

การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์

ของ

วณิชกุล เสาวรัตน์

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

- 2 ก.พ. 2527

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม 2526

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

153294

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
..... กรรมการ

..... ประธาน
..... กรรมการ
..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและช่วยเหลือ
ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ศรีโสภณ
และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรินทร์ ประสงค์สม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ และอาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนประจำวิทยาลัย และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการ
เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ใหญ่ ผู้ช่วยอาจารย์ใหญ่ และอาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนยุพบุรีวิทยา และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการ
เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณตุรกี ยะโสธร คุณวิไลวรรณ เสาวรัตน์ ตลอดจนเพื่อน ๆ และ
น้อง ๆ อีกหลายคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบถึงพระคุณของบิดา มารดา ที่ได้เมตตาเป็นกำลังใจ
อีกทั้งสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

วุฒิจุล เสาวรัตน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
คำนิยามและศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
ความเป็นมาของการวัดผลแบบอิง เกณฑ์	9
ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิง เกณฑ์	12
การประเมินผลแบบอิง เกณฑ์	15
การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์	17
การกำหนด เกณฑ์ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์	22
การหาคุณภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิง เกณฑ์	55
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	61
แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง	61
เนื้อหาที่ใช้ศึกษา	61
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	62
วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ	76
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	89
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	89

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	96
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	96
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	96
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	97
การทดสอบครั้งที่ 1	97
การทดสอบครั้งที่ 2	109
การทดสอบครั้งที่ 3	109
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	147
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	147
กลุ่มตัวอย่าง	147
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	147
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	148
การวิเคราะห์ข้อมูล	149
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	149
อภิปรายผล	159
ข้อเสนอแนะ	166
บรรณานุกรม	167
ภาคผนวก	174

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงร้อยละของจำนวนผู้สอบที่จะตอบข้อสอบถูกต้องตามความสามารถ	35
2	ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1	98
3	ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2	104
4	ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3	110
5	ค่าความยากง่ายเฉลี่ย และค่าความยากง่ายมาตรฐานของแบบทดสอบ ทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3	115
6	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3	118
7	คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 1	118
8	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 2	119
9	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 3	120
10	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของ แบบทดสอบฉบับที่ 4	122
11	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 5	123
12	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 6	125

13	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 7	126
14	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 8	127
15	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 9	128
16	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 10	129
17	คะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 11	130
18	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม กับเนื้อหาวิชาของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ	131
19	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ	134
20	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ	139
21	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ	140
22	ค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และผลการคัดเลือกเกณฑ์ ที่เหมาะสมของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ	142
23	เกณฑ์ที่เหมาะสม และคุณภาพของแบบทดสอบ ด้านความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ	145

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. แยกแยะความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน เมื่อผู้เรียนได้รับการสอนวิธีเดียวกัน	11
2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน เมื่อผู้เรียนได้รับคุณภาพของการสอนและเวลาที่เหมาะสมกับผู้เรียน . . . แต่ละงาน	11
3. รูปแบบของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์	16
4. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์	20
5. แสดงความคลาดเคลื่อนของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์	22
6. แสดง Standard Error of Estimate และ Standard Error of Measurement	36
7. แสดง Item Characteristic Curve ของข้อสอบ	38
8. ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์และการศึกษาค้นคว้า	77

ภูมิหลัง

การวัดผลการศึกษาจะเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพของการศึกษาในระดับ การศึกษาต่าง ๆ เพราะผลการวัดจะเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจของครูและนักการศึกษาเพื่อใช้ ปรับปรุงวิธีการสอน การแนะแนว การประเมินผลหลักสูตร แบบเรียน การใช้อุปกรณ์การสอน ตลอดจนการจัดระบบบริหารทั่วไปของโรงเรียน และนอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงการเรียนของ นักเรียนให้เรียนถูกวิธียิ่งขึ้น (อนันต์ ศรีโสภา 2520 : 1) ซึ่งการวัดผลการศึกษาได้มีการ เปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ในระยะสิบปีที่ผ่านมาได้เกิดความคิดใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการวัดผลศึกษามากขึ้น และความคิดเหล่านั้นเป็นเหตุทำให้การวัดผลการศึกษาต้องเปลี่ยนไป จากเดิม ทั้งในด้านจุดมุ่งหมายและวิธีการ (กมล ภูประเสริฐ 2520 : 1) ดังที่กระทรวง ศึกษาธิการได้มีการ เปลี่ยนแปลงหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นใหม่เมื่อปี พ.ศ. 2524 เป็น หลักสูตรที่จัดขึ้นเพื่อตอบสนองนโยบายรัฐบาลด้านการพัฒนาคุณภาพกำลังคนของชาติ การศึกษาตาม หลักสูตรนี้จึงมีได้มุ่งที่จะให้นักเรียนมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเพียงด้านความรู้ ความจำ แต่มุ่งถึง ขึ้นประพฤติดีปฏิบัติได้เป็นสำคัญ ดังนั้น การวัดผลและประเมินผลก็ต้องกำหนดแนวทางให้สอดคล้องกัน กล่าวคือ เป็นการวัดผลเพื่อพัฒนาการสอน การเรียน มิใช่เพื่อตัดสินได้ตกเท่านั้น กล่าวอีกนัยหนึ่ง เป็นการวัดผลประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนของนักเรียน และเพื่อปรับปรุงการสอนของครู (กรมวิชาการ 2524 : 8)

กระบวนการวัดผลและประเมินผลที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีสองแบบ คือ การวัดผลแบบอิงกลุ่ม และการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (สุนันท์ ศลโกสุม 2525 : 74) การวัดผลแบบอิงกลุ่มเป็น การวัดที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยนำความสามารถของแต่ละบุคคลไปเปรียบเทียบกับ คนในกลุ่ม (Popham. 1971 : 17) ส่วนการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้นเป็นการวัดเพื่อประเมิน ความสามารถของบุคคล โดยนำไปเปรียบเทียบกับ เกณฑ์ที่กำหนดไว้ (Popham. 1971 : 17.- 18) การวัดผลแบบอิงกลุ่มจะให้ข้อมูลที่บอกได้แต่เพียงว่า ผู้เรียนมีความสามารถมากหรือน้อยกว่า

คนอื่น แต่ไม่บอกให้ทราบว่าผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง ซึ่งข้อมูลประเภทหลังนี้จะเป็นพื้นฐานสำหรับการปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนได้ (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 79 อ้างอิงมาจาก Tyler. 1970, Glaser and Nitko. 1971) ดังนั้นการวัดผลแบบอิงกลุ่มอย่างเดียวน่าจะไม่เพียงพอ การวัดผลควรจะให้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจหลาย ๆ ด้าน เช่น การปรับปรุงเนื้อหาวิชา วัสดุอุปกรณ์ วิธีสอน และการพิจารณาผลเกี่ยวกับตัวบุคคล ซึ่งได้แก่ การคัดเลือก การค้นหาข้อบกพร่องของผู้เรียน เป็นต้น การวัดผลจึงควรมีวิธีการหลายอย่างแตกต่างกันไปตามจุดมุ่งหมายที่เราต้องการข้อมูลนั้น (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 78 อ้างอิงมาจาก Cronbach. 1969)

การวัดผลแบบอิงเกณฑ์มีประโยชน์มากในการประเมินผลการเรียนการสอน เพราะคะแนนย่อมมีความหมายในตัวเองในรูปที่ว่านักเรียนรอบรู้หรือไม่รอบรู้ (ส. วาสนา ประवालพุกษ์ 2517 : 80) ประกอบกับกระทรวงศึกษาธิการได้ออกระเบียบว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ได้มีการประเมินผลทั้งในระหว่างภาคเรียนและปลายภาคเรียน โดยการประเมินผลระหว่างภาคเรียน คือ การประเมินผลความสามารถของนักเรียนตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้นเรียนในรายวิชานั้น (กรมวิชาการ 2523 : 9) ซึ่งการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนหรือการประเมินผลระหว่างภาค (Formative Evaluation) มีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถตามจุดประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ (กรมวิชาการ 2523 : 10) การประเมินผลการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนดังกล่าวมานี้ก็คือ การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งนักวัดผลหลายคนยอมรับว่าเป็นการประเมินผลที่มีคุณภาพสูงสุดในปัจจุบัน (โกวิท ประवालพุกษ์ 2522 : 114 - 118)

การวัดผลแบบอิงเกณฑ์สืบเนื่องมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมแบบเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ซึ่งกล่าวว่าการเรียนรู้ทั้งหลายควรเป็นการเรียนเพื่อรอบรู้ในเรื่องต่าง ๆ (ส. วาสนา ประवालพุกษ์ 2517 : 80) และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลแบบนี้คือแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ 2524 ก. : 59) ปัจจุบันแบบทดสอบอิงเกณฑ์ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในทุกกระตักการศึกษา เพื่อวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอน

โดยให้แบบทดสอบอิงเกณฑ์สำหรับตรวจสอบความก้าวหน้าของการเรียนเป็นรายบุคคลในโปรแกรม การเรียนแบบอิงจุดประสงค์ ใช้วิธีตัดสินความบกพร่องของการเรียน ใช้ประเมินผลโปรแกรมทาง การศึกษา และใช้เพื่อวัดความสามารถของบุคคลเพื่อรับประกาศนียบัตรหรือใบรับรองของแต่ละ สาขาวิชาชีพ (Hambleton and others. 1978 : 1)

สิ่งสำคัญที่แบบทดสอบอิงเกณฑ์จะต้องมีคือ คะแนนที่ใช้เป็นจุดตัดหรือเกณฑ์ ดังที่ เกลเซอร์ ได้เสนอความคิดไว้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์จะต้องมีคะแนนจุดตัด (Cut off Scores) เพื่อวินิจฉัย ว่านักเรียนคนใดเรียนรู้แล้วครบถ้วน (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2525 : 2) ซึ่งปัญหาในการ ตั้งเกณฑ์นี้ จะเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจที่ว่า จำนวนข้อสอบที่เปอร์เซ็นต์จึงจะถือว่านักเรียนผ่าน เกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับว่า มีความสามารถถึงระดับรอบรู้ได้ (สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ 2524 : 8) ในการกำหนดเกณฑ์นั้นถ้ากำหนดสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสองแบบ คือ เกิดกลุ่มนักเรียนที่สอบไม่ผ่านแต่รอบรู้ และกลุ่มนักเรียนที่สอบผ่านแต่ไม่รอบรู้ จากความคลาดเคลื่อน สองแบบนี้ โนวิค และ แฮมเบิลตัน (Novick and Hambleton) ได้ถือเอาการลดความ คลาดเคลื่อนนี้เป็นคุณสมบัติที่เรียกว่า ความเชื่อมั่น (Reliability) ของข้อสอบอิงเกณฑ์ (อังคณา สายยศ 2525 : 70 - 71)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเน้นทางด้านทักษะและสามารถแจกแจงเป็นพฤติกรรม ย่อย ๆ ได้ครบทุกลักษณะ คือ มีส่วนประกอบของพฤติกรรมที่จำกัด (Limited Number of Abilities) จึงเป็นวิชาที่เหมาะสมกับการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ 2522 : 3)

จากเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย (Conic Section) สำหรับรายวิชา ค.012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตาม หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 และศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาเกณฑ์หรือจุดตัด ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ที่ทำได้โดยการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจสามวิธี คือ วิธีการของเบย์ (Bayesian Decision-Theoretic Procedure) วิธีการของเบอร์ก (Determination of Optimal Cutting Scores) และวิธีการของกลาสส์ (Decision Theoretic Approaches) ว่าวิธีการใดจะให้เกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

โดยเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ด้านความ เชื่อมั่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง อันเป็นผลมาจาก เกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้ได้แบบทดสอบ อิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพสูง เพื่อใช้ในการวัดผล เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ สอดคล้องกับแนวการสอนและการประเมินผลตามหลักสูตรปัจจุบัน และยังเป็นแนวทางในการสร้าง และพัฒนาแบบทดสอบอิง เกณฑ์อื่น ๆ ตลอดจนเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการหา เกณฑ์หรือคะแนน จุดตัดของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ต่อไป

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อพิจารณาหา เกณฑ์สำหรับใช้ตีความหมายของคะแนนสำหรับแบบทดสอบอิง เกณฑ์ ที่สร้างขึ้น
3. เพื่อพิจารณาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่สร้างขึ้น

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ได้แบบทดสอบอิง เกณฑ์เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพสูง จำนวน 11 ฉบับ พร้อมทั้งเกณฑ์ที่เหมาะสม ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
2. ทำให้ทราบแนวทางในการหา เกณฑ์ที่เหมาะสมในการสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. เป็นแนวทางในการวิจัย เพื่อสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอิง เกณฑ์ในเรื่องอื่น ระดับอื่น และวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชา ค.012 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 137 คน ซึ่งสุ่มมาจากประชากร 408 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และมีหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) เป็นห้องเรียน

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้า จำนวน 5 สัปดาห์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค.102) เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ซึ่งมีเนื้อหาย่อย ๆ ดังนี้

- 3.1 วงกลม (Circle)
- 3.2 พาราโบลา (Parabola)
- 3.3 วงรี (Ellipse)
- 3.4 ไฮเพอร์โบลา (Hyperbola)

คำนิยามและศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสร้างขึ้นตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และมีเกณฑ์ขั้นต่ำเพื่อจำแนกผู้เรียนออกเป็นสองประเภท คือ พวกรอบรู้ (Mastered) และพวกไม่รอบรู้ (Non-mastered)

2. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หมายถึง จุดมุ่งหมายที่กำหนดขึ้นในการสอน ซึ่งเขียนในลักษณะที่บ่งบอกการกระทำ หรือพฤติกรรมของนักเรียนว่า เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละเนื้อหาย่อยแล้ว นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง ภายใต้เงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. เกณฑ์ หมายถึง มาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินพฤติกรรมขั้นต่ำสุดของนักเรียนที่ยอมรับว่าเป็นผู้รอบรู้ มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น จุดผ่าน จุดตัดของคะแนน ในการศึกษาครั้งนี้ เกณฑ์ หมายถึง เกณฑ์ที่ได้จากวิธีการหาเกณฑ์ โดยการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจวิธีใดวิธีหนึ่งในสามวิธีนี้ คือ

3.1 วิธีการของเบส์ (Bayesian Decision-Theoretic Procedure)

(Swaminathan, Hambleton and Algina. 1975 : 88 - 93)

3.2 วิธีการของเบอร์ก (Determination of Optimal Cutting Scores)

(Berk. 1976 : 4 - 9)

3.3 วิธีการของกลาสส์ (Decision Theoretic Approaches) (Glass.

1978 : 243 - 257)

4. ผู้รอบรู้ หมายถึง ผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้

5. ผู้ไม่รอบรู้ หมายถึง ผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

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 แต่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

11. ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกผิดประเภทที่ 2 หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้เข้าสอบที่ยังไม่ได้เรียน แต่สอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

12. ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการยอมรับที่ผิด หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ควรสอบไม่ผ่านเกณฑ์ แต่ผลการตัดสินให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

13. ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการปฏิเสธที่ผิด หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ควรสอบผ่านเกณฑ์ แต่ผลการตัดสินให้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

14. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่บ่งบอกถึงปริมาณการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวย (Conic Section)

15. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

15.1 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (Item Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้ถูกต้อง หาได้โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภ 2520 : 150)

15.2 ค่าดัชนี S ของข้อสอบ (S-Index) หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของการสอบก่อนสอบกับการสอบหลังสอบของข้อสอบข้อนั้น ๆ หาได้โดยวิธีการของคริสปิน และ เฟลด์ฮูเซน (สมศักดิ์ สันตุระเวช 2522 : 11 - 13 อ้างอิงมาจาก Krispin and Feldhusen. 1974)

15.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงเส้นคงวาในการได้คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการตอบแบบทดสอบไม่ว่าจะสอบกี่ครั้งก็ตาม ซึ่งหาได้จากวิธีการของป็อปปแฮม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ ม.ป.ป. : 17 อ้างอิงมาจาก Popham. 1978 : 149)

15.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ได้แก่

15.4.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาวิชา หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดเนื้อหาได้ถูกต้องตรงตามที่ต้องการจะวัด หาได้โดยนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาพิจารณาว่าสร้างตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียนโดยยึดเนื้อหาวิชาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ ซึ่งหาได้โดยวิธีการของ โรวินเนลลี และ แฮมเบิลตัน (สงวนลิขสิทธิ์ 2523 ก. : 39 - 40 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton. 1977)

15.4.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดคุณลักษณะภายในตัวผู้สอบ เพื่อแสดงถึงการมีความสามารถครบถ้วนในจุดมุ่งหมายที่กำลังวัด หรือคุณลักษณะที่แสดงถึงการมีความสามารถครบถ้วนในจุดมุ่งหมายที่กำลังวัด หาได้โดย

วิธีการของ คาร์เวอร์ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ ม.ป.ป. : 10 อ้างอิงมาจาก Carver. 1970)

16. เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เรื่อง ภาคตัดกรวย หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินผู้เรียนออกเป็นผู้รอบรู้จริงและพวกไม่รอบรู้จริง โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสมจากวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจสามวิธี คือ วิธีการของเบส์ (Bayesian Decision-Theoretic Procedure) (Swaminathan, Hambleton and Algina. 1975 : 86 - 93) วิธีการของเบอร์ก (Determination of Optimal Cutting Scores) (Berk. 1976 : 4 - 9) และวิธีการของกลาสส์ (Decision Theoretic Approaches) (Glass. 1978 : 251 - 253) โดยเปรียบเทียบว่าเกณฑ์ที่ได้จากวิธีการทั้งสามวิธีนั้น เกณฑ์ใดให้คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างดีที่สุด จะใช้เกณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์สำหรับการหาเกณฑ์โดยวิธีการของกลาสส์ (Decision Theoretic Approaches) ผู้วิจัยจะกำหนดเกณฑ์ของแบบทดสอบเป็น 60, 60, 70 และ 80 เปอร์เซนต์ และใช้ระดับคะแนนของวิชา ค.011 ตั้งแต่ระดับ 2.00 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์ภายนอก

17. ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา หมายถึง ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชา ค.012 ที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาดังกล่าว อย่างน้อย 2 ปี และผ่านการอบรมการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน ตามระเบียบการประเมินผลการเรียน ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 จำนวน 5 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา เนื้อหาต่าง ๆ

ดังนี้

1. ความเป็นมาของการวัดผลแบบอิงเกณฑ์
2. ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
3. การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์
4. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์
5. การกำหนดคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
6. การหาคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ความเป็นมาของการวัดผลแบบอิงเกณฑ์

ธอร์นไดค์ (สมศักดิ์ สันธะเวชชัย 2521 : 74 อ้างอิงมาจาก Thorndike.

1918) เป็นบุคคลแรกที่กล่าวถึงกระบวนการวัดแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ แต่มิได้ใช้คำว่า "อิงกลุ่ม" และ "อิงเกณฑ์" อย่างชัดเจนเท่าไร ในปี ค.ศ. 1951 ฟลานาแกน ได้อธิบายถึงคำว่า "เกณฑ์ปกติ" และ "มาตรฐาน" และได้อธิบายถึงการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ในลักษณะของจำนวนค่าที่แปลไม่ผิดของผู้เรียน ซึ่งระบุว่า "ผู้เรียนจะต้องแปลหนังสือ ซีเซโร จำนวน 1 หน้า โดยไม่มีที่ผิดเกิน 3 แห่ง" ซึ่งคำกล่าวนี้อยู่ในหนังสือของเขาที่ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1939 นอกจากนี้อีเบล ยังกล่าวว่า การทดสอบใดก็ตาม จะมีความหมายอย่างสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อมีการอ้างอิงเนื้อหาอย่างแจ่มชัด ซึ่งคะแนนจะต้องแปลความหมายได้ว่า อยู่ในระดับใดของเนื้อหาที่ทำการสอบวัด หรือเขาเรียนรู้แล้วเป็นร้อยละเท่าใดของเนื้อหาทั้งหมด จะเห็นได้ว่า ความคิดเหล่านี้ก็คือส่วนที่เรียกว่าการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั่นเอง (โกวิท ประวาลพุกษ์ 2523 : 17 - 18 อ้างอิงมาจาก Flanagan. 1951 : 695 - 763 และ Ebel. 1962 : 15 - 25)

เกลเซอร์ (Glaser. 1963 : 519 - 521) เป็นคนแรกที่ใช้คำว่า การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement) โดยให้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ว่าเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ที่ยึดมาตรฐานของผู้สอบอย่างสมบูรณ์ เพื่อดูว่าผู้สอบมีความรู้ หรือไม่มีความรู้ในงานที่ปฏิบัติ โดยไม่อ้างอิงเปรียบเทียบกับงานปฏิบัติของบุคคลอื่น ๆ

ในปี 1963 คาร์โรล (สมศักดิ์ สันธุระเวช 2524 : 113 - 114 อ้างอิงมาจาก Carroll. 1963) ได้เสนอโมเดลของการเรียนรู้ในโรงเรียน (A Model of School Learning) โดยกล่าวว่า "ปริมาณการเรียนรู้ คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนเวลาที่ผู้เรียนรู้ใช้ในการเรียนรู้งานชิ้นหนึ่ง กับจำนวนเวลาทั้งหมดที่เขาต้องการ" โมเดลนี้จึงประกอบด้วย ส่วนสำคัญห้าประการ โดยสามประการแรกเป็นคุณลักษณะที่อยู่ในตัวเด็กแต่ละคน ซึ่งได้แก่ ความถนัดของเด็กแต่ละคน ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน และความอดทน ส่วนอีกสองประการเป็นเงื่อนไขภายนอกตัวเด็ก ได้แก่ เวลาที่ยอมให้เรียน และคุณภาพของการสอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

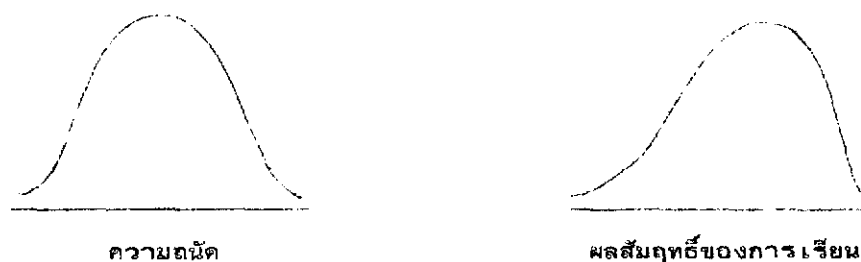
$$\text{ปริมาณการเรียนรู้} = f \frac{(1. \text{ เวลาที่ยอมให้เรียน } 2. \text{ ความอดทน})}{(1. \text{ ความถนัด } 2. \text{ คุณภาพการสอน } 3. \text{ ความสามารถของเด็กที่จะเข้าใจการสอน})}$$

บลูม (สมศักดิ์ สันธุระเวช 2524 : 116 - 117 อ้างอิงมาจาก Bloom. 1968) ได้นำความคิดนี้ไปพัฒนาเป็นการเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) โดย บลูมกล่าวว่า ถ้าความถนัดในเนื้อหาวิชาของเด็กมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ และเราให้นักเรียนทุกคนได้รับคุณภาพของการสอนเหมือนกัน ๆ กัน และเวลาเรียนที่เท่า ๆ กันแล้ว ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนเมื่อจบลง จะมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติเหมือนเดิม ในกรณีเช่นนี้ สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีค่าสูงถึงภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน เมื่อผู้เรียนได้รับการสอนวิธีการเดียวกัน

อย่างไรก็ดี ถ้าความถนัดในเนื้อหาวิชาของนักเรียนมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติอยู่แล้ว แต่ชนิดและคุณภาพการสอน และระยะเวลาที่ให้นักเรียน เหมาะกับเด็กแต่ละคนแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่จะรอบรู้ ดังนั้น สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ของการเรียนจะมีค่าน้อยมาก หรือเป็นศูนย์ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน เมื่อผู้เรียนได้รับคุณภาพของการสอนและ เวลาที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน

บลูม เชื่อว่า นักเรียนส่วนใหญ่หรือ 90 เปอร์เซนต์ สามารถที่จะรอบรู้ในสิ่งที่เราสอนได้ ถ้าได้ดำเนินการเรียนการสอนดังนี้

1. ใช้วิธีการสอนหลาย ๆ วิธี
2. ให้ความเวลาในการเรียนอย่างเพียงพอ
3. ใช้การจูงใจในการเรียน

องค์ประกอบที่ทำให้เกิดการวัดผลแบบอิงเกณฑ์มีหลายประการ คือ (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 78 - 80 อ้างอิงมาจาก Cronbach. 1969, Tyler. 1970, Glaser and Nitko. 1971)

1. การวัดผลแบบอิงกลุ่มอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอในการให้ข้อมูลที่จะปรับปรุงการเรียนการสอน
2. แนวคิดใหม่ และความเจริญก้าวหน้าเทคโนโลยีการสอน เช่น การสอนรายบุคคล การเรียนเพื่อรอบรู้ อุปกรณ์แบบโปรแกรม ซึ่งมีจุดมุ่งหมายของการสอนชัดเจน และสามารถวัดได้ว่านักเรียนมีพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายนั้นหรือไม่ ยิ่งในการสอนที่เน้นลำดับขั้นการเรียนรู้ ข้อมูลจากการวัดผลใช้ตัดสินว่า นักเรียนควรเรียนในหน่วยการเรียนรู้ต่อไปหรือไม่ โดยไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถของนักเรียนคนอื่น
3. การวัดผลแบบอิงกลุ่ม ก่อให้เกิดสถานการณ์การเรียนแบบแข่งขันกัน ไม่ร่วมมือกัน และลดแรงจูงใจในการเรียนสำหรับนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ปานกลางและต่ำ

ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

นักวัดผลหลายคนได้กล่าวถึงความหมาย และลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้

ปอปแฮม และ ฮูเซก (Alkin. 1974 : 2 citing Popham and Husek. 1969 : 2) ได้ให้ความหมายการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ไว้ว่า เป็นการค้นคว้าตรวจสอบความสำเร็จของบุคคล โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด เช่น มาตรฐานของการปฏิบัติ เป็นต้น

แฮร์ริส และ สจ๊วต (Alkin. 1974 : 2 citing Harris and Stewart. 1971) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่แท้จริง คือ แบบทดสอบที่ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างของมวลภารกิจทั้งหลาย (Production Tasks) ที่สุ่มมาจากประชากรที่กำหนดอย่างชัดเจน (well-defined) ของการกระทำหรือการปฏิบัติ กลุ่มตัวอย่างของ

มวลงการกิจดังกล่าว อาจจะใช้ในการประมาณสัดส่วนของการปฏิบัติในประชากรนั้นที่นักเรียนสามารถกระทำได้

เกลเซอร์ และ นิตโก (Alkin. 1974 : 2 citing Glaser and Nitko. 1971 : 653) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อที่จะให้ค่าการวัดสามารถแปลความหมายได้โดยตรงในรูปของมาตรฐานการกระทำที่จำเพาะเจาะจง มาตรฐานการกระทำโดยทั่วไป หมายถึง กลุ่ม หรือชุดของภารกิจที่แต่ละบุคคลควรกระทำได้

โอเวนส์ (Mehrens. 1975 : 49 citing Ivens. 1970 : 2) ได้ให้ความหมายง่าย ๆ ไว้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบต่าง ๆ ที่ใช้วัดความรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมต่าง ๆ

มิลล์แมน (Millman. 1974 : 327) กล่าวว่า การทดสอบแบบอิงโดเมนเป็นการวัดสภาพปัจจุบันของนักเรียน โดยอ้างอิงชุดของภารกิจที่กระทำแล้ว ซึ่งเรียกว่า โดเมน (Domain) แบบทดสอบแบบอิงโดเมนก็คือ กลุ่มของข้อสอบจากโดเมนที่ได้มาจากการสุ่มนั่นเอง

ลินด์วอลล์ และ นิตโก (สงบ ลักษณะ 2523 ข. : 17 อ้างอิงมาจาก Lindvall and Nitko. 1975) ให้แนวคิดว่า ถ้ามีการสร้างข้อสอบโดยอาศัยจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ที่สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักสูตรและพฤติกรรมที่มุ่งหวังในแต่ละเนื้อหาวิชาแล้ว ก็ถือว่าเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์

อนันต์ ศรีโสภ (อนันต์ ศรีโสภ 2525 : 190) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ ใช้สำหรับวัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่า ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่คาดหวังไว้หรือไม่ บางทีก็เรียกแบบทดสอบนี้ว่า แบบทดสอบวัดความรอบรู้ (Mastery Test) แบบทดสอบชนิดนี้ จึงเน้นการวัดความรู้และทักษะต่าง ๆ ในตัวนักเรียนว่า มีถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ 2520 : 28) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่ดัดองการวัดความสามารถของบุคคลโดยอาศัย เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายรายวิชานั้น ๆ ความหมายของคะแนนที่ได้จากการสอบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่วางไว้เป็นสำคัญ

การสอบแบบนี้เพื่อต้องการทราบว่า สิ่งใดบ้างที่นักเรียนยังทำไม่ได้ และสิ่งใดบ้างที่นักเรียนทำได้แล้ว ไม่ต้องการทราบว่าเขาทำได้ดีกว่าคนอื่นเพียงใด เพราะการทำได้ดีหรือเร็วกว่าคนอื่น ไม่ได้หมายความว่าเด็กทำสำเร็จหรือไม่สำเร็จในสิ่งนั้น

กมล ภูมิประเสริฐ (กมล ภูมิประเสริฐ 2520 : 13) กล่าวถึงการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ว่า การประเมินผลแบบนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม เป็นการประเมินโดยอาศัยการวัดที่เอาหลักเกณฑ์ภายนอกมาเปรียบเทียบ นักเรียนจะมีความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่นั้น จะต้องเปรียบเทียบผลการวัดของนักเรียนคนนั้นกับ เกณฑ์ โดยไม่คำนึงถึงผลการวัดของผู้อื่น ๆ เครื่องมือต่าง ๆ จะต้องสอดคล้องกับ เกณฑ์ให้มากที่สุด

สงวน ลักษณะ (สงวน ลักษณะ 2523 : 1 - 2) กล่าวถึง ลักษณะของการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ไว้ว่า คือ การทดสอบที่สามารถนำคะแนนมาแปลความหมายได้ว่า ผู้สอบมีความสัมฤทธิ์ผลในการกระทำพฤติกรรมอะไรได้บ้าง ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ

1. เป็นแบบทดสอบที่สร้างบนพื้นฐานของจุดประสงค์ หรือสิ่งที่ต้องการให้สอบปฏิบัติที่ได้รับการนิยามไว้อย่างชัดเจน
2. รายชื่อของแบบทดสอบจะต้องวัดจุดประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการให้ผู้สอบนั้นปฏิบัติได้
3. คะแนนที่ได้ควรแปลความหมายว่าผู้สอบสามารถบรรลุตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

ไกรวิทย์ ประมวลพฤกษ์ (ไกรวิทย์ ประมวลพฤกษ์ 2523 : 18 - 19) ได้กล่าวสรุปลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่ามีสองประเภท คือ

1. การวัดจุดประสงค์เป็นหลัก หรือเรียกว่า แบบทดสอบอิงจุดประสงค์ (Objective-Referenced Test) กล่าวคือ ในการเรียนการสอนมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และการสอบวัดก็วัดจุดประสงค์นั้นเป็นเกณฑ์ เพื่อจะชี้บ่งว่าใครผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์แล้วหรือยัง

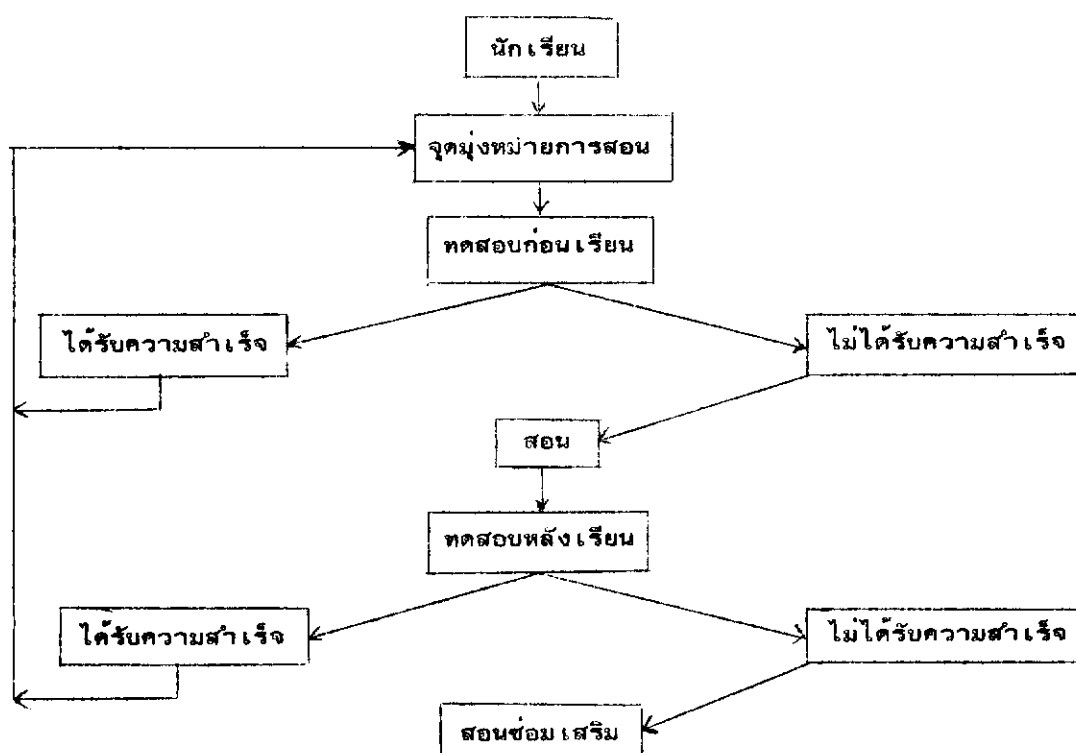
2. การขยายจุดประสงค์ให้ครอบคลุมประชากรของพฤติกรรมที่เรียกว่า โดเมน แบบทดสอบในลักษณะนี้เรียกว่า แบบทดสอบอิงโดเมน (Domain-Referenced Test) ข้อสอบต่าง ๆ ได้จากการสุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่กำหนดจากโดเมน เมื่อสอบวัดแล้วสามารถอ้างอิงได้ว่า บุคคลมีความสามารถในระดับใด ตามคะแนนมาตรฐาน เนื้อหาหรือมีระดับความรอบรู้ขนาดใด

จากความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่กล่าวมานี้ สรุปได้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามเนื้อหาวิชา หรือกลุ่มตัวอย่างของข้อสอบที่สุ่มมาจากโคเมนของพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่ออ้างอิงความสามารถของบุคคลตามมาตรฐานของเนื้อหาวิชา การแปลความหมายของคะแนนการสอบวัดจะต้องมีเกณฑ์ที่เหมาะสมไว้สำหรับเปรียบเทียบเพื่อระบุว่านักเรียนคนใดรอบรู้เมื่อผ่านเกณฑ์ และไม่รอบรู้เมื่อไม่ผ่านเกณฑ์

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์สืบเนื่องมาจากทฤษฎีการเรียนรู้แบบเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ของ บลูม (Bloom) การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์นี้อาจจะเรียกว่า การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน (Formative Evaluation) เรียกสั้น ๆ ว่า การประเมินผลย่อย (Bourmuth. 1970 : 17 citing Scriven. 1967 and Cronbach) ตามแนวคิดของบลูม (Bloom. 1968 : 1 - 12) การสอนให้บรรลุขึ้นของการเรียนรู้นั้น สามารถช่วยให้นักเรียนบรรลุขึ้นของการเรียนรู้ได้ถึงร้อยละ 75 - 90 ของจำนวนนักเรียน โดยนำบทเรียนมาแยกให้เป็นหน่วยย่อย ๆ มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน แล้ววัดผลโดยแบบทดสอบย่อย ๆ เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

มิลล์แมน (Popham. 1975 : 52 citing Millman. 1973 : 385) ได้เสนอแผนผังของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 รูปแบบของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์

กมล สุตะประเสริฐ (กมล สุตะประเสริฐ 2520 : 20 - 24) ได้กล่าวถึง
การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่สำคัญสามประการดังนี้

1. การวัดผลก่อนเรียน ในการสอนทุกรายวิชา ผู้สอนจำเป็นต้องประเมินดู
ความรู้พื้นฐานเดิมของลูกศิษย์ว่ามีแค่ไหน เพียงไร ความรู้พื้นฐานเดิม (Cognitive Entry
Behavior) เหล่านี้เพียงพอที่จะเรียนรายวิชาที่ครูกำลังสอนหรือไม่ ถ้ามีนักเรียนคนใดมีพื้นฐาน
มาไม่เพียงพอ ครูจะต้องสร้างพื้นฐานให้ดีเสียก่อน

2. การวัดผลระหว่างเรียน เป็นการสอนไปสอบไป แล้วนำผลการสอบมาใช้
ปรับปรุงการเรียนการสอนนั้นเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติยิ่ง การวัดผลแบบนี้เรียกว่า การวัดผลเพื่อ
ปรับปรุงการเรียนการสอน (Formative Test) ที่ต้องอาศัยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะ
ช่วยพัฒนาการศึกษา คือ

2.1 ช่วยพัฒนาการบริหารของผู้บริหารงาน การมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ชัดเจน ทำให้ผู้บริหารตรวจสอบการสอนของครูได้ว่า ครูได้สอนให้เกิดพฤติกรรมที่จุดประสงค์วางไว้หรือไม่

2.2 ช่วยพัฒนาการสอนการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนเรียงตามลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ (Learning Hierarchy) นั้นช่วยพัฒนาการเรียนของเด็กอย่างยิ่ง

2.3 ช่วยพัฒนาสื่อการเรียน การมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้น่าจับตาก็เหมือนกับบอกทางเดินให้

2.4 ช่วยการพัฒนาด้านการประเมินผล การเขียนจุดประสงค์ให้ชัดเจนและเรียงลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ให้ดี เป็นประโยชน์ในการพัฒนาด้านการวัดผลการศึกษา จุดประสงค์ข้อหนึ่ง ๆ เราอาจออกข้อสอบวัดอยู่ในระหว่าง 3 - 5 ข้อ

3. การวัดผลหลังเรียน การวัดผลแบบนี้ เราอาจเรียกว่า การวัดผลรวม (Summative Test) นั่นคือ เป็นการวัดเพื่อตัดสินความสามารถ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเริ่มด้วยการสอบก่อนสอน และสอบหลังจากสอนจบ หน่วยการเรียนรู้หน่วยหนึ่ง ๆ แล้ว ด้วยแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงการเรียนการสอน โดยสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้

การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์

แนวทางในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้น มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ลินด์วอลล์ และ นิตโก (สงข ลักษณ์ 2522 : 49 อ้างอิงมาจาก Lindvall and Nitko. 1975) มีแนวความคิดในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า จะต้องสร้างขึ้นโดยอาศัยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่สร้างมาจากหลักสูตร และพฤติกรรมที่มุ่งวัดในแต่ละเนื้อหา

ครอนบาช (Cronbach) อีเบล (Ebel) ฟลานานกน (Flanagan) และ เกลเซอร์ (Glaser) ได้สรุปว่า ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์มีลักษณะดังนี้ (ไพฑูรย์ เวทการ 2524 : 13 อ้างอิงมาจาก Thorndike. 1975 : 654)

1. ข้อสอบทั้งหมดมาจากจุดมุ่งหมายของการศึกษา
2. ความหมายของคะแนนผลึกษาในรูปเปอร์เซ็นต์และการกระทำ
3. การแปลความหมายของคะแนน แสดงถึง ความสำเร็จของงานที่กำหนดให้

แล้วยังสรุปรวมไปถึงการเป็นตัวแบบที่ดีของใบแบบของงานที่กำหนดให้

แอร์ราเซียน และ เมดาส (Airasian and Madaus, 1972 - 8) แบ่งชั้นของการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ออกเป็นสี่ชั้น คือ

1. เขียนสมรรถภาพที่จะวัดให้ชัดเจน โดยเขียนในรูปของพฤติกรรมที่สามารถสังเกตและสอบวัดได้
2. กำหนดเกณฑ์การรับรู้ในสมรรถภาพนั้น
3. กิจสถานการณ์เพื่อให้เด็กเรียนได้แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัดแล้วเขียนข้อสอบตามรายการนั้น
4. ตัดสินความรอบรู้ของนักเรียน โดยเทียบกับมาตรฐานการปฏิบัติขั้นต่ำสุดตามจุดประสงค์

สมศักดิ์ สันธุระเวช (สมศักดิ์ สันธุระเวช, 2521 : 79) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีลำดับขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. เขียนจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนในรูปจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เตรียม Content Outline ที่สอดคล้องรอบ
3. สร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับ Content Outline โดยทดสอบเฉพาะส่วนที่สำคัญ ๆ

4. ตรวจสอบแบบทดสอบที่สร้างว่า สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

โกวิท ประวาลพุกษ์ (โกวิท ประวาลพุกษ์, 2522 : 126 - 139) ได้เสนอวิธีการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไปของการเรียนรู้ในเนื้อหาตอนหนึ่ง ๆ ถ้ามีตารางวิเคราะห์หลักสูตรอยู่แล้วก็นำมาใช้ได้เลย พฤติกรรมที่พึงประสงค์จะครอบคลุมไปถึงพฤติกรรมขั้นสูง ๆ ด้วย

2. นำจุดมุ่งหมายทั่วไป มาเขียนเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยกำหนดและจำแนกเป็นพฤติกรรมปลายทาง พฤติกรรมเบื้องต้น และพฤติกรรมดำเนินการ

3. จัดสร้างข้อสอบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไว้มาก ๆ เพื่อจะสามารถทดสอบได้ตลอดเวลา

4. จัดเนื้อหา เอกสาร และวัสดุประกอบการสอนที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดพฤติกรรม

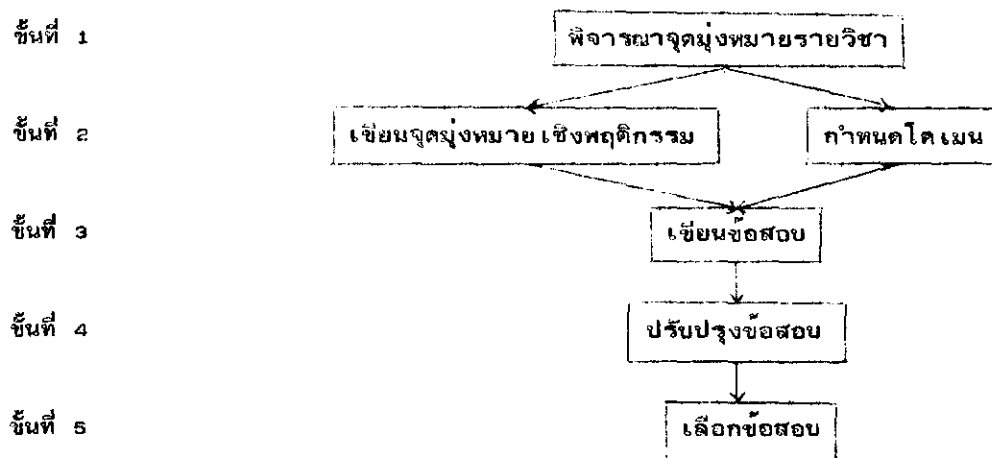
5. ทำการทดสอบผู้เรียนเพื่อตรวจสอบดูว่า นักเรียนยังต้องเรียนซ่อมเสริมก่อนเริ่มเรียนบทเรียนที่กำหนดไว้ ถ้าผู้เรียนยังไม่พร้อมก็ต้องมีการฝึกฝนเพิ่มเติมเป็นพิเศษ หรือสอนให้ต่ำลงมาจากเดิม

6. ทำการสอนโดยใช้แบบทดสอบระหว่างสอนเข้ามาช่วยตัดสินใจดำเนินการให้มากที่สุด เช่น จะสอนซ้ำหรือไม่

7. ทดสอบเมื่อสอนสิ้นสุดลง การทดสอบระยะนี้ ควรจัดกระทำเมื่อการทดสอบแต่ละตอนขึ้นว่า ผู้เรียนมีโอกาสที่จะแสดงความสามารถตามขั้นสุดท้ายได้มาก

8. เมื่อผู้เรียนไม่สามารถผ่านแบบทดสอบสุดท้ายนี้ได้ ก็จำเป็นต้องมีการซ่อมเสริมทบทวน กระบวนการเรียนการสอนสิ้นสุดลงเมื่อผู้เรียนทุก ๆ คนได้แสดงความสามารถตามจุดมุ่งหมายได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สมศักดิ์ สันตุระเวชกุล (สมศักดิ์ สันตุระเวชกุล 2526 : 5 - 6) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ให้มีความเที่ยงตรงไว้ห้าขั้น ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์

