัดเลือกมาฉบับละ 15 ข้อ แล้วนำไปทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

คุณภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

1. คุณภาพเป็นรายข้อ หมายถึง ค่าความยากหลังล้น ค่าดัชนี S (ค่าอำนาจจำแนกการล้นที่สัมพันธ์กับการล้นหรือล้น) ของแบบทดสอบจากทฤษฎีวิเคราะห์รายข้อ ผลการวิเคราะห์ ปรากฏว่า มีช่วงค่าความยากหลังล้น ค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ ดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 ช่วงค่าความยากหลังล้นและช่วงค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบ	ค่าความยากหลังล้น	ค่าดัชนี S
1. การแยกตัวประกอบของพหุนามในเมมอริสดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก	.40 - .89	.19 - .65
2. การแยกตัวประกอบของพหุนามในเมมอริสดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b , และ c เป็นจำนวนเต็ม	.40 - .88	.14 - .52
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามในเมมอริสดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$.24 - .81	.08 - .45

ตาราง 1 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ค่าความยาก หลังสอน	ค่าดัชนี S
4. การแยกตัวประกอบของ โพลีโนเมียลดีกรีสอง โกบรีร์ทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์	.25 - .81	.04 - .70
5. การแก้สมการควอดราติก	.30 - .79	.05 - .58
6. การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก	.29 - .73	.12 - .59

2. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ ในสิ่งที่ต้องการ วัดได้ถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย แบบทดสอบนี้เน้นความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา เป็นผู้พิจารณาและลงความเห็นปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งหมดนี้ สามารถวัดเนื้อหาในเรื่องสมการควอดราติกได้จริง ส่วนค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง คำนวณจากสูตรของคาร์เวอร์ และความเที่ยงตรงตามสภาพคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบเพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation Coefficient) โดยนำ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละฉบับมาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 5 วิชา คือ ค.101 ค.102 ค.203 ค.204 และ ค.321 ดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความเปลี่ยนแปลงตามโครงสร้างและค่าความเปลี่ยนแปลงราคาของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบ	จำนวนผู้สอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์			ความเปลี่ยนแปลง	
				เบอร์ก	ทฤษฎี	ตัดสินใจ	โครงสร้าง	ตามสภาพ
1. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก	20	10	5.5375	5	8	7	.9438 ¹	.5090
2. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสาม ดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม	20	15	8.9000	9	12	10	.7939 ¹	.5059
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสาม ดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$	30	15	7.7750	3	10	9	.5250 ²	.6102
4. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสาม ดีกรีสอง โดยวิธีทั่วไปเป็นกำลังสอง สมบูรณ์	80	10	4.2125	3	7	5	.5938 ²	.4229
5. การแก้สมการควอดราติก	80	15	8.4625	7	11	9	.3063 ¹	.6728
6. การแก้สมการควอดราติก	80	10	6.1625	5	8	7	.3375 ¹	.4894

¹ ความเปลี่ยนแปลงตามโครงสร้างสร้างที่คำนวณจากเกณฑ์ของเบอร์ก

² ความเปลี่ยนแปลงตามโครงสร้างสร้างที่คำนวณจากเกณฑ์ของทฤษฎีการตัดสินใจ

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนนของนักเรียนแต่ละคน จากการตอบแบบทดสอบ ไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปสอบซ้ำกับเด็กกลุ่มเดิมเดิมหรือกลุ่มอื่น ๆ ที่เป็นประเภทเดียวกัน ค่าความเชื่อมั่นนี้หาได้จากสูตรของ ปอปแฮม ดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ

แบบทดสอบ	จำนวนผู้สอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์			ความเชื่อมั่น
				เบอร์รัก	ทฤษฎีการตัดสินใจ	เฉลี่ย	
1. การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงตรรกยะ $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก	80	10	5.5375	5	8	7	.3972 ³
2. การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงตรรกยะ $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม	80	15	8.9000	8	12	10	.4358 ³
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงตรรกยะ $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$	80	15	7.7750	8	10	9	.4103 ⁴
4. การแยกตัวประกอบของพหุนามเชิงตรรกยะ โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์	80	10	4.2125	3	7	5	.2280 ⁴
5. การแก้สมการควอดราติก	80	15	8.4625	7	11	9	.3350 ³
6. การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก	80	10	6.1625	5	8	7	.2848 ³

³ ความเชื่อมั่นที่คำนวณจาก เกณฑ์ของ เบอร์รัก

⁴ ความเชื่อมั่นที่คำนวณจาก เกณฑ์ของทฤษฎีการตัดสินใจ

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ

เนื่องจากแบบทดสอบเชิง เกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการปรับปรุง การเรียนการสอน ดังนั้น เวลาที่ใช้ในการทดสอบจึงควรเป็นเวลาที่ใช้ในระหว่างการเรียนรู้ การสอน เช่น ตอนต้นหรือตอนท้ายชั่วโมง ซึ่งจะใช้เวลาไม่มากเกินไป เพราะข้อสอบแต่ละข้อ เป็นข้อสอบฉบับย่อย ๆ จากผลการสอบทั้งสามครั้ง ได้จับเวลาที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำเสร็จ และ กำหนดเวลาไว้ ดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 เวลาที่ใช้ในการทดสอบ คิดเป็นนาที