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

ขั้นที่ 2 พิจารณาดัง

1. จุดมุ่งหมายนั้นเหมาะสมสภาพที่ต้องการให้นักเรียนแสดงออกหรือไม่
2. เกณฑ์การผ่านจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
3. สภาพการณ์ที่จะทำให้ให้นักเรียนแสดงสมรรถภาพ

ขั้นที่ 3 ขั้นนี้คือ การลงมือเขียนข้อสอบ โดยจะต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หรือโดเมนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 4 นำข้อสอบที่เขียนแล้วมาปรับปรุง แล้วออกไปดำเนินการสอบจริง

ขั้นที่ 5 จากผลการสอบในขั้นที่ 4 ข้อสอบใดเข้าหลักเกณฑ์ก็จะเลือกข้อสอบนั้นมาใช้

เมเรนท์ และ เลมานน์ (Mehrens and Lehmann. 1975 : 201 - 202) ได้

กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่าการสร้างนั้นไม่แตกต่างจากการสร้างแบบทดสอบ

อิงกลุ่มเท่าใดนัก ทั้งแบบทดสอบอิง เกณฑ์และแบบทดสอบอิงกลุ่มจะต้องสร้างมาจากรายวิเคราะห์

หลักสูตรเช่นกัน แบบทดสอบทั้งสองแบบก็ยังเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความเที่ยงตรง และความ

เชื่อมั่น แม้ขั้นตอนการคิดคำนวณจะแตกต่างกัน และแบบทดสอบทั้งสองแบบ สามารถใช้ในการตัดสินใจ

สำหรับบุคคลที่จะวัด ความแตกต่างที่ชัดเจนของแบบทดสอบทั้งสองแบบ คือ การนำผลไปใช้ในการตัดสินใจเท่านั้น การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่นิยมใช้มีสองวิธี คือ

1. สร้างแบบใช้วิธีเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) สร้างโดยการพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกระหว่างนักเรียนที่เคยเรียนแล้ว กับนักเรียนที่ยังไม่เคยเรียน
2. สร้างแบบใช้วิธีนิยามประชากร (Universe-Defined Approach) เป็นวิธีสร้างที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อจะได้ข้อสอบที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหรือตัวแทนของข้อสอบที่สามารถวัดเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมทั้งหมดที่กำหนดไว้ และข้อสอบเหล่านี้จะวัดว่า นักเรียนมีความรู้ความสามารถระดับใดของเนื้อหาวิชา

กมล ภูประเสริฐ (กมล ภูประเสริฐ 2510 : 02) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า จะเน้นการสร้างข้อคำถามให้เป็นตัวแทนที่ดีของมวลภารกิจที่กำหนดในจุดมุ่งหมายของการสอนเป็นสำคัญ จุดมุ่งหมายของการสอนจะต้องกำหนดอย่างชัดเจน สามารถให้สังเกตผลหรือวัดผลได้ และกำหนดระดับที่ต้องการของผลนั้น ๆ โดยกำหนดในรูปของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่สามารถสังเกตได้ จุดมุ่งหมายประเภทนี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วน คือ

1. พฤติกรรมที่คาดหวังจากการเรียนการสอน
2. สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่จะให้เด็กแสดงพฤติกรรมนั้น
3. เกณฑ์ที่เราจะยอมรับว่า พฤติกรรมนั้นแสดงถึงการบรรลุจุดมุ่งหมายด้วย

เกลเซอร์ เมเจอร์ และ ปอปแฮม (สงบ ลักษณะ 2523 ข. : 17 อ้างอิงมาจาก Glaser. 1963, Mager. 1965 and Popham. 1973) เสนอแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า จะต้องมีการระบุจุดตัดเพื่อจำแนกนักเรียนเป็นสองประเภท คือ ผู้ที่เรียนรู้แล้วครบถ้วน กับผู้เรียนรู้ไม่ครบถ้วน

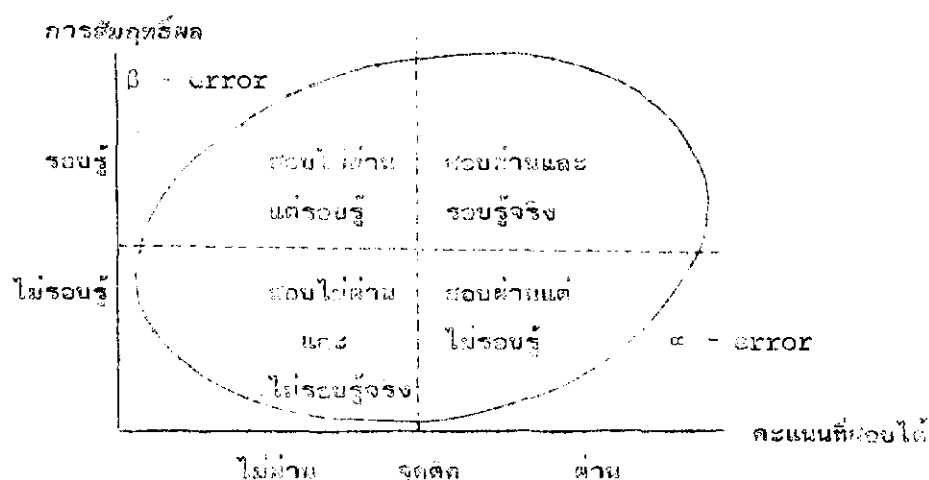
อนันต์ ศรีโสภณ (อนันต์ ศรีโสภณ ม.ป.ป. : 7) เสนอแนะการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า ควรมีการจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาทั้งหมด

จากการค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ พบว่า ส่วนมากจะสร้างตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาและหลักสูตร โดยมีเกณฑ์ในการตัดสินนักเรียนเป็นผู้รอบรู้ และผู้ไม่รอบรู้ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ที่ยึดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นหลัก โดยมีการตรวจสอบจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเหล่านั้น และวิเคราะห์คัด เลือกข้อสอบก่อนนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบ

การกำหนด เกณฑ์ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

สำหรับแบบทดสอบอิง เกณฑ์ นักวัดผลการศึกษาที่มีแนวคิดว่าจะต้องมีเกณฑ์ในการจำแนกนักเรียนออกเป็น ผู้ เร็มรู้แล้วกับ ผู้ เร็มรู้ยังไม่ครบถ้วน คือ เกลเซอร์ (Glaser, 1963) เมเจอร์ (Maier, 1965) และ ปอปแฮม (Popham, 1973) (สงข ลัภยะ 2523 : 17) ซึ่งเกณฑ์นี้มีลักษณะเป็นอัตรา จะมีปัญหายากในการกำหนด เพราะเกณฑ์เกี่ยวข้องกับ การที่ข้อสอบเป็นตัวแทนที่ดีหรือไม่ และข้อสอบเท่าไรจึงจะถือว่าเป็นตัวแทนที่ดี (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 63 อ้างอิงมาจาก Mayo, 1970) ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดในการวัดผล และประเมินผลแบบอิง เกณฑ์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้ากำหนดคะแนนจุดตัดสูงไปหรือต่ำไป ก็จะทำให้เกิด ความคลาดเคลื่อนสองประเภท (อังกฤษ สายยศ 2525 : 70 - 71) ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงความคลาดเคลื่อนของการประเมินผลแบบอิง เกณฑ์

ประเภทที่ 1 เกิดกลุ่มที่สอบไม่ผ่าน แต่รอบรู้ เป็นการผิดพลาดที่เรียกว่า β -error ซึ่งเกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัดสูงเกินไป ทำให้เด็กสอบตกมาก ทำให้เสียเวลาและกำลังใจ สิ้นเปลืองแรงงานในการที่จะต้องสอนซ้ำ

ประเภทที่ 2 เกิดกลุ่มที่สอบผ่านแต่ไม่รู้จริง เป็นการผิดพลาดที่เรียกว่า α -error ซึ่งเกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัดต่ำเกินไป ทำให้เด็กมีคุณภาพไม่ถึงมาตรฐานสอบผ่านได้ ทำให้เกิดผลเสีย เช่น เด็กมีความสามารถไม่พอในการเรียนจุดมุ่งหมายใหม่ หรือเรียนในระดับสูงต่อไป

ในการกำหนด เกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด เพื่อใช้ในการตัดสินนักเรียนเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ สำหรับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีผู้เสนอไว้หลายวิธี ดังนี้

มิลล์แมน (Millman. 1974 : 205 - 216) กล่าวว่า การพิจารณาเรื่องนี้มีควมพิจารณาหลาย ๆ ด้านประกอบกัน เช่น

1. คะแนนของคนอื่น ๆ เช่น กำหนดคะแนนจากกลุ่มที่เคยสอบครั้งก่อนทำได้
2. เนื้อหาของข้อสอบ โดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อแล้วนำมารวมกัน เช่น ให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินว่าข้อสอบแต่ละข้อควรจะมีผู้ทำได้เท่าไร แล้วนำสัดส่วนของทุกข้อมาพิจารณาเป็นเกณฑ์
3. ผลการศึกษาที่ผ่านมา คือ คะแนนเกณฑ์เท่าใด จึงจะทำให้เกิดประโยชน์แก่การศึกษามากที่สุด
4. ด้านจิตวิทยา และเศรษฐกิจที่มีต่อผู้เรียนผู้สอน เช่น ถ้าค่าใช้จ่ายในการสอนซ่อมเสริมสูงมาก ก็ต้องพยายามลดเกณฑ์ให้ต่ำลง เป็นต้น ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความยุติเท่าในด้านอื่น ๆ ด้วย
5. ความคลาดเคลื่อนจากการเดา การเลือกตัวอย่างข้อสอบ ถ้ามีปัญหาเรื่องนี้จะควรกำหนด เกณฑ์ให้สูงขึ้น

กลาสส์ (Glass. 1978 : 243 - 259) ได้สรุปวิธีหาหรือพิจารณาเกณฑ์ หรือจุดตัดของคะแนนไว้ดังนี้

1. ใช้ผลที่ได้จากการปฏิบัติของคนอื่น ๆ เป็นเกณฑ์ ระดับเกณฑ์ของแบบทดสอบกำหนดขึ้นจากค่ามัธยฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ ซึ่งการกำหนดวิธีนี้เป็น การอ้างอิงนอร์ม (Norm) อย่างแท้จริง นักทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์หลายคนไม่เห็นด้วย

2. ใช้วิธีนับถอยหลังจาก 100 เปอร์เซนต์ ในการสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ ทุกคนควรทำแบบทดสอบนั้นได้ถูกต้องหมด หรือหมายถึง 100 เปอร์เซนต์ แต่ในทางปฏิบัตินี้เป็นไปไม่ได้ จึงต้องใช้วิธีลดจุดตกลงมาจาก 100 เปอร์เซนต์ ลงมา 5 หรือ 20 เปอร์เซนต์ หรือมากกว่า ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นตามอำเภอใจ

3. ใช้วิธีเพิ่มคะแนนเกณฑ์อื่น ๆ วิธีนี้จุดตั้งของแบบทดสอบพิจารณาจากเกณฑ์ภายนอก เช่น อาจจะใช้เกณฑ์ที่ผู้ได้รับประกาศนียบัตรในวิชาชีพนั้น ๆ เป็นผู้มีความสามารถ ผู้ยังไม่รับเป็นผู้ไม่มีความสามารถ หรืออาจใช้วิธีพิจารณาการกระจายของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของคนเหล่านี้ แล้วกำหนดคะแนนเกณฑ์ เพื่อแยกผู้มีความสามารถออกจากผู้ไม่มีความสามารถ

4. การพิจารณาความสามารถขั้นต่ำสุด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญศึกษาจากแบบทดสอบ หรือข้อคำถาม แล้วเสนอค่าความสามารถขั้นต่ำสุดที่ผู้สอบควรทำได้

5. ใช้วิธีวิจัยเชิงปฏิบัติ วิธีนี้อาศัยผลลัพธ์ทางคุณค่าอย่างใดอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นมาช่วยในการพิจารณาคะแนนเกณฑ์ โดยวัดผลลัพธ์ทางคุณค่าสูงสุดเป็นคะแนน เกณฑ์

๘. การใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ วิธีนี้จะแบ่งคนเป็นสองกลุ่ม โดยอาศัยเกณฑ์ภายนอกอย่างใดอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะศึกษา เช่น แบ่งเป็นผู้ที่จบการศึกษากับผู้ที่ไม่จบการศึกษา สัดส่วนของคนในสองกลุ่มนี้แทนด้วย P_E และ $1 - P_E$ ตามลำดับ แล้วให้บุคคลทั้งสองกลุ่มนี้ทำแบบทดสอบถึงเกณฑ์และกำหนดคะแนนจุดตัด (C_x) ขึ้นมาใช้แบ่งบุคคลออกเป็นผู้สอบผ่านและไม่ผ่าน ดังนั้น เมื่อใช้เกณฑ์ภายนอกมาประกอบการตัดสินใจ จะแบ่งคนเป็นสองพวก 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 สัดส่วนของผู้ไม่ผ่านแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
 P_D คือ สัดส่วนของผู้ผ่านการสอบแบบอิงเกณฑ์ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
 P_B คือ สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านทั้งแบบทดสอบอิงเกณฑ์ และ เกณฑ์ภายนอก
 P_C คือ สัดส่วนของผู้ที่ผ่านทั้งแบบทดสอบอิงเกณฑ์ และ เกณฑ์ภายนอก

เกณฑ์ภายนอกที่กำหนดนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่คะแนนจุดตัดในแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นจะแปรผันได้หลายค่า แล้วแต่การกำหนด ซึ่งจะทำให้ P_A , P_B , P_C และ P_D แปรผันตามไปด้วย ค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ก็คือ ค่าฟังก์ชันของคะแนนเกณฑ์ $f(C_x)$ ที่มีค่าน้อยที่สุดจากสมการ $f(C_x) = (P_A + P_D)/(P_B + P_C)$

เบอร์ก (Berk. 1976 : 4 - 9) เสนอแนะวิธีการกำหนดคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยการประยุกต์มาจากวิธีการเพิ่มเติมคะแนนเกณฑ์อื่น ๆ ของ กลาสส์ ซึ่งเบอร์ก กล่าวว่า การกำหนดคะแนนเกณฑ์ก็คือ การกำหนดจุดตัดของคะแนนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนให้เป็นพวกรอบรู้และกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนให้เป็นพวกรอบรู้ หรืออาจใช้นักเรียนกลุ่มเดียว เป็นกลุ่มก่อนเรียนและกลุ่มหลังเรียนแทนก็ได้ หลังจากที่มีนักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบแล้ว พิจารณาการกระจายของคะแนนทั้งสองกลุ่มจะคาบเกี่ยวกัน จุดที่ฟังก์ชันทั้งสองตัดกันนั้น คือ คะแนนพยากรณ์ที่จะแบ่งการเรียนรู้ออกเป็นสี่พวกดังนี้

1. พวกรอบรู้จริง (True Masters : TM) หมายถึง นักเรียนที่ได้รับการสอน และได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่าเกณฑ์
2. พวกรอบรู้ไม่จริง (False Masters : FM) หมายถึง นักเรียนที่ไม่ได้รับการสอน แต่ได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่าเกณฑ์
3. พวกไม่รอบรู้จริง (True Nonmasters : TN) หมายถึง นักเรียนที่ไม่ได้รับการสอน และได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์
4. พวกไม่รอบรู้ไม่จริง (False Nonmasters : FN) หมายถึง นักเรียนที่ได้รับการสอน แต่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์

ผลที่เกิดขึ้นแสดงได้ดังนี้

		การจำแนกเกณฑ์	
		ได้รับการสอน	ไม่ได้รับการสอน
คะแนนพยากรณ์	รอบรู้	รอบรู้จริง (TM)	รอบรู้ไม่จริง (FM)
	ไม่รอบรู้	ไม่รอบรู้ไม่จริง (FN)	ไม่รอบรู้จริง (TN)

คะแนนจุดตัดนี้จะเป็นคะแนนพยากรณ์ นำมาหาค่าคะแนนเกณฑ์ ซึ่งทำได้โดยเลื่อนคะแนนพยากรณ์ไปเรื่อย ๆ จนได้จุดตัดที่ให้ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจอย่างถูกต้อง คือ ค่า $P(TM) + P(TN)$ สูงสุด หรือให้ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิด คือ ค่า $P(FM) + P(FN)$ ต่ำสุด ณ จุดคะแนนนั้น ก็จะเป็นคะแนนจุดตัดหรือ เกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด

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

คะแนนจุดตัดของแต่ละคะแนนสามารถตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของเกณฑ์ เพื่อเลือกค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงสุดของความน่าจะเป็นในการตัดสินใจที่ถูกต้องของแต่ละคะแนนจุดตัด โดยใช้สูตร

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

เมื่อ ϕ_{VC} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์

BR แทน ค่าความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากร ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$P(FN) + P(TM)$$

SR แทน ค่าความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ผู้รอบรู้ในประชากร ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$P(FM) + P(TM)$$

การใช้ทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจของ เบส์ (Bayesian Decision-Procedure)

วิธีนี้ตัดสินจัดประเภทผู้สอบโดยใช้คะแนนโดเมน (π) ของผู้สอบมาเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัด (π_0) ที่กำหนดขึ้นมาใช้ ผู้สอบที่มีคะแนนโดเมนมากกว่าหรือเท่ากับคะแนนจุดตัดจะจัดเป็นผู้รอบรู้ ส่วนผู้ที่มีคะแนนโดเมนน้อยกว่าคะแนนจุดตัดจะเป็นผู้ไม่รอบรู้ ในทางปฏิบัติไม่สามารถที่จะหาคะแนนโดเมนที่แท้จริงได้ เพราะไม่สามารถนำข้อสอบในโดเมนมาใช้ได้ทั้งหมด จึงหาค่าคะแนนโดเมนได้ อย่างประมาณเท่านั้น สำหรับวิธีการนี้ การหาค่าคะแนนโดเมนต้องอาศัยความรู้เดิมเกี่ยวกับตัวผู้สอบ ซึ่งอาจจะหาได้จากการสอบครั้งก่อน ๆ จากสมุดรายนามของโรงเรียน เป็นต้น ในการตัดสิน นอกจากอาศัยการแจกแจงเดิมของข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้สอบแล้ว ยังอาศัยความรู้อื่นที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการยอมรับที่ผิด และการปฏิเสธสิ่งที่ผิดด้วย ผู้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีนี้มีหลายคนเช่น โนวิค และ คนอื่น ๆ (Novick and others. 1973) สวามินาธาน และ คนอื่น ๆ (Swaminathan and others. 1975) แฮมเบิลตัน และ โนวิค (Hambleton and Novick. 1973) เป็นต้น วิธีการมีดังนี้ (Swaminathan, Hambleton and Algina. 1975 : 88 - 93)

นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของผู้เข้าสอบ (x_i) มาแปลงเป็น g_i โดยการแปลงแบบอาร์คไซน์ (Arc Sine) ซึ่ง โนวิค และ คนอื่น ๆ (Novick and others. 1973) แนะนำ จะทำให้การคำนวณสะดวกขึ้น เพราะการแจกแจงของ g_i เป็นการแจกแจงแบบปกติ

$$g_i = \sin^{-1} \sqrt{(x_i + 3/8) / (n + 3/4)}$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อสอบ

การแจกแจงนี้ จะมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เป็น γ_i และความแปรปรวน เป็น V โดยที่

$$\gamma_i = \sin^{-1} \sqrt{\pi_i}$$

$$V = (4n + 2)^{-1}$$

การประมาณนี้จะใช้ได้เมื่อคะแนนโดเมนของผู้เข้าสอบแต่ละคน (π_i) มีค่าอยู่ระหว่าง .15 ถึง .85 และจำนวนข้อสอบ (n) ไม่ต่ำกว่า 8 ข้อ แต่เนื่องจากไม่ทราบค่า π_i จึงไม่ทราบค่า γ_i การแจกแจงของ g_i จึงเป็นการแจกแจงที่มีเงื่อนไข คือ

$$g_i/\gamma_i \sim N(\gamma_i, V)$$

การแจกแจงของ g_i จึงขึ้นอยู่กับ γ_i ในการหาการแจกแจงของ γ_i มีข้อตกลงว่า γ_i ของแต่ละคนเป็นตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มจากการแจกแจงอื่นใดอันหนึ่ง โดยเฉพาะในที่นี้กำหนดว่าการแจกแจงเดิมของ γ_i เป็นปกติด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต α และความแปรปรวน ϕ ซึ่งไม่ทราบค่าทั้ง α และ ϕ ดังนั้น การแจกแจงเดิมของ γ_i จึงขึ้นอยู่กับค่าของ α และ ϕ ความรู้เกี่ยวกับค่า α ไม่สำคัญเท่ากับค่าของ ϕ ในวิก และคนอื่น ๆ และว่า เราสามารถหาค่าของ ϕ ได้จากการแจกแจงแบบอินเวอร์สไคสแควร์ (Inverse Chi-Square) ที่มีขั้นของความเป็นอิสระ (degree of freedom) v และสเกลพารามิเตอร์ λ โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น $\bar{\phi}$ โดยที่

$$\bar{\phi} = \lambda/(v - 2)$$

จากการศึกษาของ โนวิก และคนอื่น ๆ พบว่าค่า v ที่เหมาะสม คือ 8 ส่วน ค่าประมาณของ $\bar{\phi}$ นั้นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับค่า π ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียนมาหิจารณากำหนดค่า t ซึ่งเป็นจำนวนข้อสอบที่คิดว่าจะช่วยให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับค่า π ได้มากเท่าที่เราต้องการ ค่าประมาณที่ได้จากการแปลงค่า π แบบอาร์คไซน์ในการทำแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อ t จะเป็นปกติด้วยความแปรปรวน $(4t + 2)^{-1}$ ดังนั้น จึงใช้ $(4t + 2)^{-1}$ เป็นค่าประมาณของ $\bar{\phi}$ และสามารถหาค่า λ ได้จากสมการ

$$\lambda = (v - 2)\bar{\phi}$$

ในการสอบแบบอิงเกณฑ์ เราต้องการตัดสินผู้สอบแยกเป็นรายบุคคล จึงต้องการแจกแจงของ γ_i แต่ละค่า ซึ่งต้องอาศัย v และ λ

จากการศึกษาของ เลวิส และคนอื่น ๆ (Lewis and others. 1973) พบว่าการแจกแจงภายหลังของ γ_i แต่ละค่าเป็นปกติโดยประมาณด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต μ_i และความแปรปรวน σ_i^2

$$\gamma_i | \text{Data} \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$$

$$\text{เมื่อ } \mu_i = \bar{g} + \rho^*(g_i - \bar{g})$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1 + (m-1)\rho^*}{(4n+2)m} + (g_i - \bar{g})^2 \sigma^{*2}$$

$$\text{เมื่อ } \bar{g} = m^{-1} \sum_{i=1}^m g_i$$

m แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

ρ^* และ σ^{*2} แทน ค่าที่ได้จากตารางของ แวง (Wang) เมื่อทราบค่า v , λ และ S_g^2

$$S_g^2 = m^{-1} \sum_{i=1}^m (g_i - \bar{g})^2$$

ค่า μ_i และ σ_i^2 ที่ได้จะนำไปใช้ในการจัดประเภทผู้สอบต่อไป

การพิจารณาจัดประเภทผู้สอบ

เนื่องจากวิธีการนี้ใช้การแปลงค่าแบบอาร์คไซน์ โดยแปลง π_i เป็น γ_i ดังนั้น π_0 จึงต้องแปลงเป็น γ_0 ด้วย เพื่อให้สอดคล้องกัน โดย $\gamma_0 = \sin^{-1} \sqrt{\pi_0}$ แล้วจัดประเภทผู้สอบ โดยเปรียบเทียบ γ_i กับ γ_0 แทนการเปรียบเทียบของ π_i กับ π_0 ดังนี้

ให้ ω แทน ระดับการรอบรู้ของผู้เข้าสอบ ซึ่งมีได้ 2 ค่า คือ ω_1 และ ω_2

ω_1 แทน ระดับการรอบรู้ของผู้สอบที่เป็นผู้ไม่รอบรู้ คือ มี $\gamma_i < \gamma_0$

ω_2 แทน ระดับการรอบรู้ของผู้สอบที่เป็นผู้รอบรู้ คือ มี $\gamma_i \geq \gamma_0$

a แทน ประเภทของการตัดสินใจ ซึ่งมีได้ 2 ค่า คือ a_1 และ a_2

a_1 แทน การตัดสินใจให้สอบไม่ผ่าน

a_2 แทน การตัดสินใจให้สอบผ่าน

ในการตัดสินใจอาจมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้สองประเภท คือ ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ซึ่งเกิดจากการปฏิเสธที่ผิด (False Negative) และความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 ซึ่งเกิดจากการยอมรับที่ผิด (False Positive) ผู้ตัดสินใจควรพิจารณาความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนทั้งสองประเภทนี้ด้วย

ให้ $L(\omega_1, a_2) = l_{12}$ = ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนในการยอมรับที่ผิด

$L(\omega_2, a_1) = l_{21}$ = ความสูญเสียที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนในการปฏิเสธที่ผิด

ถ้าการตัดสินใจถูกต้อง ความสูญเสียจะไม่มี คือ

$$L(\omega_1, a_1) = L(\omega_2, a_2) = 0$$

ในการตัดสินใจ จะเลือกการตัดสินใจที่ให้ค่าความสูญเสียที่คาดหวังน้อยที่สุด

ถ้าให้ $E_\omega L(\omega, a_1)$ เป็นความสูญเสียที่คาดหวังในการตัดสินใจให้สอบไม่ผ่าน ความสูญเสียที่คาดหวัง คือ

$$\begin{aligned} E_\omega L(\omega, a_1) &= 0 \cdot \text{Prob}[\omega = \omega_1] + l_{21} \text{Prob}[\omega = \omega_2] \\ &= l_{21} \text{Prob}[\gamma_i \geq \gamma_0] \end{aligned}$$

และในการตัดสินใจให้สอบผ่าน ความสูญเสียที่คาดหวัง คือ

$$\begin{aligned} E_\omega L(\omega, a_2) &= l_{12} \text{Prob}[\omega = \omega_1] + 0 \cdot \text{Prob}[\omega = \omega_2] \\ &= l_{12} \text{Prob}[\gamma_i < \gamma_0] \end{aligned}$$

ดังนั้น เราจะตัดสินใจทดสอบตกถ้า

$$L_{21} \text{Prob}[\gamma_i \geq \gamma_0] < L_{12} \text{Prob}[\gamma_i < \gamma_0]$$

และตัดสินใจสอบผ่านถ้า

$$L_{12} \text{Prob}[\gamma_i < \gamma_0] < L_{21} \text{Prob}[\gamma_i \geq \gamma_0]$$

แต่ถ้าความสูญเสียที่คาดหวังทั้งสองค่าเท่ากัน การตัดสินใจตกหรือผ่านจะให้ผลเท่ากัน

ในการหาค่า $\text{Prob}[\gamma_i < \gamma_0]$ และ $\text{Prob}[\gamma_i \geq \gamma_0]$ เนื่องจากการตัดสินใจจะกระทำได้หลังจากได้ข้อมูลจากการสอบแล้ว การแจกแจงภายหลังของ γ_i เป็นปกติโดยประมาณด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต μ_i และความแปรปรวน σ_i^2 เราสามารถหาค่าส่วนเบี่ยงเบนปกติมาตรฐานของ γ_i แต่ละค่าจากสูตร

$$Z_{0i} = (\gamma_0 - \mu_i) / \sigma_i$$

ดังนั้น เราจึงสามารถเปรียบเทียบในรูปของคะแนนมาตรฐานได้โดย

$$\text{Prob}[\gamma_i \geq \gamma_0 | \text{Data}] \cong \text{Prob}[Z \geq Z_{0i} | \text{Data}]$$

$$\text{Prob}[\gamma_i < \gamma_0 | \text{Data}] \cong \text{Prob}[Z < Z_{0i} | \text{Data}]$$

หลังจากทำการตัดสินใจจำแนกประเภทแล้ว จะได้คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด ซึ่งเป็นคะแนนที่ผู้สอบผ่านในระดับต่ำสุดได้

สวามินาทาน และคนอื่น ๆ (1975) ได้สรุปลำดับขั้นตอนในการประมาณ ดังนี้

1. แปลงคะแนน x_i ของผู้สอบแต่ละคนเป็น g_i โดยใช้สูตร

$$g_i = \sin^{-1} \sqrt{(x_i + 3/8) / (n + 3/4)}$$

2. กำหนดคะแนนจุดตัด π_0 และเปลี่ยนเป็น γ_0 โดย

$$\gamma_0 = \sin^{-1} \sqrt{\pi_0}$$

3. หาการแจกแจงครั้งแรกของ ϕ โดยระบุค่าพารามิเตอร์ v และ λ

4. หาค่า ρ^* และ σ_i^2 จากตารางของ แวง แล้วหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต μ_i และความแปรปรวน σ_i^2 ของการแจกแจงภายหลังของ Y_i

5. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนปกติมาตรฐานจาก

$$Z_{0i} = (Y_0 - \mu_i) / \sigma_i$$

6. หาค่า $\text{Prob}[Z < Z_{0i} | \text{Data}]$ และ $\text{Prob}[Z \geq Z_{0i} | \text{Data}]$

7. จัดประเภทผู้สอบ โดยพิจารณาจากค่าความสูญเสียดังกล่าวแล้ว

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดคะแนนเกณฑ์ π_0 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา กำหนดคะแนนเกณฑ์โดยประมาณของแบบทดสอบแต่ละฉบับ เมื่อนำคะแนนเกณฑ์มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแล้ว จะได้ นำเอาคะแนนนั้นไปหาสัดส่วนของคะแนนเกณฑ์โดยประมาณ คือ π_0 ต่อไปโดยหาได้จาก

$$\pi_0 = \frac{\text{คะแนนเกณฑ์โดยประมาณ}}{\text{จำนวนข้อสอบ}}$$

ในการกำหนดค่า t ซึ่งเป็นจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบแต่ละฉบับที่เหมาะสมกับเนื้อหา และให้ข้อมูลเกี่ยวกับคะแนนโดเมนของผู้สอบมากที่สุด โนวิก และคนอื่น ๆ พบว่า เมื่อ $v = 8$ ค่า t ที่ยอมรับต้องไม่ต่ำกว่า 6 (ชมภู จันทอมพร 2523 : 56 อ้างอิงมาจาก Novick and others, 1973) ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา เป็นผู้กำหนดค่า t โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาแต่ละคนศึกษา เนื้อหาและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม แล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ เนื้อหาและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมย่อย ๆ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

สำหรับการหาค่า λ_{12} และ λ_{21} ซึ่งเป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนในการยอมรับที่ผิด และความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนในการปฏิเสธที่ผิด ตามลำดับ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยหาโดยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างคนปัจจุบัน พิจารณาร่วมกับผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้ที่ทดลองสอนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างนั้นด้วย การกำหนดค่า λ_{12} และ λ_{21} ทำได้โดยร่วมกันพิจารณาว่ามีนักเรียนจำนวนกี่คนที่ไม่ผ่าน แต่ผลการสอบผ่าน และจำนวนนักเรียนที่ควรจะสอบผ่านแต่ผลการสอบไม่ผ่าน โดยถือตามเกณฑ์โดยประมาณ (π_0) ตามลำดับ

วิธีหาคะแนนความถูกต้อง (Proportion-Correct Score Estimate) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการหาคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยที่แต่ละข้อเป็นตัวแทนของข้อสอบทั้งหมดเท่าที่จะเป็นไปได้ในโดเมนนั้นจริง และมีความยาวพอเพียง ค่าที่ได้จากการประมาณโดยวิธีนี้ จะเป็นค่าประมาณที่ไม่ลำเอียงของโดเมน แต่จะมีความเชื่อมั่นต่ำมาก ถ้าจำนวนข้อสอบที่วัดแต่ละจุดมุ่งหมายมีจำนวนน้อย (อังกฤษ สายยศ 2525 : 77) ซึ่งคำนวณมาจาก

$$\pi_i = x_i/n$$

เมื่อ π_i แทน คะแนนโดเมน

x_i แทน คะแนนที่แต่ละคนทำได้จากแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

แองกอฟ (Millman, 1973 : 210 citing Angoff, 1971) เสนอวิธีการหาคะแนนจุดตัดโดยวิธีตั้งกลุ่มบุคคลขึ้นมาพิจารณาข้อสอบ เป็นรายข้อว่า มีความน่าจะเป็นในการทำถูกมากน้อยเพียงไร ซึ่งอาจจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แล้วนำผลบวกของความน่าจะเป็นของทุกข้อมาเฉลี่ยเป็นจุดตัดของคะแนนของแบบทดสอบ

อีเบล (Glas, 1978 : 247 - 248 citing Ebel, 1972) เห็นว่าโอกาสของผู้สอบจะผ่านการสอบหรือไม่ขึ้นอยู่กับข้อสอบในแบบทดสอบมากกว่าความสามารถจริงของผู้สอบ อีเบล จึงใช้วิธีพิจารณาความสำคัญและความยากของข้อสอบ โดยแบ่งความสำคัญออกเป็นสี่ประการ คือ ประเด็น ความหมาย การยอมรับ และลักษณะคำถาม แบ่งความยากเป็นสามระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ผู้สร้างข้อสอบให้เปอร์เซ็นต์ของการคาดหวังระดับความยากของข้อสอบแต่ละประเภทไว้ คะแนนเกณฑ์การผ่านหาได้จากจำนวนข้อสอบแต่ละประเภทคูณด้วยเปอร์เซ็นต์ความยากที่คาดหวังรวมกัน แล้วนำมาหารด้วยจำนวนข้อ

เอมริช (Emrich, 1971 : 321 - 326) ได้ศึกษาคะแนน เกณฑ์โดยวิธี เปรียบเทียบนักเรียนสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่รอบรู้กับกลุ่มที่ยังไม่รอบรู้ ดังนี้

		การตอบ	
		ตอบถูก	ตอบผิด
การเรียนรู้	รอบรู้	$1 - \beta$	β
	ไม่รอบรู้	α	$1 - \alpha$

α คือ ความน่าจะเป็นที่นักเรียนไม่รอบรู้แต่ตอบถูก

β คือ ความน่าจะเป็นที่นักเรียนรอบรู้แต่ตอบผิด

หาสหสัมพันธ์ของการเรียนรู้กับการตอบได้ จากสูตร

$$\phi = \frac{1 - \alpha - \beta}{\sqrt{1 - (\alpha - \beta)^2}}$$

คะแนนเกณฑ์หาได้จากสูตร

$$k = \frac{\log \beta / (1 - \alpha) + n^{-1} \log(RR)}{\log \alpha (1 - \alpha) \beta (1 - \beta)}$$

เมื่อ k คือ คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบ

RR คือ รากที่สองของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ใช้สูตรของสเปียร์แมน บราวน์
(Spearman Brown)

สงบ ลักษณะ (สงบ ลักษณะ 2524 : 3 - 8) ได้กล่าวถึงแนวคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับการหาคะแนนจุดตัดไว้ ดังนี้

1. ใช้ทฤษฎีไบโนเมียล (Binomial Model) ตามหลักของ Random Error ผู้สอบที่มีความสามารถ π ทำข้อสอบ n ข้อได้ถูกต้อง x ข้อ จะมีโอกาสได้รับคะแนนตาม Distribution ดังนี้

$$P(x|\pi) = \binom{n}{x} \pi^x (1 - \pi)^{n-x}$$

สมมติ $n = 5$ ข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก เมื่อปรับการเดาแล้วได้เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้สอบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงร้อยละของจำนวนผู้สอบที่จะตอบข้อสอบถูกต้องตามความสามารถ

จำนวนข้อทำถูก	เปอร์เซ็นต์ทำถูก	$\pi = .50$	$\pi = .90$
5	100	7.78	65.91
4	80	25.92	28.66
3	60	23.58	4.88
2	40	23.04	.43
1	20	7.68	.02
0	0	1.02	.00

ปัจจุบันมีตารางสำเร็จเช่นนี้จำนวนมากที่ครอบคลุมจำนวนข้อสอบตั้งแต่ 5 ข้อถึง 40 ข้อ เมื่อพิจารณาระดับคะแนนความสามารถจริง (Domain Scores) หรือ Functional Level หรือ Competence Level ที่แทนด้วย π แล้วก็จะสามารถพิจารณาคะแนนจุดตัด โดยคำนึงถึง

1. ความสามารถ ของกลุ่มผู้เข้าสอบ
2. ความสูงต่ำของ π ที่กำหนด
3. ความหนักเบาของ α error และ β error

2. ใช้ทฤษฎีการหาคะแนนจริง (True-Score Model) ใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

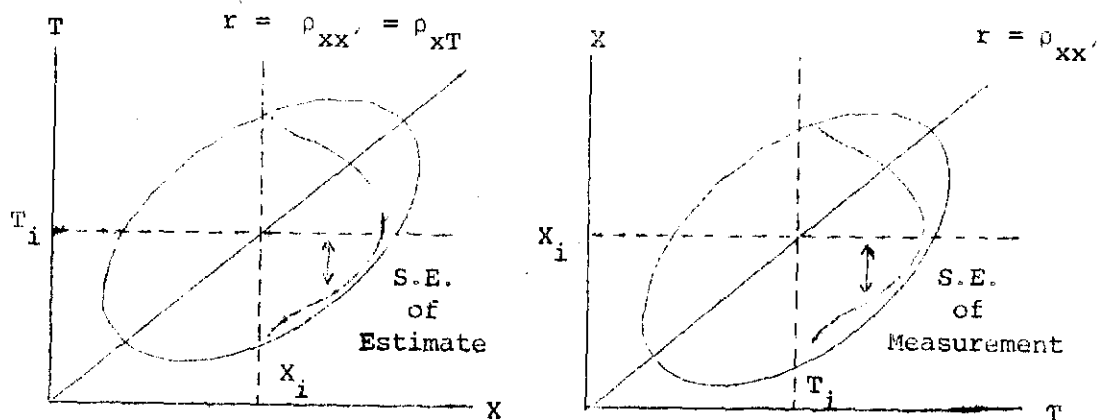
ถ้า T = คะแนนจริง

X = คะแนนจากการสอบวัด

$\rho_{XX'}$ = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$\mu_{X'}$ = ค่าเฉลี่ย เลขคณิตของคะแนนการสอบวัด

$$\text{จะได้ } \hat{T} = \rho_{xx'} X + \mu_x(1 - \rho_{xx'})$$



ภาพประกอบ ๖ แสดง Standard Error of Estimate และ Standard Error of Measurement

$$\text{S.E. of Estimate} = \sigma_T \sqrt{1 - \rho_{xx'}}$$

ค่า S.E. of Estimate ใช้ในการหา Distribution ของ T_i เมื่อกำหนดค่า X_i ค่าต่าง ๆ ให้ใช้ประกอบในการตัดสินใจกำหนดคะแนนจุดตัด

$$\text{S.E. of Measurement} = \sigma_X \sqrt{1 - \rho_{xx'}}$$

ค่า S.E. of Measurement ใช้ในการพิจารณาจุดตัดจากคะแนน T_i แล้วคำนวณหาค่า X_i ณ จุดตัดนั้นได้จาก

$$X_i = T_i + C\sigma_E$$

๖. Beta Distribution Approach ตามแนวของ Bayesian Statistics

$$P(\pi) = \text{Prob}(\pi \leq \pi)$$

$$\text{Beta Distribution} : \frac{\pi^{p-1} (1-\pi)^{q-1}}{\beta(p, q)} \text{ เมื่อ } 0 \leq \pi \leq 1, p, q > 0$$

$$\text{โดยที่ } \beta(p, q) = \frac{(p-1)!(q-1)!}{(p+q-1)!}$$

แนวคิดนี้สามารถนำค่า p มาแทนจำนวนข้อที่ทำถูก และ q แทนจำนวนข้อที่ทำผิด จะสามารถประมาณค่า π ที่เป็นไปได้ของผู้สอบแต่ละคนได้ เมื่อนำค่ามาเทียบกับคะแนนจุดตัด π_0 ก็จะสามารถจะคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่ $\pi < \pi_0$ หรือ $\pi \geq \pi_0$ จัดสถานะรอบรู้ (Mastery State) ได้ โดยใช้ Threshold Loss เป็นพื้นฐานการพิจารณา เช่น กำหนดตัวแปร ω โดย

$$\hat{\omega} = 1 \text{ ถ้า } \pi_i \geq \pi_0$$

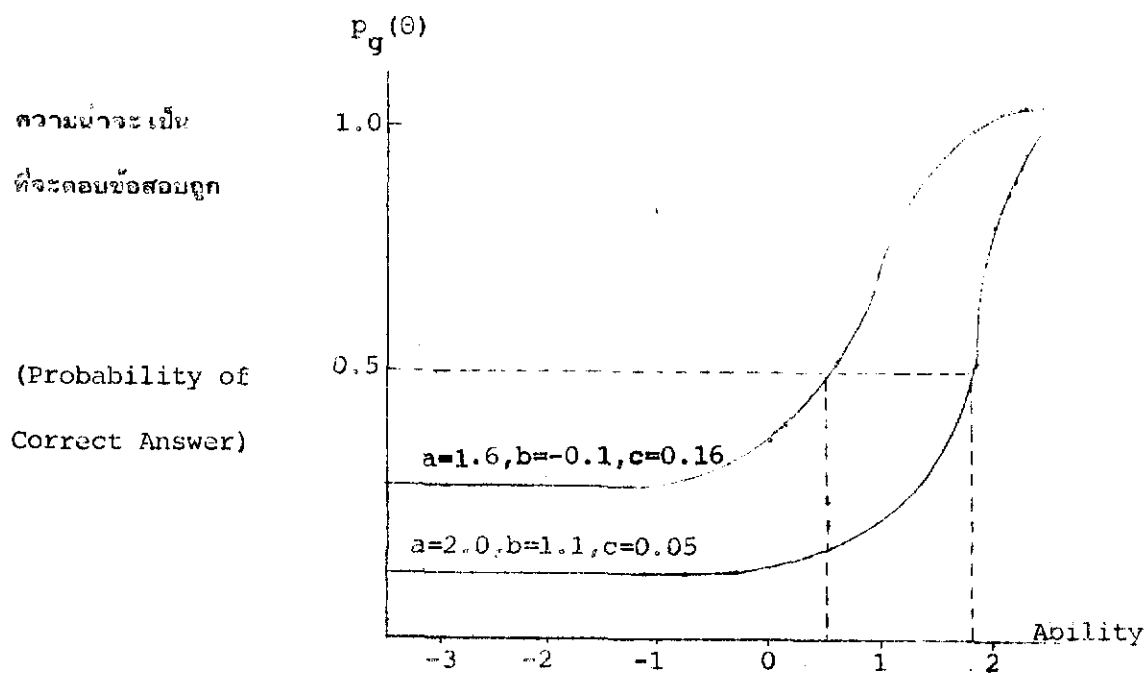
$$\hat{\omega} = 0 \text{ ถ้า } \pi_i < \pi_0$$

Expected Loss ถ้า $\omega = 1$ และ $\hat{\omega} = 0$ สมมติว่าเสียหาย b

Expected Loss ถ้า $\omega = 0$ และ $\hat{\omega} = 1$ สมมติว่าเสียหาย a

การตัดสินใจว่าผู้สอบเข้าสถานะรอบรู้ (Mastery State) หรือไม่ ขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบระหว่าง $a \cdot \text{Prob}[\pi < \pi_0]$ และ $b \cdot \text{Prob}[\pi \geq \pi_0]$ ค่าใดมีค่าน้อยก็ตัดสินใจทางนั้น

4. การใช้ทฤษฎีตาเทนต์เทรต (Latent Trait Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีการทดสอบที่มุ่งอธิบายและทำนายคุณลักษณะ (trait) ที่สังเกตเห็นไม่ได้โดยตรงของผู้สอบปกติจะเสนอข้อสันเทศของข้อสอบแต่ละข้อในลักษณะของกราฟที่เรียกว่า กราฟแสดงลักษณะของข้อสอบ (Item Characteristic Curve) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า ICC. ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดง Item Characteristic Curve ของข้อสอบ

ในแผนภาพ ICC. ที่เสนอมี 2 ข้อ ยึด 3-parameter Logistic Model ของ Birnbaum ซึ่งมีรูปของ Model เป็น

$$P_g(\theta) = C_g + (1 - C_g) \frac{\exp.[Da_g(\theta - b_g)]}{1 + \exp.[Da_g(\theta - b_g)]}$$

$$g = 1, 2, \dots, n$$

โดยที่ $P_g(\theta)$ แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบมีความสามารถ θ จะทำข้อสอบข้อ g ได้ถูกต้อง

a_g แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discriminating Power) เป็นสัดส่วนกับความลาด (Slope) ณ จุดวกกลับของกราฟ (Inflection Point)

b_g แทน ค่าความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) มีค่าเท่ากับ 0