แบบทดสอบ	คำชี้แจง	ทำข้อสอบ	รวม
1. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก	5	15	20
2. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม	5	20	25
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$	5	25	30
4. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธี ทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์	5	15	20
5. การแก้สมการควอดราติก	5	25	30
6. การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก	5	20	25

วิธีดำเนินการทดสอบ

แบบทดสอบเชิง เกณฑ์นี้จะใช้ควบคู่กันไปกับการเรียนการสอน ซึ่งมีวิธีการดังนี้

- 1.ชี้แจงจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในการสอน เรื่องนั้น ๆ ให้แก่เรียนทราบ
2. ทดสอบก่อนสอน
3. สอน
4. ทดสอบหลังสอน
5. รายงานผลการสอบ สำรวจส่วนที่บกพร่องของแต่ละบุคคล
6. สอนซ่อมเสริมตามส่วนที่บกพร่องของแต่ละบุคคลให้ได้ตาม เกณฑ์ที่กำหนด
7. ชี้นบท เรียนย่อยหรือจุดมุ่งหมายการเรียนใหม่ และดำเนินการ เช่นเดียวกันกับ

วิธีที่กล่าวมาแล้ว

วิธีดำเนินการขณะสอบ ให้ปฏิบัติดังนี้

1. แจกกระดาษคำตอบให้นักเรียนทุกคน และให้เขียนรายละเอียดต่าง ๆ

ที่เกี่ยวข้องตัวนักเรียน

2. แจกแบบทดสอบ และกำข้ให้นักเรียนว่าอย่าเพิ่งลงมือทำข้อสอบจนกว่าจะ

จะได้รับฟังคำชี้แจงจนเข้าใจ

3. อธิบายวิธีทำแบบทดสอบ โดยครูอ่านคำชี้แจงให้นักเรียนฟัง ใช้เวลา 5 นาที
4. เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งเวลาของทั้งหมด ให้เตือนเวลาที่เหลือแก่นักเรียน
5. เมื่อหมดเวลา ให้นักเรียนส่งแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการคุมสอบ

การตรวจให้คะแนนและการรายงานผลการสอบ

1. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 ตอบผิด

ไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบให้ 0

2. พิจารณาว่า นักเรียนบกพร่อง หรือไม่บกพร่องในแต่ละเรื่องหรือแต่ละจุดมุ่งหมาย โดยดูจากเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ถ้าคะแนนที่ได้น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ก็แสดงว่านักเรียนยังบกพร่องในเรื่อง หรือจุดมุ่งหมายนั้น ๆ ถ้าคะแนนที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ก็แสดงว่านักเรียนมีความรู้ในเรื่องหรือจุดมุ่งหมายนั้น ๆ

3. นำผลการสอบบันทึกลงในใบแจ้งผลการเรียน แล้วให้นักเรียนและผู้ปกครองทราบดังตัวอย่าง

แบบรายงานผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการพหุนาม

ชื่อ ชั้น
 ภาคนิเทศ ปีการศึกษา โรงเรียน

ประเภท	ข้อที่															คะแนนรวม	ผลการสอบ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1. การแยกตัวประกอบของพหุนาม																	
ดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก																	
2. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม																	
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$																10	
4. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์																7	
5. การแก้สมการรากที่สอง																7	
6. การแก้โจทย์ปัญหาสมการรากที่สอง																5	

จากแบบรายงานนี้ ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกให้เขียนกากบาท (×) ลงในช่อง ข้อสอบนั้น ถ้าผิดให้ทำเครื่องหมายขีด (-) ลงในช่องข้อสอบนั้น คะแนนรวมในเรื่องใด สูงกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ตัดสินถือว่าผ่าน ให้ใส่ "ผ" ลงในช่องผลการสอบ แต่ถ้าคะแนนรวม ต่ำกว่าเกณฑ์ตัดสิน ถือว่าไม่ผ่าน ให้ใส่ "มผ" ลงในช่องผลการสอบนั้น

ข้อเสนอแนะในการนำแบบทดสอบชิง เกณฑ์ไปใช้

1. ควรดำเนินการตามคู่มือดำเนินการสอบอย่างเคร่งครัด
2. ควรนำแบบทดสอบนี้ไปใช้ทดสอบนักเรียนทันทีหลังจากที่ทำการสอนจบลงในแต่ละ บทเรียนย่อย ๆ หรือจุดมุ่งหมายหนึ่ง ๆ
3. ควรให้นักเรียนทราบผลการสอบอย่างรวดเร็ว และต้องจัดการเลื่อนซ่อมเสริม ให้นักเรียนก่อนเข้าบทเรียนใหม่ หรือจุดมุ่งหมายใหม่
4. แบบทดสอบชิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการควอดรติกนี้ ใช้สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อําเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ แต่ถ้า จะนำไปใช้ในโรงเรียนอื่น ครูผู้สอนควรแบ่ง เนื้อหาย่อย และกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เช่นเดียวกับแบบทดสอบชุดนี้
5. ถ้านำแบบทดสอบชุดนี้ไปใช้ เกณฑ์ที่จะใช้ตัดสินผลการสอบของนักเรียนน่า จะ ใช้ เกณฑ์ที่เป็นค่าเฉลี่ยจากวิธีของเบอร์ก และทฤษฎีการตัดสินใจ แต่ก็ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอนว่าจะเลือกใช้ เกณฑ์ใด

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบอิง เกมที่วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการควอดราติก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบ เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$

เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวกมาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือกำหนดตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่าเป็นตัวประกอบของพหุนามดีกรีใด ได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ"

คำอธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 15 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย \times ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษร ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข เป็น ข้อ จ ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4. นักเรียนอย่าทำเครื่องหมายใด ๆ บนข้อสอบ และให้หลังข้อสอบคืน
5. ถ้าใครส่งสั้ให้รับถามก่อนลงมือทำข้อสอบ

1. $(x + 8)(x + 1)$ เป็นตัวประกอบของ

พหุนามใด ?

ก. $x^2 + x + 8$

ข. $x^2 + 8x + 8$

ค. $x^2 + 9x + 8$

ง. $x^2 + x + 9$

จ. $x^2 + 8x + 9$

2. ตัวประกอบของ $x^2 + 18x + 56$

คือข้อใด ?

ก. $(x + 2)(x + 28)$

ข. $(x + 4)(x + 14)$

ค. $(x + 7)(x + 8)$

ง. $(x + 9)(x + 9)$

จ. $(x + 11)(x + 7)$

3. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $x^2 + 27x + 180$

คือข้อใด ?

ก. $x + 9$

ข. $x + 10$

ค. $x + 15$

ง. $x + 18$

จ. $x + 20$

4. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $72 + 22x + x^2$

คือข้อใด ?

ก. $x + 6$

ง. $x + 12$

ข. $x + 8$

จ. $x + 18$

ค. $x + 9$

5. $x + 1$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของพหุนามใด ?

ก. $x^2 + 3x + 2$

ข. $x^2 + 5x + 6$

ค. $x^2 + 6x + 8$

ง. $x^2 + 7x + 10$

จ. $x^2 + 8x + 12$

6. $x + 3$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของพหุนามใด ?

ก. $x^2 + 10x + 9$

ข. $x^2 + 11x + 18$

ค. $x^2 + 13x + 36$

ง. $x^2 + 18x + 45$

จ. $x^2 + 15x + 54$

7. $x + 8$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของพหุนามใด ?

ก. $x^2 + 6x + 8$

ข. $x^2 + 8x + 16$

ค. $x^2 + 10x + 24$

ง. $x^2 + 18x + 32$

จ. $x^2 + 15x + 56$

8. ตัวประกอบใดในวงเล็บเป็นตัวประกอบตัวหนึ่ง

ของพหุนามที่กำหนดให้ ?

ก. $x^2 + 8x + 16$ ($x + 2$)

ข. $y^2 + 14y + 24$ ($y + 4$)

ค. $a^2 + 15a + 36$ ($a + 6$)

ง. $b^2 + 14b + 48$ ($b + 8$)

จ. $c^2 + 17c + 60$ ($c + 10$)

คำชี้แจง ตั้งแต่ข้อ 9 - 10 ให้นักเรียนใช้พหุนามที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ในการตอบคำถาม

ก. $a^2 + 20a + 96$

ข. $a^2 + 24a + 60$

ค. $a^2 + 15a + 56$

ง. $a^2 + 13a + 40$

จ. $a^2 + 11a + 24$

9. ถ้าเปลี่ยนค่าคงที่ตัวสุดท้ายของพหุนามที่กำหนด ให้ข้างบนเป็น 64 แล้ว พหุนามใดที่สามารถแยกตัวประกอบได้ ?
10. $a + 4$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของพหุนามใด ?

แบบทดสอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$

เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มมาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือกำหนดตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่า เป็นตัวประกอบของพหุนามดีกรีใด ได้ถูกต้องอย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย \times ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษร ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบจาก ข้อ ข เป็น ข้อ จ ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4. นักเรียนอย่าทำเครื่องหมายใด ๆ บนข้อสอบ และให้ส่งข้อสอบคืน
5. ถ้าใครส่งสั้ยให้รับตามก่อนลงมือทำข้อสอบ

9. โพลีโนเมียลในข้อใดแยกตัวประกอบได้จำกัด ?

ก. $x^2 + 14x + 24$

ข. $x^2 + 6x + 12$

ค. $x^2 - 12x + 36$

ง. $x^2 + 14x + 28$

จ. $x^2 - 30x + 81$

10. ตัวประกอบใดในวงเล็บเป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของโพลีโนเมียลที่กำหนดให้ ?

ของโพลีโนเมียลที่กำหนดให้ ?

ก. $x^2 - 13x - 90$ ($x - 5$)

ข. $x^2 - 24x + 95$ ($x + 5$)

ค. $x^2 - 12x + 27$ ($x + 3$)

ง. $x^2 + 19x + 84$ ($x + 7$)

จ. $x^2 - 13x - 30$ ($x - 2$)

11. ตัวประกอบใดในวงเล็บ ไม่เป็น ตัวประกอบตัวหนึ่งของโพลีโนเมียลที่กำหนดให้ ?

ของโพลีโนเมียลที่กำหนดให้ ?

ก. $x^2 + 4x - 45$ ($x - 9$)

ข. $x^2 + 4x - 21$ ($x + 7$)

ค. $x^2 + 10x + 24$ ($x + 6$)

ง. $x^2 - 14x + 48$ ($x - 6$)

จ. $x^2 - 7x - 60$ ($x - 12$)

คำชี้แจง ตั้งแต่ข้อ 12 - 13 ให้นักเรียนใช้ตัวประกอบ

ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ในการตอบคำถาม

ก. $a + 3$

ข. $a + 4$

ค. $a + 7$

ง. $a - 16$

จ. $a - 27$

12. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $a^2 - 16$ คือข้อใด ?