ณ จุดที่ผู้สอบมีความน่าจะเป็นที่จะทำถูก 0.50

C_g แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบทำข้อสอบถูกต้อง โดยการเดา โดยไม่ใช้

ความสามารถใด ๆ

ปัจจุบัน นักวัดผลหันมาพัฒนาารูปแบบของลาเทนต์เทรต (Latent Trait Model) เพราะมีประสิทธิภาพสูง ในการอธิบาย และทำนายสิ่งที่ต้องการจะวัด มากกว่าทฤษฎีการวัดผลแบบเดิม ในการพัฒนาจุดตัด นักวัดผลจะสร้างข้อสอบที่ครอบคลุมบทเรียนตั้งแต่ต้นจนจบ แต่ละข้อจะมีค่า b_g ต่างกัน นำมาจัดเรียงตามลำดับตามหน่วยการเรียนรู้จาก b_g ต่ำไปหาสูง แล้วประมาณค่า 0 ของผู้สอบว่าอยู่ระดับใด ตรงกับบทเรียนใด ควรจะส่งผ่านไปยังบทเรียนที่สูงขึ้นได้หรือยัง เป็นต้น

สมศักดิ์ สินธุระเวช (สมศักดิ์ สินธุระเวช 2522 :8) ได้รวบรวมข้อเสนอแนะ ในการกำหนดเกณฑ์ไว้ดังนี้

1. กำหนดขึ้นเองตามความต้องการ
2. ถามผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น ครูผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญ หรือคณะกรรมการ แล้วหาคะแนนสูงสุด คะแนนของคนส่วนใหญ่ รวมทั้งข้อสอบ แล้วจึงกำหนดคะแนนจุดตัดที่นักเรียนควรทำได้
3. พิจารณาจากข้อสอบกับความสามารถขั้นต่ำสุดที่นักเรียนควรทำได้
4. อาศัยทฤษฎีลำดับขั้นของพฤติกรรม (Learning Hierarchy) โดยพิจารณาว่า สิ่งใดที่นักเรียนควรมีเพื่อการเรียนรู้ในอนาคต โดยอาศัยการวิเคราะห์งาน (Task Analysis)
5. ใช้การเปรียบเทียบของนักเรียน 2 กลุ่ม ที่รอบรู้และไม่รอบรู้ จุดตัดของคะแนน ก็คือ ความแตกต่างที่ดีที่สุดของทั้งสองกลุ่ม โดยอาศัยข้อมูลอื่น ๆ รวมทั้งแบบทดสอบ
6. เลือกนักเรียนกลุ่มปกติ แล้วพิจารณาความสามารถขั้นต่ำสุดของนักเรียนแต่ละคน จุดตัดของคะแนนก็คือ คะแนนเฉลี่ยของความสามารถขั้นต่ำสุดของนักเรียนแต่ละคน

สงบ ลักษณะ (สงบ ลักษณะ 2523 ข. : 19 - 21) ได้รวบรวมวิธีกำหนดเกณฑ์ ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้

1. นักวัดผลกำหนด เกณฑ์ของแบบทดสอบไว้ล่วงหน้าตายตัว เช่น ต้องทำได้ 80 เปอร์เซนต์ เป็นต้น นับว่าเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม เพราะขาดพื้นฐานของตัวเลขเหล่านี้
2. กำหนดเกณฑ์โดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ต่อเนื่องตามลำดับ (Learning Hierarchy) หรือทฤษฎีเนื้อหาวิชา เช่น หลักการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องต่าง ๆ นั้น เด็กต้องเรียนรู้หรือทำพฤติกรรมได้ก่อน เป็นต้น โดยวิธีนี้ถือว่า การเรียนรู้จะมีกลุ่มพฤติกรรม (Task) ที่ทำให้ได้ต่อเนื่องเป็นขั้นต่าง ๆ ติดต่อกันไปเป็นเส้นตรง
3. กำหนดจุดตัดที่แสดงเป็นความสามารถขั้นต่ำ ซึ่งหมายถึง จุดตัด หรือความสามารถที่น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ที่บุคคลนั้นยังมีความประพฤติอยู่ตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ จุดอ่อนก็คือ ยากต่อการนิยามคำว่าความสามารถขั้นต่ำสุด เพราะในโลกของความเป็นจริง มนุษย์ไม่สามารถหาค่าสัมบูรณ์ของคำว่าสามารถต่ำสุด - สามารถสูงสุดได้
4. กำหนดจุดตัดโดยความเห็นของคณะบุคคล วิธีนี้ใช้การร่วมพิจารณาตัดสินของผู้รู้ ซึ่งอาจได้แก่ครูผู้มีประสบการณ์ในการสอนหลายคนร่วมกัน หรือให้นักพัฒนาหลักสูตร นักเนื้อหาวิชานั้น ๆ ใช้วิจารณ์กำหนดจุดตัด จากประสบการณ์พบว่า เหมาะสมที่สุดสำหรับการตัดสินการสอบผ่าน - ไม่ผ่าน โดยมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการหาเกณฑ์โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ 3 วิธี คือ วิธีการของเบส์ (Bayesian Decision-Theoretic Procedure) วิธีการของเบอร์ก (Determination of Optimal Cutting Scores) และวิธีการของกลาสส์ (Decision Theoretic Approaches) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบดูว่าเกณฑ์แบบใดจะทำได้ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงเช่นใดโครงสร้างของแบบทดสอบถึงเกณฑ์ดีที่สุด สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกวิธีการหาเกณฑ์ตามวิธีนี้เพราะว่า วิธีการหาเกณฑ์ทั้งสามวิธีมีความเป็นปรนัย (Objectivity) ในการหาเกณฑ์ และข้อจำกัดในด้านเวลาที่ทำกรวิจัย วิธีการหาเกณฑ์แบบอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงไม่นำมาศึกษาเปรียบเทียบด้วย

การหาคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

คุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีผู้กล่าวถึงไว้ดังนี้

1. ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (Item Difficulty) เมโย (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 84 อ้างอิงมาจาก Mayo, 1970) ให้ความเห็นว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นสร้างขึ้นตามจุดมุ่งหมายของการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนเกือบทั้งหมดบรรลุตามจุดมุ่งหมายทั้งหมด ดังนั้น ผู้เรียนส่วนใหญ่ควรทำข้อสอบได้ ค่าความยากง่ายของข้อสอบควรมีค่าสูง ส่วน บลูม (Bloom, 1971 : 118) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์จะไม่กำหนดค่าความยากง่ายของข้อสอบไว้ล่วงหน้า คับเบลอร์ และคนอื่น ๆ (บุญเชิด วิทยุอนันตพงษ์ 2521 : 30 อ้างอิงมาจาก Kibler and others, 1974 : 117) กล่าวว่า ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์จะไม่คำนึงถึงค่าความยากง่ายของข้อสอบ สิ่งสำคัญ คือ ต้องเขียนคำถามตามเนื้อหา โคซิคอฟ และ เคลน (Popham, 1975 : 367 citing Koscoff and Clein) กล่าวว่า ค่าความยากง่ายไม่ใช่เป็นดัชนีชี้แนะการเลือกข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ และ เบอร์ก (Berk, 1978 : 4) ได้เสนอวิธีหาค่าความยากง่ายของข้อสอบโดยคิดจากเปอร์เซ็นต์ของผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้น ดัชนีที่ได้คือ ค่าเฉลี่ยของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ 0 - 100 เมื่อนักเรียนทุกคนตอบถูกหมด ดัชนีจะมีค่าเป็น 100 ถ้าทุกคนตอบผิด ดัชนีจะมีค่าเป็น 0 หากดัชนีที่ได้มีค่าเท่ากับกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียนก็แสดงว่า นักเรียนกลุ่มนั้นไม่มีความรู้เพิ่มขึ้น ข้อสอบที่ง่ายในกลุ่มหลังเรียนอาจเป็นข้อสอบที่ง่ายในกลุ่มก่อนเรียนก็ได้ ดังนั้น ข้อสอบที่ดีควรเป็นข้อยากในกลุ่มก่อนเรียน แต่ง่ายในกลุ่มหลังเรียน

ไพศาล หวังพานิช (ไพศาล หวังพานิช 2523 : 238 - 277) มีความเห็นว่า ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ยึดเนื้อหาเป็นหลัก ดังนั้น ค่าความยากง่ายของข้อสอบจึงขึ้นอยู่กับเนื้อหาและพฤติกรรมที่วัด สมศักดิ์ สันธุระเวชย์ (สมศักดิ์ สันธุระเวชย์ 2521 : 82) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ควรมีค่าความยากง่ายสูง และ อนันต์ ศรีโสภา (อนันต์ ศรีโสภา 2525 : 191) กล่าวว่า ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์โดยทั่วไป ความยากง่ายจะมีค่าสูงขึ้น และนักเรียนส่วนมากจะได้คะแนนสูง หรือได้กราฟเบ้ทางลบ (Negative Skewness Curve) ซึ่งช่วยให้ทราบว่า มีนักเรียนคนใดบ้างที่มีความรู้และทักษะไม่ถึงถึงเกณฑ์ที่คาดหวังไว้ การที่จะกำหนดค่าความยากให้มีความ

เท่าใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับภาระจะนำแบบทดสอบนั้นไปใช้ทำอะไร

✓ จากการค้นคว้าเกี่ยวกับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ พบว่า นักวิจัยที่มีความเห็นเป็นสามแบบ คือ แบบแรกเห็นว่าค่าความยากง่ายของข้อสอบอิงเกณฑ์ไม่มีความสำคัญในการพิจารณาเลือกข้อสอบ ไม่ควรกำหนดไว้ตายตัว เพราะถือว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในเนื้อหาวิชานั้น ๆ จะเป็นตัวกำหนดค่าความยากง่ายในตัวเอง อีกแบบหนึ่งเห็นว่าควรให้ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์มีค่าความยากง่ายสูง ๆ เพื่อข้อสอบจะได้ง่าย เพราะแบบทดสอบอิงเกณฑ์สร้างขึ้นโดยยึดทฤษฎีการเรียนรู้ จึงมุ่งหวังให้นักเรียนส่วนมากทำได้ และแบบสุดท้ายเห็นว่าข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ควรมีค่าความยากง่ายต่ำเมื่อสอบกับกลุ่มก่อนเรียนและค่าความยากง่ายสูงเมื่อสอบกับกลุ่มหลังเรียน ดังนั้น ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงไม่กำหนดค่าความยากง่ายของข้อสอบไว้ตายตัว แต่จะพิจารณาค่าความยากง่ายของข้อสอบที่สอบหลังสอนให้สูงกว่าค่าความยากง่ายของข้อสอบที่สอบก่อนสอนเป็นหลักในการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ การหาค่าความยากง่ายใช้สูตรการคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภา 2506 : 100)

2. คำอ่านอาจจำแนก ลอกซ์ และ วาร์กัส (Berk. 1978 : 5 citing Cox and Vargas. 1966) ได้หาคำอ่านอาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยคำนวณจากผลต่างของสัดส่วนผู้ตอบถูกในการสอบหลังเรียน กับสัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น ๆ ในการสอบก่อนเรียน ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 - 1.00 แต่ข้อจำกัดของวิธีนี้ก็คือ ดัชนีจะไม่ให้ค่าความไวกับการแปรเปลี่ยนของการสอบรายบุคคล แต่เป็นผลความก้าวหน้าของผู้สอบทั้งหมด ปอปแฮม และ ฮูเซก (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 84 - 85 อ้างอิงมาจาก Popham and Husek. 1969) ได้กล่าวถึงคำอ่านอาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า ค่าบวกจะเป็นดัชนีที่บอกให้ทราบว่าการสอนได้ผลดี และค่าลบก็อาจแสดงได้ว่าข้อสอบมีข้อบกพร่อง ฉะนั้น ในการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เราอาจคาดล่วงหน้าได้ว่า ข้อสอบควรมีค่าความยากง่ายสูง และคำอ่านอาจจำแนกเป็นบวกต่ำ ในกรณีที่การสอนได้ผลดี ส่วน แจ็คสัน (บุญเชิด ภิญโญนันทพงษ์ ม.ป.ป. : 35 อ้างอิงมาจาก Jackson. 1970) ได้กล่าวถึงการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ว่า จะต้องคำนึงถึงลักษณะสองประการ คือ

1. ข้อสอบนั้นสามารถที่จะวัดได้ตรงกับลักษณะที่สำคัญตาม เกณฑ์ของพฤติกรรมที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยไม่สนใจว่าข้อสอบนั้นจะมีค่าอำนาจจำแนกสูงหรือต่ำ

2. ถ้าค่าอำนาจจำแนกออกมาเป็นลบเสมอ ๆ ก็เป็นเพียงเครื่องแสดงว่าเกณฑ์นั้นอาจมีข้อบกพร่อง ในการพิจารณาวิเคราะห์รายข้ออาจเป็นข้อมูลที่จะตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอีกเกณฑ์

แฮร์ริส และ สจ๊วต (Harris and Stewart. 1971 : 13) ได้กล่าวว่า อำนาจจำแนกและความยากของข้อสอบไม่สามารถนำมาใช้ในแบบทดสอบที่มีโครงสร้างประเมินความรู้แบบทักษะ ซึ่งมีลักษณะการปฏิบัติได้รับการนิยามไปแล้ว ฮู (Haladyna. 1974 : 94 citing Hsu. 1971) ได้กล่าวว่า ข้อสอบที่ดีตามแนวอิงเกณฑ์ควรมีค่าอำนาจจำแนกดี โดยผู้เรียนที่เรียนรู้แล้วควรทำได้มากกว่าผู้ที่ยังไม่ได้เรียน ค่าอำนาจจำแนกที่เขาเสนอขึ้น คือ D_k ซึ่งเป็นความแตกต่างของค่าความยากของข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

เบรนนาน (Brennan. 1972 : 292) ได้เสนอวิธีหาค่าอำนาจจำแนก ซึ่งเขาเรียนกว่า ดัชนีความไว โดยใช้การสอบครั้งเดียว เรียกว่า ดัชนี B(B-Index) โดยคำนวณจากสัดส่วนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์ กับสัดส่วนของผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ หรือกลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$B = U/n_1 - L/n_2$$

เมื่อ B แทน ค่าดัชนีความไว หรือค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์

L แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

n_1 แทน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์

คริสปิน และ เฟลด์ฮูเซน (สปกคี่ สันดุระเวชญ์ 2525 : 17 - 19 อ้างอิงมาจาก Krispin and Feldhusen. 1974) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์แต่ละข้อ

ซึ่งเรียกว่า ดัชนี S (Sensitivity Index - S) โดยใช้หลักการหาความแตกต่างของการสอบก่อนสอน และการสอบหลังสอน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน ซึ่งมีสูตรดังนี้

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

เมื่อ S แทน ค่าอำนาจจำแนกระหว่างกลุ่มที่รู้แล้ว และกลุ่มที่ยังไม่รู้

R_{pos} แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกหลังสอน

R_{pre} แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกก่อนสอน

T แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

การคำนวณหาค่าดัชนีความไวนี้ อนันต์ ศรีโสภา (อนันต์ ศรีโสภา 2525 : 191)

กล่าวว่า การหาดัชนีความไว จะใช้วิธีการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนสอนกับคะแนนหลังสอน เพื่อดูคะแนนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงไม่คำนึงถึงว่าข้อสอบแต่ละข้อจะมีค่าอำนาจจำแนกเท่าใด แต่คำนึงว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้ตามจุดมุ่งหมายได้ชัดเจนเพียงไร และมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสูงเพียงใดมากกว่า

โคซิคอฟ และ เคลน (สมถวิล วิจิตรวรรณ 2524 : 32 - 33 อ้างอิงมาจาก Kosecoff and Klein, 1976 : 276 - 293) ได้เสนอวิธีหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยเป็นสูตรที่เสนอผลความก้าวหน้ารายบุคคล คำนวณจากสัดส่วนของผู้ตอบผิดในการสอบสองครั้ง ซึ่งสัดส่วนตัวแรกเป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น สัดส่วนหลังที่นำไปลบนั้นเนื่องจากความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากการสร้างแบบทดสอบและการเรียนรู้ ดังนั้น ดัชนีอำนาจจำแนกในสูตรนี้จึงมีค่าต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ศึกษาความก้าวหน้าของนักเรียนเป็นกลุ่ม ซึ่งไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าของบุคคลเดียวกันในการสอบสองครั้ง สูตรการหาค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของโคซิคอฟ และ เคลน คือ

$$DISNG = I_c/N - I_i/N$$

เมื่อ DISNG แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

I_C	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบผิดในการสอบก่อนเรียน แต่ตอบถูกหลังเรียน
I_i	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบผิดทั้งสองครั้ง
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยวิธีการของ คริสปิน และ เฟลด์ฮูเซน ที่เรียกว่า ดัชนี S เพื่อใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ ทั้งนี้ เพราะค่า ดัชนี S จะช่วยปรับปรุงข้อสอบดังนี้ คือ (สมศักดิ์ สันตุระเวช 2522 : 11 - 13 อ้างอิงมาจาก Krispin and Feldhusen. 1974)

1. ช่วยสนับสนุนว่าข้อสอบข้อใดบกพร่อง
2. ถ้าข้อสอบมีความเหมาะสมแล้ว และวัดจุดมุ่งหมายได้อย่างแม่นยำ ย่อม

แสดงว่า ครูจะต้องปรับปรุงการสอนให้สัมพันธ์กับจุดมุ่งหมาย

ถ้าดัชนี S เป็นลบ จะแสดงว่า

1. ข้อสอบง่ายมากจนทุกคนทำถูกต้องก่อนสอน
2. ข้อสอบยากมาก นักเรียนใช้วิธีเดาทั้งก่อนและหลังสอน
3. การสอนของครูแต่ละขั้นตอนสับสน หรือสร้างสับสน หรือความเข้าใจผิด

สรุปได้ว่า ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ที่ต้องการนั้น จะต้องมียุติ S อยู่ระหว่าง .00 - 1.00

ถ้าข้อใดมีค่าดัชนี S สูง และมีทิศทางบวก แสดงว่า ข้อนั้นสามารถจำแนกการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าของดัชนี S นี้ต่างกับค่าอำนาจจำแนก r จะให้ความหมายไม่เหมือนกับ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิธีหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีหลายวิธี แต่จะวิธีที่มีข้อจำกัดในตัวเอง ถ้าความเชื่อมั่นจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเป็นสำคัญ ถ้าจัดการเรียนการสอนดี นักเรียนจะรอบรู้มากขึ้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะเข้าใกล้ศูนย์ (สมศักดิ์ สันตุระเวช 2521 : 20 - 21 อ้างอิงมาจาก Popham and Husek. 1969 และ Stanley. 1971) ซึ่งจะแตกต่างจากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม แต่เราสามารถจะเพิ่มความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ได้โดยการเพิ่มจำนวนข้อ ซึ่ง กรอนลันด์ เสนอว่า ควรอย่างน้อย 10 ข้อ (สมศักดิ์
สินธุระเวชย์ 2521 : 80 - 81 อ้างอิงมาจาก Grondlund. 1976)

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีวิธีหาสองลักษณะ คือ

1. ใช้คะแนนจากผลการสอบสองครั้ง เช่น วิธีการของสวามินาทาน แคมเบลตัน
และ อัลใจนา (Swaminathan, Hambleton and Algina) วิธีการของ คาร์เวอร์
(Carver) และวิธีของ ปอปแฮม (Popham) ที่ดัดแปลงมาจากวิธีการของ คาร์เวอร์
2. ใช้คะแนนผลการสอบครั้งเดียว เช่น วิธีของ ซับโคเวียค (Subkoviak)
วิธีการของ ฮวีน (Huynh) วิธีการของ แฮร์ริส (Harris) และวิธีการของ โลเวทท์
(Lovett)

ส่วนวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ของ ลิฟวิงสตัน (Livingston)
อาจจัดให้อยู่ประเภทใดประเภทหนึ่งก็ได้ (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2523 : 47 อ้างอิงมาจาก
Livingston. 1972 : 13 - 21) โดยที่ ลิฟวิงสตัน ได้เสนอให้ปรับปรุงการหาความเชื่อมั่น
จากวิธีการแบบอิงกลุ่ม โดยมีแนวคิดว่าจะใช้ข้อสอบแบบนี้เมื่อต้องการรู้คะแนนของนักเรียนคนหนึ่ง
เบี่ยงเบนออกไปจากมาตรฐานที่กำหนดไว้เพียงไร โดยนิยามความเบี่ยงเบนของคะแนนว่าเป็น
การเบี่ยงเบนไปจากคะแนนเกณฑ์ที่ไม่ใช้คะแนนเฉลี่ย (กมล ภูประเสริฐ 2520 : 85
อ้างอิงมาจาก Livingston. 1971)

ลิฟวิงสตัน (ยีนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 108 อ้างอิงมาจาก Livingston. 1970)
ได้เสนอสูตรสำหรับหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{r_{tt}^2 \sigma_0^2 + (\bar{X} - C)^2}{\sigma_0^2 + (\bar{X} - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
 r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 σ_0^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนการสอบ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

C แทน คะแนนเกณฑ์

สวามินาธาน แฮมเบิลตัน และ อัลจิโน (Swaminathan, Hambleton and Algina. 1974) ได้เสนอวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้ A Decision - Theoretic Formulation โดยใช้หลักการสอบสองครั้ง และแบ่งแบบทดสอบออกเป็นแบบทดสอบย่อย (Subtest) โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2523 : 50 อ้างอิงมาจาก Cohen. 1960)

$$K = \frac{P_O - P_C}{1 - P_C}$$

เมื่อ K แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

P_O แทน สัดส่วนความสอดคล้องที่สังเกตจากการสอบซ้ำ (Observed Proportion)

P_C แทน สัดส่วนความสอดคล้องที่คาดหวัง (Expected Proportion)
 ที่ได้จากความบังเอิญ คำนวณจาก $P_C = \sum_{i=1}^k P_{kk}$ เมื่อ P_{kk}
 คือ สัดส่วนของผู้สอบที่ถูกกำหนดในชั้นการเรียนรู้ในการสอบ
 ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ

ค่าของ K นี้ อาจมีสูงได้ถึง 1.00 และอาจต่ำกว่า 0

การหาค่าความเชื่อมั่นวิธีนี้มักใช้จัดการเรียนการสอนที่ นักเรียนจะรอบรู้มากขึ้น ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นจะต่ำลง จะเห็นได้ว่าค่าความเชื่อมั่นนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความยาวของแบบทดสอบเท่าเห็น ยังขึ้นอยู่กับการสอนด้วย (โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สมศักดิ์ สันธุระเวช 2523 : 180)

คาร์เวอร์ (โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สมศักดิ์ สันธุระเวช 2523 : 181 อ้างอิงมาจาก Carver. 1970) เสนอวิธีหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานสองฉบับ สอบเด็กกลุ่มเดียวกัน แล้วแบ่งนักเรียนดังตารางข้างล่างนี้

		แบบทดสอบ B	
		ตก	ได้
แบบทดสอบ A	ได้	b	a
	ตก	c	d

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ $(a + c)/N$ เมื่อ $N = a + b + c + d$

แต่ในการสร้างแบบทดสอบคู่ขนานนั้นสร้างได้ยาก ดังนั้น ปอปแรม (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ ม.ป.ป. : 17 อ้างอิงมาจาก Popham. 1978 : 149) จึงเสนอให้เปลี่ยนจากการใช้แบบทดสอบคู่ขนานเป็นการสอบซ้ำแทน แล้วใช้สูตรไคสแควร์ (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
		a + c	b + d	N

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

จากนั้นใช้สูตรหาค่า C เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

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

สำหรับการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้ผลการสอบครั้งเดียว ได้แก่

ซึบโคเวียค (Subkoviak. 1976 : 265 - 276) เสนอวิธีหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการสอบครั้งเดียว แต่ให้คะแนนเป็นสองแบบ โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าการกระจายของคะแนนดิบจากการสอบสองครั้งของบุคคลหนึ่งเป็นแบบไบโนเมียลเหมือนกันตลอด (Identically Binomial) และคะแนนทั้งสองนั้นเป็นอิสระต่อกัน โดยเริ่มต้นด้วยการนิยามสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องสำหรับบุคคล i ว่าเป็นความน่าจะเป็นที่ i ถูกกำหนดลงในชั้นเดียวกันของการเรียนรู้ด้วยผลการสอบจากแบบทดสอบคู่ขนาน X และ X' ซึ่งผลการสอบของแต่ละคนอาจเป็นคะแนนจากแบบทดสอบคู่ขนานทั้งสองฉบับผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์หรืออาจจะผ่านเกณฑ์ 1 ฉบับ ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 ฉบับ สมการสัมประสิทธิ์ดังกล่าวเมื่อใช้เกณฑ์ C เขียนได้ดังนี้

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

เทอมทางขวามือของสมการ (1) แทน ความน่าจะเป็นของการตัดสินใจการสอบว่า ได้-ได้ และ ตก-ตก ตามลำดับ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์หาได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องสำหรับกลุ่มของบุคคล N คน ได้ดังสมการ

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

จากข้อตกลงเบื้องต้นสองข้อดังกล่าวมาแล้ว เราได้สร้างสมการสำหรับประมาณค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสอดคล้องสำหรับบุคคล i ซึ่งเคยใช้ในสมการ (1) เสียใหม่ดังนี้

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

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

ค่า P_i เป็นค่าความน่าจะเป็นจริง ๆ ของการตอบข้อความถูกสำหรับบุคคล i ซึ่งสามารถคำนวณจาก

$$P_i = X_i/n \quad \dots (5)$$

เมื่อ X_i แทน จำนวนข้อที่ตอบถูก

n แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบ

ค่าประมาณที่ได้นี้อยู่ในรูปของความน่าจะเป็นของการตัดสินที่คงเส้นคงวาในกลุ่มผู้สอบ วิธีการของซัคโคเรียกแม้จะมีความยุ่งยากในการปฏิบัติบ้าง แต่ก็ให้ค่าของความคลาดเคลื่อนค่อนข้างเล็ก ซึ่งแสดงถึงการประมาณค่าที่ค่อนข้างเที่ยง (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2523 : 60)

ฮวิน (Huynh. 1976 : 253 - 264) ได้เสนอวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากผลการสอบครั้งเดียว โดยนิยามค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นดัชนีที่บอกความคงเส้นคงวาของการตัดสินผลจากการสอบซ้ำ คะแนนของผู้สอบคนหนึ่งที่มีความสามารถจริง ถูกสมมติว่ามีการกระจายเป็นแบบไบโนเมียล ซึ่งมีข้อตกลงว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความยากพอ ๆ กัน

ฮวิน ได้เสนอสมการสองสมการสำหรับคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ แคปปา (Kappa) ดังนี้

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

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

เมื่อ P_{11} แทน สัดส่วนของผู้สอบผ่านการสอบสองครั้ง

P_1 แทน สัดส่วนของผู้สอบผ่านการสอบเพียงครั้งเดียว

P_{00} แทน สัดส่วนของผู้ไม่ผ่านการสอบทั้งสองครั้ง

P_0 แทน สัดส่วนของผู้สอบไม่ผ่านการสอบเพียงครั้งเดียว

แฮริส (Harris. 1972 : 41 - 45) ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ในการวัดที่กำหนดยุทธภาพ การเรียนรู้เป็นสองระดับ ใช้กับข้อมูลที่เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ ข้อสอบแต่ละข้อมีระบบการให้คะแนนเป็นถูกหรือผิด ความเชื่อมั่นที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างระดับความรู้กับคะแนนรวม

$$\mu_C^2 = SS_B / (SS_B + SS_W)$$

เมื่อ μ_C^2 แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

SS_B แทน ผลรวมกำลังสองของการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่ม

SS_W แทน ผลรวมกำลังสองของการวิเคราะห์ภายในกลุ่ม

โลเวทท์ (สมศักดิ์ คินธุระเวช 2522 : 4 - 8 อ้างอิงมาจาก Lovett. 1977)

เสนอวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยอาศัย

หลักการที่ว่า แบบทดสอบนั้นสามารถจำแนกระดับการปฏิบัติของแต่ละคนกับระดับเกณฑ์ ซึ่งมีสูตรดังนี้

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

เมื่อ r_{ck} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

MS_p แทน ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนระหว่างบุคคล

MS_e แทน ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนความคลาดเคลื่อน

ในการศึกษากันคว่ำครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีหาความเชื่อมั่นตามวิธีการของปอปปแยม ที่ดัดแปลงมาจากวิธีการของ คาร์เวอร์ ซึ่งเป็นวิธีที่สอดคล้องกับการวัดแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการเรียนการสอนเป็นสำคัญ

4. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

เบอร์ก (Berk. 1978 : 4 - 9) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ คือ ความสอดคล้อง (Consistency) ระหว่างพฤติกรรมที่วัดโดยรายข้อต่าง ๆ ในข้อสอบกับจุดมุ่งหมายที่ข้อสอบนั้นถูกกำหนดให้วัด นั่นคือ ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงจะต้องสามารถวัดจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัดได้จริง ๆ และสามารถจำแนกผู้สอบออกเป็นประเภทผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้ในจุดประสงค์ที่วัดได้อย่างถูกต้อง

ในการพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ประการแรกควรพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา การตั้งจุดมุ่งหมายไว้ชัดเจนจะช่วยให้การตรวจสอบได้มาก (Mehrens and Lehmann. 1973, Popham. 1973) ประการที่สองเป็นความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ซึ่งสามารถหาค่าได้โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ถ้าการสอบเด็กที่ได้เรียนหน่วยใดมาแล้วจะได้คะแนนสูงกว่าเด็กที่ยังไม่ได้เรียนหน่วยนั้น (Popham and Husek. 1969, Cox. 1971) (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 86 อ้างอิงมาจาก Mehrens and Lehmann. 1973) ซึ่งสอดคล้องกับ สงบ ลักษณะ (สงบ ลักษณะ 2523 ก. : 37) ที่กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยทั่วไปจะมีความเที่ยงตรงสองลักษณะ คือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยที่เกลเซอร์ และ นิตโก ได้กล่าวไว้ว่า ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Glaser and Nitko. 1971 : 159 - 170)

เมเรนส์ และ เลมานน์ กล่าวว่า การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ก็คล้าย ๆ กับเรื่องความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยที่ยังไม่เป็นที่คุ้นเคยของนักวัดผลการศึกษาทั้งหลาย ตั้งแต่ขบวนการวัดผลแบบอิงเกณฑ์เข้ามามีบทบาทในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อไม่นานมานี้ ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่พิจารณากันก็คือ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Mehrens and Lehmann. 1978 : 129) อย่างไรก็ตาม มีนักวัดผลการศึกษาได้เสนอวิธีหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

โรวินELLI และ แฮมเบิลตัน (สงบ ลักษณะ 2523 ก. : 39 - 40 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton. 1977) เสนอวิธีตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยกำหนดจุดมุ่งหมายพฤติกรรม 1 ข้อ และสร้างข้อสอบต่าง ๆ ที่วัดจุดมุ่งหมายนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญหลายคน โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะต้องให้คะแนนในแต่ละรายข้อ โดยมีหลักการว่า

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น

จากนั้นนำคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทุกคนมารวมกันทีละข้อ ตัวเลขคะแนนนี้เรียกว่า ศัณชี้ของความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม แล้วนำคะแนนรวมของข้อสอบ

แต่ละข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดนี้ไปเทียบกับ เกณฑ์ โดยกำหนดเกณฑ์ว่า ผลรวม เกณฑ์หนึ่งของ คะแนนเต็มก็ถือว่า วัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริง (สมศักดิ์ สันธุระเวชย์ 2525 : 13 - 14)

อีกวิธีหนึ่งของการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่ โรวินเนลลี และ แฮมเบิลตัน ได้เสนอไว้ ก็คือ ใช้มาตราส่วนประมาณค่าเป็นเครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหลายจะได้รับรายการจุดมุ่งหมายเชิง พฤติกรรมกับข้อสอบ แล้วพิจารณาให้คะแนนว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ เช่น เหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน เหมาะสมน้อยที่สุดให้ 1 คะแนน แล้วหาค่าเฉลี่ยของข้อสอบ แต่ละข้อนำมาพิจารณาร่วมกับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก็จะได้ดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Hambleton. 1978 : 34 citing Rovinelli and Hambleton. 1977)

วิธีสุดท้ายที่ โรวินเนลลี และ แฮมเบิลตัน เสนอไว้ก็คือ ให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา หลายคนพิจารณารายการของข้อสอบ และรายการของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมแล้วให้จับคู่ระหว่าง ข้อใดวัดจุดประสงค์ใด แล้วอาจใช้สถิติ ไคสแควร์ทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล หรืออาจใช้ การพิจารณาด้วยสายตา ก็อาจจะเห็นรายชื่อที่แสดงความสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (Hambleton. 1978 : 34 citing Rovinelli and Hambleton. 1977)

ครอนบาช (ยังบ ลักษณะ 2523 ก. : 40 อ้างอิงมาจาก Cronbach. 1971) เสนอวิธีหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาวิชา โดยให้ผู้เขียนข้อสอบสองกลุ่มที่มีความสามารถทัดเทียมกัน เขียนข้อสอบกลุ่มละ 1 ชุด วัดจุดมุ่งหมายเดียวกันแล้วนำไปให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งที่เรียนรู้แล้วสอบ ซึ่งถ้าการกำหนดจุดมุ่งหมายมีความชัดเจน และการสุ่มข้อสอบจากโดเมนนั้นทำได้เหมาะสม ผลการทำข้อสอบสองชุดของนักเรียนกลุ่มนี้จะต้องสอดคล้องกัน

แฮมเบิลตัน และคนอื่น ๆ (Hambleton and others. 1978 : 2 - 5) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์จะมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง ถ้าผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ครบถ้วนในจุดประสงค์ นั้นทำได้ถูกต้อง การหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง มีผู้เสนอไว้ดังนี้

คาร์เวอร์ (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ ป.ป.ป. : 10 อ้างอิงมาจาก Carver. 1970) เสนอวิธีหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยการ หาจากกลุ่มที่เรียนแล้ว กับกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน ดังนี้

	กลุ่มที่ไม่ได้รับการสอน	กลุ่มที่ได้รับการสอน
ผ่าน	b	a
ไม่ผ่าน	c	d

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

$$\text{เมื่อ } N = a + b + c + d$$

จะเห็นได้ว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนที่สอบผ่านหลังเรียน และจำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านก่อนเรียน ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเป็นสำคัญ

คอกซ์ และ วาร์กัส (สงบ ลักษณะ 2523 ก. : 41 อ้างอิงมาจาก Cox and Vargas. 1966) เสนอวิธีหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยให้ดูการเปลี่ยนแปลงของค่าความยากของข้อสอบ เมื่อใช้กับกลุ่มนักเรียนก่อนสอนกับหลังสอน โดยถ้าค่าความยากของข้อสอบไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการสอบสองครั้งนี้ ก็ถือว่าขาดความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

มิลล์แมน (Millman. 1974 : 370 ~ 371) เสนอวิธีหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี (Phi-Correlation Coefficient) ดังนี้

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

เมื่อ ϕ แทน ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

a แทน จำนวนผู้สอบผ่านหลังเรียน

b แทน จำนวนผู้สอบผ่านก่อนเรียน

c แทน จำนวนผู้สอบไม่ผ่านหลังเรียน

d แทน จำนวนผู้สอบไม่ผ่านก่อนเรียน

การหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ยังสามารถหาได้อีกวิธีหนึ่ง โดยพิจารณาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้กลุ่มผู้สอบสองกลุ่มที่มีความสามารถใกล้เคียงกันแล้วสุ่มเข้ากลุ่ม จัดเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนในจุดประสงค์นั้น แล้วคำนวณค่าดัชนีโดยใช้ อัตราส่วนของผู้เข้าสอบในกลุ่มที่ได้รับการสอนแล้ว และทำข้อนั้นถูกด้วยอัตราส่วนของผู้สอบในกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการสอนแต่ทำข้อสอบนั้นถูก ซึ่งอาจจะมีพิสัยระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 ดัชนี ที่ใกล้ 1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง (สงวนลิขสิทธิ์ 2523 ก. : 42 - 43 อ้างอิงมาจาก Lenvin and Marton. 1971, Marton. 1973 and Klein and Kosecoff. 1976)

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยวิธีของ โรวีเนลลี และ แรมเบิร์ตตัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบที่สร้างขึ้นว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างคำนวณด้วยวิธีการของ คาร์เวอร์ ซึ่งเป็นวิธีที่สอดคล้องกับการเรียนการสอน คือ ผู้เรียนแล้วควรตอบผ่านมากกว่าผู้ยังไม่ได้เรียนหรือผู้ที่ยังไม่ได้เรียนควรตอบไม่ผ่านมากกว่าผู้ที่เรียนแล้ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์

1. ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

ซู (Hsu. 1971 : 87) ได้ศึกษาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งใช้ค่า สถิติสามวิธี คือ ค่าความแตกต่างระหว่างสัดส่วนของผู้ตอบถูกในกลุ่มรอบรู้กับสัดส่วนของผู้ตอบถูก ในกลุ่มไม่รอบรู้ ($D\%$) ค่า Phi-Coefficient (ϕ) แล้วนำดัชนีมาเปรียบเทียบกับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Point-Biserial (r_{pbis}) ของข้อสอบกับคะแนนจากแบบทดสอบในสามแบบ คือ แบบแรกเป็นการสอบก่อนเรียน-หลังเรียน แบบสองเป็นการดำเนินการสอบกับนักเรียนระดับชั้นต่าง ๆ กันในแบบทดสอบสองรูปแบบ แบบสามเป็นการนำข้อสอบมาเข้ากลุ่มตามดัชนีความยาก สามารถ พบว่า $D\%$, ϕ และ r_{pbis} มีความสัมพันธ์กันสูง

บล็อก (Glass. 1978 : 256 citing Block. 1972) ได้ศึกษาวิธีกำหนดเกณฑ์วิชาที่สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเกรด 8 จำนวน 91 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละไม่เกิน 25 คน ได้เกณฑ์ 5 เกณฑ์ คือ 50, 65, 75, 85 และ 95 เปอร์เซนต์ พบว่าการวัดด้านความรู้ความคิด เกณฑ์ที่ให้ผลสูงสุด คือ 95 เปอร์เซนต์ ส่วนในด้านความรู้สึก เกณฑ์ที่ให้ผลสูงสุด คือ 85 เปอร์เซนต์

ฮาไลดนา (Haladyna. 1974 : 93 - 99) ได้ศึกษาผลของการใช้กลุ่มตัวอย่างต่างกันต่อลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ในระดับปริญญาตรีทางการศึกษา โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 189 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มก่อนเรียน กลุ่มหลังเรียน และกลุ่มผสม แล้ววิเคราะห์รายข้อ โดยใช้วิธีการของ ฮู (Hsu) ที่เรียกว่า $D\%$ และค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ Point Biserial (r_{pbis}) โดยให้ทำแบบทดสอบคู่ขนาน 3 แบบ เกณฑ์ในการตัดสินใจเป็น 70 เปอร์เซนต์ พบว่า คำนวณค่าอำนาจจำแนกทั้งสองให้ค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ดัชนีของ ฮู ใช้การสอบสองครั้ง แต่ r_{pbis} ใช้การสอบครั้งเดียว

เครเฮน (Crehen. 1974 : 255 - 262) ได้ศึกษาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบ 6 วิธี คือ วิธีการของ คอกซ์ - วาร์กัส (Cox - Vargas) วิธีของ เบรนแนน (Brennan) วิธีเรียงลำดับตามสัดส่วนในการตอบของผู้สอบหลังเรียน วิธีเรียงตามการคัดเลือกของครูผู้สร้างแบบทดสอบ วิธีเรียงตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Point Biserial และวิธีเรียงตามรุ่น กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้ระหว่าง 7 - 30 คน โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน พบว่าวิธีการคัดเลือกข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ทั้ง 6 วิธีนี้ ให้ผลต่อค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน ค่าความเที่ยงตรงได้เลือกเกณฑ์ที่ให้ค่าสูงสุด โดยใช้จุดเดียวกันทั้งสองฉบับ ปรากฏว่าวิธีการของ คอกซ์ - วาร์กัส และ เบรนแนน ให้ค่าความเที่ยงตรงสูงสุด

สวามินาธาน แฮมเบิลตัน และ อัลจินา (Swaminathan, Hambleton and Algina. 1975 : 87 - 98) ได้ศึกษาวิธีกำหนดเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยคำนวณมาจากวิธีการของ เบส์ (Bayesian Decision - Theoretic Procedure) ใช้กลุ่มตัวอย่าง 25 คน ทำข้อสอบ 10 ข้อ แล้วคำนวณค่าสูญเสียที่น้อยที่สุดของเกณฑ์ โดยกำหนดค่าแอลฟา (α)

เท่ากับ 1 และค่าเบตา (β) เท่ากับ 2 พบว่า เมื่อแบ่งผู้สอบออกเป็นสองระดับ และกำหนดเกณฑ์เป็น .9 ผู้เข้าสอบทำได้ 9 ใน 10 ข้อเป็นผู้รอบรู้เมื่อแบ่งผู้สอบออกเป็นสามระดับ และกำหนดเกณฑ์เป็น .6 และ .8 ปรากฏว่าผู้เข้าสอบที่ทำได้ 7 - 9 ข้อ ต้องสอนบททวนใหม่อีกเล็กน้อย ส่วนผู้เข้าสอบที่ทำได้น้อยกว่า 7 ข้อ เป็นผู้ไม่รอบรู้ ต้องสอนบททวนใหม่ทั้งหมด

ฮวิน (Huynh. 1976 : 253 - 264) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ เกณฑ์และสัมประสิทธิ์แคปปา (K) โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 91 คน พบว่าเกณฑ์มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

เบอร์ก (Berk. 1976 : 5 - 7) ได้ศึกษาวิธีการเลือกจุดตัดของคะแนนในแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน พบว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมตัดสินได้ดีที่สุดคือ .5

ซับโคเรียค (Subkoviak. 1976 : 265 - 276) ได้ศึกษาพบว่า เมื่อกำหนดเกณฑ์ให้มีค่าต่ำสุดและสูงสุด จะทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด และเมื่อกำหนดเกณฑ์ให้มีค่าอยู่กลาง ๆ จะทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำสุด

ซับโคเรียค (Subkoviak. 1978 : 111 - 116) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ 4 วิธี คือ วิธีการของ สวามินาธาน วิธีการของ ฮวิน วิธีการของ ซับโคเรียค และวิธีของ มาร์แชล และแฮร์เทิล โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 50 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน นำแบบทดสอบคูบนานวัดความถนัดเชิงวิชาการ (Scholastic Aptitude Test) โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสิน 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซนต์ พบว่าวิธีของ สวามินาธาน และคนอื่น ๆ ให้ค่าประมาณที่ไม่ลำเอียง ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานถึงแม้ว่าจะเล็ก แต่มีแนวโน้มค่อนข้างใหญ่ แต่สามารถลดลงได้โดยการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่าง วิธีการของ ฮวิน ให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ มาก แต่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีการของคนอื่น ๆ ส่วนวิธีการของ ซับโคเรียค ให้ค่าความคลาดเคลื่อนค่อนข้างเล็ก แสดงถึงการกะประมาณที่ค่อนข้างเที่ยงตรง

โฮลล์ม (Holmes. 1978 : 4197-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรอิสระ คือ การใช้ชุดการสอน นักเรียน และวิธีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติที่เกี่ยวข้อง

กับวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสรุปผลว่า เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองกับวิธีการไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หรือทัศนคติทางบวกของนักเรียนเพิ่มขึ้น ผลที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือในการทดลองและวิธีการสอนนักเรียนชายและหญิง สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ นั่นคือ เครื่องมือในการทดลองนี้ไม่ลำเอียง

ฮอร์เนอร์ (Horner. 1978 : 4198-A) ได้ศึกษาการใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ และแบบทดสอบอิงกลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนระดับ 4 จำนวน 133 คน ในการทดสอบแบบสองทาง พบว่า สัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรของแบบทดสอบทั้งสองชนิด คือ .87 ไม่มีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างตัวแปรของแบบทดสอบทั้งสองชนิด