13. ตัวประกอบของ $a^2 - 24a - 81$ คือข้อใด ?

ก. ข้อ ก และ ข

ข. ข้อ ข และ ค

ค. ข้อ ค และ ง

ง. ข้อ ง และ จ

จ. ข้อ จ และ ก

คำชี้แจง ตั้งแต่ข้อ 14 - 15 ให้นักเรียนใช้

โพลีโนเมียลที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ในการตอบคำถาม

ก. $x^2 + 11x - 60$

ข. $x^2 - 6x - 72$

ค. $x^2 + 4x - 96$

ง. $x^2 + 22x - 104$

จ. $x^2 - 12x - 108$

14. $x - 4$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของโพลีโนเมียล

ในข้อใดบ้าง ?

ก. ข้อ ก และ ข

ข. ข้อ ก และ ง

ค. ข้อ ข และ ค

ง. ข้อ ข และ ง

จ. ข้อ ค และ จ

15. $x + 6$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของโพลีโนเมียล

ในข้อใดบ้าง ?

ก. ข้อ ก และ ค

ง. ข้อ ค และ ง

ข. ข้อ ข และ ง

จ. ข้อ ค และ จ

ค. ข้อ ข และ จ

แบบทดสอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$
เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ มาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้ หรือกำหนดตัวประกอบมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่าเป็นตัวประกอบของพหุนามดีกรีใด ได้ถูกต้องอย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ"

คำอธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 25 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย \times ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข เป็น ข้อ จ ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4. นักเรียนอย่าทำเครื่องหมายใด ๆ บนข้อสอบ และให้ส่งข้อสอบคืน
5. ถ้าใครสงสัยให้รับถามก่อนลงมือทำข้อสอบ

1. $(3x - 4)(5x + 6)$ เป็นตัวประกอบของ

พหุนามใด ?

ก. $15x^2 - 20x - 24$

ข. $15x^2 + 18x - 24$

ค. $15x^2 + 10x - 24$

ง. $15x^2 + 9x - 24$

จ. $15x^2 - 2x - 24$

2. ตัวประกอบของ $9x^2 - 25$ คือข้อใด ?

ก. $(9x - 5)(x + 5)$

ข. $(9x - 1)(x - 25)$

ค. $(3x - 5)(3x - 5)$

ง. $(3x + 5)(3x - 5)$

จ. $(3x + 1)(3x - 25)$

3. ตัวประกอบของ $10x^2 - 27x + 18$ คือข้อใด ?

ก. $(2x - 1)(5x - 18)$

ข. $(2x - 9)(5x + 2)$

ค. $(10x + 9)(x + 2)$

ง. $(2x - 3)(5x - 6)$

จ. $(2x - 2)(5x - 9)$

4. ตัวประกอบของ $6x^2 + 5x - 21$ คือข้อใด ?

ก. $(2x + 3)(3x - 7)$

ข. $(2x - 3)(3x - 7)$

ค. $(2x - 3)(3x + 7)$

ง. $(6x - 7)(x + 3)$

จ. $(6x + 7)(x - 3)$

5. พหุนามเส้นในข้อใดแยกตัวประกอบได้

เป็นรูปกำลังสองสมบูรณ์ ?

ก. $16x^2 - 8x + 2$

ข. $25x^2 + 15x + 6$

ค. $36x^2 + 48x + 8$

ง. $49x^2 + 35x + 25$

จ. $49x^2 - 84x + 36$

6. $6x + 7$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของพหุนามเส้นใด ?

ก. $36x^2 - 7$

ข. $36x^2 - 49$

ค. $36x^2 + 49$

ง. $18x^2 + 21x - 49$

จ. $6x^2 + 23x - 35$

7. $3n - 2$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของพหุนามเส้นใด ?

ก. $6n^2 + 10n - 4$

ข. $9n^2 - 15n + 4$

ค. $12n^2 + n - 6$

ง. $15n^2 - 14n - 6$

จ. $18n^2 - 9n - 14$

8. $2n + 3$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของพหุนามเส้นใด ?

ก. $2n^2 + n - 3$

ข. $2n^2 + n - 6$

ค. $2n^2 - n - 15$

ง. $8n^2 - 2n - 3$

จ. $10n^2 + 7n - 6$

9. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $5x^2 - 23x - 10$ คือข้อใด ?
- ก. $x - 5$
 ข. $x + 5$
 ค. $5x + 1$
 ง. $5x - 1$
 จ. $5x - 2$
10. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $3x^2 - 10x + 8$ คือข้อใด ?
- ก. $x - 1$
 ข. $x - 4$
 ค. $x - 8$
 ง. $3x - 1$
 จ. $3x - 4$
11. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $4 - 17x - 15x^2$ คือข้อใด ?
- ก. $4 - 3x$
 ข. $4 + 3x$
 ค. $2 - 5x$
 ง. $2 + 5x$
 จ. $1 + 5x$
12. ตัวประกอบใดในวงเล็บ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของ โพลีโนเมียลที่กำหนดให้ ?
- ก. $2x^2 - 11x + 12$ $(2x + 3)$
 ข. $3x^2 - 16x + 5$ $(3x + 1)$
 ค. $4x^2 + 6x + 3$ $(2x + 1)$
 ง. $5x^2 + 7x - 6$ $(5x + 3)$
 จ. $6x^2 - 7x - 20$ $(2x + 5)$
13. ตัวประกอบใดในวงเล็บ ไม่เป็น ตัวประกอบตัวหนึ่งของ โพลีโนเมียลที่กำหนดให้ ?
- ก. $2x^2 - x - 1$ $(x - 1)$
 ข. $3x^2 + 2x - 6$ $(x - 2)$
 ค. $4x^2 - 11x - 3$ $(x - 3)$
 ง. $5x^2 - 22x + 20$ $(x - 4)$
 จ. $6x^2 - 25x - 25$ $(x - 5)$
- คำชี้แจง ตั้งแต่ข้อ 14 - 15 ให้หาคำตอบ
- ตัวประกอบที่กำหนดให้ในการตอบคำถาม
- ก. $2x - 3$
 ข. $2x - 9$
 ค. $3x + 4$
 ง. $2x + 9$
 จ. $2x + 3$
14. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $6x^2 + x - 12$ คือข้อใด ?
15. ตัวประกอบของ $4x^2 - 9$ คือข้อใด ?
- ก. ข้อ ก และ ข
 ข. ข้อ ก และ จ
 ค. ข้อ ข และ จ
 ง. ข้อ ค และ ง
 จ. ข้อ ง และ จ

แบบทดสอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองมาให้ นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบ โดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ"

คำอธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำทั้งหมด 15 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย \times ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษร ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข เป็น ข้อ จ ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4. นักเรียนอย่าทำเครื่องหมายใด ๆ บนข้อสอบ และให้ส่งข้อสอบคืน
5. ถ้าใครสงสัยให้รับถามก่อนลงมือทำข้อสอบ

1. ตัวประกอบของ $x^2 + x - 3$ คือข้อใด ?

ก. $(x + \frac{1 + \sqrt{13}}{2})(x + \frac{1 - \sqrt{13}}{2})$

ข. $(x + \frac{1 + \sqrt{15}}{2})(x + \frac{1 - \sqrt{15}}{2})$

ค. $(x + \frac{1 + \sqrt{17}}{2})(x + \frac{1 - \sqrt{17}}{2})$

ง. $(x + \frac{1 + \sqrt{19}}{2})(x + \frac{1 - \sqrt{19}}{2})$

จ. $(x + \frac{1 + \sqrt{21}}{2})(x + \frac{1 - \sqrt{21}}{2})$

2. ตัวประกอบของ $p^2 - \frac{7}{3}p - 2$ คือข้อใด ?

ก. $(p + \frac{1}{3})(p - \frac{2}{3})$

ข. $(p + \frac{2}{3})(p - \frac{1}{3})$

ค. $(p + \frac{1}{3})(p - 3)$

ง. $(p + \frac{2}{3})(p - 3)$

จ. $(p - \frac{2}{3})(p + 3)$

3. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $x^2 + 5x + 1$ คือข้อใด ?

ก. $x + 5 - \sqrt{6}$

ข. $x + 5 + \sqrt{6}$

ค. $x - 5 + \sqrt{6}$

ง. $\frac{2x - 5 - \sqrt{21}}{2}$

จ. $\frac{2x + 5 - \sqrt{21}}{2}$

4. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $x^2 - 3x - \frac{7}{2}$ คือข้อใด ?

ก. $x - \frac{3 - \sqrt{5}}{2}$

ข. $x + \frac{3 - \sqrt{5}}{2}$

ค. $x - \frac{3 + \sqrt{23}}{2}$

ง. $x + \frac{3 + \sqrt{23}}{2}$

จ. $x + \frac{3 - \sqrt{23}}{2}$

5. ตัวประกอบตัวหนึ่งของ $-2x^2 - 4x + 6$

คือข้อใด ?

ก. $x + 3$

ข. $x + 2$

ค. $x - 2$

ง. $2x - 3$

จ. $2x + 2$

6. โพลีโนเมียล $x^2 - 12x + c$ จะเป็น

กำลังสองสมบูรณ์ เมื่อ c มีค่าเท่าไร ?

ก. 6

ข. 12

ค. 36

ง. -12

จ. -36

คำชี้แจง ตั้งแต่ข้อ 7 - 8 ให้นักเรียนใช้โพลีโนเมียล

ต่อไปนี้ในการตอบคำถาม

ก. $2x^2 + x - 3$

ข. $x^2 + 6x - 2$

ค. $x^2 + 6x + 10$

ง. $x^2 + 2\sqrt{5}x + 5$

จ. $3x^2 + 6x - 4$

7. ข้อใดที่มีตัวประกอบตัวหนึ่งเป็น $x + 3 - \sqrt{11}$?

8. ข้อใดที่ไม่สามารถแยกตัวประกอบได้ ?

คำชี้แจง ตั้งแต่ข้อ 9 - 10 ให้นักเรียนใช้โพสิโณมแยกต่อไปนี้

ในการตอบคำถาม

ก. $9a^2 + 7a - 2$

ข. $a^2 + 2a - 3$

ค. $3a^2 + 7a + 2$

ง. $2a^2 + 4a - 7$

จ. $4a^2 + 7a + 3$

9. ข้อใดที่ควรหาตัวประกอบโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์มากที่สุด ?

10. $a + 1$ เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งของข้อใดบ้าง ?