มาเลช (Malech. 1978 : 810-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการหาคะแนนจุดตัดสี่แบบ และการหาสัดส่วนของความแตกต่างของการจัดประเภท (Differential Classification Proportions) โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการอ่านของนักเรียนเกรด 12 การหาคะแนนจุดตัดสี่แบบนั้น คือ แบบไบโนเมียล (Binomial Model) แบบเบย์ (Bayesian Model) และอีกสองแบบของการใช้วิธีหาความน่าจะเป็น (Probabilistic Model) การหาสัดส่วนของความแตกต่างในการจัดประเภทใช้เกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์ที่นิยมกันทั่วไป เป็นพื้นฐานในการคำนวณ ผลการศึกษาพบว่า ส่วนมากการหาคะแนนเกณฑ์แบบ Nondata-Dependent Model ให้ค่าคะแนนเกณฑ์สูงกว่าแบบ Data-Dependent Model ในแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบน้อยสุด คือ 5 ข้อ พบว่า การหาเกณฑ์ทุกวิธีให้ค่าตรงกัน สิ่งที่น่าสังเกตจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การหาคะแนนเกณฑ์ทุกแบบให้ค่าคะแนนเกณฑ์อยู่ตรงกลาง ๆ มากกว่าที่จะอยู่ค่อนข้างต่ำหรือค่อนข้างสูง

2. ผลงานวิจัยในประเทศไทย

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ 2520 : 13) ได้ศึกษาจุดแบ่งพอดีของแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาสถิติศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าจำนวน 18 คน ได้คะแนนเกณฑ์เป็น 70 เปอร์เซนต์

กาญจนา วัฒนสุนทร (กาญจนา วัฒนสุนทร 2521 : 106 - 111) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ แยกเป็น 4 ฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ดัชนี S คำนวณค่าอำนาจจำแนก ส่วนค่าความยากคำนวณจากสัดส่วนของผู้ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ถูก ในการหาเกณฑ์ที่เหมาะสม ได้ทดลองกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินเป็น .6, .7 และ .8 แล้วคำนวณค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงโดยใช้สูตรของ ลิฟวิงสตัน และสูตรของ การ์เวอร์ ตามลำดับ พบว่า เมื่อเกณฑ์เป็น .6 จะให้ค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงสูงสุด และถ้าเกณฑ์สูงขึ้น ค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงจะลดลง

ชมภู จันทอมพร (ชมภู จันทอมพร 2523 : 75 - 76) ได้ปรับปรุงแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ กาญจนา วัฒนสุนทร สร้างไว้ แล้วคำนวณหาจุดตัดของคะแนนของแบบทดสอบโดยวิธีการของ เบส์ (Bayesian Decision-Procedure) ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน พบว่า เกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็น 60 เปอร์เซนต์ ส่วนฉบับที่ 2, 3 และ 4 เป็น 50 เปอร์เซนต์

ไพฑูรย์ เวทการ (ไพฑูรย์ เวทการ 2524 : 67 - 72) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 50 ข้อ แยกเป็น 5 ฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 132 คน ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ดัชนี S ในการคำนวณค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น คำนวณโดยวิธีการของ ฮวิน มีค่า .2526 - .3134 ค่าความเที่ยงตรงหาโดยวิธีการของ การ์เวอร์ มีค่า .6515 - .8018 ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมคำนวณด้วยวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theoretic Approaches) พบว่า เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2 และ 5 เป็น 60 เปอร์เซนต์ เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับที่ 3 และ 4 เป็น 50 เปอร์เซนต์

สมถวิล วิจิตรวรรณ (สมถวิล วิจิตรวรรณ 2524 : 115 - 120) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ฉบับ ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 124 คน ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ดัชนี S คำนวณ

ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากค่ารวมจากวิธีการของเบอร์ก ค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธีของ
 ซับโคเรียค มีค่า .6147 - .7835 ค่าความเที่ยงตรงหาโดยวิธีการของ คาร์เวอร์ มีค่า
 .7177 - .8427 ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็นค่าเฉลี่ยจากการกำหนดของครูผู้สอน และวิธีของ
 เบอร์ก พบว่าจะแนบเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละฉบับ มีค่าตั้งแต่ 50
 เปอร์เซนต์ ถึง 80 เปอร์เซนต์

บุญเลิศ คำหอม (บุญเลิศ คำหอม 2525 : 89 - 88) ได้สร้างแบบทดสอบ
 อิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 ข้อ แยกเป็น
 4 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน และวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ
 โดยใช้สถิติ S คำนวณค่าอำนาจจำแนกค่าความยากค่ารวมจากสูตรอย่างง่าย ค่าความเชื่อมั่น
 หาโดยวิธีการของสวาปีนาทาน และคนอื่น ๆ มีค่า .4302 - .7189 ค่าความเที่ยงตรง
 หาโดยวิธีการของ คาร์เวอร์ มีค่า .6667 - .7667 ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมหาได้จากค่าเฉลี่ย
 ของเกณฑ์ที่ได้จากวิธีครูผู้สอนกำหนดและวิธีการของเบอร์ก พบว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมของฉบับที่ 1
 และ 4 เป็น 50 เปอร์เซนต์ ส่วนฉบับที่ 2 และ 3 เป็น 80 เปอร์เซนต์

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชา ค.102 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 197 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จาก จำนวนประชากร 408 คน ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ซึ่งมีลำดับชั้นของการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 ได้แก่ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนกุยบุรีวิทยา อำเภอกุยบุรี มีนักเรียนจำนวน 24 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 ได้แก่ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนกุยบุรีวิทยา อำเภอกุยบุรี มีนักเรียนจำนวน 33 คน

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 3 ได้แก่ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 และ 4/2 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย อำเภอเมือง มีนักเรียน 60 คน

เนื้อหาที่ใช้ศึกษา

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค.012) เรื่อง ภาคตัดกรวย (Conic Section) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ซึ่งมีเนื้อหาย่อย ๆ ดังนี้

1. วงกลม (Circle)
2. พาราโบลา (Parabola)
3. วงรี (Ellipse)
4. ไฮเพอร์โบลา (Hyperbola)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบอิง เกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 จำนวน 11 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ

1. แบบทดสอบ เรื่องการหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และมีรัศมียาว r หน่วย จำนวน 10 ข้อ
2. แบบทดสอบ เรื่องการหาโลออดิเนตของจุดศูนย์กลาง ความยาวของรัศมีและการเขียนกราฟวงกลม เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ จำนวน 10 ข้อ
3. แบบทดสอบ เรื่องการใช้ความรู้เรื่องสมการมาใช้ในการหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับวงกลม กราฟวงกลมกับกราฟเส้นตรง จุดผ่านของเส้นรอบวงของกราฟวงกลม และการหาสมการเส้นสัมผัสวงกลม จำนวน 15 ข้อ
4. แบบทดสอบ เรื่องพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$ มีแกน X หรือแกน Y เป็นแกนสมมาตร มีสมการอยู่ในรูป $y^2 = 4cx$ หรือ $x^2 = 4cy$ จำนวน 10 ข้อ
5. แบบทดสอบ เรื่องพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) มีแกนของพาราโบลาขนานกับแกน X หรือแกน Y มีสมการอยู่ในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ หรือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$ จำนวน 15 ข้อ
6. แบบทดสอบ เรื่องวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$ มีจุดโฟกัสอยู่บนแกน X ที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ หรือบนแกน Y ที่จุด $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการอยู่ในรูป $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ จำนวน 10 ข้อ
7. แบบทดสอบ เรื่องวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) มีแกนเอกขนานกับแกน X หรือแกน Y มีจุดโฟกัสที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ หรือ $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ $(y - k)^2/a^2 + (x - h)^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ จำนวน 10 ข้อ

๘. แบบทดสอบเรื่องไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$ มีโฟกัสอยู่ที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ หรือ $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการอยู่ในรูป $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$ จำนวน 10 ข้อ

๙. แบบทดสอบเรื่องไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) มีโฟกัสที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ หรือ $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 - (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ $(y - k)^2/a^2 - (x - h)^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$ จำนวน 10 ข้อ

10. แบบทดสอบเรื่องไฮเพอร์โบลามุมฉาก จำนวน 10 ข้อ

11. แบบทดสอบเรื่องการพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยที่กำหนดให้ จำนวน 10 ข้อ

ตัวอย่างแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 11 ฉบับ มีดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่องการหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และรัศมียาว r หน่วย

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

"เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐) ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลมที่มีรัศมียาว 5 หน่วย จุดศูนย์กลางที่จุด $(-3, 4)$ คือ ข้อใด

ก. $\{(x, y) | x^2 + y^2 + 6x - 8y = 0\}$

ข. $\{(x, y) | x^2 + y^2 - 6x + 8y = 0\}$

ค. $\{(x, y) | x^2 + y^2 - 4x + 3y = 0\}$

ง. $\{(x, y) | x^2 + y^2 + 4x - 3y - 5 = 0\}$

จ. $\{(x, y) | x^2 + y^2 + 4x + 3y + 5 = 0\}$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

"เมื่อกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง และความยาวของรัศมีของวงกลมมาให้ ซึ่งนักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมีของวงกลมได้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐๐) จุดปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมวงหนึ่งอยู่ที่จุด $(๐, 5)$ และ $(4, -1)$

สมการของกราฟวงกลมนี้คือข้อใด

ก. $x^2 + y^2 + 4x + 4y - 13 = 0$

ข. $x^2 + y^2 - 4x - 4y - 13 = 0$

ค. $x^2 + y^2 - 4x + 4y - 8 = 0$

ง. $x^2 + y^2 + 4x - 4y - 8 = 0$

จ. $x^2 + y^2 - 4x - 4y - 5 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ จ.)

ฉบับที่ 2 เรื่องการหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง ความยาวรัศมี และการเขียน

กราฟของวงกลม เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้

๓

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลมได้ถูกต้อง อย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐) วงกลมที่มีความสัมพันธ์ $\{(x, y) | x^2 + y^2 + 6y = 0\}$ มีโคออดิเนตของ

จุดศูนย์กลางและความยาวรัศมีดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลาง $(๐, 3)$ รัศมียาว 3 หน่วย

ข. จุดศูนย์กลาง $(๐, -3)$ รัศมียาว 3 หน่วย

ค. จุดศูนย์กลาง $(๐, 3)$ รัศมียาว 6 หน่วย

ง. จุดศูนย์กลาง $(๐, 3)$ รัศมียาว 9 หน่วย

จ. จุดศูนย์กลาง $(๐, -3)$ รัศมียาว 9 หน่วย

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถวิธีเขียนกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(oo) จะเขียนกราฟของสมการ $x^2 + y^2 - 2x + 4y - 11 = 0$ ได้ดังข้อใด

- ก. ใช้ $(1, -2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว $\sqrt{7}$ หน่วย
- ข. ใช้ $(-1, -2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว $\sqrt{11}$ หน่วย
- ค. ใช้ $(1, -2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว $\sqrt{11}$ หน่วย
- ง. ใช้ $(1, -2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว 4 หน่วย
- จ. ใช้ $(-1, 2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว 4 หน่วย

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.)

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบเรื่องการใช้ความรู้เรื่องสมการมาใช้ในการหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟวงกลม จุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟเส้นตรง จุดผ่านของเส้นรอบวงของกราฟวงกลม และการหาสมการเส้นสัมผัสวงกลม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ 2 ความสัมพันธ์หรือ 2 สมการ หรือกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมและกราฟเส้นตรงมาให้ นักเรียนสามารถแก้สมการหาจุดตัดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(o) จุดตัดของกราฟของความสัมพันธ์ $\{(x, y) | x + y = 1\}$ และ $\{(x, y) | x^2 + y^2 - x - 3y = 0\}$ คือข้อใด

- ก. $(1, 0)$ และ $(-1, 2)$
- ข. $(1, 0)$ และ $(1, -2)$
- ค. $(-1, 0)$ และ $(-1, 2)$
- ง. $(-1, 0)$ และ $(1, -2)$
- จ. $(1, 0)$ และ $(3, -2)$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ ๒

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า วงกลมผ่านจุดใดจุดใดบนระนาบได้ถูกต้องอย่างน้อย ๔ ใน ๕ ข้อ"

(๐๐) กราฟของวงกลม $x^2 + y^2 = 52$ ผ่านจุดใด

ก. (๔, ๔)

ข. (-๔, -๔)

ค. (-๔, ๘)

ง. (๘, -๘)

จ. (-๘, ๘)

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ ๓

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม และโคออดิเนตของจุดสัมผัสบนเส้นรอบวงของกราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของเส้นสัมผัสวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย ๔ ใน ๕ ข้อ"

(๐๐๐) สมการของเส้นตรงซึ่งสัมผัสกับกราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 6x + 4y - 12 = 0$ ณ จุด (๘, ๒) คือ ข้อใด

ก. $-4x - 3y = 26$

ข. $4x + 3y = 26$

ค. $4x - 3y = 26$

ง. $3x + 4y = 26$

จ. $3x - 4y = 26$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.)

ฉบับที่ ๔ เรื่องพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (๐, ๐) มีแกน X หรือแกน Y

เป็นแกนสมมาตร ซึ่งอยู่ในรูป $y^2 = 4cx$ หรือ $x^2 = 4cy$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาในรูป $y^2 = 4cx$ หรือ $x^2 = 4cy$ หรือในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้มาให้นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส สมการเส้นไดเรกทริกซ์ แกนสมมาตรหรือทิศทางการเปิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐) จุดโฟกัสของกราฟพาราโบลาที่มีสมการ $y^2 - 12x = 0$ คือ ข้อใด

- ก. (๐, ๖)
- ข. (๐, -๖)
- ค. (๓, ๐)
- ง. (-๓, ๐)
- จ. (-๖, -๖)

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ ๒

"เมื่อกำหนดจุดโฟกัสหรือสมการเส้นไดเรกทริกซ์ของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (๐, ๐) มาให้นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐๐) ข้อใดคือสมการของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (๐, ๐) และสมการเส้นไดเรกทริกซ์ คือ $x = 5$

- ก. $y^2 = 20x$
- ข. $y^2 = -20x$
- ค. $x^2 = 20y$
- ง. $x^2 = -20y$
- จ. $x^2 = 25y$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.)

ฉบับที่ 5 เรื่องพาราโบลาที่มีโคออดิเนตของจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) มีแกนสมมาตรขนานกับแกน X หรือแกน Y ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ หรือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ หรือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$ หรือนิพจน์อื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้มาให้นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด สมการเส้นไดเรกทริกซ์ และการเขียนสมการหรือทิศทางการเปิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๑) กราฟพาราโบลาที่มีความสัมพันธ์ $\{(x, y) | x^2 - 6x - 8y - 7 = 0\}$

มีลักษณะดังข้อใด

- ก. จุดยอด คือ $(-2, 3)$ จุดโฟกัส คือ $(3, 0)$ กราฟเปิดข้างล่าง
- ข. จุดยอด คือ $(2, -3)$ จุดโฟกัส คือ $(3, 0)$ กราฟเปิดข้างล่าง
- ค. จุดยอด คือ $(3, 2)$ จุดโฟกัส คือ $(0, 3)$ กราฟเปิดข้างล่าง
- ง. จุดยอด คือ $(-3, 0)$ จุดโฟกัส คือ $(0, -3)$ กราฟเปิดข้างบน
- จ. จุดยอด คือ $(3, -2)$ จุดโฟกัส คือ $(3, 0)$ กราฟเปิดข้างบน

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ จ.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

"เมื่อกำหนดอย่างน้อย 2 ใน 3 สิ่งต่อไปนี้ คือ โคออดิเนตของจุดโฟกัส สมการเส้นไดเรกทริกซ์ และโคออดิเนตของจุดยอดของกราฟพาราโบลา หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งดังกล่าวได้มาให้นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐๐) สมการของพาราโบลา ที่มีจุดยอดที่ $(3, 1)$ สมการเส้นไคเรกตริกซ์ คือ $x = 6$ คือข้อใด

ก. $y^2 - 2y + 12x + 37 = 0$

ข. $y^2 - 2y - 12x + 35 = 0$

ค. $y^2 - 2y + 12x - 35 = 0$

ง. $y^2 + 2y + 12x - 35 = 0$

จ. $y^2 + 2y + 12x + 37 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ ๑

"เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดยอด จุดโฟกัส จุดผ่านของกราฟ หักทางของเส้นไคเรกตริกซ์ หรือหักทางของแกนสมมาตรของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดที่จุด (h, k) มาให้ ซึ่งเพียงพอในการหาค่าตัวแปร c, h และ k นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐๐๐) สมการของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(-1, -1)$ และกราฟผ่านจุด $(๐, ๒)$ โดยมีแกนของพาราโบลานานกับแกน y คือข้อใด

ก. $x^2 + 2x - 8y + 1 = 0$

ข. $x^2 - 2x - 8 + 1 = 0$

ค. $2x^2 + 4x - 8y + 2 = 0$

ง. $2x^2 - 4x - 8y + 2 = 0$

จ. $2x^2 - 4x + 8y + 2 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

ฉบับที่ ๑ เรื่องวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(๐, ๐)$ มีจุดโฟกัสอยู่บนแกน X หรือ

แกน Y ที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ หรือ $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการอยู่ในรูป

$x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีมาให้ในรูป $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ หรือในรูป $y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ หรือกำหนดในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด หรือทิศทางและความยาวของแกนเอกหรือแกนโทได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐) วงรีที่มีสมการเป็น $3x^2/25 + 3y^2/16 = 3$ มีจุดยอดของกราฟอยู่ที่จุดใด

ก. (5, 0) และ (-5, 0)

ข. (0, 5) และ (0, -5)

ค. (4, 0) และ (-4, 0)

ง. (0, 4) และ (0, -4)

จ. (5, 4) และ (-5, 4)

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

"เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัส และจุดยอดของกราฟวงรีมาให้ หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนเอกและแกนโทของกราฟวงรีมาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐๐) กราฟวงรีที่มีจุดโฟกัสอยู่ที่จุด (๐, ๓) และ (๐, -๓) จุดยอดอยู่ที่จุด (๐, 5) และ (๐, -5) มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2/16 + y^2/9 = 1$

ข. $y^2/16 + x^2/9 = 1$

ค. $x^2/25 + y^2/9 = 1$

ง. $y^2/25 + x^2/9 = 1$

จ. $y^2/25 + x^2/16 = 1$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ จ.)

ฉบับที่ 7 เรืองวงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) มีแกนเอกขนานกับแกน X หรือแกน Y มีโฟกัสอยู่ที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ หรือ $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ $(y - k)^2/a^2 + (x - h)^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

“เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีมาได้ในรูป

$$(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1 \text{ หรือในรูป } (y - k)^2/a^2 + (x - h)^2/b^2 = 1$$

โดยที่ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ หรือกำหนดได้ในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด จุดศูนย์กลาง หรือทิศทาง และความยาวของแกนเอกหรือแกนโทของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ”

$$(o) \text{ วงรีที่มีความสัมพันธ์ } \{(x, y) | x^2 + 4y^2 - 2x - 16y + 13 = 0\}$$

มีจุดศูนย์กลางและจุดยอดของกราฟดังข้อใด

- ก. จุดศูนย์กลาง $(-1, -2)$ จุดยอด $(-1, 2)$ และ $(3, 2)$
- ข. จุดศูนย์กลาง $(-1, -2)$ จุดยอด $(1, 2)$ และ $(3, 2)$
- ค. จุดศูนย์กลาง $(-1, -2)$ จุดยอด $(1, -2)$ และ $(3, -2)$
- ง. จุดศูนย์กลาง $(1, 2)$ จุดยอด $(-1, 2)$ และ $(3, 2)$
- จ. จุดศูนย์กลาง $(1, 2)$ จุดยอด $(1, 2)$ และ $(3, -2)$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

“เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด และจุดศูนย์กลางของกราฟวงรีมาได้

หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนเอกและแกนโทของกราฟวงรีมาได้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาได้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ”

(๐๐) วงรีที่มีจุดโฟกัสที่ $(๐, -2)$ และ $(๐, 2)$ จุดยอดอยู่ที่จุด $(-2, -2)$

และ $(2, -2)$ และจุดศูนย์กลางที่ $(๐, -2)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $16x^2 + 25y^2 - 96x - 100y - 156 = 0$

ข. $16x^2 + 25y^2 - 96x + 100y - 156 = 0$

ค. $16x^2 + 25y^2 + 96x + 100y - 156 = 0$

ง. $16x^2 + 25y^2 + 96x - 100y - 156 = 0$

จ. $16x^2 + 25y^2 + 96x + 100y + 156 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.)

(๐๐๐) วงรีที่มีจุดยอดจุดหนึ่งอยู่ที่จุด $(-4, ๐)$ แกนตามขวางยาว 8 หน่วย และมี

สมการของแกนตามขวางเป็น $x = 4$ มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2 + 4y^2 - 8x - 48 = 0$

ข. $x^2 + 4y^2 - 8x + 48 = 0$

ค. $x^2 + 4y^2 + 8x + 48 = 0$

ง. $x^2 + 4y^2 - 8x - 48 = 0$

จ. $x^2 + 4y^2 + 8x + 48 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

ฉบับที่ 8 เรืองไฮเพอร์โบล่าที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(๐, ๐)$ มีโฟกัสที่จุด $(-c, 0)$

และ $(c, 0)$ หรือ $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการเป็น $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ

$y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ในรูป

$x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $b^2 = c^2 - a^2$ หรือกำหนดมาให้

ในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของ

จุดโฟกัส จุดยอด หรือทิศทางและความยาวของแกนตามขวางหรือแกนสังยุคของกราฟไฮเพอร์โบล่า

ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

(๐) สมการของไฮเพอร์โบลา $x^2/25 - y^2/16 = 1$ มีจุดโฟกัสและจุดยอดของกราฟดังข้อใด

- ก. จุดโฟกัส $(0, -\sqrt{41})$ และ $(0, \sqrt{41})$, จุดยอด $(0, -5)$ และ $(0, 5)$
- ข. จุดโฟกัส $(-\sqrt{41}, 0)$ และ $(\sqrt{41}, 0)$, จุดยอด $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$
- ค. จุดโฟกัส $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$, จุดยอด $(0, -5)$ และ $(0, 5)$
- ง. จุดโฟกัส $(0, -3)$ และ $(0, 3)$, จุดยอด $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$
- จ. จุดโฟกัส $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$, จุดยอด $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

"เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัสและจุดยอดของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือ กำหนดทิศทางและความยาวของแกนตามขวางและแกนสังยุคของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือ กำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐๐) ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดโฟกัสที่ $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$ และจุดยอดที่ $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$ มีสมการดังข้อใด

- ก. $16x^2 - 9y^2 = 144$
- ข. $9y^2 - 16x^2 = 144$
- ค. $25x^2 - 9y^2 = 144$
- ง. $25y^2 - 9x^2 = 135$
- จ. $25x^2 - 16y^2 = 400$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

ฉบับที่ ๑ เรื่องไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) มีจุดโฟกัสที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ หรือ $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีแกนตามขวางและแกนสังยุคนานกับแกน X หรือแกน Y มีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 - (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ $(y - k)^2/a^2 - (x - h)^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลาในรูป

$$(x - h)^2/a^2 - (y - k)^2/b^2 = 1 \text{ หรือในรูป } (y - k)^2/a^2 - (x - h)^2/b^2 = 1$$

เมื่อ $b^2 = c^2 - a^2$ หรือกำหนดมาให้ในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าว

ได้มาให้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง จุดโฟกัส จุดยอด หรือความยาวและ

ทิศทางของแกนตามขวางหรือแกนสียงยุคของกราฟไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐) ไฮเพอร์โบลาที่มีสมการเป็น $x^2 - 4y^2 + 8y - 8 = 0$ มีจุดโฟกัสและ

จุดศูนย์กลางดังข้อใด

ก. จุดโฟกัส $(-\sqrt{15}, 1)$ และ $(\sqrt{5}, 1)$ จุดศูนย์กลาง $(0, 1)$

ข. จุดโฟกัส $(1, -\sqrt{5})$ และ $(1, \sqrt{5})$ จุดศูนย์กลาง $(0, -1)$

ค. จุดโฟกัส $(-\sqrt{5}, 1)$ และ $(\sqrt{5}, 1)$ จุดศูนย์กลาง $(1, 0)$

ง. จุดโฟกัส $(0, -\sqrt{5})$ และ $(0, \sqrt{5})$ จุดศูนย์กลาง $(-1, 0)$

จ. จุดโฟกัส $(0, -5)$ และ $(0, 5)$ จุดศูนย์กลาง $(-1, 0)$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

"เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด และจุดศูนย์กลางของกราฟไฮเพอร์โบลา

มาให้ หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนตามขวางและแกนสียงยุค และจุดศูนย์กลางของกราฟ

ไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้

นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐๐) กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีจุดโฟกัสที่ $(1, 5)$ และ $(1, -5)$ และจุดยอดที่

$(1, 3)$ และ $(1, -3)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $16x^2 - 9y^2 + 18y - 153 = 0$

ข. $16x^2 - 9y^2 - 18y - 135 = 0$

ค. $16y^2 - 9x^2 + 18x - 153 = 0$

ง. $16y^2 - 9x^2 - 18x - 135 = 0$

จ. $16y^2 - 9x^2 + 18x - 135 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.)

ฉบับที่ 10 เรื่องไฮเพอร์โบลามุมฉากที่อยู่ในรูป $xy = k$ หรือในรูป

$$x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1 \text{ หรือ } y^2/b^2 - x^2/a^2 = 1 \text{ เมื่อ } a^2 = b^2$$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟต่าง ๆ มาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าความสัมพันธ์หรือสมการใดเป็นความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉากได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๐) ข้อใดเป็นสมการของไฮเพอร์โบลามุมฉาก

ก. $x^2 - 4y^2 = 1$

ข. $y = 4x^2 - 1$

ค. $3x = 5y$

ง. $x = 5/y$

จ. $2/x = 3/y$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

"เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉากในรูป $xy = k$ มาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่ากราฟของไฮเพอร์โบลาดังกล่าวอยู่ในควอดรันต์ใดได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ"

(๑๐) กราฟของความสัมพันธ์ $\{(x, y) | xy = -15\}$

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 2 และ 3

ง. 2 และ 4

จ. 3 และ 4

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.)

ฉบับที่ 11 เรื่องการพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์หรือสมการของ
ภาคตัดกรวยที่กำหนดให้

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1

“เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยมาได้ นักเรียนสามารถบอก
ชนิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ใน 10 ข้อ”

(อ) ข้อใดเป็นสมการของกราฟวงกลม

ก. $x^2 - y^2 = 25$

ข. $3x^2 + 3y^2 = 27$

ค. $y^2 = 5x + 3$

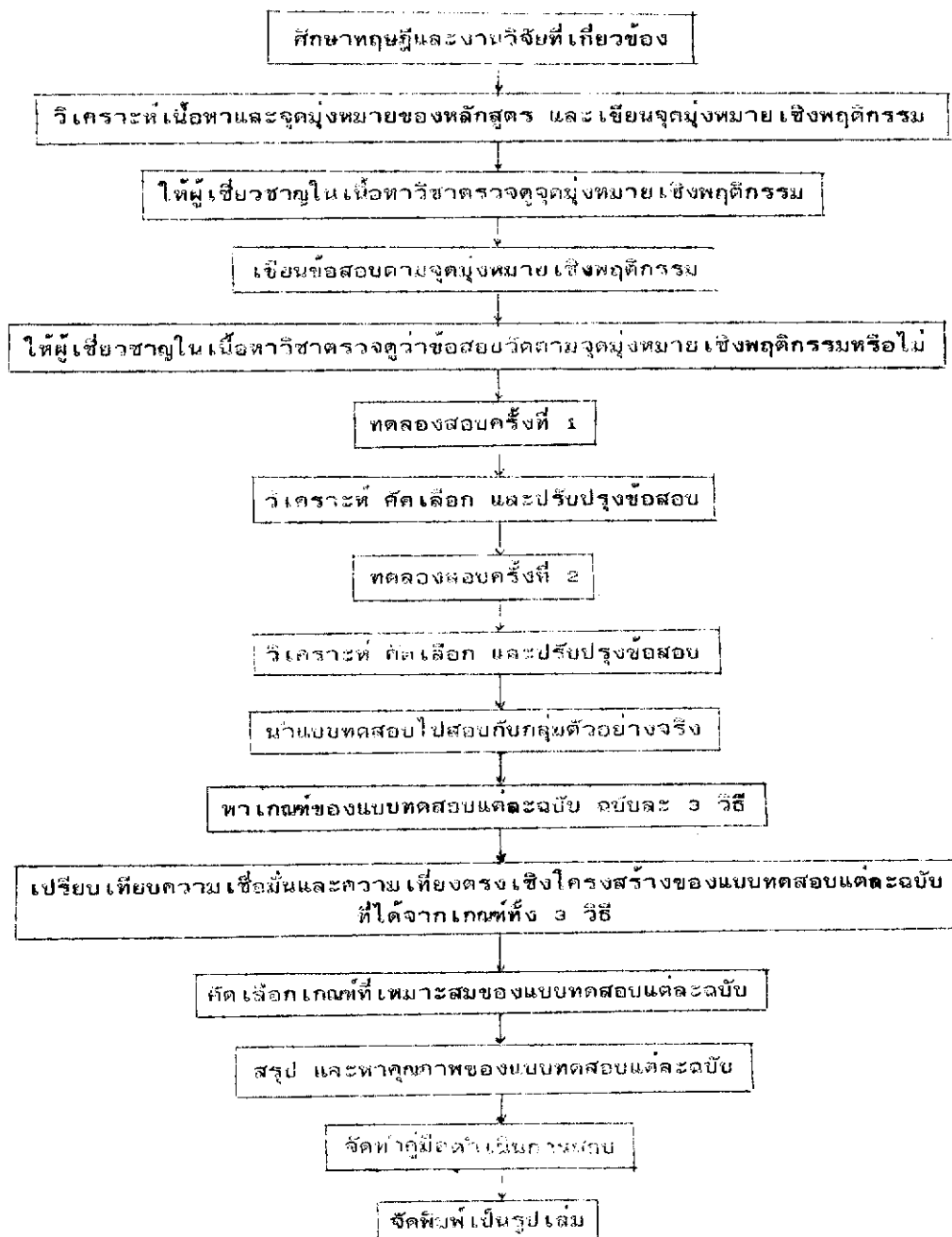
ง. $3x^2 + y^2 = 1$

จ. $2x + 3y = 4$

(คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.)

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยแล้วพบว่านักเรียนจะต้องมี
พื้นฐานในรายวิชา ค.011 และ ค.012 ในบทที่ 1 และบทที่ 2 มากที่สุด ซึ่งนักเรียนจะต้องได้รับ
การสอนบททวนเรื่องเหล่านี้เสียก่อน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามลำดับชั้น ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์และการศึกษาค้นคว้า

1. ศึกษาทฤษฎีบทและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์
2. ศึกษาเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร คู่มือครู ในการสอนเรื่องภาคตัดกรวย ในรายวิชา ค.012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตร พุทธศักราช 2524 เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา ออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ แล้วเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยย่อยของการเรียน

จากการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องภาคตัดกรวย สามารถเขียนเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตามเนื้อหาย่อย ๆ ได้ดังนี้

เนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
1. วงกลม (Circle) 1.1 การหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และมีรัศมียาว r หน่วย	1. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมีของวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 2. เมื่อกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางหรือความยาวของรัศมีวงกลมมาให้ ซึ่งนักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางหรือความยาวรัศมีของวงกลมได้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
1.2 การหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง ความยาวรัศมี และการเขียนกราฟวงกลม เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้	1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
1.3 การใช้ความรู้เรื่องสมการ มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ หรือสมการของกราฟวงกลม จุดตัดของกราฟวงกลมกับ กราฟวงกลม จุดตัดของ กราฟวงกลมกับกราฟเส้นตรง จุดผ่านของเส้นรอบวงของ กราฟวงกลม และการหาสมการ เส้นสัมผัสวงกลม	2. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม มาให้ นักเรียนสามารถบอกวิธีเขียนกราฟได้ถูกต้อง อย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 1. เมื่อกำหนดจุดโคออดิเนตบนเส้นรอบวงของ กราฟวงกลมมาให้ 3 จุด นักเรียนสามารถหา ความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมได้ถูกต้อง อย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 2. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม มาให้สองความสัมพันธ์ หรือสองสมการ หรือ กำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม และกราฟเส้นตรงมาให้ นักเรียนสามารถ แก้สมการหาจุดตัดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 3. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม มาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าวงกลมผ่านจุด โคออดิเนตใดได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 4. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม และโคออดิเนตของจุดสัมผัสบนเส้นรอบวงของ กราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาความ สัมพันธ์หรือสมการของเส้นสัมผัสวงกลมได้ถูกต้อง อย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
2. พาราโบลา	
2.1 พาราโบลาที่มีจุดยอดที่จุด (0, 0)	1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟ
2.1.1 พาราโบลาที่มีแกน X เป็นแกนสมมาตร ซึ่งอยู่ ในรูป $y^2 = 4cx$	พาราโบลาในรูป $y^2 = 4cx$ หรือ $x^2 = 4cy$ หรือในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูป ดังกล่าวได้มาให้นักเรียนสามารถหาโคออดิเนต
2.1.2 พาราโบลาที่มีแกน Y เป็นแกนสมมาตร ซึ่งอยู่ ในรูป $x^2 = 4cy$	ของจุดโฟกัส สมการเส้นไดเรกตริกซ์ แกนสมมาตร หรือทิศทางการเปิดของกราฟได้ ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
	2. เมื่อกำหนดจุดโฟกัสหรือสมการเส้นไดเรกตริกซ์ ของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (0, 0) มาให้นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือ สมการของกราฟพาราโบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2.2 พาราโบลาที่มีโคออดิเนตของ จุดยอดอยู่ที่จุด (h, k)	1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟ
2.2.1 พาราโบลาที่มีแกน สมมาตรขนานกับแกน X ซึ่งอยู่ในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$	พาราโบลาในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ หรือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$ หรือในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ มาให้นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของ จุดโฟกัส จุดยอด สมการเส้นไดเรกตริกซ์
2.2.2 พาราโบลาที่มีแกนสมมาตร ขนานกับแกน Y ซึ่งอยู่ในรูป $(x - h)^2 = 4c(y - k)$	สมการของแกนสมมาตร หรือทิศทางการเปิด ของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

เนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
	2. เมื่อกำหนดอย่างน้อย 2 ใน 3 สิ่งต่อไปนี้ คือ โคออดิเนตของจุดโฟกัส สมการเส้นโคเรกตริกซ์ และโคออดิเนตของจุดยอดของกราฟพาราโบลา หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาได้ ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 3. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดยอด จุดโฟกัส จุดผ่านของกราฟ ทิศทางของเส้นโคเรกตริกซ์ หรือทิศทางของแกนสมมาตรของกราฟพาราโบลา ที่มีจุดยอดที่จุด (h, k) มาให้ซึ่งเพียงพอในการหาค่าของตัวแปร c, h และ k นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาได้ ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
3. วงรี (Ellipse) 3.1 วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$ 3.1.1 วงรีที่มีจุดโฟกัสอยู่บนแกน X ที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ มีสมการอยู่ในรูป $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ โดยที่ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$	1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรี มาได้ในรูป $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ หรือในรูป $y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ หรือกำหนดมาในรูปแบบอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอดหรือทิศทางและความยาวของแกนเอก หรือแกนโทของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
3.1.2 วงรีที่มีจุดโฟกัสอยู่บนแกน x ที่จุด $(0, c)$ และ $(0, -c)$ มีสมการอยู่ในรูป $y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$	2. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัส และจุดยอดของกราฟวงรีมาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 3. เมื่อกำหนดทิศทางและความยาวของแกนเอกแกนโทของกราฟวงรีมาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาทิศทางและความยาวแกนเอกแกนโทของกราฟวงรีดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
3.2 วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) 3.2.1 วงรีที่มีแกนเอกขนานกับแกน x มีจุดโฟกัสอยู่ที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ มีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$	1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีมาให้ในรูป $(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือในรูป $(y - k)^2/a^2 + (x - h)^2/b^2 = 1$ โดยที่ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ หรือกำหนดมาในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด จุดศูนย์กลาง หรือทิศทางและความยาวของแกนเอกหรือแกนโทของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
3.2.2 วงรีที่มีแกนเอกขนานกับแกน Y มีจุดโฟกัสอยู่ที่จุด $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีสมการเป็น $(y - k)^2/a^2 + (x - h)^2/b^2 = 1$	2. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด และจุดศูนย์กลางของกราฟวงรีมาให้ หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนเอกและแกนโท และจุดศูนย์กลางของกราฟวงรีมาให้หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
4. ไฮเพอร์โบลา 4.1 ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$ 4.1.1 ไฮเพอร์โบลาที่มีโฟกัสอยู่ที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ มีสมการเป็น $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$ 4.1.2 ไฮเพอร์โบลาที่มีโฟกัสอยู่ที่จุด $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการเป็น $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$	1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ในรูป $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $b^2 = c^2 - a^2$ หรือกำหนดให้ในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส และจุดยอดของกราฟไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 2. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัสและจุดยอดของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวมาให้ นักเรียนสามารถ

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
	หาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบล่า ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 3. เมื่อกำหนดทิศทางและความยาวแกนตามขวางและ ความยาวแกนตั้งของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถ หาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถ หาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบล่า ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
4.2 ไฮเพอร์โบล่าที่มีจุดศูนย์กลาง อยู่ที่จุด (h, k) 4.2.1 ไฮเพอร์โบล่ามีจุดโฟกัส อยู่ที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ มี สมการอยู่ในรูป $\frac{(x - h)^2}{a^2} - \frac{(y - k)^2}{b^2} = 1$ $\frac{(y - k)^2}{a^2} - \frac{(x - h)^2}{b^2} = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$	1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟ ไฮเพอร์โบลามาให้ในรูป $\frac{(x - h)^2}{a^2} - \frac{(y - k)^2}{b^2} = 1 \text{ หรือในรูป}$ $\frac{(y - k)^2}{a^2} - \frac{(x - h)^2}{b^2} = 1 \text{ โดยที่}$ $b^2 = c^2 - a^2 \text{ หรือกำหนดมาให้ในรูปอื่น ๆ}$ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง จุดโฟกัส จุดยอด หรือความยาวและทิศทางของ แกนตามขวาง หรือแกนตั้งของกราฟไฮเพอร์โบล่า ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
4.2.2 ไฮเพอร์โบล่าที่มีจุดโฟกัส อยู่ที่จุด $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีสมการเป็น $\frac{(y - k)^2}{a^2} - \frac{(x - h)^2}{b^2} = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$	

เนื้อหา	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
4.3 ไฮเพอร์โบลามุมฉาก (Rectangular Hyperbola) ที่อยู่ในรูป $xy = k$ หรือในรูป $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \text{ หรือในรูป } \frac{y^2}{a^2} - \frac{x^2}{b^2} = 1 \text{ เมื่อ } a^2 = b^2$ 5. การพิจารณาชนิดของกราฟ จากความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยที่กำหนดให้	2. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด และจุดศูนย์กลางของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนตามขวางและแกนสังยุคและจุดศูนย์กลางของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลาก็ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟต่าง ๆ มาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าความสัมพันธ์หรือสมการใดเป็นความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉากได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 2. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉากในรูป $xy = k$ มาให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่า กราฟของไฮเพอร์โบลาดังกล่าวอยู่ในทวิภาคแตรนส์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยมาให้ นักเรียนสามารถบอกชนิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ใน 10 ข้อ

3. นำจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาตัดสินว่า จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้นนั้นครอบคลุมประชากรทั้งหมดของเนื้อหาในหลักสูตรหรือไม่ โดยใช้วิธีการของ โรวินเนลลี และ แฮมเบิลตัน (สงบ. ลักษณะ 2523 ก. : 39 - 40 อ้างอิงมาจาก (Rovinelli and Hambleton. 1977) ดังตัวอย่างการประเมินดังนี้

ตัวอย่างแบบการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา
 คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่า จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม แก่นี้อาจครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดให้หรือไม่ ดังนี้

- + 1 รู้สึกแน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นวัดครอบคลุมเนื้อหานั้นจริง
- 0 รู้สึกไม่แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นวัดครอบคลุมเนื้อหานั้น
- 1 รู้สึกแน่ใจว่า จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นวัดไม่ครอบคลุมเนื้อหานั้น

เนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
การพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยที่กำหนดให้	เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือกราฟของภาคตัดกรวยมาให้ นักเรียนสามารถพิจารณาชนิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ใน 10 ข้อ			

หลังจากผู้ผู้เชี่ยวชาญกำหนดคะแนนการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาเสร็จแล้ว นำคะแนนรวมของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมแต่ละจุดมุ่งหมายจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยดูจากน้ำหนักค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญว่า ถ้ามีค่ามากกว่า 0.5 ก็ถือว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น ๆ ครอบคลุมเนื้อหาของหลักสูตร ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ก็ถือว่า จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นวัดไม่ครอบคลุมเนื้อหาของหลักสูตร

๑. เขียนข้อสอบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ประมวล ๘ - ๘ ข้อ ต่อหนึ่งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อต้องการข้อสอบ 5 ข้อ และ 10 - 15 ข้อ ต่อหนึ่งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อต้องการข้อสอบ 10 ข้อ

5. นำข้อสอบที่เขียนขึ้นพร้อมทั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาตัดสินว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริงหรือไม่ ตามวิธีการของ ไววิเนลลี และ แฮมเบิลตัน (สงวนลิขสิทธิ์ 2523 ก. : 39 - 40 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton. 1977) ดังตัวอย่างการประเมินดังนี้

ตัวอย่าง แบบการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ วัดตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมข้อนั้น ๆ หรือไม่ ให้ท่านพิจารณาน้ำหนักดังนี้

- + 1 รู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้วัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริง
- 0 รู้สึกไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้วัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
- 1 รู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้ไม่ได้วัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยมาให้ นักเรียนสามารถพิจารณาชนิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย ๘ ใน 10 ข้อ	ข้อใดเป็นสมการของกราฟวงกลม ก. $x^2 - y^2 = 25$ ข. $3x^2 + 3y^2 = 25$ ค. $y^2 = 5x + 3$ ง. $3x^2 + y^2 = 1$ จ. $2x + 3y = 4$			

หลังจากผู้เชี่ยวชาญกำหนดคะแนนการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเสร็จแล้ว นำเอาคะแนนรวมของข้อสอบแต่ละข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยดูจากน้ำหนักเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญว่า ถ้ามีค่ามากกว่า 0.5
ก็ถือว่าข้อสอบข้อนั้น ๆ วัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริง ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีค่าน้อยกว่า
หรือเท่ากับ 0.5 ก็ถือว่าข้อสอบข้อนั้น ๆ ไม่ได้วัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น ๆ

๕. ทดลองสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้ง
11 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน ทั้งก่อนสอนและหลังสอน

๖. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ โดยพิจารณาจากค่าดัชนี S
ที่มีค่าตั้งแต่ .00 - 1.00 ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพใช้ได้ เพื่อนำไปทดลองสอบใหม่ใน
ครั้งที่ 2 ต่อไป

๗. ทดลองสอบครั้งที่ 2 นำข้อสอบที่ปรับปรุงและคัดเลือกแล้วจากครั้งที่ 1 ไปทดสอบ
กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มใหม่ จำนวน 33 คน ทั้งก่อนสอนและหลังสอน

๘. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อโดยใช้เกณฑ์เดียวกับข้อ ๖ และคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้
มาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมละ 5 ข้อ หรือ 10 ข้อ ซึ่งแล้วแต่จำนวนข้อสอบในแต่ละจุดมุ่งหมาย
เชิงพฤติกรรม

๙. ทดลองสอบครั้งที่ 3 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจริงที่ใช้ใน
การศึกษาค้นคว้า จำนวน 80 คน ทั้งก่อนสอนและหลังสอน และทดสอบหลังสอนซ้ำเมื่อเวลาผ่านไป
1 สัปดาห์ เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

๑๐. หา เกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับด้วยวิธีการใช้ทฤษฎีตัดสินใจของเบส์ วิธีการ
ของเบอร์ก และวิธีการของกลาสส์

๑๑. ศึกษา เปรียบเทียบความ เชื่อมั่นและความ เที่ยงตรง เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ
อิงเกณฑ์แต่ละฉบับที่ได้จาก เกณฑ์ที่แตกต่างกันทั้ง 3 วิธี

๑๒. คัดเลือก เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยพิจารณาจาก เกณฑ์ที่ทำให้
ความ เชื่อมั่นและความ เที่ยงตรง เชิงโครงสร้างที่ดีที่สุด

14. สรุปคุณภาพด้านความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ และหาคุณภาพด้านค่าดัชนี S จากการสอบครั้งสุดท้าย

15. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบ

16. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันเวลาในการทดสอบ

2. วางแผนในการดำเนินการสอบล่วงหน้า เช่น การรวมการคุมสอบ ห้องสอบ การชี้แจงขั้นตอนในการสอบ วิธีดำเนินการสอบ ตลอดจนช่วงเวลาในการทดสอบ

3. นำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

3.1 นำแบบทดสอบแต่ละฉบับไปทดลองสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน ที่ดำเนินการสอนเรื่องภาคตัดกรวยก่อนกลุ่มอื่น โดยนำไปสอบก่อนเรียนแล้วสอบประมาณ 1 - 3 คาบต่อหน่วยการเรียนรู้ แล้วจึงสอบหลังเรียน จากนั้นนำการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อปรับปรุง และคัดเลือกข้อสอบไปใช้ในครั้งที่ 2

3.2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงและคัดเลือกแล้วแต่ละฉบับไปทดลองสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มใหม่ จำนวน 33 คน โดยวิธีการเดียวกันกับครั้งแรก แล้ววิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่ดีไปใช้ในครั้งที่ 3

3.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างจริงที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จำนวน 80 คน โดยวิธีการเดียวกันกับครั้งที่ 1 และ 2 และทดสอบหลังสอนซ้ำเมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ เพื่อหาเกณฑ์ที่เหมาะสม คุณภาพของแบบทดสอบ และการศึกษาค้นคว้า

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย เลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. หาค่าความยากง่าย โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 :

150) ดังนี้

$$P = R/T$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก

T แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

3. หาค่าดัชนี S โดยวิธีการของคริสปิน และ เฟลด์ฮูเซน (สมศักดิ์ อินธุระเวทย์ 2522 : 11 - 13 อ้างอิงมาจาก Krispin and Feldhusen. 1974) ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ตัวถูก

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

3.2 วิเคราะห์ตัวลวง

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

S แทน ค่าดัชนีอำนาจจำแนก

R_{pos} แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกหลังสอน

R_{pre} แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกก่อนสอน

T แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ ปอปปแฮม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ ม.ป.ป. : 17 อ้างอิงมาจาก Popham. 1978 : 149) ดังนี้

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

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

C แทน ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบถึง เกณฑ์

a แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านในการสอบครั้งที่ 1 แต่ไม่ผ่านในการสอบครั้งที่ 2

b แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านทั้งสองครั้ง

c แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้งสองครั้ง

d แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านในการสอบครั้งที่ 1 แต่ผ่านการสอบครั้งที่ 2

N แทน จำนวนนักเรียนที่ได้เข้าสอบทั้งสอง

5. หากความ เชื่อตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบถึง เกณฑ์ โดยใช้สูตรของ การ์เวอร์

(จ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ ฉบับที่ 1 : 10) อ้างอิงจาก Carver. 1970)

ดังนี้

	กลุ่มไม่ได้รับการสอน	กลุ่มได้รับการสอน
ผ่าน	b	a
ไม่ผ่าน	c	d

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

เมื่อ r_{ck} แทน ความ เชื่อตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบถึง เกณฑ์

a แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านทั้ง สอง

b แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านก่อน เรียน

c แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านก่อน เรียน

d แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านหลังเรียน

N แทน $a + b + c + d$

๑. หาเกณฑ์ที่เหมาะสมโดยใช้กฎการตัดสินใจ ดังนี้

๑.๑ วิธีการของเบย์ (Bayesian Decision-Theoretic Procedure)

(Swaminathan, Hambleton and Algina. 1975 : 88 - 93) ดังนี้

๑.๑.๑ แปลงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบถึงเกณฑ์โดยวิธีการแปลงแบบอาร์คไซน์ (arc sine) เพื่อให้คะแนนมีการแจกแจงเป็นปกติ โดยใช้สูตร

$$g_i = \sin^{-1} \sqrt{(x_i + 3/8) / (n + 3/4)}$$

เมื่อ g_i แทน คะแนนที่ได้จากการสลับแบบทดสอบที่แปลงเป็นอาร์คไซน์

x_i แทน คะแนนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

๑.๑.๒ หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ_i) และความแปรปรวน (σ_i^2) ของ Y_i

จากสูตร

$$\mu_i = \bar{g} + \rho^*(g_i - \bar{g})$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1 + (m - 1)\rho^*}{(4n + 2)m} + (g_i - \bar{g})^2 \sigma^{*2}$$

เมื่อ μ_i แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ Y_i

σ_i^2 แทน ความแปรปรวนของ Y_i

m แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

$$\bar{g} = m^{-1} \sum_{i=1}^m g_i$$

ρ^* และ σ^{*2} แทน ค่าที่หาได้จากการเปิดตารางของแวง (Wang)

เมื่อทราบค่าพารามิเตอร์ v , λ และค่า S_g^2

เมื่อ $v = 8$

$$\lambda = \bar{\phi}(v - 2)$$

$$\bar{\phi} = (4t + 2)^{-1}$$

t แทน จำนวนข้อสอบที่เหมาะสมที่จะให้ข้อมูล เกี่ยวกับคะแนนใด คะแนน
ของผู้สอบมากที่สุด

$$\text{และ } S_g^2 = m^{-1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{g})^2$$

6.1.3 หาค่าความน่าจะเป็นของการสอบผ่านหรือไม่ผ่านของคะแนนผู้สอบดังนี้

6.1.3.1 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนปกติมาตรฐาน (Z_{0i}) ของคะแนน γ_i

แต่ละค่า โดย

$$Z_{0i} = (\gamma_0 - \mu_i) / \sigma_i$$

เมื่อ Z_{0i} แทน ส่วนเบี่ยงเบนปกติมาตรฐาน

$$\gamma_0 = \sin^{-1} \sqrt{\pi_0}$$

π_0 แทน คะแนนเกณฑ์โดยประมาณที่ได้จากการกำหนด
ของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

6.1.3.2 หาค่าความน่าจะเป็นในการสอบผ่านและไม่ผ่านของคะแนนที่ได้จาก
ผู้สอบ โดยการหาจากตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ ดังนี้

$$\text{ความน่าจะเป็นที่จะสอบผ่าน} = \text{Prob}[Z \geq Z_{0i} | \text{Data}]$$

$$\text{ความน่าจะเป็นที่จะสอบไม่ผ่าน} = \text{Prob}[Z < Z_{0i} | \text{Data}]$$

6.1.4 หาค่าความสูญเสียค่าคาดหวังของการตัดสินใจผ่านและไม่ผ่านของคะแนน
จากผู้สอบ ดังนี้

ความสูญเสียที่คาดหวังของการตัดสินใจให้ผ่าน = $\lambda_{12} \text{Prob}[Z < Z_{oi} | \text{Data}]$

ความสูญเสียที่คาดหวังของการตัดสินใจให้ไม่ผ่าน = $\lambda_{21} \text{Prob}[Z \geq Z_{oi} | \text{Data}]$

เมื่อ λ_{12} แทน ความสูญเสียที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนในการยอมรับสิ่งที่ไม่ดี

λ_{21} แทน ความสูญเสียที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนในการปฏิเสธสิ่งดี

6.2 วิธีการของเบอร์ก (Determination of Optimal Cutting Scores)

(Berk. 1976 4 - 9) มีวิธีการดังนี้

การจำแนกเกณฑ์

		ได้รับการสอน	ไม่ได้รับการสอน
คะแนนพยากรณ์	รอบรู้	รอบรู้จริง (TM)	รอบรู้ไม่จริง (FM)
	ไม่รอบรู้	ไม่รอบรู้ไม่จริง (FN)	ไม่รอบรู้จริง (TN)

คะแนนจุดตัดที่เหมาะสม คือ ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้อง 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 ได้จาก
 $P(FM) + P(TM)$

$P(TM)$ แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มหลังสอนและสอบผ่านเกณฑ์ ได้จาก
 $TM / (M + N)$

P (TN)	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มก่อนสอนและสอบไม่ผ่าน เกณฑ์
		ได้จาก $TN / (M + N)$
F (FM)	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มก่อนสอน แต่สอบผ่าน เกณฑ์
		ได้จาก $FM / (M + N)$
P (FN)	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มหลังสอน แต่สอบไม่ผ่าน เกณฑ์
		ได้จาก $FN / (M + N)$
M	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งก่อนและหลังสอน
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดก่อนสอน

๔.๓ วิธีการของกลาสส์ (Decision Theoretic Approaches) (Glass.

1978 : 251 - 253) 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

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

ต่ำที่สุด

เมื่อ	P_A	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านแบบทดสอบถึง เกณฑ์ แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
	P_D	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ผ่านแบบทดสอบถึง เกณฑ์ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
	P_B	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านทั้งแบบทดสอบถึง เกณฑ์และ เกณฑ์ภายนอก
	P_C	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ผ่านทั้งแบบทดสอบถึง เกณฑ์และ เกณฑ์ภายนอก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของการวิเคราะห์

ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

S แทน ค่าอำนาจจำแนกของการสอบก่อนสอบและสอบหลังสอน

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย เลขคณิตของคะแนนผลการสอบ

S.D. แทน ความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสอบ

$_{21} P[Z \geq Z_{O1} | \text{Data}]$ แทน ความสูญเสียที่คาดหวังในการตัดสินใจเลือก สำหรับการหา
คะแนน เกณฑ์โดยวิธีการของ เบส์

$_{21} P[Z < Z_{O1} | \text{Data}]$ แทน ความสูญเสียที่คาดหวังในการตัดสินใจเลือก สำหรับการหา
คะแนน เกณฑ์โดยวิธีการของ เบส์

$P(FM) + P(FN)$ แทน ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจที่ต้องสำหรับการหาคะแนน เกณฑ์
โดยวิธีของ เบอร์ก

ϕ_{VC} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความ เชื่อตรงของคะแนน เกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับ
การหาคะแนน เกณฑ์โดยวิธีของ เบอร์ก

$f(C_X)$ แทน ค่าฟังก์ชันของคะแนน เกณฑ์ สำหรับการหาคะแนน เกณฑ์ โดยวิธีการ
ของกลาสส์

$P_A + P_D$ แทน ผลบวกของความคลาดเคลื่อนในการจำแนกผิดประเภทที่ 1 และ 2
สำหรับการหาคะแนน เกณฑ์โดยวิธีของกลาสส์

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1

ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ เสนอค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของข้อสอบแต่ละข้อ

การทดสอบครั้งที่ 2

ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ เสนอค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของข้อสอบแต่ละข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3

ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ เสนอค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน ค่าดัชนี S ของข้อสอบแต่ละข้อ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย และค่าความยากง่ายมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
2. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
3. คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
4. ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อ และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
6. การคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบถึง เกณฑ์ที่สร้างขึ้นทั้ง 11 ฉบับไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน และนำคะแนนผลการสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ ได้ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ

ทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
1	1*	.58	.96	.36	2	5	.25	.79	.54
	2*	.50	.96	.46		6	.25	.79	.54
	3	.21	.92	.71		7*	.17	.42	.25
	4*	.25	.75	.50		8*	.13	.38	.25
	5*	.25	.67	.42		9*	.25	.46	.21
	6*	.08	.25	.17		10*	.29	.58	.29
	7*	.13	.29	.17		11*	.29	.50	.21
	8	.33	.83	.50		12*	.29	.17	-.13
	9*	.04	.08	.04		13*	.38	.00	-.38
	10*	.25	.25	.00		14*	.13	.67	.54
	11	.25	.58	.33	3	1	.21	.67	.46
	12*	.08	.54	.46		2*	.29	.83	.54
	13*	.08	.13	.04		3	.17	.29	.13
	14*	.25	.50	.25		4	.13	.33	.21
2	1	.79	1.00	.21		5*	.25	.46	.21
	2	.13	.42	.29		6*	.33	.42	.09
	3*	.04	.21	.17		7*	.21	.67	.46
	4*	.04	.50	.46		8	.17	.67	.50

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
3	9	.08	.58	.50	4	10	.13	.46	.33
	10	.21	.83	.63		11	.17	.54	.38
	11	.21	.88	.67		12*	.08	.54	.46
	12	.13	.56	.46		13*	.13	.54	.42
	13	.08	.96	.88		14*	.13	.83	.71
	14	.25	.96	.71	5	1	.17	.71	.54
	15	.29	.88	.58		2	.13	.38	.25
	16	.13	.88	.75		3	.13	.38	.25
	17*	.08	.92	.83		4	.17	.21	.04
	18	.17	.83	.67		5	.17	.33	.17
4	1	.17	.71	.54		6	.17	.29	.13
	2*	.50	.63	.13		7	.13	.33	.21
	3	.21	.29	.08		8	.21	.29	.08
	4	.04	.67	.63		9	.17	.29	.13
	5*	.33	.33	.00		10	.17	.38	.21
	6*	.25	.25	.00		11*	.21	.17	-.04
	7	.17	.38	.21		12*	.17	.08	-.08
	8	.21	.63	.42		13	.13	.50	.38
	9	.17	.54	.38		14	.13	.33	.21

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
5	15	.13	.29	.17	7	1	.42	1.00	.58
	16	.21	.42	.21		2	.25	.96	.71
	17*	.25	.04	-.21		3*	.13	.33	.21
	18	.21	.38	.17		4	.17	.92	.75
6	1	.13	.96	.83		5	.08	.96	.88
	2	.25	.88	.63		6	.25	1.00	.75
	3*	.04	.71	.67		7	.13	.96	.83
	4	.17	.96	.79		8*	.13	.79	.67
	5*	.21	.58	.37		9*	.29	.33	.04
	6*	.21	.63	.42		10*	.13	.50	.37
	7	.17	.46	.29		11*	.17	.29	.13
	8	.17	.79	.63		12*	.13	.67	.54
	9*	.17	.46	.29		13*	.21	.88	.67
	10*	.17	.75	.58		14*	.13	.08	-.04
	11*	.08	.58	.50	8	1	.17	.96	.79
	12*	.21	.92	.71		2*	.38	.88	.50
	13*	.29	.92	.63		3	.25	.88	.63
						4	.42	.75	.33
						5*	.38	.50	.12

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน		
8	6	.25	.71	.46	9	14	.25	.58	.33	
	7	.17	.92	.75						
	8	.17	.92	.75		10	1	.00	.96	.96
	9	.04	.92	.88			2	.00	.96	.96
	10	.29	.92	.63			3	.25	.96	.71
	11	.21	.88	.67			4	.13	.92	.78
	12	.38	.83	.46			5	.25	.96	.71
9	1*	.25	.79	.54	6	.17	.96	.79		
	2	.21	.79	.58	7	.21	1.00	.79		
	3*	.29	.75	.46	8	.21	1.00	.79		
	4	.13	.75	.62	9	.29	1.00	.71		
	5*	.21	.75	.54	10	.33	1.00	.67		
	6	.17	.58	.42	11	.29	.92	.63		
	7	.21	.63	.42	12	.21	1.00	.79		
	8*	.17	.54	.38	11	1	.25	.75	.50	
	9*	.25	.58	.33		2	.17	.63	.46	
	10	.17	.54	.38		3	.17	.58	.41	
	11	.17	.50	.33		4	.25	.58	.33	
	12	.13	.50	.37		5	.17	.33	.16	
	13	.29	.54	.25						

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
11	6	.21	.75	.54	11	10*	.42	.63	.21
	7*	.29	.58	.29		11*	.46	.50	.04
	8*	.29	.67	.38		12*	.38	.63	.25
	9	.25	.71	.46					

* ข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .56 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .08 - .98 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .04 - .60 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 3 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 11 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .79 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .00 - 1.00 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.38 - .54 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 4 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 10 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .08 - .33 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .29 - .98 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .09 - .88 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 13 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .50 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .25 - .83 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 - .71 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 6 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 6 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .25 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .04 - .71 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.21 - .54 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 15 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 3 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 13 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .29

ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .46 - .96 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .29 - .03 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 5 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 0 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .00 - .42 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .00 - 1.00 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.04 - .01 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 6 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 0 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 8 จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .42 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .50 - .96 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .12 - .00 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 10 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 2 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 9 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .29 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .50 - .79 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .25 - .62 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 9 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 10 จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .00 - .29 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .92 - 1.00 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .63 - .90 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 12 ข้อ ไม่มีข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข และแบบทดสอบฉบับที่ 11 จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .17 - .46 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .33 - .75 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .04 - .54 มีจำนวนข้อที่ใช้ได้ 7 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข 5 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 2

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไขและเรียงอันดับข้อของข้อสอบใหม่ตามค่าความยากทั้งสอนจากมากไปน้อย จากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวนทั้ง 11 ฉบับไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 33 คน แล้วนำคะแนนผลการสอนมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ ได้ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ

ทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
1	1	.42	.94	.52	2	5	.15	.55	.39
	2	.24	.85	.61		6	.27	.61	.33
	3	.27	.85	.58		7*	.18	.33	.15
	4	.24	.73	.49		8*	.58	.73	.15
	5	.21	.61	.39		9*	.70	.82	.12
	6*	.12	.39	.27		10	.15	.42	.27
	7*	.18	.30	.12		11	.73	.91	.18
	8*	.67	.76	.09		12	.61	.85	.24
	9	.18	.54	.36		13	.21	.48	.27
	10	.15	.39	.24		14	.24	.48	.24
	11	.18	.51	.33					
	12	.18	.45	.27	3	1	.24	.85	.61
	13	.15	.51	.36		2	.30	.85	.55
	14*	.24	.48	.24		3	.21	.73	.52
2	1*	.85	.94	.09		4	.30	.76	.45
	2	.39	.79	.39		5	.21	.58	.36
	3	.58	.76	.18		6*	.18	.39	.21
	4	.09	.58	.48		7	.15	.67	.52
						8	.24	.52	.27

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
3	9	.21	.79	.58	4	10*	.18	.76	.58
	10	.15	.82	.67		11	.24	.82	.58
	11*	.21	.30	.09		12	.12	.82	.70
	12	.12	.42	.30		13	.21	.82	.61
	13	.24	.85	.61		14*	.36	.85	.48
	14	.03	.82	.79	5	1	.24	.42	.18
	15	.12	.76	.64		2	.30	.67	.36
	16*	.15	.76	.61		3	.06	.36	.30
	17	.12	.76	.64		4*	.18	.36	.18
	18	.15	.82	.67		5	.18	.39	.21
4	1	.33	.91	.58		6	.21	.48	.27
	2	.09	.61	.52		7	.06	.12	.06
	3*	.36	.67	.30		8*	.24	.21	-.03
	4*	.30	.67	.36		9	.15	.24	.09
	5	.24	.61	.36		10	.21	.33	.12
	6	.15	.61	.45		11	.15	.36	.21
	7	.09	.70	.61		12	.09	.36	.27
	8	.09	.82	.73		13	.21	.36	.15
	9	.18	.76	.58		14	.12	.30	.18

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
5	15*	.24	.27	.03	7	2	.27	.73	.45
	16	.15	.39	.24		3	.21	.70	.48
	17	.15	.36	.21		4*	.21	.48	.27
	18	.21	.39	.18		5	.18	.64	.45
6						6*	.39	.64	.24
	1	.18	.88	.70		7	.21	.61	.39
	2	.21	.88	.67		8	.15	.48	.33
	3*	.36	.79	.42		9	.36	.48	.12
	4	.21	.82	.61		10	.12	.36	.24
	5	.18	.76	.58		11	.21	.42	.21
	6	.27	.73	.45		12	.21	.30	.09
	7*	.18	.76	.58		13*	.12	.09	-.03
	8	.09	.79	.70		14*	.18	.24	.06
	9	.06	.73	.67	8	1	.21	.70	.49
	10*	.33	.85	.52		2	.36	.61	.24
	11	.03	.67	.64		3	.33	.61	.27
	12	.03	.88	.85		4	.30	.58	.27
	13	.24	.88	.64		5	.15	.55	.39
						6*	.27	.55	.27
7	1	.42	.73	.30					

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
8	7	.09	.73	.64	9	14	.12	.82	.70
	8	.36	.82	.45	10	1	.42	.85	.42
	9	.21	.70	.49		2	.09	.76	.67
	10	.36	.73	.37		3*	.30	.64	.34
	11	.18	.67	.49		4	.27	.70	.42
	12*	.33	.61	.27		5	.12	.61	.49
9	1	.09	.88	.79		6	.15	.70	.55
	2*	.18	.73	.55		7	.18	.67	.49
	3	.06	.88	.82		8	.18	.70	.52
	4	.09	.88	.79		9	.27	.73	.46
	5	.15	.79	.64		10	.24	.79	.55
	6	.21	.85	.64		11	.18	.73	.55
	7*	.18	.76	.58		12*	.30	.58	.27
	8	.18	.85	.67	11	1	.30	.85	.55
	9*	.27	.67	.40		2	.21	.85	.64
	10	.21	.79	.58		3*	.30	.55	.25
	11	.27	.85	.58		4	.30	.79	.49
	12*	.27	.70	.43		5	.09	.67	.58
	13	.06	.79	.73		6	.21	.73	.52

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
11	7	.39	.73	.33	11	10	.24	.70	.40
	8	.12	.61	.49		11	.21	.64	.43
	9	.12	.70	.58		12*	.30	.45	.15

* ข้อที่คัดออก

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .12 - .67 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .30 - .94 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .09 - .61 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 4 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .09 - .85 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .33 - .94 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .09 - .40 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 4 ข้อ/แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .03 - .90 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .30 - .85 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 - .79 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 15 ข้อ และคัดออก 3 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .09 - .36 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .61 - .91 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .30 - .70 คัดข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 4 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .06 - .30 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .12 - .67 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.03 - .36 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 15 ข้อ และคัดออก 3 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 13 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .03 - .36 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .67 - .89 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .42 - .65 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 3 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่

.12 - .42 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .09 - .73 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.03 - .46
 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 4 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 8 จำนวน 12 ข้อ
 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .09 - .36 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .55 - .82
 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .24 - .64 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 2 ข้อ
 แบบทดสอบฉบับที่ 9 จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .06 - .27 ค่าความ
 ยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .67 - .88 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .40 - .79 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้
 ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 4 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 10 จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอน
 ตั้งแต่ .09 - .42 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .50 - .85 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .27 - .67
 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 2 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 11 จำนวน 12 ข้อ
 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .12 - .38 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .45 - .85
 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .15 - .84 คัดข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ไว้ 10 ข้อ และคัดออก 2 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3

ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบจากแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2 โดย
 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 ขึ้นไป แล้วเรียงอันดับข้อของข้อสอบในแบบทดสอบ
 แต่ละฉบับใหม่ตามค่าความยากง่ายหลังสอนจากมากไปน้อย แบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 4, 6, 7,
 8, 9, 10 และ 11 คัดไว้ฉบับละ 10 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 และ 5 คัดไว้ฉบับละ 15 ข้อ
 แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน การทดสอบครั้งที่ 3 นี้เป็นการ
 ทดสอบครั้งสุดท้าย สำหรับทดลองเพื่อสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ
 เป็นรายข้อ การหาเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ การหาคุณภาพของแบบทดสอบ และการศึกษา
 เพื่อพิจารณาเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับที่สร้างขึ้น ซึ่งได้แสดงผลการวิเคราะห์
 ดังนี้

1. ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน ค่าดัชนี S ของข้อสอบ
 แต่ละข้อ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย และค่าความยากง่ายมาตรฐาน ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ โดยหาค่าความยากง่าย
ก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบแต่ละฉบับ
ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ

ทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
1	1	.53	.99	.46	2	5	.13	.50	.38
	2	.50	.95	.45		6	.25	.71	.46
	3	.43	.94	.51		7	.26	.58	.31
	4	.41	.74	.33		8	.29	.46	.18
	5	.28	.65	.38		9	.31	.48	.16
	6	.20	.56	.36		10	.29	.50	.21
	7	.13	.48	.35					
	8	.23	.63	.40	3	1	.25	.76	.51
	9	.23	.60	.38		2	.14	.74	.60
	10	.18	.53	.35		3	.29	.66	.38
2						4	.20	.64	.44
	1	.30	.58	.28		5	.14	.63	.49
	2	.31	.50	.19		6	.20	.65	.45
	3	.16	.54	.38		7	.20	.73	.53
	4	.20	.54	.34		8	.16	.56	.40

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี	
		ก่อนสอน	หลังสอน	S			ก่อนสอน	หลังสอน	S	
3	9	.16	.56	.40	5	2	.33	.63	.30	
	10	.19	.46	.28		3	.30	.63	.33	
	11	.15	.55	.40		4	.25	.66	.41	
	12	.10	.46	.36		5	.25	.74	.49	
	13	.28	.41	.14		6	.10	.46	.36	
	14	.23	.44	.21		7	.31	.51	.20	
	15	.16	.44	.28		8	.13	.56	.44	
4	1	.34	.76	.43		9	.23	.60	.38	
	2	.08	.55	.48		10	.24	.60	.36	
	3	.18	.48	.30		11	.20	.36	.16	
	4	.25	.43	.18		12	.20	.45	.25	
	5	.23	.40	.18		13	.30	.36	.06	
	6	.24	.63	.39		14	.18	.56	.38	
	7	.23	.61	.39		15	.28	.51	.24	
	8	.23	.65	.43		6	1	.23	.83	.60
	9	.26	.50	.24	2		.26	.76	.46	
	10	.16	.46	.30	3		.26	.70	.44	
5	1	.14	.73	.59			4	.28	.45	.18
							5	.26	.44	.16

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
6	6	.16	.73	.56	8	4	.29	.73	.44
	7	.24	.71	.48		5	.25	.73	.48
	8	.11	.28	.16		6	.25	.88	.59
	9	.10	.41	.31		7	.24	.84	.60
	10	.16	.30	.14		8	.29	.78	.49
7						9	.28	.66	.39
	1	.35	.70	.35		10	.20	.66	.46
	2	.30	.58	.28	9	1	.25	.81	.56
	3	.29	.44	.15		2	.24	.70	.46
	4	.21	.38	.16		3	.23	.68	.45
	5	.24	.30	.06		4	.33	.63	.30
	6	.19	.58	.39		5	.20	.55	.35
	7	.25	.44	.19		6	.18	.66	.49
	8	.31	.44	.13		7	.18	.58	.40
	9	.30	.46	.16		8	.28	.54	.26
	10	.29	.51	.23		9	.16	.38	.21
8						10	.16	.40	.24
	1	.33	.81	.49					
	2	.30	.80	.50					
	3	.23	.79	.56					

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S	ฉบับที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าดัชนี S
		ก่อนสอน	หลังสอน				ก่อนสอน	หลังสอน	
10	1	.28	.85	.58	11	1	.54	.93	.36
	2	.15	.83	.68		2	.44	.90	.46
	3	.20	.75	.55		3	.48	.85	.38
	4	.19	.69	.50		4	.30	.86	.56
	5	.19	.79	.60		5	.38	.86	.49
	6	.29	.93	.64		6	.54	.89	.35
	7	.30	.91	.61		7	.41	.93	.51
	8	.28	.89	.61		8	.38	.88	.50
	9	.30	.90	.60		9	.33	.84	.51
	10	.29	.90	.61		10	.45	.85	.40

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .53 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .40 - .99 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .33 - .51 แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .31 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .46 - .71 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .16 - .46 แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .14 - .28 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .41 - .76 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .14 - .60 แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 10 ข้อ มีความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .00 - .34 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .40 - .76 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .18 - .46 แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .33 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .38 - .74 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .08 - .50

แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .10 - .20 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .20 - .63 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .14 - .60 แบบทดสอบฉบับที่ 7 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .19 - .33 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .30 - .70 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 - .39 แบบทดสอบฉบับที่ 8 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .20 - .33 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .66 - .80 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .39 - .60 แบบทดสอบฉบับที่ 9 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .15 - .33 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .30 - .81 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .21 - .56 แบบทดสอบฉบับที่ 10 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .15 - .30 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .69 - .93 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .50 - .60 และแบบทดสอบฉบับที่ 11 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .30 - .54 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .64 - .93 ค่าดัชนี S ตั้งแต่ .35 - .51

จากค่าความยากง่ายหลังสอนของข้อสอบในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ผู้วิจัยได้หาค่าความยากง่ายเฉลี่ยและค่าความยากง่ายมาตรฐานของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ ดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย และค่าความยากง่ายมาตรฐานของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ
จากการทดสอบครั้งที่ 3

ฉบับที่	ค่าความยากง่ายเฉลี่ย	ค่าความยากง่ายมาตรฐาน
1	.7050	15.4000
2	.5375	16.3000
3	.5792	16.0080
4	.5463	16.2370
5	.5575	16.1250
6	.5600	16.1000
7	.4813	16.5870
8	.7663	15.0000
9	.5913	15.9870
10	.8425	14.5000
11	.8775	14.3000

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยตั้งแต่ .4813 - .8755 ค่าความยากง่ายมาตรฐาน 14.3000 - 16.5870 โดยที่แบบทดสอบฉบับที่ 11 มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยสูงที่สุด คือ .8775 และมีค่าความยากง่ายมาตรฐานต่ำที่สุด คือ 14.3000 แบบทดสอบฉบับที่ 7 มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ .4813 และมีค่าความยากง่ายมาตรฐานสูงที่สุด คือ 16.5870

2. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 3 ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ มาคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน อันได้แก่ ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการสอบ ทั้งก่อนสอนและหลังสอน ดังแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ฉบับที่	คะแนนเต็ม	ทดสอบก่อนสอน		ทดสอบหลังสอน	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	10	3.0875	1.5847	7.0500	2.0678
2	10	2.5000	1.6688	5.3750	2.2691
3	15	2.8125	1.3695	8.6875	2.8672
4	10	2.1750	1.3419	5.4625	2.3489
5	15	3.4125	1.6505	8.3625	2.3613
6	10	2.0875	1.3139	5.6000	2.2127
7	10	2.7250	1.1904	4.8125	2.2279
8	10	2.6750	1.5190	7.6625	2.3970
9	10	2.1875	1.4849	5.9125	1.9573
10	10	2.4500	1.7423	8.4250	1.6595
11	10	4.2250	1.8070	8.7750	1.8000

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังสอนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนสอนในแบบทดสอบทุกฉบับ แบบทดสอบฉบับที่มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนสอนตั้งแต่ 2.0675 - 4.2250 คะแนนเฉลี่ยหลังสอนตั้งแต่ 4.8125 - 8.7750 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนสอนตั้งแต่ 1.1904 - 1.8070 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังสอนตั้งแต่

1.6595 - 1.3970 แบบทดสอบฉบับที่มีคะแนนเต็ม 15 คะแนน คือ แบบทดสอบฉบับที่ 3 และ 5
มีคะแนนเฉลี่ยก่อนสอน 2.8125 และ 3.4125 คะแนนเฉลี่ยหลังสอน 0.6075 และ 0.3625
ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนสอน 1.3595 และ 1.6505 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังสอน
2.8672 และ 2.3613 ตามลำดับ

3. คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3
มาคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ 3 วิธี คือ วิธีการของเบส์ วิธีการของ
เบอร์ก และวิธีการของกลาสส์ โดยหาที่ละฉบับเปรียบเทียบกับทั้ง 3 วิธี

3.1 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1

ผู้วิจัยได้คำนวณหาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการ
ตัดสินใจทั้ง 3 วิธี คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎี

การตัดสินใจทั้ง 3 วิธีของแบบทดสอบฉบับที่ 1

คะแนน เกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก์		วิธีการของกลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซ็นต์	$\ell_{21} P[Z \geq Z_{O1} \text{Data}]$	$\ell_{12} P[Z < Z_{O1} \text{Data}]$	$P(FM) + P(FN)$	ϕ_{vc}	$f(C_x)$	$P_A + P_D$
3	30	.1120	.9290	-	-	-	-
4	40	.2850	.8575	.2313	.5709	-	-
5	50	.5054	.7473	.1812	.6401	.4545	.3125
6	60	.8036	.5982	.1500	.7144	.2903	.2250
7	70	1.1518	.4241	.1875	.6742	.3559	.2625
8	80	1.4376	.2512	.2625	.5581	.5385	.3500
9	90	1.7410	.1295	-	-	-	-
10	100	1.9508	.0746	-	-	-	-

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่น้อยที่สุดที่ทำให้ค่า $\ell_{21} P[Z \geq Z_{O1} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $\ell_{12} P[Z < Z_{O1} | \text{Data}]$ คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก์ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(FM) + P(FN)$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .1500 และ ϕ_{vc} มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .7144 และคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_x)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .2903 และ .2250 ตามลำดับ คือ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ เท่ากันทั้ง 3 วิธี

3.2 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 2

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 2 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง

3 วิธี คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 6 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ

ทั้ง 3 วิธีของแบบทดสอบฉบับที่ 2

คะแนน เกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก		วิธีการของกลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซ็นต์	$\lambda_{21} P[Z \geq Z_{O_i} \text{Data}]$	$\lambda_{12} P[Z < Z_{O_i} \text{Data}]$	$P(\text{FM}) + P(\text{FN})$	ϕ_{VC}	$f(C_X)$	$P_A + P_D$
0	0	.0021	.9991	-	-	-	-
1	10	.0133	.9941	-	-	-	-
2	20	.0464	.9794	.3750	.3290	-	-
3	30	.1238	.9450	.2687	.4870	-	-
4	40	.2752	.8777	.2438	.5128	-	-
5	50	.5308	.8641	.2250	.5644	.4286	.3000
6	60	.8701	.6133	.3000	.4545	.6667	.4000
7	70	1.2749	.4334	-	-	.7778	.4375
8	80	1.6706	.2575	-	-	1.1053	.5250
9	90	1.9847	.1179	-	-	-	-
10	100	2.1821	.0302	-	-	-	-

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของเบส์ซึ่งเป็นคะแนนน้อยที่สุดที่ทำให้ค่า $\lambda_{21} P[Z \geq Z_{O_i} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $\lambda_{12} P[Z < Z_{O_i} | \text{Data}]$ คือ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซ็นต์ คะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของเบอร์ก ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(\text{FM}) + P(\text{FN})$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .2250 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .5644 และคะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_X)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุด คือ .4286 และ .3000 ตามลำดับ คือ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน

3.3 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 3

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 3 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี

คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ

ทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 3

คะแนนเกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก		วิธีการของกลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซ็นต์	$l_{21} P[Z > Z_{O_i} \text{Data}]$	$l_{12} [Z < Z_{O_i} \text{Data}]$	$P(FM) + P(FN)$	ϕ_{vc}	$f(C_x)$	$P_A + P_D$
3	20	.0064	.9968	-	-	-	-
4	30	.0196	.9902	.1375	.7488	-	-
5	30	.0520	.9740	.0938	.8155	-	-
6	40	.1186	.9407	.0562	.8893	-	-
7	50	.2388	.8806	.1250	.7697	.5094	.3375
8	50	.4282	.7859	.2062	.6450	.5385	.3500
9	60	.6860	.6570	-	-	.5686	.3625
10	70	1.0008	.4996	-	-	.6667	.4000
11	70	1.3254	.3273	-	-	.9048	.4750
12	80	1.5890	.2055	-	-	.9048	.4750
13	90	1.8034	.0893	-	-	-	-
14	90	1.9424	.0288	-	-	-	-
15	100	1.9920	.0040	-	-	-	-

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนน้อยที่สุดที่ทำให้ค่า $\hat{\pi}_{21} P[Z \geq Z_{O1} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $\ell_{12} P[Z < Z_{O1} | \text{Data}]$ คือ 9 คะแนน หรือ 80 เปอร์เซนต์ คะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของเบอร์กซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(\text{FM}) + P(\text{FN})$ มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ .0562 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .6893 คือ 6 คะแนน หรือ 40 เปอร์เซนต์ และคะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_X)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .5094 และ .9375 ตามลำดับ คือ 7 คะแนน หรือ ประมาณ 50 เปอร์เซนต์

3.4 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ

ทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 4

คะแนน เกณฑ์		วิธีการของ เบส์		วิธีการของ เมอร์ก		วิธีการของ กลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซ็นต์	$l_{21} P[Z \geq Z_{O1} \text{Data}]$	$l_{12} P[Z < Z_{O1} \text{Data}]$	$P(FM) + P(FN)$	ϕ_{VC}	$f(C_x)$	$P_A + P_D$
0	0	.0000	1.0000	-	-	-	-
1	10	.0020	.9995	-	-	-	-
2	20	.0104	.9974	-	-	-	-
3	30	.0428	.9893	.2375	.5422	-	-
4	40	.1412	.9647	.2125	.5752	-	-
5	50	.3308	.9173	.2000	.6345	.5686	.3625
6	60	.7028	.8243	.2375	.5966	.6327	.3875
7	70	1.2968	.6758	.3313	.4505	.7391	.4250
8	80	1.9100	.5225	-	-	.9512	.4875
9	90	3.0856	.2586	-	-	-	-
10	100	3.7216	.0696	-	-	-	-

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนน้อยที่สุดที่ทำให้ค่า $l_{21} P[Z \geq Z_{O1} | \text{Data}]$ นานกว่าค่า $l_{12} P[Z < Z_{O1} | \text{Data}]$ คือ 7 คะแนน หรือ 70 เปอร์เซ็นต์ คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเมอร์ก ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(FM) + P(FN)$ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ .2000 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .6345 และคะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_x)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ .5686 และ .3625 ตามลำดับ คือ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน

3.5 คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 5

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 5 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี

คะแนน เกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 11

ตาราง 11 คะแนน เกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณหาคะแนน เกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ

ทั้ง 3 วิธีของแบบทดสอบฉบับที่ 5

คะแนน เกณฑ์		วิธีการของ เบส์		วิธีการของ เบอร์ก		วิธีการของ กลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซ็นต์	$\sum_{21} [Z \geq Z_{O1} Data]$	$\sum_{12} [Z < Z_{O1} Data]$	$P(FM) + P(FN)$	ϕ_{vc}	$f(C_x)$	$P_A + P_D$
3	20	.0335	.9866	-	-	-	-
4	30	.1036	.9741	.2625	.5484	-	-
5	30	.1195	.9522	.1188	.7727	-	-
6	40	.2178	.9129	.0937	.8127	-	-
7	50	.3363	.8623	.1687	.6781	.7778	.4375
8	50	.5430	.7828	.1625	.7137	.8605	.4625
9	60	.7980	.6808	-	-	.6667	.4000
10	70	.8398	.6641	-	-	.8605	.4625
11	70	1.4295	.4282	-	-	1.2222	.5500
12	80	1.7485	.3006	-	-	1.5806	.6125
13	90	2.0268	.1893	-	-	-	-
14	90	2.2446	.1021	-	-	-	-
15	100	2.4008	.0397	-	-	-	-

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนน้อยที่สุดที่ทำให้ค่า $_{21}P[Z \geq Z_{O1} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $_{12}P[Z < Z_{O1} | \text{Data}]$ คือ 9 คะแนนหรือ 60 เปอร์เซ็นต์ คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเมอร์ก ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(FM) + P(FN)$ มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ .0937 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ .8127 คือ 8 คะแนน หรือ 40 เปอร์เซ็นต์ และคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_X)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ .8667 และ .4000 ตามลำดับ คือ 9 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์

3.6 คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 6

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 6 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง

3 วิธี คะแนน เกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎี

การตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 6

คะแนน เกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก์		วิธีการของกลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซ็นต์	$l_{21}P[Z \geq Z_{O_i} \text{Data}]$	$l_{12}P[Z < Z_{O_i} \text{Data}]$	$P(FM) + P(FN)$	ϕ_{VC}	$f(C_x)$	$P_A + P_D$
1	10	.0040	.9989	-	-	-	-
2	20	.0161	.9956	.3312	.4270	-	-
3	30	.0506	.9862	.2485	.5981	-	-
4	40	.1335	.9636	.1750	.6502	-	-
5	50	.3047	.9169	.1688	.6916	.6667	.4000
6	60	.6153	.8322	.2687	.5388	.6327	.3875
7	70	1.0974	.7007	-	-	.7391	.4250
8	80	1.7552	.5213	-	-	1.2222	.5500
9	90	2.5150	.3141	-	-	-	-
10	100	3.2505	.1135	-	-	-	-

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่น้อยที่สุด ที่ทำให้ค่า $l_{21}P[Z \geq Z_{O_i} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $l_{12}P[Z < Z_{O_i} | \text{Data}]$ คือ 7 คะแนน หรือ 70 เปอร์เซ็นต์ คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(FM) + P(FN)$ มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ .1688 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ .6916 คือ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ และคะแนนเกณฑ์ ที่หาได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_x)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ .6327 และ .3875 ตามลำดับ คือ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซ็นต์

3.7 คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง

3 วิธี คะแนน เกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 13

ตาราง 13 คะแนน เกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาคะแนน เกณฑ์ โดยวิธีการใช้ทฤษฎี
การตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 7

คะแนน เกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก	วิธีการของกลาสส์		
คะแนน	เปอร์เซ็นต์	$\lambda_{21}P[Z \geq Z_{O1} \text{Data}]$	$\lambda_{12}P[Z < Z_{O1} \text{Data}]$	$P(FM) + P(FN)$	ϕ_{vc}	$f(C_x)$	$P_A + P_D$
1	10	.0072	.9982	-	-	-	-
2	20	.0288	.9928	.4625	.1327	-	-
3	30	.0928	.9768	.3562	.3086	-	-
4	40	.2356	.9411	.2937	.4200	-	-
5	50	.5084	.8729	.2750	.4910	.8605	.4625
6	60	.9556	.7611	.3188	.4479	.8182	.4500
7	70	1.5832	.6042	-	-	1.1053	.5250
8	80	2.3308	.4173	-	-	1.1053	.5250
9	90	3.0788	.2303	-	-	-	-

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่า คะแนน เกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนน้อยที่สุด
ที่ทำให้ค่า $\lambda_{21}P[Z \geq Z_{O1} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $\lambda_{12}P[Z < Z_{O1} | \text{Data}]$ คือ 6 คะแนน หรือ 60
เปอร์เซ็นต์ คะแนน เกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของเบอร์ก ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(FM) + P(FN)$ มีค่าต่ำสุด
เท่ากับ .2750 และ ϕ_{vc} สูงที่สุดเท่ากับ .4910 คือ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ และคะแนนที่ได้
โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_x)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ .8182 และ

.4500 ตามลำดับ คือ 0 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ เท่ากับคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์

3.8 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 8

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 8 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ

ทั้ง 3 วิธี คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 14

ตาราง 14 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้

ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 8

คะแนนเกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก		วิธีการของกลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซนต์	$_{21}P[Z \geq Z_{O1} \text{Data}]$	$_{12}P[Z < Z_{O1} \text{Data}]$	$P(FM) + P(FN)$	λ_{vc}	$f(C_x)$	$P_A + P_D$
0.	0	.0001	.9999	-	-	-	-
1	10	.0016	.9988	-	-	-	-
2	20	.0089	.9933	-	-	-	-
3	30	.0321	.9759	.2812	.5096	-	-
4	40	.0893	.9330	.1812	.6525	-	-
5	50	.2041	.8469	.1187	.7627	.5686	.3625
6	60	.3941	.7044	.1187	.7729	.5094	.3375
7	70	.6533	.5100	.1562	.7179	.4545	.3125
8	80	.9381	.2964	-	-	.4286	.3000
9	90	1.1741	.1172	-	-	-	-
10	100	1.3099	.0176	-	-	-	-

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่น้อยที่สุดที่ทำให้ค่า $l_{21}P[Z \geq Z_{oi} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $l_{12}P[Z < Z_{oi} | \text{Data}]$ คือ 7 คะแนน หรือ 70 เปอร์เซนต์ คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบอร์ก ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(\text{FM}) + P(\text{FN})$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .1187 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .7729 คือ 8 คะแนน หรือ 80 เปอร์เซนต์ และคะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_X)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .4286 และ .3000 ตามลำดับ คือ 8 คะแนน หรือ 80 เปอร์เซนต์

3.9 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 9

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 9 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ

ทั้ง 3 วิธี คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 15

ตาราง 15 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ โดยวิธีการใช้

ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 9

คะแนนเกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก		วิธีการของกลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซนต์	$l_{21}P[Z \geq Z_{oi} \text{Data}]$	$l_{12}P[Z < Z_{oi} \text{Data}]$	$P(\text{FM}) + P(\text{FN})$	ϕ_{VC}	$f(C_X)$	$P_A + P_D$
2	20	.0898	.9642	.3500	.4201	-	-
3	30	.1743	.9251	.1937	.6508	-	-
4	40	.3240	.8609	.1500	.7035	-	-
5	50	.5460	.7600	.1938	.6305	.5909	.3250
6	60	.8414	.6391	.2437	.5782	.6527	.3875
7	70	1.1415	.5108	-	-	.70182	.4500
8	80	1.5601	.3314	-	-	1.1053	.5250
9	90	1.9907	.1804	-	-	-	-
10	100	2.1749	.0679	-	-	-	-