ก. ข้อ ก และ ข

ข. ข้อ ก และ จ

ค. ข้อ ข และ ค

ง. ข้อ ค และ ง

จ. ข้อ ง และ จ

แบบทดสอบ เรื่อง การแก้สมการควอดราติก

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดสมการควอดราติกมาให้ นักเรียนสามารถแก้สมการควอดราติกได้ หรือกำหนดคำตอบของสมการมาให้ นักเรียนสามารถหาได้ว่าเป็นคำตอบของสมการใด ได้ถูกต้องอย่างน้อย 12 ข้อ จาก 15 ข้อ"

คำอธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 25 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย × ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษร ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข เป็น ข้อ จ ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4. นักเรียนอย่าทำเครื่องหมายใด ๆ บนข้อสอบ และให้ส่งข้อสอบคืน
5. ถ้าใครสงสัย ให้รับถามก่อนลงมือทำข้อสอบ

1. ค่าตอบหนึ่งของสมการ $x^2 - 3x = 10$ คือข้อใด ?

- ก. 1
- ข. 2
- ค. - 1
- ง. - 2
- จ. - 5

2. ค่าตอบของสมการ

$$15n^2 - 11n - 12 = 0 \text{ คือข้อใด ?}$$

- ก. $\frac{3}{5}$ และ $-\frac{4}{3}$
- ข. $\frac{5}{3}$ และ $-\frac{4}{3}$
- ค. $-\frac{3}{5}$ และ $\frac{4}{3}$
- ง. $-\frac{5}{3}$ และ $\frac{4}{3}$
- จ. $-\frac{5}{3}$ และ $\frac{3}{4}$

3. ค่าตอบหนึ่งของสมการ

$$y^2 - 2y - 6 = 0 \text{ คือข้อใด ?}$$

- ก. 0
- ข. 2
- ค. $1 + \sqrt{6}$
- ง. $1 + \sqrt{7}$
- จ. $1 - \sqrt{5}$

4. ค่าตอบของสมการ

$$x^2 - 5x + 4 = 0 \text{ คือข้อใด ?}$$

- ก. 1 และ - 1
- ข. 1 และ 4
- ค. 1 และ - 4
- ง. -1 และ 4
- จ. -1 และ - 4

5. $\frac{3}{7}$ เป็นค่าตอบหนึ่งของสมการใด ?

- ก. $7x^2 + 4x - 3 = 0$
- ข. $7x^2 + 10x + 3 = 0$
- ค. $14x^2 - 19x - 3 = 0$
- ง. $14x^2 - 15x - 9 = 0$
- จ. $21x^2 - 5x - 6 = 0$

6. ค่าตอบหนึ่งของสมการ

$$(x - a)^2 - 5(x - a) - 24 = 0 \text{ คือข้อใด ?}$$

- ก. $a + 3$
- ข. $a + 5$
- ค. $a - 3$
- ง. $a - 5$
- จ. $a - 8$

7. สมการใดมีคำตอบของสมการรวมกันได้เท่ากับ

ผลรวมของคำตอบของสมการ

$$(x + 5)(x - 3) = 0 \quad ?$$

ก. $x^2 + 2x + 1 = 0$

ข. $x^2 + 3x - 18 = 0$

ค. $x^2 + 7x + 12 = 0$

ง. $x^2 - x - 30 = 0$

จ. $x^2 - 2x - 24 = 0$

8. จากสมการ $(x + 5)(x + 5) = 36$

ดังนั้น x มีค่าเท่าไร ?

ก. 16 และ - 5

ข. 11 และ - 1

ค. 5 และ - 6

ง. 5 และ -11

จ. 1 และ -11

9. จากสมการ $5(x - 1)^2 - 2(x + 3) = 8$

ดังนั้น x มีค่าเท่าไร ?

ก. 2 และ $\frac{2}{5}$

ข. 3 และ $-\frac{3}{5}$

ค. - 2 และ $\frac{3}{5}$

ง. - 3 และ $-\frac{3}{5}$

จ. - 4 และ $-\frac{2}{5}$

คำชี้แจง ตั้งแต่ข้อ 10 - 12 ให้นักเรียนพิจารณาว่า

ค่าคำตอบของสมการที่หาได้ในแต่ละข้อ

สอดคล้องกับคำตอบข้อใดจากข้อ ก ถึง ข้อ จ

ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ก. คำตอบของสมการเป็นจำนวนจริง

ตรรกยะ และเท่ากัน

ข. คำตอบของสมการเป็นจำนวนจริง

ตรรกยะ และไม่เท่ากัน

ค. คำตอบของสมการเป็นจำนวนจริง

อตรรกยะ และเท่ากัน

ง. คำตอบของสมการเป็นจำนวนจริง

อตรรกยะ และไม่เท่ากัน

จ. คำตอบของสมการไม่เป็นจำนวนจริง

10. $2x^2 + x - 6 = 0$

11. $x^2 + 3x + 5 = 0$

12. $x^2 - 5x - 3 = 0$

คำชี้แจง ตั้งแต่ข้อ 13 - 15 ให้นักเรียนใช้สมการที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ในการตอบคำถาม

ก. $x^2 + x - 6 = 0$

ข. $x^2 - 3x - 3 = 0$

ค. $4x^2 - 44x + 121 = 0$

ง. $6x^2 + x - 15 = 0$

จ. $12x^2 - 20x - 25 = 0$

13. สมการใดที่มีคำตอบของสมการเท่ากันทั้งสองค่า ?