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่น้อยที่สุดที่ทำให้ค่า $\ell_{21}P[Z \geq Z_{oi} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $\ell_{12}P[Z < Z_{oi} | \text{Data}]$ คือ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(FM) + P(FN)$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .1500 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .7035 คือ 4 คะแนน หรือ 40 เปอร์เซนต์ และคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_x)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .5909 และ .3250 ตามลำดับ คือ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซนต์

3.10 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 16

ตาราง 16 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 10

คะแนนเกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก์		วิธีการของกลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซนต์	$\ell_{21}P[Z \geq Z_{oi} \text{Data}]$	$\ell_{12}P[Z < Z_{oi} \text{Data}]$	$P(FM) + P(FN)$	ϕ_{VC}	$f(C_x)$	$P_A + P_D$
3	30	-	-	.1937	.6645	-	-
4	40	.0901	1.0909	.0937	.8273	-	-
5	50	.1633	1.0040	.0875	.8273	.5094	.3375
6	60	.2709	.8749	.0688	.8625	.4815	.3250
7	70	.4149	.7021	.0813	.8390	.4815	.3250
8	80	.5876	.4949	-	-	.4286	.3000
9	90	.7688	.2774	-	-	-	-
10	100	.9280	.0864	-	-	-	-

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนน้อยที่สุด ที่ทำให้ค่า $\ell_{21}P[Z \geq Z_{oi} | \text{Data}]$ มากกว่าค่า $\ell_{12}P[Z < Z_{oi} | \text{Data}]$ คือ 8 คะแนน หรือ 80 เปอร์เซนต์ คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(\text{FM}) + P(\text{FN})$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .0688 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .8825 คือ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ และคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_X)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .4286 และ .3000 ตามลำดับ คือ 8 คะแนน หรือ 80 เปอร์เซนต์ เท่ากับเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์

3.11 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 11

ผู้วิจัยได้คำนวณหาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 11 โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 17

ตาราง 17 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ ทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบฉบับที่ 11

คะแนนเกณฑ์		วิธีการของเบส์		วิธีการของเบอร์ก์		วิธีการของกลาสส์	
คะแนน	เปอร์เซนต์	$\ell_{21}P[Z \geq Z_{oi} \text{Data}]$	$\ell_{12}P[Z < Z_{oi} \text{Data}]$	$P(\text{FM}) + P(\text{FN})$	ϕ_{VC}	$f(C_X)$	$P_A + P_D$
3	30	.0652	.9348	-	-	-	-
4	40	.1216	.8784	-	-	-	-
5	50	.2090	.7910	.2312	.5659	.4545	.3125
6	60	.3326	.6674	.1375	.7286	.4815	.3250
7	70	.4903	.5097	.1062	.7877	.5094	.3375
8	80	.6677	.3323	.1000	.8023	.4286	.3000
9	90	.8356	.1644	.1563	.7124	-	-
10	100	.9588	.0412	-	-	-	-

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของเบส์ ซึ่งเป็นคะแนนน้อยที่สุดที่ทำให้ $_{21}P[Z \geq Z_{oi} | \text{Data}]$ มากกว่า $_{12}P[Z < Z_{oi} | \text{Data}]$ คะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของเบเธร์ก ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $P(FM) + P(FN)$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .1000 และ ϕ_{VC} มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .8020 และคะแนนเกณฑ์ที่ทำได้โดยวิธีการของกลาสส์ ซึ่งเป็นคะแนนที่ทำให้ $f(C_x)$ และ $P_A + P_D$ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ .4280 และ .3000 คือ 8 คะแนน หรือ 80 เปอร์เซนต์ เท่ากันทั้ง 3 วิธี

4. ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบ และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

4.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผู้วิจัยได้หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ โดยการนำจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาตัดสินว่า จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้นนั้นครอบคลุมและสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตรหรือไม่ โดยใช้วิธีการของโรวิเนลลี และ แสมเบิลตัน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา แสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชาของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	ลำดับที่จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
1	1	1.00
	2	1.00
2	1	1.00
	2	.80
3	1	.40

ตาราง 18 (ต่อ)

ฉบับที่	ลำดับที่จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
3	2	1.00
	3	.80
	4	1.00
4	1	1.00
	2	1.00
5	1	1.00
	2	0.80
	3	1.00
6	1	1.00
	2	1.00
	3	1.00
7	1	1.00
	2	1.00
8	1	1.00
	2	1.00
	3	0.80

ตาราง 18 (ต่อ)

ฉบับที่	ลำดับที่จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
9	1	1.00
	2	1.00
10	1	0.80
	2	1.00
11	1	1.00

ตาราง 18 แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชาส่วนมากมีค่าเกิน 0.5 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ยกเว้นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าเท่ากับ .40 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จึงได้ตัดออก ดังนั้น จึงเหลือเพียง 3 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม สำหรับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2 และ 3 ของแบบทดสอบฉบับที่ 6 และฉบับที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเห็นว่าควรบูรณาการกันเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกัน ดังนั้นแบบทดสอบฉบับที่ 6 และ ฉบับที่ 8 จึงเหลือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมฉบับละ 2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หลังจากการปรับปรุงแล้วจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นจึงมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจริง

4.2 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบในแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผู้วิจัยได้หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ โดยนำข้อสอบที่เขียนขึ้นพร้อมทั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาตัดสินว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริงหรือไม่ ตามวิธีการของโรวินेलลี และ แฮมเบิลตัน ค่าดัชนีความสอดคล้องแสดงไว้ในตาราง 19

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมของข้อสอบในแบบทดสอบ

ทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ฉบับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง
1	1	1	1.00	2	1	1	1.00
		2	1.00			2	1.00
		3	1.00			3	1.00
		4	1.00			4	1.00
		5	1.00			5	1.00
		6	1.00			6	1.00
		7	1.00			7	1.00
	2	8	1.00		2	8	1.00
		9	1.00			9	1.00
		10	1.00			10	1.00
		11	1.00			11	1.00
		12	1.00			12	1.00
		13	1.00			13	1.00
		14	1.00			14	1.00

ตาราง 19 (ต่อ)

ฉบับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ฉบับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง
3	1	1	1.00	4	1	1	1.00
		2	1.00			2	1.00
		3	1.00			3	1.00
		4	1.00			4	1.00
		5	1.00			5	.60
		6	1.00			6	.60
	2	7	1.00		2	7	.60
		8	1.00			8	1.00
		9	1.00			9	1.00
		10	1.00			10	1.00
		11	1.00			11	1.00
		12	1.00			12	1.00
	3	13	1.00			13	1.00
		14	1.00			14	1.00
		15	1.00				
		16	1.00	5	1	1	1.00
		17	1.00			2	1.00
		18	1.00			3	1.00

ตาราง 19 (ต่อ)

ฉบับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ฉบับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง
5	1	4	.60	6	1	1	1.00
		5	.60			2	1.00
		6	.60			3	1.00
	2	7	1.00			4	1.00
		8	1.00			5	1.00
		9	1.00			6	1.00
	3	10	1.00		2	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	1.00
		15	1.00			12	1.00
		16	1.00			13	1.00
		17	1.00				
		18	1.00				

ตาราง 19 (ต่อ)

ฉบับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ฉบับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง
7	1	1	1.00	8	1	4	1.00
		2	1.00			5	1.00
		3	1.00			6	1.00
		4	1.00		2	7	1.00
		5	1.00			8	1.00
		6	1.00			9	1.00
		7	1.00			10	1.00
	2	8	1.00			11	1.00
		9	1.00			12	1.00
		10	.80				
		11	1.00	9	1	1	1.00
		12	.80			2	1.00
		13	.80			3	1.00
		14	.80			4	1.00
						5	1.00
8	1	1	1.00			6	1.00
		2	1.00			7	1.00
		3	1.00		2	8	1.00

ตาราง 19 (ต่อ)

ลำดับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ลำดับที่	ลำดับที่ จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง
9	2	9	1.00	10	2	10	.80
		10	1.00			11	.80
		11	1.00			12	.80
		12	1.00				
		13	1.00	11	1	1	1.00
		14	1.00			2	1.00
10	1	1	1.00			3	1.00
		2	1.00			4	1.00
		3	1.00			5	1.00
		4	1.00			6	1.00
		5	1.00			7	1.00
		6	1.00			8	1.00
	2	7	1.00			9	1.00
		8	1.00			10	1.00
		9	1.00			11	1.00
						12	1.00

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้องสูงกว่า 0.5 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด ข้อสอบทุกข้อจึงมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจริง

4.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

จากคะแนนผลการสอบของการทดสอบครั้งที่ 3 ผู้วิจัยได้คำนวณค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ โดยใช้สูตรของการ์เวอร์ และใช้คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของเบส์ เบอร์ก และกลาสส์ ทั้ง 3 วิธี เพื่อใช้ในการคำนวณ ดังแสดงผลไว้ในตาราง 20

ตาราง 20 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	จำนวนข้อสอบ	คะแนน เกณฑ์			ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง		
		วิธีของ เบส์	วิธีของ เบอร์ก	วิธีของ กลาสส์	เกณฑ์ของ เบส์	เกณฑ์ของ เบอร์ก	เกณฑ์ของ กลาสส์
1	10	6	6	6	.8500	.8500	.8500
2	10	6	5	5	.7000	.7750	.7750
3	15	9	6	7	.7375	.9438	.8750
4	10	7	5	5	.6688	.8000	.8000
5	15	9	6	9	.7500	.9063	.7500
6	10	7	5	6	.6938	.8313	.7313
7	10	6	5	6	.6813	.7250	.6813
8	10	7	6	8	.8436	.8813	.8125
9	10	6	4	5	.7563	.8500	.8063
10	10	8	6	8	.8500	.9313	.8500
11	10	8	8	8	.9000	.9000	.9000

จากตาราง 20 แสดงให้เห็นว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ มีค่าอยู่ในช่วงต่าง ๆ ดังนี้ คือ เมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ที่คำนวณได้ตามวิธีการของเบส์ และ กลาสส์ มีค่า ตั้งแต่ .6183 - .9000 และเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ที่คำนวณได้ตามวิธีการของเบอร์รี่ มีค่าตั้งแต่ .7250 - .9000 ส่วนมากค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบจะสูงที่สุดเมื่อใช้เกณฑ์ตามวิธีการของ เบอร์รี่ และลดลงเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ตามวิธีการของกลาสส์ และ เบส์ ตามลำดับ

5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ โดยใช้สูตรของป็อปปแฮม และ ใช้คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของเบส์ เบอร์รี่ และกลาสส์ ทั้ง 3 วิธี ในการ คำนวณ ดังแสดงผลไว้ในตาราง 21

ตาราง 21 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	จำนวน ข้อสอบ	คะแนน เกณฑ์			ค่าความเชื่อมั่น		
		วิธีการของเบส์	วิธีการของ เบอร์รี่	วิธีการของกลาสส์	เกณฑ์ ของเบส์	เกณฑ์ ของเบอร์รี่	เกณฑ์ ของกลาสส์
1	10	6	5	6	.2613	.2613	.2613
2	10	6	5	5	.4332	.3343	.3343
3	15	9	6	7	.4470	.2123	.1395
4	10	7	5	5	.4018	.1610	.1610
5	15	9	6	9	.2505	.2162	.2585
6	10	7	5	6	.4470	.2592	.3827
7	10	6	5	6	.5035	.3092	.5035
8	10	7	6	6	.3672	.2576	.3510
9	10	6	4	5	.4699	.0330	.4523
10	10	8	6	6	.2399	.2267	.2399
11	10	8	8	8	.3025	.3125	.3025

จากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ มีค่าอยู่ในช่วงต่าง ๆ ดังนี้ คือ เมื่อใช้เกณฑ์ที่คำนวณได้โดยวิธีการของเบส์ มีค่าตั้งแต่ .2399 - .5035 เมื่อใช้เกณฑ์ที่คำนวณได้โดยวิธีการของเบอร์เก มีค่าตั้งแต่ .1610 - .5330 และเมื่อใช้เกณฑ์ที่คำนวณได้โดยวิธีการของกลาสส์ มีค่าตั้งแต่ .1395 - .5035 ส่วนมากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะสูงที่สุดเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ตามวิธีการของเบส์ และลดลงเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ตามวิธีการของกลาสส์ และ เบอร์เกตามลำดับ

6. การคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้คัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ โดยพิจารณาคัดเลือกเกณฑ์ที่คำนวณหาได้จากวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี คือ วิธีการของเบส์ วิธีการของเบอร์เก และวิธีการของกลาสส์ ว่าเกณฑ์ที่คำนวณหาได้โดยวิธีใดที่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างดีที่สุด จะใช้เกณฑ์นั้น เป็นเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ และผลการคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ แสดงไว้ในตาราง 22

ตาราง 22 ค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และผลการคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของ

แบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	คะแนนเกณฑ์			เกณฑ์ของ เบส		เกณฑ์ของ เบอร์ก		เกณฑ์ของ กลาสส์	
	วิธีการของ เบส	วิธีการของ เบอร์ก	วิธีการของ กลาสส์	ความเชื่อมั่น	ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง	ความเชื่อมั่น	ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง	ความเชื่อมั่น	ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง
1	6*	6*	6*	.2613	.8500	.2613	.8500	.2613	.8500
2	6	5*	5*	.4332	.7000	.3343	.7750	.3343	.7750
3	9	6*	7	.4470	.7375	.2123	.9438	.1395	.8750
4	7	5*	5*	.4018	.6688	.1610	.8000	.1610	.8000
5	9	6*	9	.2585	.7500	.2162	.9063	.2585	.7500
6	7	5	6*	.4470	.6938	.2592	.8313	.3827	.7313
7	6	5*	6	.5035	.6813	.3029	.7250	.5035	.6813
8	7*	6	8	.3672	.8436	.2576	.8813	.3510	.8125
9	6	4*	5	.4699	.7553	.5330	.8500	.4523	.8063
10	8	6*	8	.2399	.8500	.2287	.9313	.2399	.8500
11	8*	8*	8*	.3025	.9000	.3025	.9000	.3025	.9000

* คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

จากตาราง 22 แสดงให้เห็นว่า จากการเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ เมื่อใช้เกณฑ์ที่ได้จากวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ที่แตกต่างกัน แบบทดสอบฉบับที่ 1 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการหาเกณฑ์ทั้ง 3 วิธี มีค่าเท่ากัน ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นซึ่งมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ คือ 6 คะแนน ซึ่งให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ .8500 และ .2613

ตามลำดับ แบบทดสอบฉบับที่ 2 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์กและ กลาสส์ มีค่าเท่ากัน ซึ่งทำให้
ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าสูงสุด คือ .7750 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำที่สุด
คือ .3343 ส่วนคะแนนเกณฑ์ของเบส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าต่ำที่สุด คือ .7090
ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด คือ .4332 พิจารณาแล้วเห็นว่าไม่มีคะแนนเกณฑ์ใดที่เหมาะสม
ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงสุดแทน
ได้เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบเป็น 5 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก และกลาสส์ แบบทดสอบ
ฉบับที่ 3 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าสูงสุด คือ .9438 ในขณะที่
ทำให้ค่าความเชื่อมั่นสูงเป็นอันดับ 2 คือ .2123 คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรง
เชิงโครงสร้างสูงเป็นอันดับ 2 คือ .8750 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำที่สุด คือ .1395 และ
คะแนนเกณฑ์ของเบส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำที่สุด คือ .7375 ในขณะที่ทำให้
ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด คือ .4470 พิจารณาแล้วเห็นว่า เกณฑ์ของเบอร์กเป็นเกณฑ์ที่ให้ค่าความเที่ยงตรง
เชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ดีที่สุด ดังนั้น เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ คือ
6 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 4 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากัน ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรง
เชิงโครงสร้างมีค่าสูงสุด คือ .8000 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำที่สุด คือ .1610 ส่วนคะแนนเกณฑ์
ของเบส์ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำที่สุด คือ .6000 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นสูงที่สุด คือ
.4018 พิจารณาแล้วเห็นว่าไม่มีคะแนนเกณฑ์ใดที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้
ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงสุดแทน ได้เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบเป็น
5 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก และ กลาสส์ แบบทดสอบฉบับที่ 5 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก ทำให้
ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงที่สุด คือ .9063 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำที่สุด คือ .2162
ส่วนคะแนนเกณฑ์ของเบส์ และ กลาสส์ มีค่าเท่ากัน ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำที่สุด
คือ .7500 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด คือ .2585 พิจารณาแล้วเห็นว่าไม่มีคะแนนเกณฑ์ใด
ที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ
ที่มีค่าสูงสุดแทน ได้เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบเป็น 6 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก
แบบทดสอบฉบับที่ 6 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงที่สุด คือ .8313
ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำที่สุด คือ .2592 คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรง

เชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นสูงเป็นอันดับ 2 คือ .7313 และ .3827 และคะแนนเกณฑ์ของเบส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าต่ำที่สุด คือ .0930 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด คือ .4470 พิจารณาแล้วเห็นว่าเกณฑ์ของกลาสส์ เป็นเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นดีที่สุด ดังนั้น เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ คือ 6 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 7 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าสูงสุด คือ .7250 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำที่สุด คือ .3029 ส่วนคะแนนเกณฑ์ของเบส์ และ กลาสส์ มีค่าเท่ากัน ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำที่สุด คือ .0103 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด คือ .5035 พิจารณาแล้วเห็นว่าไม่มีคะแนนเกณฑ์ใดเหมาะสมกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงสุดแทน ได้เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบเป็น 5 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก แบบทดสอบฉบับที่ 8 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าสูงสุด คือ .0813 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำที่สุด คือ .2576 คะแนนเกณฑ์ของเบส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าสูงเป็นอันดับ 2 คือ .0430 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด คือ .3672 และคะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าต่ำที่สุด คือ .0125 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงเป็นอันดับ 2 คือ .3510 พิจารณาแล้วเห็นว่าเกณฑ์ของเบส์ เป็นเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดีที่สุด ดังนั้น เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ คือ 7 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 9 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด คือ .0500 และ .5330 คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงเป็นอันดับ 2 คือ .0003 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำที่สุด คือ .4523 และคะแนนเกณฑ์ของเบส์ ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำที่สุด คือ .7503 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นสูงเป็นอันดับ 2 คือ .4699 พิจารณาแล้วเห็นว่า คะแนนเกณฑ์ของเบอร์กเป็นเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดีที่สุด ดังนั้น เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ คือ 4 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 10 คะแนนเกณฑ์ของเบอร์กทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าสูงสุด คือ .9313 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำสุด คือ .2207 คะแนนเกณฑ์ของเบส์ และ กลาสส์ มีค่าเท่ากัน ทำให้ค่าความเที่ยงตรง

เชิงโครงสร้างมีค่าต่ำที่สุด คือ .8500 ในขณะที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด คือ .2399
 พิจารณาแล้วเห็นว่า ไม่มีคะแนนเกณฑ์ใดที่เหมาะสมกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้
 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงสุดแทน ได้เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ
 เป็น 6 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก แบบทดสอบฉบับที่ 11 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการ
 ทั้ง 3 วิธี มีค่าเท่ากัน ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นจึงมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง
 ดังนั้น เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ คือ 6 คะแนน ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง
 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .9000 และ .9025 ตามลำดับ

เกณฑ์ที่เหมาะสมและคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่น
 ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ ผู้วิจัยได้สรุปและแสดงผลไว้ในตาราง 23

ตาราง 23 เกณฑ์ที่เหมาะสมและคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และ
 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	จำนวน ข้อสอบ	คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสม			คุณภาพของแบบทดสอบ	
		วิธีหาเกณฑ์ ที่เหมาะสม	คะแนนเกณฑ์	เปอร์เซ็นต์	ความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง	ค่าความ เชื่อมั่น
1	10	ทุกวิธีตรงกัน	6	60	.8500	.2613
2	10	เบอร์กและกลาสส์	5	50	.7750	.3343
3	15	เบอร์ก	6	40	.9438	.2123
4	10	เบอร์กและกลาสส์	5	50	.8000	.1610
5	15	เบอร์ก	6	40	.9063	.2162
6	10	กลาสส์	6	60	.7313	.3827

ตาราง 23 (ต่อ)

ฉบับที่	จำนวน ข้อสอบ	คะแนน เกณฑ์ที่เหมาะสม			คุณภาพของแบบทดสอบ	
		วิธีหา เกณฑ์ ที่เหมาะสม	คะแนน เกณฑ์	เปอร์เซ็นต์	ความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง	ค่าความ เชื่อมั่น
7	10	เบอร์ก	5	50	.7250	.3029
8	10	เบส์	7	70	.8436	.3672
9	10	เบอร์ก	4	40	.8500	.5330
10	10	เบอร์ก	6	60	.9313	.2287
11	10	ทุกวิธีตรงกัน	8	80	.9000	.3025

จากตาราง 23 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ นั้น แบบทดสอบฉบับที่ 1 และ 11 วิธีหาคะแนนเกณฑ์ทั้ง 3 วิธีให้ค่าค่าคะแนนเกณฑ์ตรงกัน ได้เกณฑ์ที่เหมาะสม เป็น 6 และ 8 คะแนน หรือ 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แบบทดสอบฉบับที่ 2 และ 4 วิธีหาคะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก และ กลาสส์ เป็นวิธีที่ทำให้ได้เกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 2 ฉบับ แบบทดสอบฉบับที่ 3, 5, 7, 9 และ 10 วิธีการหาคะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก เป็นวิธีที่ทำให้ได้เกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 6, 6, 5, 4 และ 8 คะแนน หรือ เท่ากับ 40, 40 50, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แบบทดสอบฉบับที่ 6 วิธีหาคะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ เป็นวิธีที่ทำให้ได้เกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซ็นต์ และแบบทดสอบฉบับที่ 8 วิธีการหาคะแนนเกณฑ์ของ เบส์ เป็นวิธีที่ทำให้ได้เกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 7 คะแนน หรือ 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนด้านคุณภาพของแบบทดสอบนั้น ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ .7313 - .9436 แบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงที่สุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 3 แบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำที่สุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 8 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ .1610 - .5330 แบบทดสอบฉบับที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงที่สุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 9 แบบทดสอบฉบับที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 4

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อพิจารณาหาเกณฑ์สำหรับใช้ตีความหมายของคะแนน สำหรับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น
3. เพื่อพิจารณาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชา ค. 012 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 137 คน ซึ่งสุ่มมาจากประชากร 408 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และมีหน่วยของการสุ่ม เป็นห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย จำนวน 11 ฉบับ ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง การหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และมีรัศมียาว r หน่วย

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง การหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง ความยาวของรัศมี และการเขียนกราฟของกราฟวงกลม เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการ ของกราฟวงกลมมาให้

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง การใช้ความรู้เรื่องสมการมาใช้ในการหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟวงกลม กราฟวงกลมกับกราฟเส้นตรง จุดผ่านของเส้นรอบวงของกราฟวงกลม และการหาสมการเส้นสัมผัสวงกลม

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k)

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)

แบบทดสอบฉบับที่ 8 เรื่อง ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$

แบบทดสอบฉบับที่ 9 เรื่อง ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k)

แบบทดสอบฉบับที่ 10 เรื่อง ไฮเพอร์โบลามุมฉาก

แบบทดสอบฉบับที่ 11 เรื่อง การพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์ หรือสมการที่กำหนดให้

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบ 3 ครั้ง แต่ละครั้งไม่ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเดิม ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายก่อนและหลังสอน และค่าดัชนี S ของข้อสอบแต่ละข้อ แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อที่ไม่สอดคล้องตามเกณฑ์

การทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 33 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายก่อนและหลังสอน และค่าดัชนี S ของข้อสอบแต่ละข้อ แล้วปรับปรุงแก้ไขและคัดเลือกข้อสอบที่สอดคล้องตามเกณฑ์ไว้ฉบับละ 10 ข้อ สำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 3 และ 5 คัดเลือกไว้ฉบับละ 15 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับเด็กเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบและการศึกษาค้นคว้า

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ
- ทั้ง 11 ฉบับของการทดสอบครั้งที่ 1
2. หาค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ
- ทั้ง 11 ฉบับของการทดสอบครั้งที่ 2
3. หาค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ
- ทั้ง 11 ฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 3
4. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3
 5. หาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ฉบับละ 3 วิธี จากการทดสอบครั้งที่ 3
 6. หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบ และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
 7. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
 8. การคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ
- ทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1
- แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .58 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .00 - .96 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .04 - .50

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .79 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .00 - 1.00 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.39 - .54

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .08 - .33 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .29 - .96 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .09 - .88

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .50 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .25 - .83 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 - .71

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .25 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .04 - .71 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.21 - .54

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .29 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .46 - .96 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .29 - .83

แบบทดสอบฉบับที่ 7 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .08 - .42 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .08 - 1.00 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.04 - .88

แบบทดสอบฉบับที่ 8 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .04 - .42 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .50 - .96 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .12 - .00

แบบทดสอบฉบับที่ 9 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .29 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .50 - .79 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .25 - .62

แบบทดสอบฉบับที่ 10 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .00 - .29 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .92 - 1.00 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .83 - .98

แบบทดสอบฉบับที่ 11 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .17 - .46 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .33 - .75 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 - .60

2. ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ

ทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2

แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .12 - .27 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .30 - .94 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .09 - .81

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .09 - .95 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .33 - .94 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .09 - .48

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .03 - .30 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .30 - .85 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .09 - .79

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .09 - .36 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .61 - .91 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .30 - .70

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .06 - .30 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .12 - .97 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.03 - .36

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .03 - .36 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .67 - .98 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .42 - .85

แบบทดสอบฉบับที่ 7 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .12 - .42 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .09 - .79 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.03 - .48

แบบทดสอบฉบับที่ 8 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .09 - .36 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .55 - .82 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .24 - .64

แบบทดสอบฉบับที่ 9 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .06 - .27 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .87 - .98 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .40 - .79

แบบทดสอบฉบับที่ 10 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .09 - .42 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .58 - .85 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .27 - .67

แบบทดสอบฉบับที่ 11 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .12 - .39 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .45 - .85 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .15 - .64

3. ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของแบบทดสอบ

ทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .53 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .46 - .99 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .33 - .51

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .31 ค่าความยากง่าย
หลังสอนมีค่าตั้งแต่ .46 - .71 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .16 - .48

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .14 - .29 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .41 - .76 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .14 - .60

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .08 - .34 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .40 - .78 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .10 - .48

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .13 - .33 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .36 - .74 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .08 - .59

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .10 - .28 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .28 - .63 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .14 - .60

แบบทดสอบฉบับที่ 7 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .19 - .35 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .30 - .70 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .08 - .39

แบบทดสอบฉบับที่ 8 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .20 - .33 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .68 - .88 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .39 - .60

แบบทดสอบฉบับที่ 9 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .16 - .33 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .38 - .81 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .21 - .56

แบบทดสอบฉบับที่ 10 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .15 - .30 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .69 - .93 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .50 - .68

แบบทดสอบฉบับที่ 11 มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .30 - .54 ค่าความยากง่าย
หลังสอนตั้งแต่ .84 - .93 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .35 - .51

ค่าความยากง่ายเฉลี่ยและค่าความยากง่ายมาตรฐานของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ มีค่าตั้งแต่
.4813 - .8755 และ 14.3000 - 16.6870 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 9 คะแนนผลการสอบก่อนสอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.1875 และ 1.4848 ตามลำดับ และคะแนนผลการสอบหลังสอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.9125 และ 1.9573 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 10 คะแนนผลการสอบก่อนสอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.4500 และ 1.7429 ตามลำดับ และคะแนนผลการสอบหลังสอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.4250 และ 1.6595 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 11 คะแนนผลการสอบก่อนสอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.2250 และ 1.8070 ตามลำดับ และคะแนนผลการสอบหลังสอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.7750 และ 1.8000 ตามลำดับ

5. คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับที่หาได้จากวิธีการหาเกณฑ์ทั้ง 3 วิธี จากการทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบฉบับที่ 1 คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์เท่ากันทั้ง 3 วิธี

แบบทดสอบฉบับที่ 2 คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์มีค่าเท่ากับ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ คะแนนที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซนต์ เท่ากัน

แบบทดสอบฉบับที่ 3 คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 9, 8 และ 7 คะแนน หรือ 60, 40 และ 50 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์มีค่าเท่ากับ 7 คะแนน หรือ 70 เปอร์เซนต์ คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซนต์ เท่ากัน

แบบทดสอบฉบับที่ 5 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 9 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ เท่ากัน คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบอร์กเท่ากับ 6 คะแนน หรือ 40 เปอร์เซนต์

แบบทดสอบฉบับที่ 6 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 7, 5 และ 6 คะแนน หรือ 70, 50 และ 60 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 7 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ เท่ากัน คะแนนที่ได้โดยวิธีการของเบอร์ก เท่ากับ 5 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซนต์

แบบทดสอบฉบับที่ 8 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 7, 5 และ 4 คะแนน หรือ 70, 50 และ 40 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 9 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 6, 4 และ 5 คะแนน หรือ 60, 40 และ 50 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 10 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 8 คะแนน หรือ 80 เปอร์เซนต์ เท่ากัน คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของ เบอร์กเท่ากับ 6 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์

แบบทดสอบฉบับที่ 11 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากับ 8 คะแนน หรือ 80 เปอร์เซนต์ เท่ากันทั้ง 3 วิธี

6. ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

6.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเป็นผู้ตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยใช้วิธีการของไรวิเนลล์ และ แฮมเบิลตัน ปรากฏว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมส่วนมากมีค่าสูงกว่า 0.5 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ยกเว้นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 3 ดังนั้นแบบทดสอบฉบับที่ 3 จึงเหลือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเพียง 3 จุดมุ่งหมาย สำหรับในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ 2

และ 3 ในแบบทดสอบฉบับที่ 6 และ ฉบับที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชามีความเห็นว่าควรรวบรวมเป็น
จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกัน ดังนั้นแบบทดสอบฉบับที่ 6 และ 7 จึงเหลือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
เพียงฉบับละ 2 จุดมุ่งหมาย หลังจากการปรับปรุงแล้ว แสดงว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมทุกข้อมี
ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจริง

6.2 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบ ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเป็นผู้ตัดสิน
ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาวิชาของข้อสอบตามวิธีการของ ไรว์เนลล์ และ แซมเบิลตัน ผลการตัดสิน
ปรากฏว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าสูงกว่า 0.5 ทุกข้อ
ซึ่งตรงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าข้อสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจริง

6.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 3 คำนวณ
ได้โดยใช้สูตรของ คาร์เวอร์ และใช้คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของ เบส์ เบอร์ก และ กลาสส์
ในการคำนวณ ผลปรากฏว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ มีค่าอยู่ในช่วง
ต่าง ๆ ดังนี้ เมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบส์ และ กลาสส์ มีค่าตั้งแต่ .6103 - .9000 และเมื่อใช้
คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก มีค่าตั้งแต่ .7250 - .9000 ส่วนมากค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของ
แบบทดสอบจะสูงที่สุดเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก และลดลงเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ และ เบส์
ตามลำดับ

7. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 3 คำนวณได้โดยใช้สูตรของ
บ๊อปแฮม และใช้คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ ในการคำนวณ ผลปรากฏว่า
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับมีค่าอยู่ในช่วงต่าง ๆ ดังนี้ เมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบส์
มีค่าตั้งแต่ .2399 - .5035 เมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก มีค่าตั้งแต่ .1610 - .5330 และเมื่อ
ใช้คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ มีค่าตั้งแต่ .1395 - .5035 ส่วนมากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
จะสูงที่สุดเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบส์ และจะมีค่าลดลงเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ และ เบอร์ก
ตามลำดับ

๑. การคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ การคัดเลือกคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับใช้วิธีการพิจารณาว่า คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการใดจะทำให้คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างดีที่สุด จะใช้คะแนนเกณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับนั้น ๆ ผลปรากฏดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ มีค่าเท่ากัน ดังนั้นเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 6 ใน 10 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .8500 และ .2613 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 ไม่มีคะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีใดที่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบดีที่สุดตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงที่สุดแทนได้เกณฑ์ที่เหมาะสมเป็น 5 ใน 10 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซนต์ ตรงกับคะแนนเกณฑ์ของเบอร์กและ กลาสส์ ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .7750 และ .3343 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ คะแนนเกณฑ์ของเบอร์กเกณฑ์ที่เหมาะสมคือ 6 ใน 15 คะแนน หรือ 40 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .9438 และ .2123 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 ไม่มีคะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีใดที่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบดีที่สุดตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงที่สุดแทนได้เกณฑ์ที่เหมาะสมเป็น 5 ใน 10 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซนต์ ตรงกับคะแนนเกณฑ์ของเบอร์กและ กลาสส์ ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .8000 และ .1610 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 ไม่มีคะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีใดที่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบดีที่สุดตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงที่สุดแทนได้เกณฑ์ของเบอร์กเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 6 ใน 15 คะแนน หรือ 40 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .9063 และ .2162 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ เกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 6 ใน 10 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .7313 และ .3827 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 7 ไม่มีคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีใดที่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบดีที่สุด ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงที่สุดแทน ได้เกณฑ์ของเบอร์เกอร์เป็นเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 5 ใน 10 คะแนน หรือ 50 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .7250 และ .3029 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 8 คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ คะแนนเกณฑ์ของเบส์ เกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 7 ใน 10 คะแนน หรือ 70 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .8436 และ .3672 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 9 คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ คะแนนเกณฑ์ของเบอร์เกอร์ เกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 4 ใน 10 คะแนน หรือ 40 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .8500 และ .5330 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 10 ไม่มีคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีใดที่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบดีที่สุด ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีค่าสูงที่สุดแทน ได้เกณฑ์ของเบอร์เกอร์เป็นเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 6 ใน 10 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .9313 และ .2237 ตามลำดับ

แบบทดสอบฉบับที่ 11 คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ เบอร์เกอร์ และ กลาสส์ มีค่าเท่ากัน ดังนั้นเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 6 ใน 10 คะแนน หรือ 60 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .9000 และ .3025 ตามลำดับ

จากการพิจารณาวิธีการหาเกณฑ์โดยใช้กฎการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ โดยพิจารณาว่าเกณฑ์ใดทำให้คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่น ดีที่สุด เป็นเกณฑ์ วิธีการของเบส์ได้เกณฑ์ที่เหมาะสมในแบบทดสอบฉบับที่ 1, 8 และ 11 วิธีการของเบอร์เกอร์ ให้เกณฑ์ที่เหมาะสมในแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10 และ 11 และวิธีการของกลาสส์ได้เกณฑ์ ที่เหมาะสมในแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 4, 6 และ 11

คุณภาพของแบบทดสอบเมื่อคำนวณโดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสม สรุปได้ดังนี้

ความเที่ยงตรง: ซึ่งโครงสร้างของแบบทดสอบฉบับที่ 1 - 11 ซึ่งคำนวณได้โดยใช้สูตรของ คาร์ลเวอร์ มีค่าเท่ากับ .8500, .7750, .9438, .8000, .9063, .7313, .7250, .8436, .6500, .9313 และ .9000 ตามลำดับ

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับที่ 1 - 11 ซึ่งคำนวณได้โดยใช้สูตรของ ปอปแนม มีค่าเท่ากับ .2613, .8343, .2123, .1810, .2162, .3827, .3029, .3672, .5330, .2207 และ .3025 ตามลำดับ

อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เรื่อง ภาคตัดกรวย และการพิจารณาหาเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ค่าความยากง่ายก่อนสอน ค่าความยากง่ายหลังสอน และค่าดัชนี S ของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า ค่าความยากง่ายก่อนสอนมีค่าตั้งแต่ .00 - .79 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .00 - 1.00 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.38 - .96 จากผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ค่าความยากง่ายหลังสอนของข้อสอบส่วนมากมีค่าสูงกว่าค่าความยากง่ายก่อนสอน เพราะภายหลังการสอนนักเรียนมีความรู้ใน เนื้อหาวิชาที่สอนเพิ่มขึ้น จึงทำข้อสอบได้ถูกต้องมากขึ้นภายหลังสอน นอกจากนั้นผลของค่าความยากง่ายทั้งก่อนและหลังสอนมีค่าสูง ซึ่งแสดงถึงข้อสอบมีทั้งข้อง่ายและยากปะปนกัน แต่อย่างไรก็ดี ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายหลังสอนต่ำมีเพียงบางข้อเท่านั้น ซึ่งแสดงถึงข้อสอบส่วนมากมีข้อง่ายมากกว่าข้อยาก สำหรับค่าดัชนี S ส่วนมากมีค่าสูงกว่า .00 ขึ้นไป แสดงว่าภายหลังการสอนนักเรียนตอบข้อสอบในข้อนั้น ๆ ได้ถูกต้องมากขึ้น แต่มีบางข้อที่ได้ค่าดัชนี S เป็นลบ ซึ่งแสดงถึงความบกพร่องของข้อสอบข้อนั้น ๆ เช่น ไม่มีตัวเลือกที่ถูกต้อง โจทย์ผิด ความกำกวมในการใช้ภาษา และตัวลวงไม่มีประสิทธิภาพ เมื่อปรับปรุงข้อสอบบางข้อแล้วนำแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับไปทดสอบครั้งที่ 2 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ปรากฏว่ามีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .03 - .85 ค่าความยากง่ายหลังสอนตั้งแต่ .09 - .94 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ -.03 - .85 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ได้ค่าความยากง่าย

ทั้งก่อนสอนและหลังสอน และค่าดัชนี S ก็ใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบครั้งแรก สำหรับค่าดัชนี S มีบางข้อที่มีค่าไม่ถึงเกณฑ์กำหนด แต่ข้อสอบส่วนมากมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ คือ มีค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 ขึ้นไป จึงคัดเลือกข้อสอบของแบบทดสอบแต่ละฉบับได้ตามจำนวนที่ต้องการ ซึ่งก็มีบางข้อที่ต้องปรับปรุงโจทย์ ตัวเลือก หรือลำดับที่ตัวเลือก แล้วนำแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ ไปทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ มีค่าความยากง่ายก่อนสอนตั้งแต่ .10 - .54 ค่าความยากง่าย หลังสอนตั้งแต่ .20 - .99 และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 - .60 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ เนื่องจากข้อสอบได้ผ่านการปรับปรุงมาแล้ว นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำเอาค่าความยากง่ายหลังสอนไปคำนวณ หาค่าความยากง่ายเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับ พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 - 11 มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยเรียงตามลำดับ คือ .7050, .5375, .5792, .5463, .5575, .5600, .4813, .7663, .5913, .8425 และ .8775 แสดงว่าข้อสอบในแบบทดสอบเกือบทุกฉบับมีค่าความยากง่ายหลังสอนค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของเมโย (กมล ภูประเสริฐ 2518 : 84 อ้างอิงมาจาก Mayo, 1970) และ อนันต์ ศรีโสภณ (อนันต์ ศรีโสภณ 2525 : 191) ที่กล่าวว่า ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ควรมี ความยากง่ายสูงสำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 7 ค่าความยากง่ายเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่า .50 ซึ่งแสดงถึงข้อสอบ ที่ค่อนข้างยาก ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา ที่มีจุดศูนย์กลาง อยู่ที่จุด (h, k) นักเรียนจะต้องใช้ความรู้หลายขั้นตอนจึงทำให้ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับนี้ยากกว่า ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ ที่สร้างขึ้นมีค่าความยากง่ายทั้งก่อนสอนและหลังสอน และค่าดัชนี S อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ของแบบทดสอบ อิงเกณฑ์

2. การหาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้หาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎี

การตัดสินใจของ เบส์ เบอร์ก และ กลาสส์ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 - 11 ได้คะแนน ที่ทำได้โดยวิธีการของเบส์ ดังนี้ แบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 7 และ 9 ได้คะแนน เกณฑ์ 60 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 6 และ 8 ได้คะแนนเกณฑ์ 70 เปอร์เซนต์ และแบบทดสอบ ฉบับที่ 10 และ 11 ได้คะแนนเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์ คะแนนเกณฑ์ที่ได้โดยวิธีของเบอร์ก แบบทดสอบ

ฉบับที่ 1, 8 และ 10 ได้คะแนนเกณฑ์ 60 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 2, 4, 6 และ 7 ได้คะแนน
 เกณฑ์ 50 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 3, 5 และ 9 ได้คะแนนเกณฑ์ 40 เปอร์เซนต์ และแบบทดสอบ
 ฉบับที่ 11 ได้คะแนนเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์ และคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีของกลาสส์ แบบทดสอบ
 ฉบับที่ 1, 5, 6 และ 7 ได้คะแนนเกณฑ์ 60 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 2, 3, 4 และ 9 ได้คะแนน
 เกณฑ์ 50 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 8, 10 และ 11 ได้คะแนนเกณฑ์ 30 เปอร์เซนต์ คะแนน
 เกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์ ส่วนมากมีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก์
 และ กลาสส์ ทั้งนี้เป็นเพราะคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์นั้น ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับคะแนนเกณฑ์
 โดยประมาณ (π_0) ซึ่งถ้าคะแนนเกณฑ์โดยประมาณนี้มีค่าสูงจะทำให้คะแนนเกณฑ์ที่หาได้สูงไปด้วย ในการ
 ศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้หาคะแนนเกณฑ์โดยประมาณของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ
 ในเนื้อหาวิชาเป็นผู้กำหนด ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาส่วนมากกำหนดคะแนนเกณฑ์ค่อนข้างสูง จึงทำให้
 คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยเบส์สูงกว่าคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก์ และ กลาสส์ ดังกล่าว
 คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีของกลาสส์ ส่วนมากมีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์
 แต่สูงกว่าหรือเท่ากับคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีของเบอร์ก์ เนื่องจากคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีของ
 กลาสส์ขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบ ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก และจำนวนนักเรียน
 ที่สอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบแต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ระดับคะแนน 2.00
 ของวิชา ค. 011 เป็นเกณฑ์ภายนอก ซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์ที่สูงของวิชาคณิตศาสตร์ จึงมีผลทำให้คะแนน
 เกณฑ์ที่หาได้มีค่าค่อนข้างสูง และคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก์มีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่า
 คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของกลาสส์ ทั้งนี้เป็นเพราะคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์ก์นั้น
 ขึ้นอยู่กับผลการสอบของนักเรียนก่อนสอบและหลังสอบ ถ้าคะแนนสอบก่อนสอบหรือหลังสอบมีค่าต่ำ
 เป็นส่วนมากแล้ว คะแนนเกณฑ์จะมีค่าต่ำไปด้วย ในการทดลองสอบครั้งที่ 2 ครั้งนี้ คะแนนสอบก่อนสอบ
 ส่วนมากมีค่าต่ำ จึงทำให้คะแนนเกณฑ์ของเบอร์ก์มีค่าต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบส์
 และ กลาสส์ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธี
 วิธีที่ทำให้คะแนนเกณฑ์มีค่าสูงที่สุด คือ วิธีการของเบส์ วิธีที่ทำให้คะแนนเกณฑ์มีค่าสูงรองลงมา คือ
 วิธีการของกลาสส์ และวิธีที่ทำให้คะแนนเกณฑ์มีค่าต่ำที่สุด คือ วิธีการของเบอร์ก์ ตามเหตุผลดังกล่าว
 ข้างต้น

3. ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและข้อสอบ และ

ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

3.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและข้อสอบ

จากการให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้ตรวจสอบพิจารณาตามวิธีการของไรวูเนลลี และ แอมเบิลด์ได้ปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชาส่วนมากมีค่าสูงกว่า 0.5 ตามเกณฑ์ที่กำหนด มีเพียงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเดียว ที่ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าต่ำกว่า 0.5 ซึ่งได้ตัดออกไป แสดงว่าภายหลังการปรับปรุงแล้ว จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นตรงและครอบคลุมเนื้อหาจริง สำหรับค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมปรากฏว่ามีค่าสูงกว่า 0.5 ทุกข้อตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าข้อสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจริง ซึ่งสอดคล้องกับ สมบ. ลักษณะ (สมบ. ลักษณะ 2523 : 37 - 39) ที่กล่าวว่า วิธีตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่นำมาใช้มากที่สุด คือ การให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาด้วยการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเขียนไว้ชัดเจนดี และข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบจริง ทั้งนี้แบบทดสอบจึงมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

3.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ ผู้วิจัยหาไรวูเนลลีใช้สูตร

การวิเคราะห์ ไรวูเนลลีและแบบเกณฑ์ที่หาได้จากวิธีใช้กฎการคูณกับวิธี 3 วิธีในการคำนวณ ปรากฏว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบเบตส์มี $r = .81$ เมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบตส์ มีค่าตามลำดับ ดังนี้ .8500, .7000, .7575, .6888, .7500, .6938, .8189, .8438, .7568, .8500 และ .9000 เมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบอร์เกอร์มีค่า .8500, .7750, .9438, .8000, .9063, .8213, .7250, .8813, .8500, .9313 และ .9000 ตามลำดับ และเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ มีค่า .8500, .7750, .8750, .8000, .7500, .7313, .6813, .8125, .8063, .8500 และ .9000 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างส่วนมากจะมีค่าต่ำเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบตส์ในการคำนวณ และจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของกลาสส์ และสูงที่สุดเมื่อใช้คะแนนเกณฑ์ของเบอร์เกอร์ ทั้งนี้เป็นเพราะคะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบตส์ ส่วนมากมีค่าสูง และต่ำลงเมื่อหาด้วยวิธีของกลาสส์ และเบอร์เกอร์ตามลำดับ โดยที่คะแนนเกณฑ์ที่หาได้โดยวิธีการของเบอร์เกอร์มีค่ากลาง ๆ ใกล้เคียง

คะแนนเฉลี่ย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กาญจนา วัฒนสุนทร (กาญจนา วัฒนสุนทร 2521 : 106 - 111) และ ไพฑูรย์ เวทการ (ไพฑูรย์ เวทการ 2524 : 63) ที่ศึกษาพบว่า ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอังกะณณ์จะมีค่าสูงที่สุดเมื่อคะแนนอังกะณณ์มีค่ากลาง ๆ และจะมีค่าต่ำลงเมื่อคะแนนอังกะณณ์มีค่าต่ำลงหรือสูงขึ้น

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผู้วิจัยหาโดยใช้สูตรของปอปัส และใช้เกณฑ์ที่หาได้จากการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจทั้ง 3 วิธีในการคำนวณ ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับที่ 1 - 11 เมื่อใช้คะแนนอังกะณณ์ของเบส มีค่าตามลำดับ ดังนี้ .2613, .4332, .4470, .4018, .2585, .4470, .5035, .3672, .4689, .2399 และ .3025 เมื่อใช้คะแนนอังกะณณ์ของเบอร์ก มีค่า .2613, .3343, .2123, .1610, .2162, .2592, .3029, .2576, .5330, .2287 และ .3025 ตามลำดับ และเมื่อใช้คะแนนอังกะณณ์ของกลาสส์ มีค่า .2613, .3343, .1385, .1610, .2585, .3027, .5035, .3510, .4523, .2399 และ .3025 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นส่วนมากจะมีค่าสูงเมื่อใช้คะแนนอังกะณณ์ของเบสในการคำนวณ มีค่าต่ำลงเมื่อใช้คะแนนอังกะณณ์ของกลาสส์ และมีค่าต่ำที่สุดเมื่อใช้คะแนนอังกะณณ์ของเบอร์ก ทั้งนี้เป็นเพราะคะแนนอังกะณณ์ของเบสส่วนมากมีค่าสูง และต่ำลงเมื่อเป็นคะแนนอังกะณณ์ของกลาสส์ และ เบอร์ก ตามลำดับ โดยที่คะแนนอังกะณณ์ของเบอร์กมีค่ากลาง ๆ

โกดัดคะแนนเฉลี่ย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ซับโคเวียค (Subkoviak, 1976 : 265 - 276) พบว่า เมื่อกำหนดคะแนนอังกะณณ์ให้มีค่าต่ำสุด และสูงสุด จะทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุด และมีค่าต่ำสุดเมื่อคะแนนอังกะณณ์มีค่ากลาง ๆ

5. การคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ ผู้วิจัยคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยพิจารณาคัดเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบดีที่สุด ปรากฏว่าคะแนนอังกะณณ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับที่ 1, 6 และ 10 มีค่าเท่ากับ 60 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 2, 4 และ 7 มีค่าเท่ากับ 50 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 3, 5 และ 9 มีค่าเท่ากับ 40 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 8 มีค่าเท่ากับ 70 เปอร์เซนต์ และแบบทดสอบฉบับที่ 11 เท่ากับ 80 เปอร์เซนต์ คะแนนอังกะณณ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับมีค่าตั้งแต่ 40 - 80 เปอร์เซนต์ ในการคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของ

แบบทดสอบอิง เกณฑ์ครั้งนี้ไม่สามารถที่จะ เลือกคะแนน เกณฑ์ที่ทำให้ทั้งค่าความ เทียงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สูงที่สุด ได้ทุกฉบับ ดังนั้นสำหรับแบบทดสอบบางฉบับจึงต้อง เลือก เกณฑ์ที่ทำให้ค่าความ เทียงตรงเชิงโครงสร้างและความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่าสูงรองลงมา และ ส่วนมาก เลือก เกณฑ์ที่ทำให้ค่าความ เทียงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบสูงที่สุดแทนในการนี้

เลือก เกณฑ์ตามคุณสมบัติดังกล่าวไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อคะแนน เกณฑ์มีค่าสูง ค่าความ เทียงตรงเชิงโครงสร้าง จะต่ำในขณะที่ค่าความ เชื่อมั่นมีค่าสูง และเมื่อคะแนน เกณฑ์มีค่ากลาง ๆ ใกล้คะแนนเฉลี่ย ค่าความ เทียงตรงเชิงโครงสร้างจะสูงในขณะที่ค่าความ เชื่อมั่นมีค่าต่ำ ดังนั้น เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบที่คัด เลือกไว้

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีค่ากลาง ๆ ใกล้คะแนนเฉลี่ยเป็นส่วนมาก สาเหตุที่ต้องเลือก เกณฑ์ที่ทำให้ ค่าความ เทียงตรงเชิงโครงสร้างสูงที่สุดแทนเมื่อเลือก เกณฑ์ที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่ได้นั้น เพราะ คุณภาพของแบบทดสอบด้านความ เทียงตรงมีความสำคัญกว่าความ เชื่อมั่น และเนื่องจากค่าความ เทียงตรงเชิงโครงสร้างที่ใช้ในครั้งนี้ ซึ่งคำนวณมาจากสูตรของคาร์เวอร์นั้น จะมีค่าสูงถ้าจำนวนนักเรียน ที่สอบผ่านหลัง เรียนกับจำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านก่อนเรียนมีเป็นจำนวนมาก ซึ่งหมายถึงจำนวนนักเรียน ที่สอบไม่ผ่านหลัง เรียนกับจำนวนนักเรียนที่สอบผ่านก่อนเรียนมีเป็นจำนวนน้อย เป็นการแสดงว่าเกณฑ์ ที่ทำให้ค่าความ เทียงตรงเชิงโครงสร้างสูง จะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และ 2 มีค่าน้อย ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของ เกณฑ์ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

การพิจารณาว่าวิธีหา เกณฑ์แบบใดจะ เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการหา เกณฑ์ของแบบทดสอบ อิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น โดยมีเกณฑ์ว่า เกณฑ์ใดทำให้คุณภาพของแบบทดสอบด้านความ เทียงตรงเชิงโครงสร้าง และความ เชื่อมั่นที่ดีที่สุด วิธีการของเบส์ให้ เกณฑ์ที่เหมาะสมกับแบบทดสอบฉบับที่ 1, 8 และ 11 รวม 3 ฉบับ วิธีการของเบอร์เกอร์ ให้ เกณฑ์ที่เหมาะสมกับแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10 และ 11 รวม 9 ฉบับ และวิธีการของกลาสส์ให้ เกณฑ์ที่เหมาะสมกับแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 4, 8 และ 11 รวม 5 ฉบับ แบบทดสอบฉบับที่ 1 และ 11 วิธีการหา เกณฑ์ทั้ง 3 วิธีให้ เกณฑ์ที่เหมาะสมตรงกัน และ แบบทดสอบฉบับที่ 2 และ 4 วิธีการหา เกณฑ์ของเบอร์เกอร์ และกลาสส์ ให้ เกณฑ์ที่เหมาะสมตรงกัน

จากการพิจารณาปรากฏว่า วิธีหา เกณฑ์ของเบอร์เกอร์ให้ เกณฑ์ที่เหมาะสมกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมากที่สุด ถึง 9 ใน 11 ฉบับ วิธีหา เกณฑ์ของกลาสส์ให้ เกณฑ์ที่เหมาะสมกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นรองลงมาคือ 5

ใน 11 ฉบับ ส่วนวิธีการหาเกณฑ์ของเบสท์เกณฑ์ที่เหมาะสมกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นน้อยที่สุด คือ 3
 ใน 11 ฉบับ ทั้งนี้เป็นเพราะส่วนมากไม่สามารถเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง
 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าสูงที่สุดได้ จึงพิจารณาเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง
 ซึ่งเป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่สำคัญกว่า ซึ่งเกณฑ์ของเบอร์กเป็นเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรง
 เชิงโครงสร้างสูงเป็นส่วนใหญ่ เกณฑ์ของกลาสส์ และ เบสท์ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง
 รองลงมาตามลำดับ

คุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ ด้านค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่น
 ผู้วิจัยได้สรุปอีกครั้งหนึ่งโดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับที่คัดเลือกแล้วมาใช้ตัดสิน
 ผลการเรียนรู้เพื่อการคำนวณ ผลปรากฏว่า ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่คำนวณโดยใช้สูตรของ
 คาร์เวอร์ มีค่าตั้งแต่ .7313 - 9433 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูง แสดงถึงคุณสมบัติของแบบทดสอบ
 ที่สามารถวัดคุณลักษณะของนักเรียนที่เรียนรู้ได้ครบถ้วนนั้นทำข้อสอบได้ถูกต้อง (Hambleton and
 others. 1978 : 2 - 5) ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณโดยใช้สูตรของปอปแปช
 มีค่าตั้งแต่ .1610 - .5930 ถึงแม้ว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมีค่อนข้างจะต่ำ
 แต่ก็เป็นไปตามลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะขึ้นอยู่กับ
 ประสิทธิภาพของการสอนด้วย ถ้ามีการเรียนการสอนดี ค่าความเชื่อมั่นจะเข้าใกล้ศูนย์ (สมศักดิ์
 สิมขจรเวช 2522 : 8 อ้างอิงมาจาก Popham and Husek. 1969) และสอดคล้องกับ
 การศึกษาของ ซับโคเวียค (Subkoviak. 1976 : 265 - 276) ที่พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของ
 แบบทดสอบอิงเกณฑ์จะอยู่ในระดับต่ำเมื่อเกณฑ์อยู่กลาง ๆ ใกล้คะแนนเฉลี่ย

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าการทดลองเพื่อสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ครั้งนี้ มีคุณภาพ
 ของข้อสอบด้านค่าความยากง่าย และค่าดัชนี S กระแสเกณฑ์ และคุณภาพของแบบทดสอบด้าน
 ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่พอเชื่อถือได้ สามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการเรียน
 การสอนได้ ส่วนการพิจารณาวิธีการหาเกณฑ์โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของ เบสท์ เบอร์ก และ กลาสส์
 สำหรับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นนี้ วิธีของเบอร์กเป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุด โดยส่วนมาก
 ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด วิธีที่เหมาะสมรองลงมา คือ วิธีของ กลาสส์ และ เบสท์
 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1 ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการทำวิจัย

1.1 ควรมีการศึกษา เปรียบ เทียบวิธีการหาเกณฑ์ของแบบทดสอบถึง เกณฑ์ในวิธีอื่น ๆ

หลาย ๆ วิธี

1.2 ควรมีการศึกษา เปรียบ เทียบวิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบถึง เกณฑ์วิธีอื่น ๆ

หลาย ๆ วิธี ว่าแต่ละวิธีมีข้อที่ข้อเสีย หรือมีคุณลักษณะ เฉพาะของแต่ละวิธีอย่างไร

1.3 ในการหาคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบถึง เกณฑ์โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของ

กลาสส์ การทดลองใช้ เกณฑ์ภายนอกอย่างอื่น เช่น คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบมาตรฐาน

ในวิชานั้น ๆ

1.4 ในการหาคะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบถึง เกณฑ์โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของ

เบส์ การหาค่าความคลาดเคลื่อนในการยอมรับและการปฏิเสธสิ่งที่ไม่ดี (α_{12} และ β_{21}) การทดลอง

ใช้ เกณฑ์ภายนอกอย่างอื่นประกอบด้วย เช่น ระดับคะแนน หรือคะแนนผลการสอบในวิชาเดียวกัน ซึ่ง

เป็นรายวิชาที่เรียนมาก่อน หรือใช้คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบมาตรฐานในวิชานั้น ๆ

2 ข้อเสนอแนะในการนำแบบทดสอบไปใช้

2.1 ถ้านำแบบทดสอบถึง เกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ไปใช้ ครูผู้สอนควรใช้ เฉพาะกับ

กลุ่มเป้าหมายเชิงพฤติกรรมที่ผู้วิจัยได้ เขียนขึ้นนี้ เท่านั้น

2.2 ในการนำแบบทดสอบชุดนี้ไปใช้ ควรใช้ เกณฑ์ของแบบทดสอบที่ผู้วิจัยหาไว้

แต่ถ้าต้องการ เกณฑ์ที่สูงขึ้นให้ครูผู้สอนพิจารณาจาก เกณฑ์ที่เหลือที่ผู้วิจัยหาไว้ที่ไม่ได้คัด เลือกมาใช้

บริษัท จำกัด

บรรณานุกรม

กมล คู่ประเสริฐ "การเปรียบเทียบการวัดผลแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์" พัฒนาวิทย์ผล 11 : 77 - 87

กรกฎาคม 2518

_____ "แนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลการเรียนการสอน" พัฒนาวิทย์ผล 13 : 1 - 17

กรกฎาคม 2520

กาญจนา วัฒนสุนทร การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย 2521, 123 หน้า อุดรธานี

โกวิท ประวาลพุกษ์ "การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์" เอกสารประกอบคำบรรยายในการอบรม

วิทยาการของจังหวัด(ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) : 113 - 130 มีนาคม 2522

_____ "การทดสอบแบบอิงเกณฑ์" วารสารการวัดผลการศึกษา 1(3) : 16 - 25 มกราคม -

เมษายน 2523

โกวิท ประวาลพุกษ์ และ สมศักดิ์ สันตสุขเวทย์ การประเมินในชั้นเรียน วัฒนาพานิช 2523,

280 หน้า

อภิวุ จันทอมพร การใช้กระบวนการตัดสินใจของทฤษฎีการตัดสินใจของเบส์ ในการกำหนด

จุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 85 หน้า

อุดรธานี

บุญเชิด วิทยุโณนันทพงษ์ การวัดและประเมินผลการศึกษา ทฤษฎีและการประยุกต์ พิมพ์ครั้งที่ 2

อักษรเจริญทัศน์ ม.ป.ป., 386 หน้า

บุญเล็ก คำหอม การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เรื่องสมการและอสมการขึ้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปริญญาณิพนธ์ ค.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 148 หน้า อุดรธานี

ทองจาด อินทสุวรรณ "ความเชื่อถือได้ของข้อสอบที่ใช้เกณฑ์กำหนด" วารสารการวัดผลการศึกษา

1(3) : 46 - 62 มกราคม - เมษายน 2523

โพธิ์รุ่ย เวทการ การสร้างแบบทดสอบอิง เกมกีฬาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม. 1)

ปริญญาณัพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 82 หน้า อัดสำเนา

ไพศาล พึ่งพานิช การวัดผลการศึกษา สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 292 หน้า อัดสำเนา

จ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ เอกสารประกอบการอบรมวัดผล เรื่องความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่ม

อิงเกม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป., 19 หน้า

อัดสำเนา

จ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ เอกสารประกอบการอบรมวัดผล เรื่องการหาความเที่ยงตรง

แบบอิงกลุ่มอิงเกม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป.,

12 หน้า อัดสำเนา

วิภากร, กรม คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2523, 111 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค. 312 โรงพิมพ์คุรุสภา 2524, 174 หน้า

_____ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 อมรินทร์การพิมพ์ 2523, 372

(11) หน้า

ว. วาสนา ประवालพุกษ์ "NR versus CR Measurement" พัฒนาวัดผล 10 : 80 - 85

กรกฎาคม 2517

_____ "การประเมินผลการเรียน : อิงอะไรดีเอย" วารสารการวัดผลการศึกษา 1(1) :

1 - 7 พฤษภาคม - สิงหาคม 2522

สงบ ลักษณะ "ปัญหามาตรฐานและเกม" วารสารการวัดผลการศึกษา 1(2) : 40 - 55

กันยายน 2522

_____ "การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิง เกม" วารสารการวัดผลการศึกษา

1(3) : 36 - 45 มกราคม - เมษายน 2522 ก.

_____ "ปัญหามาตรฐานและเกณฑ์กับการวัดผลสัมฤทธิ์" วารสารวิจัยทางการศึกษา 10(1) :

16 - 29 มีนาคม 2523 ข.

_____ เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่อง สาระบางประการเกี่ยวกับคะแนนจุดตัดในการทดสอบ

แบบอิงเกณฑ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 6 หน้า

อัสสำเนา

สมถวิล วิจิตรวรรณ การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปรินญาณพณ

กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 130 หน้า อัสสำเนา

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำนักทดสอบทาง

ทางการศึกษาและจัดวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 102 หน้า

อัสสำเนา

สมหญิง พิธิยานุวัฒน์ เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาไปเยือน เรื่อง จุดแบ่งพอดีของแบบทดสอบ

อิงเกณฑ์ทางสถิติศาสตร์เบื้องต้น 2520, 13 หน้า อัสสำเนา

_____ "แนวคิดพื้นฐานในการประเมินผลการเรียนและระบบประเมินผลการเรียนอิงเกณฑ์อิงกลุ่ม"

วารสารครุศาสตร์ 10(1 - 2) : 50 - 65 มกราคม - มิถุนายน 2524 ก.

สมศักดิ์ สันธุระเวช "การประเมินผลแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์" วารสารการวิจัยทางการศึกษา

อ : 74 - 66 มิถุนายน 2521

_____ แบบทดสอบอิงเกณฑ์ 2522, 10 หน้า อัสสำเนา

_____ การประเมินผลอิงกลุ่มอิงเกณฑ์ 2522, 19 หน้า อัสสำเนา

_____ การประเมินผล : 750 คำถาม วัฒนาพานิช 2524, 154 หน้า

_____ เอกสารทางวิชาการ เรื่อง การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ สำนักทดสอบทางการศึกษา

กรมวิชาการ 2525, 48 หน้า อัสสำเนา

สุพันธ์ ศลโกสุม การวัดผลการศึกษา มหามกุฏราชวิทยาลัย 2525, 314 หน้า

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ "แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง" วารสาร

การวัดผลการศึกษา 3(3) : 1 - 9 มกราคม - เมษายน 2525

อนันต์ ศรีโสภา เอกสารประกอบการอบรมการวัดผล เรื่อง การวัดแบบอิงเกณฑ์ คณะศึกษาศาสตร์

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

_____ การวัดผลแบบการประเมินผลการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2520, 251 หน้า

_____ ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ ไทยวัฒนาพานิช 2525, 280 หน้า

อังคณา สายยศ "การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์" วารสารการวัดผลการศึกษา

๑(๑) : 70 - 84 มกราคม - เมษายน 2525

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

Alkin, Marvin C. "Criterion - Referenced Measurement and Others Such Terms," in Problems in Criterion - Referenced Measurement. Los Angeles, University of California, 1974. 176 p.

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

Bloom, Benjamin S. "Learning for Mastery," U.C.L.A. Evaluation Comment. p. 1 - 12, 1968.

_____ Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York, McGraw - Hill, 1971. 923 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.

Crehen, Kevin D. "Item Analysis of Teacher - Made Mastery Tests," Journal of Educational Measurement. 11(4) : 255 - 262, Winter, 1974.

Emrich, J.A. "An Evaluation Model for Mastery Testing," Journal of Educational Measurement. 8 : 321 - 326, Winter, 1971.

Glaser, Robert. "Instructional Technology and The Measurement of Learning Outcomes : Some Questions," American Psychologist. 18(8) : 519 - 521, August, 1963.

- Glaser, R. and A.J. Nitko. "Measurement in Learning and Instruction," in R.L. Thorndike (ed.) Journal of Educational Measurement. 8 : 653, Winter, 1971.
- 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 Tests," 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.
- Harris, C.W. "An Index of Efficiency for Fixed - Length Mastery Tests," Research Association. 1972.
- Harris, C.W. and D.H. Stewart. "Application of Classical Strategies to Criterion - Referenced Test Construction," American Educational Research Association. 33 : 3 - 13, 1971.
- 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.
- Hsu, Tse - Chi. "Empirical Data on Criterion - Referenced Tests," Paper presented to The American Educational Research Association. 1971.
- Huynn, H. "On the Reliability of Decisions in Domain - Referenced Testing," Journal of Educational Measurement. 13(4) : 253 - 264, Winter, 1976.
- Malech, A.R. "A Comparative Analysis of Four Classification Procedures for Use With Criterion - Referenced Tests," Dissertation Abstracts. 40(2) : 810-A, August, 1979.
- Mehrens, W.A. and I.J. Lehmann. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978. 743 p.
- Millman, J. "Criterion - Referenced Measurement," Evaluation in Education. p. 307 - 397, 1974.
- Popham, W. James, ed. Criterion - Referenced Measurement. New Jersey, Educational Technology Publication, Inc., 1971. 108 p.

- _____. Educational Evaluation. New Jersey, Prentice - Hall, 1975.
328 p.
- Subkoviak, M.J. "Estimating Reliability a Single Administration of
Criterion - Referenced Test," Journal of Educational Measurement.
13(4) : 265 - 276, Winter, 1976.
- _____. "Empirical Investigation of Procedures for Estimating Reliability
of 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.
- Wang, M.M. "Table of Constants for the Posterior Marginal Estimates of
Proportions in M Groups," ACT Technical Bulletin No.14. The American
College Testing Program, 1973.

ภาคผนวก

สัญลักษณ์ที่ใช้ในภาคผนวก

สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในภาคผนวก นอกเหนือจากบทที่ 4 มีดังนี้

m	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
g_i	แทน	คะแนนผลการสอบที่แปลงเป็นอาร์คไซน์
μ_i	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ Y_i
σ_i	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Y_i
Z_{oi}	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนปกติมาตรฐานของ Y_i
Z	แทน	คะแนนมาตรฐาน
t	แทน	จำนวนข้อสอบที่เหมาะสมที่จะให้ข้อมูล เกี่ยวกับคะแนนโดเมนของผู้สอบมากที่สุด
v	แทน	จีนของความ เป็นอิสระในการแจกแจงแบบโคสแควร์
λ	แทน	$(v - 2) \bar{\phi}$ เมื่อ $\bar{\phi}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการแจกแจงแบบโคสแควร์
$\bar{g}$	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ g_i
S_g^2	แทน	ความแปรปรวนของ g_i
ρ^* และ σ^{*2}	แทน	ค่าที่เบ็ดได้จากรางของแวง (Wang) เมื่อทราบค่าพารามิเตอร์ v , λ และ S_g^2
π_0	แทน	คะแนนเกณฑ์โดยประมาณ
Y_0	แทน	คะแนนเกณฑ์โดยประมาณที่เปลี่ยนเป็นอาร์คไซน์
l_{12}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนในการยอมรับสิ่งที่ผิด
l_{21}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนในการปฏิเสธสิ่งที่ผิด
$P(TM)$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้จริง
$P(FM)$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ไม่จริง
$P(FN)$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผู้ไม่รอบรู้ไม่จริง

$P(TN)$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผู้ไม่รอบรู้จริง
BR	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากรมีค่าเท่ากับ $P(FN) + P(TM)$
SR	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ผู้รอบรู้ในประชากร ซึ่งมีค่าเท่ากับ $P(FM) + P(TM)$
P_A	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านแบบทดสอบอิง เกณฑ์ แต่ผ่าน เกณฑ์ภายนอก
P_B	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ไม่ผ่านทั้งแบบทดสอบอิง เกณฑ์ และ เกณฑ์ภายนอก
P_C	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ผ่านทั้งแบบทดสอบอิง เกณฑ์ และ เกณฑ์ภายนอก
P_D	แทน	สัดส่วนของผู้ผ่านแบบทดสอบอิง เกณฑ์ แต่ไม่ผ่าน เกณฑ์ภายนอก
P_1	แทน	ค่าความยากง่ายก่อนสอน
P_2	แทน	ค่าความยากง่ายหลังสอน

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงวิธีหาคะแนนเกณฑ์ และค่าสถิติต่าง ๆ

ในการคำนวณหาคะแนนเกณฑ์โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ

ทั้ง 3 วิธี ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ตาราง 1 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณคะแนนเกณฑ์ โดยวิธีใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของเบส์

ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

$$m = 80, v = 8$$

ฉบับที่	คะแนน	จำนวนนักเรียน	g_i	μ_i	σ_i	z_{oi}	$P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{21} P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{12} P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	หมายเหตุ
1	3	5	.5948	.8002	.1153	1.4683	.0710	.9290	.1420	.9290	$n = 10$
	4	6	.6918	.8487	.1130	1.0690	.1425	.8575	.2850	.9575	$t = 14$
	5	9	.7854	.8954	.1113	.6658	.2527	.7473	.5054	.7473	$\lambda/v = .0129$
	6*	10	.8790	.9421	.1102	.2490	.4010	.5982	.9036	.5982	$\bar{g} = 1.0050$
	7	12	.9760	.9905	.1097	-.1914	.5759	.4241	1.1519	.4241	$s_g^2 = .0022$
	8	18	1.0815	1.0432	.1099	-.6706	.7488	.2512	1.4976	.2512	$\rho^* = .4992$
	9	8	1.2051	1.1049	.1111	-1.1287	.8705	.1295	1.7410	.1295	$\sigma^{*2} = .0075$
	10	12	1.3829	1.1936	.1145	-1.9572	.9754	.0246	1.9508	.0246	$\mu_0 = .60$
											$\gamma_0 = .9695$
											$\lambda_{12} \lambda_{21} = 1.12$
2	0	1	.1879	.4833	.1296	3.1080	.0009	.9991	.0021	.0991	$n = 10$
	1	3	.3657	.5785	.1222	2.5172	.0059	.9941	.0133	.9941	$t = 11$
	2	5	.4893	.6447	.1182	2.0423	.0206	.9794	.0464	.9794	$\lambda/v = .0163$
	3	9	.5948	.7012	.1157	1.5981	.0550	.9450	.1238	.9450	$\bar{g} = .8238$
	4	9	.6918	.7531	.1143	1.1636	.1223	.8777	.2752	.8777	$s_g^2 = .0549$
	5	16	.7854	.8032	.1136	.7290	.2359	.8641	.5308	.8641	$\rho^* = .5354$
	6*	7	.8790	.8534	.1136	.2879	.3867	.6133	.8701	.6133	$\sigma^{*2} = .0097$

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนน	จำนวนนักเรียน	q_i	μ_i	σ_i	z_{oi}	$P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{21} P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{12} P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	หมายเหตุ
2	7	14	.9760	.9033	.1145	-.1677	.5666	.4334	1.2749	.4334	$\pi_0 = .60$
	8	13	1.0815	.9618	.1163	-.0509	.7425	.2575	1.6706	.2575	$\gamma_0 = .8861$
	9	-	1.2051	1.0279	.1196	-1.1856	.8821	.1179	1.9847	.1179	$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:2.25$
	10	3	1.3829	1.1231	.1262	-1.6760	.9698	.0302	2.1621	.0302	
3	3	1	.4813	.6330	.1032	2.7324	.0032	.9968	.0064	.9968	$n = 15$
	4	3	.5551	.6780	.1024	2.3330	.0098	.9902	.0196	.9902	$t = 16$
	5	3	.6239	.7209	.1016	1.9437	.0260	.9740	.0520	.9740	$\lambda/v = .0114$
	6	12	.6896	.7600	.1008	1.5612	.0593	.9407	.1186	.9407	$\bar{g} = .8702$
	7	14	.7536	.7991	.1000	1.1700	.1194	.8806	.2388	.8806	$s_g^2 = .0453$
	8	9	.8172	.8379	.0997	.7924	.2141	.7859	.4282	.7859	$\rho^* = .6098$
	9*	10	.8812	.8769	.0996	.4016	.3430	.6570	.6860	.6570	$\sigma^{*2} = .0059$
	10	6	.9469	.9170	.0997	.0010	.5004	.4996	1.0008	.4996	$\gamma_0 = .9169$
	11	2	1.0157	.9569	.1001	-.4196	.6627	.3373	1.3254	.3373	$\pi_0 = .63$
	12	6	1.0895	1.0039	.1088	-.6223	.7945	.2055	1.5890	.2055	$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:2$
	13	1	1.1720	1.0542	.1021	-1.3443	.9017	.0893	1.3034	.0893	
	14	1	1.2709	1.1145	.1041	-1.3982	.9712	.0288	1.9424	.0288	
	15	6	1.4159	1.2030	.1079	-2.0515	.9960	.0040	1.9920	.0040	

ตาราง 1 (ต่อ)

อันดับ	อันดับ	จำนวนการเลือก	g_i	μ_i	σ_i	z_{oi}	$P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{21} P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{12} P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	หมายเหตุ
4	0	1	.1879	.4645	.1246	4.0530	.0000	1.0000	.0000	1.0000	$n = 10$
	1	2	.3657	.5663	.1212	3.3267	.0005	.9995	.0020	.9995	$t = 16$
	2	6	.4893	.6371	.1194	2.7839	.0026	.9974	.0104	.9974	$\lambda/v = .0114$
	3	9	.5948	.6975	.1183	2.2992	.0107	.9893	.0423	.9893	$\bar{g} = .8351$
	4	11	.6918	.7557	.1177	1.8080	.0353	.9647	.1412	.9647	$s_g^2 = .00303$
	5	9	.7854	.8066	.1174	1.3876	.0827	.9173	.3303	.8243	$p^* = .5726$
	6	15	.8790	.8602	.1173	.9318	.1747	.8243	.7022	.6758	$\sigma^{*2} = .0042$
	7	11	.9760	.9492	.1177	.4562	.3247	.6758	1.2968	.5215	$\pi_0 = .68$
	8	8	1.0815	.9762	.1184	-.0566	.4775	.5215	1.9100	.2586	$\gamma_0 = .9695$
	9	4	1.2051	1.0070	.1197	-.6475	.7711	.2586	3.0856	.0696	$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:4$
10	4	1.3829	1.1188	.1226	-1.4625	.9304	.0696	3.7216			
5	3	1	.4813	.7024	.0875	2.2160	.0134	.9866	.0335	.9866	$n = 15$
	4	2	.5551	.7312	.0849	1.9446	.0259	.9741	.1036	.9741	$t = 18$
	5	5	.6239	.7581	.0829	1.6671	.0478	.9522	.1195	.9522	$\lambda/v = .0101$
	6	14	.6896	.7838	.0815	1.3571	.0871	.9129	.2178	.9129	$\bar{g} = .8441$
	7	4	.7536	.8038	.0806	1.0856	.1345	.8655	.3363	.8623	$s_g^2 = .0263$
	8	14	.8172	.8336	.0802	.7818	.2172	.7828	.5430	.7828	$p^* = .3906$

ตาราง 1 (ต่อ)

อันดับ	คะแนน	จำนวนนักเรียน	g_i	μ_i	σ_i	Z_{oi}	$P[Z > Z_{oi} \text{Data}]$	$P[Z < Z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{21} P[Z > Z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{12} P[Z < Z_{oi} \text{Data}]$	หมายเหตุ
5	9*	18	.8812	.8586	.0802	.4701	.3192	.6808	.7960	.6808	$\sigma^{*2} = .0061$
	10	9	.9469	.8843	.0808	.1485	.3359	.6641	.8398	.6641	$\pi_0 = .61$
	11	5	1.0157	.9111	.0818	-.1809	.5716	.4282	1.4295	.4282	$\gamma_0 = .8963$
	12	5	1.0895	.9000	.0836	-.5227	.6994	.3006	1.7485	.3006	$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:2.5$
	13	1	1.1720	.9722	.0862	-.8805	.8107	.1893	2.0268	.1893	
	14	1	1.2709	1.0108	.0903	-1.2694	.8979	.1021	2.2448	.1021	
	15	1	1.4159	1.0674	.0975	-1.7549	.9603	.0397	2.4008	.0397	
6	1	2	.3657	.6144	.1155	3.0745	.0011	.9989	.0040	.9989	$n = 10$
	2	4	.4893	.6747	.1125	2.6204	.0044	.9956	.0161	.9956	$c = 14$
	3	9	.5948	.7262	.1105	2.2018	.0138	.9862	.0506	.9862	$\lambda/v = .0129$
	4	10	.6918	.7735	.1093	1.7932	.0364	.9636	.1335	.9636	$\bar{g} = .8513$
	5	17	.7654	.8191	.1086	1.3849	.0831	.9169	.3047	.9169	$S_g^2 = .0510$
	6	7	.8790	.8648	.1085	.9650	.1678	.8322	.6153	.8322	$\rho^* = .4879$
	7*	14	.9760	.9121	.1090	.5266	.2993	.7007	1.0974	.7007	$\sigma^{*2} = .0061$
	8	7	1.0815	.9636	.1101	.0536	.4787	.5213	1.7552	.5213	$\pi_0 = .68$
	9	8	1.2051	1.0239	.1123	-.4844	.6859	.3141	2.5150	.3141	$\gamma_0 = .9695$
	10	2	1.3829	1.1107	.1169	-1.2072	.8865	.1135	3.2505	.1135	$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:3.67$

วง 1 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนน	จำนวนนักเรียน	g_i	μ_i	σ_i	z_{oi}	$P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{21} P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{12} P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	หมายเหตุ
1	4		.3657	.5690	.1162	2.9053	.0018	.9982	.0072	.9982	$n = 10$
2	10		.4893	.6314	.1132	2.4311	.0072	.9928	.0258	.9928	$t = 14$
3	17		.5948	.6846	.1115	1.9910	.0232	.9768	.0928	.9766	$\lambda/v = .0129$
4	8		.6918	.7336	.1106	1.5642	.0589	.9411	.2356	.9411	$\bar{g} = .7762$
5	11		.7854	.7808	.1103	1.1405	.1271	.8729	.5084	.8729	$s_g^2 = .0528$
6*	8		.8790	.8281	.1107	.7091	.2389	.7511	.9556	.7611	$\rho^* = .5048$
7	9		.9760	.8771	.1117	.2641	.3958	.6042	1.5832	.6042	$\sigma^{*2} = .0079$
8	10		1.0815	.9303	.1136	-.2086	.5827	.4173	2.3308	.4173	$\tau_0 = .62$
9	4		1.2051	.9927	.1167	-.7378	.7697	.2303	3.0788	.2303	$\gamma_0 = .9066$ $\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:4$
0	1		.1879	.4770	.1429	3.7523	.0001	.9999	.0001	.9999	$n = 10$
1	-		.3657	.5972	.1375	3.0255	.0012	.9988	.0016	.9988	$t = 15$
2	1		.4893	.6808	.1344	2.4731	.0067	.9933	.0089	.9933	$\lambda/v = .0121$
3	1		.5948	.7522	.1321	1.8758	.0241	.9759	.0321	.9759	$\bar{g} = .77510$
4	1		.6918	.8178	.1304	1.4985	.0670	.9330	.0693	.9330	$s_g^2 = .0739$
5	5		.7854	.8811	.1291	1.0237	.1551	.8449	.2041	.8449	$\rho^* = .6763$
6	8		.8790	.9444	.1281	.5371	.2950	.7049	.3941	.7044	$\sigma^{*2} = .0053$

ตาราง 1 (ต่อ)

ฉบับพ	คะแนน	จำนวนนักเรียน	g_i	μ_i	σ_i	z_{oi}	$P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{21} P[Z \geq z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{12} P[Z < z_{oi} \text{Data}]$	หมายเหตุ
8	7*	6	.9760	1.0100	.1275	.0251	.4900	.5100	.6533	.5100	$\pi_0 = .72$
	8	9	1.0815	1.0813	.1273	-.5350	.7036	.2964	.9381	.2964	$\gamma_0 = 1.0132$
	9	19	1.2051	1.1649	.1276	-1.1889	.8828	.1172	1.1741	.1172	$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:1.33$
	10	22	1.3829	1.2852	.1292	-2.1053	.9824	.0176	1.3099	.0176	
9	2	1	.4893	.7243	.1012	1.8014	.0358	.9642	.0898	.9642	$n = 10$
	3	6	.5968	.7623	.0988	1.4403	.0749	.9251	.1748	.9251	$t = 15$
	4	17	.6918	.8012	.0972	1.0844	.1391	.8609	.3240	.8609	$\lambda/v = .0121$
	5	13	.7854	.8337	.0963	.7259	.2340	.7660	.5460	.7660	$\bar{g} = .8682$
	6*	13	.8790	.8723	.0961	.3569	.3606	.6394	.8414	.6394	$S_g^2 = .0404$
	7	13	.9760	.9092	.0965	-.0289	.4852	.5108	1.1415	.5108	$\rho^* = .3799$
	8	8	1.0815	.9492	.0977	-.4360	.6686	.3314	1.5601	.3314	$\sigma^{*2} = .0070$
	9	5	1.2051	.9962	.1001	-.6951	.8146	.1854	1.9007	.1854	$\pi_0 = .62$
	10	3	1.3829	1.0637	.1053	-1.4919	.9321	.0679	2.1749	.0679	$\gamma_0 = .9060$
											$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:2.33$

ตาราง 1 (ต่อ)

กลุ่ม	คะแนน	จำนวนนักเรียน	g_i	μ_i	σ_i	Z_{oi}	$P[Z \geq Z_{oi} \text{Data}]$	$P[Z < Z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{21} P[Z \geq Z_{oi} \text{Data}]$	$\lambda_{12} P[Z < Z_{oi} \text{Data}]$	หมายเหตุ
0	4	4	.6918	.9664	.1050	1.3400	.0901	.9091	.0901	1.0909	$n = 10$
	5	1	.7854	1.0056	.1035	.9897	.1633	.8367	.1633	1.0040	$t = 10$
	6	4	.8790	1.0447	.1023	.6190	.2709	.7291	.2709	.8749	$\lambda/v = .0179$
	7	14	.9760	1.0853	.1014	.2190	.4149	.5851	.4149	.7021	$\bar{g} = 1.1639$
	8*	9	1.0815	1.1294	.1008	-.2212	.5876	.4124	.5876	.4949	$S_g^2 = .0406$
	9	21	1.2051	1.1811	.1007	-.7349	.7688	.2312	.7688	.2774	$\rho^* = .4183$
	10	27	1.3829	1.2555	.1016	-1.4606	.9280	.0720	.9280	.0864	$\sigma^{*2} = .0040$
											$\pi_0 = .80$
											$\gamma_0 = 1.1071$
											$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1.2:1$
11	3	2	.5948	.9288	.1179	1.5123	.0652	.9348	.0652	.9348	$n = 10$
	4	4	.6918	.9735	.1145	1.1668	.1216	.8784	.1216	.8784	$t = 10$
	5	1	.7854	1.0167	.1116	.8100	.2090	.7910	.2090	.7910	$\lambda/v = .0179$
	6	1	.8790	1.0598	.1093	.4328	.3326	.6674	.3326	.6674	$\bar{g} = 1.2144$
	7	3	.9760	1.1045	.1074	.0242	.4903	.5097	.4903	.5097	$S_g^2 = .0456$
	8*	12	1.0815	1.1531	.1061	-.2336	.6677	.3323	.6677	.3323	$\rho^* = .4609$
	9	18	1.2051	1.2101	.1055	-.9763	.8356	.1644	.8356	.1644	$\sigma^{*2} = .0072$
10	39	1.3829	1.2921	.1065	-1.7373	.9588	.0412	.9588	.0412		$\pi_0 = .80$
											$\gamma_0 = 1.1071$
											$\lambda_{12} : \lambda_{21} = 1:1$

* คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ตาราง 2 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณคะแนนเกณฑ์ โดยวิธีใช้ทรัพยากรการตัดสินใจ

ของเบอร์ก ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	คะแนน พยากรณ์	P(TM)	P(FM)	P(FN)	P(TN)	BR	SR	P(TM)+P(TN)	P(FM)+P(FN)	ϕ_{VC}
1	4	.4687	.2000	.0313	.3000	.5000	.6687	.7687	.2313	.5709
	5	.4313	.1125	.0688	.3875	.5000	.5438	.8188	.1812	.6401
	6*	.3750	.0250	.1250	.4750	.5000	.4000	.8500	.1500	.7144
	7	.3125	.0000	.1875	.5000	.5000	.3125	.8125	.1875	.6742
	8	.2375	.0000	.2625	.5000	.5000	.2375	.7375	.2625	.5581
2	2	.4750	.3500	.0250	.1500	.5000	.8250	.6250	.3750	.3290
	3	.4438	.2125	.0562	.2875	.5000	.6563	.7313	.2687	.4954
	4	.3875	.1313	.1125	.3687	.5000	.5188	.7562	.2438	.5128
	5*	.3313	.0563	.1687	.4437	.5000	.3876	.7750	.2250	.5644
	6	.2313	.0313	.2687	.4687	.5000	.2626	.7000	.3000	.4545
3	4	.4938	.1313	.0062	.3687	.5000	.6251	.8625	.1375	.7488
	5	.4750	.0688	.0250	.4312	.5000	.5438	.9062	.0938	.8155
	6*	.4563	.0125	.0437	.4375	.5000	.4688	.9438	.0562	.8893
	7	.3813	.0063	.1187	.4937	.5000	.3876	.8750	.1250	.7697
	8	.2938	.0000	.2062	.5000	.5000	.2938	.7938	.2062	.6450

ตาราง 2 (ต่อ)

ฉบับที่	คะแนน พยากรณ์	P (TM)	P (FM)	P (FN)	P (TN)	BR	SR	P (TM) + P (TN)	P (FM) + P (FN)	ϕ_{VL}
4	3	.4437	.1812	.0563	.3188	.5000	.6249	.7625	.2375	.5422
	4	.3875	.1000	.1125	.4000	.5000	.4875	.7875	.2125	.5752
	5*	.3187	.0187	.1813	.4813	.5000	.3374	.8000	.2000	.6345
	6	.2625	.0000	.2375	.5000	.5000	.2625	.7625	.2375	.5966
	7	.1687	.0000	.3313	.5000	.5000	.1687	.6687	.3313	.4805
5	4	.4937	.2562	.0063	.2438	.5000	.7499	.7375	.2625	.5464
	5	.4812	.1000	.0188	.4000	.5000	.5812	.8312	.1188	.7727
	6*	.4500	.0437	.0500	.4563	.5000	.4937	.9063	.0937	.8127
	7	.3625	.0312	.1375	.4688	.5000	.3937	.8313	.1687	.6781
	8	.3375	.0000	.1625	.5000	.5000	.3375	.8375	.1625	.7137
6	2	.4875	.3187	.0125	.1813	.5000	.8062	.6688	.3312	.4270
	3	.4625	.1750	.0375	.3250	.5000	.6375	.7515	.2485	.5981
	4	.4062	.0812	.0938	.4188	.5000	.4874	.8250	.1750	.6502
	5*	.3437	.0125	.1563	.4875	.5000	.3562	.8312	.1688	.6916
	6	.2375	.0062	.2625	.4938	.5000	.2437	.7313	.2687	.5388

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนน พยากรณ์	P (TM)	P (FM)	P (FN)	P (TH)	BR	SR	P (TM) + P (TN)	P (FM) + P (FN)	ϕ_{vc}
7	2	.4750	.4375	.0250	.0625	.5000	.9125	.5375	.4625	.1327
	3	.4125	.2687	.0875	.2313	.5000	.6812	.6438	.3562	.3086
	4	.3063	.1000	.1937	.4000	.5000	.4063	.7063	.2937	.4200
	5*	.2625	.0375	.2375	.4625	.5000	.3000	.7250	.2750	.4910
	6	.1937	.0125	.3063	.4875	.5000	.2062	.6812	.3188	.4479
8	3	.4875	.2687	.0125	.2313	.5000	.7562	.7188	.2812	.5096
	4	.4625	.1437	.0375	.3563	.5000	.6062	.8188	.1812	.6525
	5	.4375	.0562	.0625	.4438	.5000	.4937	.8813	.1187	.7627
	6*	.4000	.0187	.1000	.4813	.5000	.4187	.8813	.1187	.7729
	7	.3500	.0062	.1500	.4938	.5000	.3562	.8438	.1562	.7179
9	2	.5000	.3500	.0000	.1500	.5000	.8500	.6500	.3500	.4201
	3	.4875	.1812	.0125	.3188	.5000	.6687	.8063	.1937	.6508
	4*	.4500	.1000	.0500	.4000	.5000	.5500	.8500	.1500	.7035
	5	.3437	.0375	.1563	.4625	.5000	.3812	.8062	.1938	.6305
	6	.2625	.0062	.2375	.4938	.5000	.2687	.7563	.2437	.5782