14. สมการใดที่ควรหาคำตอบโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ หรือ
ใช้สูตรมากที่สุด ?

15. $\frac{5}{2}$ เป็นคำตอบหนึ่งของสมการใด ?

แบบทดสอบ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

"เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการควอดราติกมาให้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ข้อ จาก 10 ข้อ"

คำอธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย \times ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษร ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข เป็น ข้อ จ ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4. นักเรียนอย่าทำเครื่องหมายใด ๆ บนข้อสอบ และให้ส่งข้อสอบคืน
5. ถ้าใครส่งสั้ยให้รับถามก่อนลงมือทำข้อสอบ

1. กำลังสองของจำนวนหนึ่งบวกด้วยสี่สามเท่าของจำนวนนั้นมีค่าเท่ากับ 770 จงหาจำนวนนั้น ?

- ก. 22
- ข. 24
- ค. 26
- ง. 31
- จ. 35

2. นักเรียนห้องหนึ่ง แต่ละคนต้องซื้อบัตรอวยพรปีใหม่ส่งให้เพื่อนในห้องทุกคน ส่งให้ครูใหญ่ และครูประจำชั้นอีกคนละ 1 บัตร ปรากฏว่านับบัตรอวยพรปีใหม่ทั้งหมดได้ 870 แผ่น นักเรียนห้องนี้มีกี่คน ?

- ก. 27 คน
- ข. 28 คน
- ค. 29 คน
- ง. 30 คน
- จ. 31 คน

3. สามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่ง มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 26 เซนติเมตร และผลบวกของความยาวของด้านประกอบมุมฉากเท่ากับ 34 เซนติเมตร ด้านที่สั้นที่สุดยาวเท่าไร ?

- ก. 6 เซนติเมตร
- ข. 7 เซนติเมตร
- ค. 8 เซนติเมตร
- ง. 9 เซนติเมตร
- จ. 10 เซนติเมตร

4. ปัจจุบันปีศาจมีอายุเป็น 3 เท่าของบุตร และเมื่อ 5 ปีที่แล้ว ผลคูณของอายุของคนทั้งสองเป็น 168 ดังนั้นปัจจุบันบุตรมีอายุเท่าไร ?

- ก. 8 ปี
- ข. 9 ปี
- ค. 10 ปี
- ง. 11 ปี
- จ. 12 ปี

5. พื้นห้องเรียนห้องหนึ่งมีพื้นที่ 280 ตารางเมตร ด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง 6 เมตร ห้องนี้ มีด้านยาวเท่าไร ?

- ก. 10 เมตร
- ข. 20 เมตร
- ค. 28 เมตร
- ง. 35 เมตร
- จ. 40 เมตร

6. จำนวนสี่ล่องจำนวนเรียงกัน กำลังสองของจำนวนน้อย ลบด้วยสี่สามเท่าของจำนวนมาก มีค่าเท่ากับ 22 จงหาจำนวนที่อยู่ระหว่างจำนวนสี่ล่องนั้น ?

- ก. 4
- ข. 6
- ค. 8
- ง. 10
- จ. 12

7. นักเรียนกลุ่มหนึ่ง เข้าทุนกันซื้อพัดลมให้แก่โรงเรียน คิดเป็นเงิน 360 บาท โดยออกเงินคนละเท่า ๆ กัน ถ้ามีสมาชิกเดิมอื่นอีก 3 คน จะทำให้นักเรียนแต่ละคนออกเงินน้อยลงกว่าเดิมคนละ 4 บาท นักเรียนกลุ่มนั้นเดิมมีกี่คน ?
- ก. 12 คน
ข. 15 คน
ค. 17 คน
ง. 20 คน
จ. 24 คน
8. จำนวนที่บวกสามจำนวนเรียงกัน ผลบวกของกำลังสองของแต่ละจำนวนเท่ากับ 875 จำนวนที่มากที่สุด คือจำนวนใด ?
- ก. 15
ข. 19
ค. 23
ง. 27
จ. 29

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อความที่กำหนดให้
ต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 9 - 10
"ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งมีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง 5 วา มีพื้นที่ 176 ตารางวา"

9. ที่ดินแปลงนี้มีด้านยาวเท่าไร ?
- ก. 9 วา
ข. 13 วา
ค. 16 วา
ง. 21 วา
จ. 25 วา
10. ที่ดินแปลงนี้มีเส้นรอบรูปยาวเท่าไร ?
- ก. 54 วา
ข. 58 วา
ค. 64 วา
ง. 68 วา
จ. 74 วา

การร่างแบบทดลองอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการควอดรติก
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

สุวิทย์ สันตติวงศ์ไชย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษามหาบัณฑิต

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2526

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ
ควอดรติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีคุณภาพดีและเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบย่อย
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ปีการศึกษา 2525 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อําเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 160 คน
เลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย จากผลของการศึกษา สรุปได้ดังนี้

1. แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ
 $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวก มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง .40 ถึง .89
ค่าความยากเฉลี่ย คือ .5630 มีค่าอำนาจจำแนก (ค่าดัชนี S) อยู่ในช่วง .19 ถึง .65
ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ ค่าความเชื่อมั่นและเกณฑ์ที่
เหมาะสมเป็น .8438, .5090, .3972 และ 70 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

2. แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ
 $a = 1$, b และ c เป็นจำนวนเต็ม มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง .40 ถึง .86 ค่าความยาก
เฉลี่ย คือ .5780 มีค่าอำนาจจำแนก (ค่าดัชนี S) อยู่ในช่วง .14 ถึง .52 ค่าความเที่ยงตรง
ตามโครงสร้าง ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ ค่าความเชื่อมั่น และเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็น .7338,
.5859, .4358 และ 70 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

3. แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง $ax^2 + bx + c$ เมื่อ
 a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1$ มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง .24 ถึง .81 ค่าความยาก
เฉลี่ย คือ .5233 มีค่าอำนาจจำแนก (ค่าดัชนี S) อยู่ในช่วง .08 ถึง .45 ค่าความเที่ยงตรง
ตามโครงสร้าง ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ ค่าความเชื่อมั่น และเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็น .6250,
.6102, .4103 และ 60 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

4. แบบทดสอบการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธีทำให้เป็น
กำลังสองสมบูรณ์ มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง .25 ถึง .81 ค่าความยากเฉลี่ย คือ .4240
มีค่าอำนาจจำแนก (ค่าดัชนี S) อยู่ในช่วง .04 ถึง .70 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง
ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ ค่าความเชื่อมั่น และเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็น .5938, .4229, .2280
และ 50 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

5. แบบทดสอบการแก้สมการควอดราติก มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง .30 ถึง .79 ค่าความยากเฉลี่ย คือ .5663 มีค่าอำนาจจำแนก (ค่าสัมประสิทธิ์ S) อยู่ในช่วง .05 ถึง .58 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ ค่าความเชื่อมั่น และเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็น .8063, .6728, .3350 และ 60 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

6. แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาสมการควอดราติก มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง .29 ถึง .73 ค่าความยากเฉลี่ย คือ .6170 มีค่าอำนาจจำแนก (ค่าสัมประสิทธิ์ S) อยู่ในช่วง .12 ถึง .59 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ ค่าความเชื่อมั่น และเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็น .8375, .4894, .2848 และ 70 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

สรุปได้ว่า แบบทดสอบเชิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพพอที่จะใช้ ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเรื่องสมการควอดราติกได้

A CONSTRUCTION OF CRITERION-REFERENCED TEST
OF QUADRATIC EQUATIONS IN MATHEMATICS
FOR MATTAYOM SUKSA III STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

SUCHOTE SANTATIWONGCHAI

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

February 1983

The purposes of this study were to construct a highly qualified criterion - referenced test of quadratic equations in Mathematics for Mattayom Suksa III students and to select the criteria of the tests constructed by the researcher. One hundred and sixty Mattayom Suksa III students of the academic year 1982 in Banghowittayakhom School, Amphoe Bang Bo, Samut Pra Kan Province were simply randomized to be the sample of the study. The properties of each subtest were as follows.

1. The test of quadratic polynomial with one variable factorization, $ax^2 + bx + c$ when $a = 1$, b and c were positive integers, yielded the level of difficulty ranged from 0.40 to 0.89. The arithmetic mean of difficulty was 0.5630 and the power of discrimination based on S index ranged from 0.19 to 0.65. The construction validity, concurrent validity, reliability and criteria of the test were 0.8438, 0.5090, 0.3972 and 70 per cent respectively.

2. The test of quadratic polynomial with one variable factorization, $ax^2 + bx + c$ when $a = 1$, b and c were integers, yielded the level of difficulty ranged from 0.40 to 0.88. The arithmetic mean of difficulty was 0.5780 and the power of discrimination based on S index ranged from 0.14 to 0.52. The construction validity, concurrent validity, reliability and criteria of the test were 0.7938, 0.5859, 0.4358 and 70 per cent respectively.

3. The test of quadratic polynomial with one variable factorization, $ax^2 + bx + c$ when a, b, c were integers and $a \neq 1$, yielded the level of difficulty ranged from 0.24 to 0.81. The arithmetic mean of difficulty was 0.5233 and the power of discrimination based on

S index ranged from 0.08 to 0.45. The construction validity, concurrent validity, reliability and criteria of the test were 0.6250, 0.6102, 0.4103 and 60 per cent respectively.

4. The test of quadratic polynomial with one variable factorization, regardless the value of a, b and c, by completing the square yielded the level of difficulty ranged from 0.25 to 0.81. The arithmetic mean of difficulty was 0.4240 and the power of discrimination based on S index ranged from 0.04 to 0.70. The construction validity, concurrent validity, reliability and criteria of the test were 0.5938, 0.4229, 0.2280 and 50 per cent respectively.

5. The level of difficulty of the test on the solution of quadratic equations ranged from 0.30 to 0.79. The arithmetic mean of difficulty was 0.5633 and the power of discrimination based on S index ranged from 0.05 to 0.58. The construction validity, concurrent validity, reliability and criteria of the test were 0.8063, 0.6728, 0.3350 and 60 per cent respectively.

6. The level of difficulty of the test on the solution of quadratic equation problems ranged from 0.29 to 0.73. The arithmetic mean of difficulty was 0.6170 and the power of discrimination based on S index ranged from 0.12 to 0.59. The construction validity, concurrent validity, reliability and criteria of the test were 0.8375, 0.4894, 0.2848 and 70 per cent respectively.

It can be assumed that the criterion - referenced test of quadratic equations constructed by the researcher had sufficient quality for evaluating academic achievement on quadratic equations for Mattayom Suksa III students.