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนน พยากรณ์	P (TM)	P (FM)	P (FN)	P (TN)	BR	SR	P (TM) + P (TN)	P (FM) + P (FN)	ϕ_{VC}
10	3	.5000	.1937	.0000	.3063	.5000	.6937	.8063	.1937	.6645
	4	.5000	.0937	.0000	.4063	.5000	.5937	.9063	.0937	.8273
	5	.4750	.0625	.0250	.4375	.5000	.5375	.9125	.0875	.8273
	6*	.4687	.0375	.0313	.4625	.5000	.5062	.9312	.0688	.8625
	7	.4437	.0250	.0563	.4750	.5000	.4687	.9187	.0813	.8390
11	5	.4525	.1937	.0375	.3063	.5000	.6562	.7688	.2312	.5659
	6	.4562	.0937	.0438	.4063	.5000	.5499	.8625	.1375	.7296
	7	.4500	.0562	.0500	.4438	.5000	.5062	.8938	.1062	.7677
	8*	.4312	.0312	.0688	.4625	.5000	.4624	.9000	.1000	.8023
	9	.3562	.0125	.1438	.4875	.5000	.3687	.8437	.1563	.7124

* คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ตาราง 3 คะแนนเกณฑ์และค่าสถิติต่าง ๆ ในการคำนวณคะแนนเกณฑ์ โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ
ของกลาสส์ ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	คะแนน เกณฑ์ แบบทดสอบ	P_A	P_B	P_C	P_D	$P_A + P_D$	$P_B + P_C$	$f(C_x)$
1	5	.0500	.1000	.5875	.2625	.3125	.6875	.4545
	6*	.0625	.2000	.5750	.1625	.2250	.7750	.2903
	7	.1375	.2375	.5000	.1250	.2625	.7375	.3559
	8	.2500	.2625	.3875	.1000	.3500	.6500	.5385
2	5*	.1375	.2000	.5000	.1625	.3000	.7000	.4206
	6	.2875	.2500	.3500	.1125	.4000	.6000	.6667
	7	.3750	.3000	.2625	.0625	.4375	.5625	.7778
	8	.4875	.3250	.1500	.0375	.5250	.4750	1.1053
3	7*	.1675	.2125	.4500	.1500	.3375	.6625	.5094
	8	.2000	.2125	.4375	.1500	.3500	.6500	.5385
	9	.2625	.2625	.3750	.1000	.3625	.6375	.5686
	10	.3750	.3375	.2625	.0250	.4000	.6000	.6667
	11	.4500	.3375	.1675	.0250	.4750	.5250	.9048
	12	.4500	.3375	.1875	.0250	.4750	.5250	.9048

ตาราง 3 (ต่อ)

อันดับที่	คะแนน เกณฑ์ แบบทดสอบ	P_A	P_B	P_C	P_D	P_A+P_D	P_B+P_C	$f(C_x)$
4	5*	.1500	.1500	.4875	.2125	.3625	.6375	.5686
	6	.2500	.2250	.3875	.1375	.3875	.6125	.6327
	7	.3625	.3000	.2750	.0625	.4250	.5750	.7391
	8	.4625	.3375	.1750	.0250	.4875	.5125	.9512
5	7	.1750	.1000	.4625	.2625	.4375	.5625	.7778
	8	.2125	.1125	.4250	.2500	.4625	.5375	.8605
	9*	.2625	.2250	.3750	.1375	.4000	.6000	.6667
	10	.4125	.3125	.2250	.0500	.4625	.5375	.8605
	11	.5125	.3250	.1250	.0375	.5500	.4500	1.2222
	12	.5750	.3250	.0625	.0375	.6125	.3875	1.5000
6	5	.1875	.1500	.4500	.2125	.4000	.6000	.6667
	6*	.2750	.2500	.3625	.1125	.3875	.6125	.6327
	7	.3375	.2750	.3000	.0875	.4250	.5750	.7391
	8	.4875	.3000	.1500	.0625	.5500	.4500	1.2222

ตาราง 3 (ต่อ)

ฉบับที่	คะแนน เกณฑ์ แบบทดสอบ	P_A	P_B	P_C	P_D	$P_A + P_D$	$P_B + P_C$	$f(C_x)$
7	5	.2875	.1875	.3500	.1750	.4625	.5375	.8605
	6*	.3500	.2625	.2875	.1000	.4500	.5500	.8182
	7	.4375	.2750	.2000	.0875	.5250	.4750	1.1053
	8	.4875	.3250	.1500	.0375	.5250	.4750	1.1053
8	5	.0625	.0625	.5750	.3000	.3625	.6375	.5686
	6	.0875	.1125	.5500	.2500	.3375	.6625	.5094
	7	.1250	.1750	.5125	.1875	.3125	.6875	.4545
	8*	.1625	.2250	.4750	.1375	.3000	.7000	.4286
9	5*	.1375	.1750	.5000	.1875	.3250	.6750	.4815
	6	.2500	.2250	.3875	.1375	.3875	.6125	.6327
	7	.3625	.2750	.2750	.0875	.4500	.5500	.8182
	8	.4875	.3250	.1500	.0375	.5250	.4750	1.1053
10	5	.0125	.0375	.6250	.3250	.3375	.6625	.5094
	6	.0125	.0500	.6250	.3125	.3250	.6750	.4815
	7	.0375	.0750	.6000	.2875	.3250	.6750	.4815
	8*	.1125	.1750	.5250	.1875	.3000	.7000	.4286

ตาราง ๑ (ต่อ)

ฉบับที่	คะแนน เกณฑ์ แบบทดสอบ	P_A	P_B	P_C	P_D	$P_A + P_D$	$P_B + P_C$	$f(C_x)$
11	5	.0125	.0625	.6250	.3000	.3125	.6875	.4545
	6	.0250	.0625	.6125	.3000	.3250	.6750	.4815
	7	.0375	.0625	.6000	.3000	.3375	.6625	.5094
	8*	.0375	.1000	.6000	.2625	.3000	.7000	.4286

* คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ภาคผนวก ข

ตารางค่าความยากง่าย ค่าดัชนี S และการจัดเรียงอันดับข้อสอบใหม่
ของการทดสอบครั้งที่ 1 - 3 ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

การเขียนอันดับข้อใหม่ก่อนนำไปทดสอบครั้งที่ ๒

ข้อ เดิม	ข้อ ใหม่	ตัวเลือก												สิ่งที่ ปรับปรุง และแก้ไข	ข้อ เดิม ข้อ ใหม่							
		ก						ข								ค						
		ก			ข			ค			ข					ค			ง			
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S			P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	
1	1	.08	.00	.08	.33	.00	.33	.50	.36	.36	.50	.04	-.04	.00	.00	.00				ตัวเลือก	1	ค
2	2	.21	.00	.21	.50	.06	.46	.17	.13	.13	.13	.00	.10	.00	.00	.00				ตัวเลือก	2	ข
3	3	.04	.00	.04	.17	.04	.13	.25	.00	.25	.21	.92	.7	.03	.04	.29				-	3	ง
4	4	.30	.08	.25	.25	.75	.50	.25	.08	.17	.13	.04	.08	.04	.00					ตัวเลือก	4	ข
5	5	.21	.04	.17	.25	.67	.42	.38	.21	.17	.17	.08	.08	.00	.00					ตัวเลือก	5	ข
6	6	.25	.42	-.17	.08	.25	.17	.25	.25	.00	.25	.04	.21	.17	.04	.13				ตัวเลือก	7	ข
7	7	.13	.29	.17	.33	.33	.00	.21	.17	.04	.08	.13	-.04	.25	.08	.17				ตัวเลือก	6	ก
8	8	.25	.08	.17	.13	.04	.08	.25	.04	.21	.33	.83	.50	.04	.00	.04				-	8	ง
9	9	.04	.08	.04	.04	.21	-.13	.50	.67	-.17	.04	.00	.04	.33	.04	.29				โจทย์และตัวเลือก	14	ก
10	10	.13	.04	.08	.21	.17	.04	.42	.21	.21	.25	.25	.00	.00	.33	-.33				ตัวเลือก	12	ง
11	11	.13	.04	.08	.25	.58	.33	.25	.21	.04	.29	.08	.21	.08	.08	.00				-	9	ข
12	12	.08	.54	.46	.21	.13	.08	.29	.08	.21	.21	.04	.17	.21	.21	.00				ตัวเลือก	10	ก
13	13	.08	.13	.04	.33	.42	-.08	.38	.33	.04	.17	.08	.08	.04	.04	.00				ตัวเลือก	13	ก
14	14	.04	.04	.00	.25	.08	.17	.25	.50	.25	.33	.33	.00	.13	.04	.08				ตัวเลือก	11	ค

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อสอบ	ข้อ	ตัวเลือก															ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ สอบ	ข้อ ที่ ข้อ

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อ ที่	ข้อ ที่	ตัวเลือก															ข้อ เฉลย	สิ่งที่ ปรับปรุง และแก้ไข	ข้อ เฉลย																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		ก						ข						ค						ง						จ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		ก			ข			ค			ง			ค						ง			ค			ง			จ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S				P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3	1	.21	.67	.46	.25	.13	.13	.25	.17	.08	.13	.00	.13	.17	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13	.04	.13

ชุดข้อมูล	ชุดข้อมูล	ตัวเลือก												สิ่งที่ปรับปรุงและแก้ไข	ชุดข้อมูล		
		ก			ข			ค			ง						
		P		S	P		S	P		S	P		S				
		F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂			F ₁	F ₂
3	15	.29	.88	.58	.08	.00	.08	.29	.08	.21	.13	.00	.13	.04	.17	-	15
	16	.38	.08	.29	.13	.88	.75	.17	.00	.17	.21	.00	.21	.04	.04	-	16
	17	.17	.00	.17	.21	.00	.21	.42	.00	.42	.13	.08	.04	.92	.83	ตัวเลือก	17
	18	.17	.00	.17	.08	.13	.04	.17	.83	.67	.33	.00	.38	.04	.17	-	18
4	1	.58	.04	.54	.17	.71	.54	.04	.00	.04	.08	.25	.17	.13	.00	-	1
	2	.04	.04	.04	.29	.04	.25	.50	.63	.13	.08	.21	.13	.08	.04	ตัวเลือก	3
	3	.13	.08	.04	.29	.42	.13	.04	.13	.08	.21	.29	.08	.33	.08	-	7
	4	.04	.67	.63	.29	.08	.21	.38	.21	.17	.13	.04	.08	.17	.00	-	2
	5	.17	.04	.13	.13	.04	.08	.33	.33	.00	.13	.17	.04	.25	.17	-	5
	6	.25	.25	.00	.29	.17	.13	.13	.08	.04	.29	.04	.25	.04	.46	โจทย์	6
	7	.25	.04	.21	.29	.08	.21	.13	.13	.00	.17	.38	.21	.17	.38	-	4
	8	.13	.25	.17	.25	.04	.21	.21	.63	.42	.13	.00	.13	.29	.04	-	11
	9	.29	.04	.25	.25	.38	.13	.17	.00	.17	.17	.54	.08	.13	.04	-	12
	10	.08	.08	.00	.13	.06	.33	.13	.04	.00	.51	.33	.21	.13	.08	-	14
	11	.17	.04	.38	.06	.04	.38	.25	.33	.06	.06	.00	.06	.04	.00	-	13
	12	.38	.06	.29	.25	.29	.04	.21	.04	.17	.08	.54	.13	.08	.04	โจทย์	9

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อ	ข้อ	ตัวเลือก												ข้อ คำตอบ	สิ่งที่ ปรับปรุง และแก้ไข	ข้อ คำตอบ																			
		ก						ข									ค						ง												
		น			ช			ด			จ						ป			ท			ด			จ									
		P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S				P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S							
4	13	.13	.54	.42	.38	.08	.29	.25	.17	.08	.21	.13	.04	.08	.21	.13	.04	.08	.21	.13	.04	.08	.21	.13	.04	.08	ก	โจทย์	10						
	14	.33	.08	.25	.13	.04	.08	.33	.04	.29	.08	.00	.08	.13	.83	.71											ง	โจทย์	8						
5	1	.25	.08	.17	.17	.71	.54	.25	.04	.21	.13	.04	.06	.21	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	ข	-	1				
	2	.13	.38	.25	.21	.21	.00	.33	.33	.00	.17	.00	.17	.08	.17	.08	.25	.08	.17	.08	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	ก	-	2			
	3	.13	.04	.08	.13	.04	.08	.21	.21	.00	.42	.33	.08	.13	.38	.25	.08	.21	.13	.08	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	ค	-	3			
	4	.13	.13	.00	.42	.54	.13	.17	.13	.04	.17	.21	.04	.17	.08	.21	.04	.17	.08	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ง	-	6	
	5	.29	.38	.08	.21	.13	.08	.17	.33	.17	.21	.04	.17	.33	.17	.08	.21	.04	.17	.21	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ค	-	4
	6	.17	.04	.13	.21	.06	.13	.17	.29	.13	.33	.29	.04	.17	.08	.21	.04	.17	.21	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ค	-	5	
	7	.29	.06	.21	.29	.38	.08	.13	.33	.21	.17	.04	.17	.33	.21	.17	.04	.17	.21	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ค	-	7	
	8	.21	.29	.06	.17	.21	.04	.25	.17	.08	.25	.21	.04	.17	.08	.21	.04	.17	.21	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ก	-	8	
	9	.29	.21	.08	.13	.21	.08	.21	.17	.04	.17	.29	.13	.21	.13	.08	.21	.04	.17	.21	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ง	-	9
	10	.17	.00	.17	.38	.29	.08	.17	.25	.06	.17	.28	.21	.13	.08	.04	.17	.21	.13	.08	.21	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ง	-	10	
	11	.21	.17	.04	.29	.38	.08	.29	.08	.21	.13	.29	.17	.08	.08	.21	.04	.17	.21	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ก	โจทย์	11	
	12	.13	.17	.04	.25	.25	.00	.25	.29	.04	.21	.21	.00	.17	.08	.21	.04	.17	.21	.13	.00	.13	.08	.25	.08	.21	.13	.08	.21	.13	.08	ง	โจทย์	12	

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ เลข	ลำดับ เลข	สิ่งที่ ได้รับจ้าง และค่าใช้จ่าย	ลำดับ เลข บัญชี	ค่าเลือก												ลำดับ เลข บัญชี			
				ค่าเลือก															
				ก				ข				ค							
				P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S				
5	13	.21	.13	.06	.13	.50	.38	.17	.17	.00	.13	.29	.13	.17	.21	.08	.13	-	13
	14	.13	.33	.21	.08	.42	.08	.25	.00	.25	.17	.13	.17	.04	.17	.08	.08	-	16
	15	.13	.29	.17	.17	.29	.17	.13	.13	.17	.17	.33	.17	.17	.13	.13	.00	-	17
	16	.21	.06	.13	.13	.08	.17	.21	.42	.21	.17	.17	.25	.08	.17	.17	.00	-	14
	17	.17	.04	.13	.13	.25	.04	.29	.29	.00	.17	.17	.17	.00	.13	.46	.33	ตัวเลือก	18
	18	.04	.08	.04	.04	.21	.38	.17	.13	.08	.25	.29	.04	.29	.13	.17		-	15
6	1	.13	.96	.83	.25	.00	.25	.42	.04	.38	.08	.00	.08	.13	.00	.13		-	1
	2	.13	.04	.08	.25	.68	.63	.21	.08	.13	.25	.00	.25	.17	.00	.17		-	3
	3	.25	.04	.21	.21	.04	.17	.33	.00	.33	.17	.21	.04	.04	.71	.67		ตัวเลือก	4
	4	.17	.96	.79	.21	.00	.21	.13	.00	.13	.17	.04	.13	.33	.00	.33		-	2
	5	.21	.00	.21	.21	.00	.21	.21	.58	.37	.21	.13	.08	.17	.29	.13		ตัวเลือก	6
	6	.21	.00	.21	.21	.63	.42	.21	.17	.04	.29	.13	.17	.08	.08	.00		-	5
	7	.21	.04	.17	.13	.00	.13	.17	.46	.29	.29	.29	.00	.21	.21	.00		-	7
	8	.17	.00	.17	.25	.00	.25	.32	.04	.29	.08	.17	.00	.17	.79	.63		-	3

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อ ที่	ข้อ ที่	ตัวเลือก												ข้อ ที่ แก้ไข	สิ่งที่ ปรับปรุง และแก้ไข	ข้อ ที่ แก้ไข	
		ก			ข			ค			ง						
		P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S				
6	9	.13	.08	.04	.42	.29	.13	.21	.17	.04	.17	.46	.00	.00	ง	สลับที่ตัวเลือก	9
	10	.17	.75	.50	.29	.21	.00	.29	.04	.25	.13	.00	.00	.13	ก	สลับที่ตัวเลือก	10
	11	.17	.17	.00	.17	.00	.08	.25	.00	.17	.33	.00	.50	.50	จ	สลับที่ตัวเลือก	11
	12	.21	.92	.71	.29	.08	.21	.33	.00	.33	.00	.00	.00	.00	ก	สลับที่ตัวเลือก	12
	13	.13	.00	.13	.29	.92	.63	.25	.04	.21	.25	.04	.00	.00	ข	สลับที่ตัวเลือก	13
7	1	.21	.00	.21	.42	1.00	.50	.33	.00	.33	.04	.00	.00	.00	ข	-	1
	2	.00	.00	.00	.25	.96	.71	.33	.00	.33	.29	.04	.00	.13	ข	-	2
	3	.13	.33	.21	.21	.25	-.04	.42	.13	.29	.21	.25	-.04	.00	ก	ตัวเลือก	7
	4	.30	.00	.30	.17	.92	.75	.17	.00	.17	.25	.04	.21	.00	ข	-	6
	5	.00	.96	.00	.50	.00	.50	.13	.04	.00	.17	.00	.17	.13	ก	-	5
	6	.08	.00	.00	.21	.00	.21	.25	1.00	.75	.33	.00	.33	.13	ค	-	3
	7	.17	.00	.17	.33	.04	.29	.25	.00	.25	.13	.96	.00	.13	ง	-	4
	8	.13	.75	.67	.42	.00	.50	.21	.00	.15	.17	.00	.17	.00	ก	ตัวเลือก	11

ตาราง 1 (ต่อ)

ชุดข้อมูล	ตัวเลือก												คะแนนเต็มชุด	สิ่งที่ปรับปรุงและแก้ไข	หมายเหตุ				
	ก			ข			ค			ง									
	ค			ข			ค			ง									
	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S							
7	9	.13	.00	.04	.21	.46	-.25	.29	.33	.04	.21	.13	.08	.17	.00	.17	ค	สลัมที่หัวเลือก	12
	10	.13	.50	.37	.33	.08	.25	.33	.00	.33	.17	.33	-.17	.04	.08	-.04	ก	สลัมที่หัวเลือก	13
	11	.25	.00	.25	.21	.13	.08	.33	.50	-.25	.17	.29	.13	.04	.00	.04	ง	สลัมที่หัวเลือก	14
	12	.13	.67	.54	.25	.08	.17	.29	.04	.25	.25	.08	.17	.08	.13	-.04	ก	ใจหาย	9
	13	.33	.04	.29	.17	.08	.08	.25	.00	.25	.21	.88	.67	.04	.00	.04	ง	ใจหาย	8
	14	.17	.42	-.25	.25	.00	.25	.33	.29	.04	.13	.29	-.17	.13	.00	-.04	จ	ใจหาย	10
8	1	.17	.00	.17	.33	.04	.29	.17	.96	.79	.29	.00	.29	.04	.00	.04	ค	-	1
	2	.13	.04	.08	.29	.04	.25	.33	.88	.50	.17	.04	.13	.04	.00	.04	ค	สลัมที่หัวเลือก	2
	3	.25	.88	.63	.29	.00	.29	.21	.04	.17	.21	.08	.13	.04	.00	.04	ก	-	3
	4	.21	.08	.13	.13	.04	.08	.42	.75	.33	.13	.08	.04	.13	.04	.08	ค	-	4
	5	.08	.17	-.08	.38	.50	.12	.29	.21	.08	.21	.04	.17	.04	.08	-.04	ข	สลัมที่หัวเลือก	6
	6	.25	.17	.08	.25	.71	.46	.21	.04	.17	.21	.04	.17	.08	.04	.04	ข	-	5
	7	.17	.92	.75	.25	.04	.21	.33	.04	.29	.17	.00	.17	.08	.00	.08	ก	-	8
	8	.13	.00	.13	.29	.04	.25	.17	.92	.75	.25	.04	.21	.17	.00	.17	ค	-	9

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับข้อมูล	ข้อมูลรายละเอียด	ค่าเลือก															ลำดับข้อมูลเลือก	สิ่งที่ปรับปรุงและแก้ไข	ลำดับข้อมูลเลือก
		ก			ข			ค			ง								
		ก			ข			ค			ง			จ					
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S			
8	9	.04	.92	.60	.21	.04	.17	.42	.04	.38	.29	.00	.29	.04	.00	.04	7	-	
	10	.17	.00	.17	.29	.92	.63	.17	.04	.13	.25	.04	.21	.13	.00	.13	11	-	
	11	.21	.00	.67	.25	.04	.21	.29	.04	.25	.17	.04	.13	.00	.00	.00	10	-	
	12	.17	.04	.13	.30	.83	.46	.17	.04	.13	.21	.04	.17	.00	.04	.04	12	-	
9	1	.17	.00	.17	.30	.00	.29	.25	.79	.54	.00	.13	-.04	.13	.00	.13	1	สลับที่ตัวเลือก	
	2	.17	.00	.00	.29	.00	.21	.21	.79	.50	.25	.04	.21	.00	.00	.00	2	-	
	3	.21	.04	.17	.17	.00	.00	.29	.75	.46	.21	.00	.13	.13	.04	.00	3	-	
	4	.21	.00	.13	.29	.00	.21	.25	.00	.17	.13	.75	.62	.13	.00	.13	4	-	
	5	.25	.13	.13	.21	.04	.17	.21	.04	.17	.21	.75	.54	.13	.04	.00	5	-	
	6	.17	.50	.42	.21	.17	.04	.17	.00	.00	.29	.00	.21	.17	.00	.00	7	-	
	7	.00	.00	.25	.17	.13	.04	.21	.63	.02	.21	.00	.13	.00	.00	.00	6	-	
	8	.17	.54	.30	.33	.04	.29	.17	.00	.17	.17	.04	.13	.17	.38	-.21	11	ตัวเลือก	
	9	.21	.25	-.04	.25	.50	.33	.21	.00	.13	.17	.00	.17	.17	.00	.00	10	สลับที่ตัวเลือก	

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อ เลข	ข้อ เลข	ตัวเลือก												ลำดับข้อมูล	ลำดับข้อมูล	ลำดับข้อมูล	ลำดับข้อมูล		
		ก			ข			ค			ง								
		P ₁	P ₂	C	F ₁	F ₂	S	P ₁	P ₂	S	F ₁	F ₂	S	P ₁	P ₂	S	F ₁	F ₂	S
9	10	.25	.08	.17	.17	.54	.38	.17	.17	.00	.21	.17	.04	.25	.04	.21	-	-	12
	11	.21	.06	.13	.13	.04	.08	.29	.21	.06	.21	.17	.04	.17	.50	.33	-	-	13
	12	.17	.04	.13	.17	.08	.08	.25	.06	.17	.13	.50	.37	.29	.29	.00	-	-	14
	13	.29	.54	.25	.33	.33	.06	.13	.06	.04	.17	.04	.13	.06	.00	.06	-	-	9
	14	.21	.04	.17	.25	.13	.13	.13	.13	.00	.25	.58	.33	.17	.13	.04	-	-	8
10	1	.33	.00	.33	.21	.00	.21	.42	.04	.38	.04	.00	.04	.00	.96	.96	-	-	2
	2	.00	.96	.96	.25	.00	.25	.33	.04	.29	.25	.00	.25	.17	.00	.17	-	-	1
	3	.17	.00	.17	.29	.04	.25	.25	.96	.71	.25	.00	.25	.04	.00	.04	-	-	4
	4	.08	.00	.00	.29	.04	.25	.33	.04	.29	.17	.00	.17	.13	.92	.76	-	-	5
	5	.25	.96	.71	.25	.00	.25	.17	.04	.13	.25	.00	.25	.08	.00	.08	-	-	3
	6	.25	.00	.25	.25	.00	.25	.21	.04	.17	.17	.90	.79	.13	.00	.13	-	-	6
	7	.13	.00	.13	.25	.00	.25	.21	1.00	.79	.13	.00	.13	.29	.00	.29	-	-	10
	8	.00	.00	.00	.38	.00	.38	.29	.00	.28	.21	1.00	.79	.04	.00	.04	-	-	11

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อ ที่	ข้อ ที่	ตัวเลือก															จำนวนข้อที่เลือกข้อนี้	สิ่งที่ ปรารถนา และแก้ไข	หมายเหตุ	
		ก			ข			ค			ง									
		P1		S	P1		F2	S	P1		P2	S	P1		P2	S		P1		P2
		P1	P2	S	P1	P2	F2	S	P1	P2	P2	S	P1	P2	P2	S	P1	P2	P2	S
10	9	.21	.00	.21	.29	1.00	.71	.38	.30	.00	.38	.00	.08	.00	.4	.00	.4	.00	.04	12:
	10	.33	1.00	.67	.21	.00	.21	.29	.00	.00	.29	.13	.13	.00	.04	.00	.04	.00	.04	7
	11	.13	.04	.08	.29	.00	.29	.29	.92	.63	.25	.04	.25	.04	.04	.00	.04	.00	.04	9
	12	.17	.00	.17	.33	.00	.33	.21	1.00	.79	.17	.00	.17	.00	.13	.00	.13	.00	.13	8
11	1	.15	.04	.21	.25	.75	.50	.25	.04	.21	.17	.08	.08	.08	.00	.08	.00	.00	.00	1
	2	.13	.13	.00	.42	.04	.38	.17	.63	.46	.21	.21	.00	.00	.08	.00	.08	.00	.08	3
	3	.10	.04	.04	.33	.13	.21	.29	.13	.17	.17	.58	.41	.13	.13	.13	.00	.00	.00	5
	4	.17	.17	.00	.25	.08	.17	.29	.13	.17	.25	.58	.33	.04	.04	.04	.00	.00	.00	4
	5	.17	.33	.16	.25	.13	.13	.33	.33	.00	.17	.13	.04	.08	.08	.08	.00	.00	.00	6
	6	.13	.04	.00	.21	.75	.50	.33	.00	.25	.25	.02	.17	.08	.04	.04	.00	.00	.00	2
	7	.13	.25	.13	.29	.04	.25	.29	.58	.29	.17	.08	.08	.13	.04	.04	.00	.00	.00	11
	8	.25	.17	.08	.29	.67	.38	.29	.13	.17	.13	.04	.08	.00	.00	.00	.00	.00	.04	3

ตาราง 1 (ต่อ)

	ข้อ ที่	ตัวเลือก												ข้อ ถูก/ผิด	สิ่งที่ ปรากฏ และยกไว้	ข้อ ถูก/ผิด	
		ก						ง									
		ข			ค			ง			จ						
		P ₁	P ₂	S	F ₁	P ₂	S	F ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S				
11	9	.00	.04	.04	.38	.00	.29	.25	.71	.46	.17	.04	.13	.13	.00	ค	7
	10	.13	.21	-.00	.25	.00	.17	.42	.63	.21	.13	.04	.08	.00	.04	ค	10
	11	.00	.25	-.17	.46	.50	.04	.25	.13	.13	.17	.08	.02	.04	.00	ข	12
	12	.00	.04	.04	.00	.00	.00	.33	.21	.13	.30	.63	.25	.08	.04	ง	9

ตาราง 2 ค่าความยากง่ายและค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2 พร้อมทั้งรายการการปรับปรุงแก้ไข และการเรียงอันดับ

ข้อใหม่ก่อนนำไปทดสอบครั้งที่ 3

ข้อ เดิม	ข้อ ใหม่	ตัวเลือก															ลำดับ ข้อมูล	สิ่งที่ ปรับปรุง และแก้ไข	หมายเหตุ			
		ก						ข			ค			ง						จ		
		P		S	P		S	P		S	P		S	P		S				P		S
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S				P ₁	P ₂	S
1	1	.06	.00	.06	.33	.03	.30	.42	.94	.52	.09	.00	.09	.09	.03	.06	-	1	-	-		
	2	.15	.06	.09	.24	.85	.61	.27	.03	.24	.21	.03	.18	.12	.03	.09	-	2	-	-		
	3	.12	.03	.09	.24	.03	.21	.18	.03	.15	.27	.85	.58	.18	.06	.12	-	3	-	-		
	4	.24	.24	.00	.24	.73	.49	.24	.03	.21	.15	.03	.12	.12	.03	.09	-	4	-	-		
	5	.12	.09	.03	.21	.61	.39	.21	.15	.06	.33	.09	.24	.12	.06	.06	-	5	-	-		
	6	.12	.39	.27	.24	.15	.09	.27	.21	.06	.15	.15	.00	.21	.09	.12	ตัดออก	-	ตัดออก	-		
	7	.24	.21	.03	.24	.13	.06	.13	.30	.12	.18	.15	.03	.15	.15	.00	ตัดออก	-	ตัดออก	-		
	8	.12	.06	.06	.12	.06	.06	.03	.06	.03	.67	.76	.09	.06	.06	.00	ตัดออก	-	ตัดออก	-		
	9	.15	.09	.06	.18	.54	.36	.24	.24	.00	.27	.06	.21	.15	.06	.09	-	6	-	-		
	10	.15	.39	.24	.24	.12	.12	.21	.24	.03	.09	.18	.09	.30	.06	.24	-	10	-	-		
	11	.18	.06	.12	.15	.12	.03	.18	.51	.33	.27	.18	.09	.21	.06	.15	-	8	-	-		
	12	.12	.12	.00	.24	.18	.06	.30	.15	.15	.18	.09	.09	.18	.45	.27	-	9	-	-		
	13	.15	.51	.36	.33	.21	.12	.21	.18	.03	.18	.06	.12	.12	.03	.09	-	7	-	-		
	14	.18	.06	.12	.24	.48	.24	.27	.42	.15	.12	.03	.09	.18	.00	.18	ตัดออก	-	ตัดออก	-		

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับ ข้อ	ตัวเลือก	ตัวเลือก												สิ่งที่ ปรับปรุง และแก้ไข	ข้อบกพร่อง			
		ก			ข			ค			ง							
		P		S	P		S	P		S	P		S					
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S					
2	1	.85	.94	.09	.03	.03	.00	.03	.06	.03	.03	.00	.03	ตัดออก	-			
	2	.39	.06	.33	.39	.79	.39	.00	.00	.12	.09	.18	.03	.15	-	1		
	3	.58	.76	.18	.09	.06	.03	.12	.09	.03	.18	.06	.12	.00	-	2		
	4	.09	.58	.48	.06	.03	.03	.09	.03	.06	.12	.00	.12	.64	.36	.27	4	
	5	.06	.03	.03	.15	.55	.39	.18	.15	.03	.03	.00	.03	.58	.27	.30	5	
	6	.03	.00	.03	.03	.00	.03	.27	.61	.33	.58	.24	.33	.09	.15	-.06	3	
	7	.24	.15	.09	.18	.33	.15	.12	.03	.09	.12	.03	.09	.33	.45	-.12	ตัดออก	-
	8	.30	.18	.12	.06	.03	.03	.03	.06	.03	.58	.73	.15	.03	.00	.03	ตัดออก	-
	9	.70	.82	.12	.06	.06	.00	.09	.06	.03	.12	.03	.09	.03	.03	.00	ตัดออก	-
	10	.24	.36	-.12	.15	.06	.09	.15	.42	.27	.24	.09	.15	.21	.06	.15	-	10
	11	.06	.00	.06	.73	.91	.10	.06	.00	.06	.12	.03	.09	.03	.06	-.03	-	6
	12	.61	.85	.24	.15	.09	.06	.12	.03	.09	.06	.03	.03	.06	.00	.06	-	7
	13	.21	.48	.27	.06	.03	.03	.33	.24	.09	.06	.00	.06	.33	.24	.09	-	8
	14	.12	.09	.03	.24	.48	.24	.42	.24	.18	.12	.12	.00	.09	.06	.03	-	9

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัดย่อย	ตัวเลือก												สิ่งที่ปรับปรุงและแก้ไข	ข้อมูลปีงบประมาณ			
		ก			ข			ค			ง							
		ป1		S	ป1		S	ป1		S	ป1		S					
		P1	P2		P1	P2		P1	P2		P1	P2						
3	1	.15	.03	.12	.45	.06	.39	.24	.85	.61	.09	.03	.06	.03	ค	-	2	
	2	.30	.85	.55	.39	.06	.33	.09	.03	.06	.09	.00	.09	.12	.06	ก	-	1
	3	.21	.73	.52	.15	.06	.09	.15	.06	.09	.33	.12	.21	.15	.12	ก	-	4
	4	.30	.76	.45	.30	.18	.12	.24	.03	.21	.09	.03	.06	.06	.06	ก	-	3
	5	.18	.09	.09	.33	.12	.21	.21	.58	.36	.21	.21	.00	.06	.06	ค	-	5
	6	.18	.15	.03	.15	.24	.09	.33	.15	.18	.18	.39	.21	.15	.06	ง	ตัดออก	-
	7	.18	.09	.09	.27	.12	.15	.30	.12	.18	.15	.67	.52	.09	.00	ง	-	8
	8	.21	.21	.00	.33	.12	.21	.18	.12	.06	.24	.52	.27	.03	.00	ง	-	9
	9	.21	.79	.56	.15	.09	.06	.48	.09	.39	.09	.03	.06	.06	.06	ก	-	7
	10	.15	.82	.67	.55	.15	.39	.12	.03	.09	.09	.00	.09	.09	.09	ก	-	6
	11	.15	.21	.06	.21	.30	.09	.21	.24	-.03	.30	.12	.18	.12	.00	ข	ตัดออก	-
	12	.12	.42	.30	.36	.30	.06	.30	.12	.18	.12	.09	.03	.09	.06	ก	-	10
	13	.12	.00	.12	.24	.03	.21	.24	.09	.15	.24	.85	.61	.15	.12	ง	-	11
	14	.27	.03	.24	.36	.03	.33	.18	.06	.12	.15	.06	.09	.03	.79	ง	-	12

ลำดับ	ข้อ	ค่าเลือก												เงื่อนไขการอนุมัติ	สิ่งที่ปรับปรุงและแก้ไข	ข้อใดถูกเลือก		
		ก			ข			ค			ง							
		ป		ส	ป		ส	ป		ส	ป		ส					
		P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S					
3	15	.12	.76	.64	.33	.06	.27	.21	.06	.15	.21	.03	.13	.09	.00	n	-	14
	16	.15	.76	.61	.58	.12	.45	.18	.09	.09	.09	.00	.09	.03	-.03	n	ตัดออก	-
	17	.15	.06	.09	.27	.06	.21	.27	.06	.21	.18	.06	.12	.76	.64	จ	-	15
	18	.30	.06	.24	.36	.06	.30	.15	.82	.67	.09	.03	.06	.09	.03	ค	-	13
4	1	.33	.91	.58	.30	.03	.27	.15	.03	.12	.06	.00	.06	.15	.03	n	-	1
	2	.09	.61	.52	.21	.21	.00	.24	.06	.18	.24	.00	.24	.21	.12	n	-	3
	3	.12	.18	-.06	.36	.09	.27	.36	.67	.30	.09	.03	.06	.06	.03	ค	ตัดออก	-
	4	.21	.06	.15	.21	.03	.18	.18	.21	-.03	.30	.67	.36	.09	.03	ง	ตัดออก	-
	5	.24	.09	.15	.24	.12	.12	.24	.61	.36	.15	.15	.00	.12	.03	ค	-	4
	6	.15	.61	.45	.30	.24	.06	.18	.06	.12	.21	.06	.15	.15	.03	n	-	5
	7	.24	.03	.21	.36	.09	.27	.24	.15	.15	.09	.70	.61	.06	.03	ง	-	2
	8	.24	.06	.18	.30	.03	.27	.21	.03	.13	.15	.56	.09	.09	.82	จ	-	9
	9	.15	.06	.09	.15	.06	.12	.39	.15	.24	.18	.76	.53	.09	.06	ง	โจทย์	10
	10	.18	.76	.58	.24	.12	.12	.24	.03	.21	.24	.06	.18	.09	.03	n	ตัดออก	-
	11	.30	.06	.24	.24	.06	.18	.24	.82	.58	.12	.03	.09	.03	.06	ค	กลับที่ตัวเลือก	6

ตาราง 2 (ต่อ)

ชุดข้อมูล	ข้อบกพร่อง	ตัวเลือก												สิ่งที่ ปรับปรุง และแก้ไข	ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม	รวมข้อบกพร่อง						
		ก						ข			ค						ง					
		ก			ข			ค			ง						จ					
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S				P ₁	P ₂	S			
4	12	.18	.06	.12	.33	.03	.30	.21	.06	.15	.12	.82	.70	.15	.03	.12	7					
	13	.21	.82	.61	.24	.12	.12	.33	.03	.30	.12	.00	.12	.09	.03	.06	8					
	14	.15	.03	.12	.36	.85	.48	.18	.06	.12	.24	.03	.21	.06	.03	.03	-					
5	1	.24	.18	.06	.24	.42	.18	.21	.18	.03	.15	.12	.03	.15	.09	.06	5					
	2	.30	.67	.36	.30	.06	.24	.18	.15	.03	.12	.06	.06	.09	.06	.03	1					
	3	.12	.06	.06	.33	.09	.24	.27	.12	.15	.21	.21	.00	.06	.36	.30	3					
	4	.15	.10	.03	.30	.15	.15	.18	.30	.18	.24	.18	.06	.12	.12	.00	-					
	5	.30	.03	.27	.15	.06	.09	.18	.39	.21	.18	.36	.18	.18	.15	.03	4					
	6	.09	.15	.06	.21	.48	.27	.24	.12	.12	.18	.15	.03	.27	.09	.13	2					
	7	.27	.24	.03	.18	.27	.09	.36	.24	.12	.12	.06	.06	.06	.12	.06	10					
	8	.21	.42	.41	.21	.18	.03	.21	.15	.06	.24	.21	.03	.12	.03	.09	-					
	9	.12	.18	.06	.30	.18	.12	.24	.18	.06	.15	.24	.09	.18	.15	.03	9					
	10	.21	.09	.12	.21	.15	.06	.21	.24	.03	.21	.33	.12	.15	.12	.04	8					
	11	.15	.36	.21	.30	.21	.09	.27	.18	.09	.12	.18	.06	.15	.06	.09	7					

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับข้อ	รหัสข้อ	ตัวเลือก												ลำดับที่ตัวเลือก	สิ่งที่ปรับปรุงและแก้ไข	หมายเหตุ
		ก						ข								
		น			ค			ง			จ					
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S			
5	12	.10	.24	-.06	.24	.15	.09	.27	.06	.21	.21	.10	.03	จ	สลบที่ตัวเลือก	6
	13	.24	.15	.09	.21	.36	.15	.30	.27	.03	.15	.13	-.03	ข	-	14
	14	.10	.12	.06	.36	.09	.27	.12	.30	.13	.09	.27	-.10	ค	ตัวเลือก	15
	15	.21	.10	.03	.24	.27	.03	.10	.21	-.03	.15	.15	.00	ข	ตัดออก	-
	16	.15	.39	.24	.27	.36	.09	.21	.09	.12	.21	.06	.15	ก	-	11
	17	.24	.27	-.03	.15	.36	.21	.10	.15	.03	.10	.15	.03	ข	โจทย์	13
	18	.10	.03	.15	.21	.39	.18	.33	.24	.09	.21	.21	.00	ข	สลบที่ตัวเลือก	12
6	1	.18	.88	.70	.39	.06	.33	.27	.06	.21	.09	.00	.09	ก	-	1
	2	.21	.88	.67	.36	.03	.33	.21	.03	.18	.09	.03	.06	ก	สลบที่ตัวเลือก	2
	3	.12	.09	.03	.36	.79	.42	.36	.09	.27	.09	.03	.06	ข	ตัดออก	-
	4	.10	.03	.15	.27	.06	.21	.30	.09	.21	.21	.82	.61	ง	-	3
	5	.24	.09	.15	.18	.76	.58	.18	.06	.12	.21	.06	.12	ข	โจทย์	4
	6	.15	.03	.12	.27	.06	.21	.27	.73	.45	.15	.06	.09	ค	โจทย์	5
	7	.21	.03	.10	.30	.03	.27	.10	.76	.68	.10	.15	.03	ค	ตัดออก	-

ตาราง 2 (ต่อ)

งบรายจ่าย	งบรายจ่าย	ตัวเลือก												งบรายจ่าย	งบรายจ่าย	งบรายจ่าย	งบรายจ่าย
		ตัวเลือก															
		ก			ข			ค			ง						
		P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S				
6	8	.18	.03	.15	.24	.03	.21	.27	.06	.21	.21	.09	.12	.79	.70		8
	9	.21	.06	.15	.27	.06	.21	.27	.06	.21	.18	.09	.09	.73	.67		9
	10	.12	.00	.12	.27	.03	.24	.33	.85	.52	.15	.09	.06	.12	.03	.09	ตัดออก
	11	.33	.00	.33	.24	.03	.21	.27	.09	.18	.09	.12	.03	.67	.64		ตัวเลือก
	12	.12	.03	.15	.36	.06	.30	.30	.03	.27	.09	.00	.09	.03	.88	.85	6
	13	.09	.00	.09	.24	.03	.21	.33	.06	.27	.24	.88	.64	.03	.03		7
7	1	.36	.09	.27	.42	.73	.30	.12	.09	.03	.06	.06	.00	.03	.00		ตัวเลือก
	2	.18	.06	.12	.27	.73	.45	.39	.12	.27	.03	.00	.03	.12	.09	.03	2
	3	.18	.06	.12	.36	.09	.27	.21	.70	.48	.15	.09	.06	.09	.06	.03	3
	4	.21	.24	.03	.18	.09	.09	.30	.12	.18	.21	.48	.27	.09	.06	.03	ตัดออก
	5	.18	.64	.45	.27	.15	.12	.21	.06	.15	.18	.06	.12	.15	.09	.06	4
	6	.09	.18	.09	.39	.64	.24	.18	.06	.12	.21	.06	.15	.12	.06	.06	ตัดออก
	7	.09	.09	.00	.27	.12	.15	.30	.12	.18	.21	.61	.39	.12	.06	.06	5
	8	.21	.15	.06	.15	.15	.00	.36	.12	.24	.15	.48	.33	.12	.09	.03	6

ข้อสอบ	ผู้สอบ	ตัวเลือก												ข้อสอบที่มีคำตอบ	สิ่งที่ปรับปรุงและแก้ไข	หมายเหตุ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		ก						ข									ค						ง						จ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		P			S			P			S						P			S			P			S			P			S			P			S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S				P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
7	9	.12	.12	.00	.36	.48	.12	.24	.18	.06	.15	.15	.00	.12	.06	.06																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

ตาราง 2 (ต่อ)

ชุดข้อมูล	ชุด	ตัวเลือก															สิ่งที่ปรับปรุงและแก้ไข	เลขที่เอกสาร						
		ก						ข			ค			ง					จ					
		P		S	P		S	P		S	P		S	P		S			P		S	P		S
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S			P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S
8	9	.21	.70	.49	.33	.12	.21	.27	.12	.15	.09	.06	.03	.09	.00	.09		-	9					
	10	.15	.03	.12	.36	.73	.37	.18	.09	.09	.15	.12	.03	.12	.03	.09		-	8					
	11	.18	.67	.49	.30	.06	.24	.24	.21	.03	.15	.03	.12	.12	.03	.09		-	10					
	12	.21	.06	.15	.33	.61	.27	.16	.06	.12	.15	.24	.09	.12	.03	.09	ตัดออก		-					
9	1	.52	.06	.46	.30	.06	.24	.09	.88	.79	.06	.00	.06	.03	.00	.03		-	1					
	2	.36	.09	.27	.30	.18	.12	.18	.73	.55	.09	.00	.09	.06	.00	.06	ตัดออก		-					
	3	.30	.00	.30	.33	.00	.33	.24	.12	.12	.06	.88	.82	.06	.00	.06		-	2					
	4	.21	.00	.21	.33	.06	.27	.27	.06	.21	.09	.86	.79	.09	.00	.09		-	3					
	5	.33	.09	.24	.27	.03	.24	.15	.79	.64	.12	.06	.06	.12	.03	.09		-	4					
	6	.21	.00	.21	.27	.06	.21	.21	.85	.64	.21	.09	.12	.09	.00	.09		-	5					
	7	.18	.76	.58	.27	.06	.21	.42	.06	.36	.06	.12	.06	.06	.00	.06	ตัดออก		-					
	8	.18	.00	.18	.27	.06	.21	.24	.06	.18	.18	.85	.67	.12	.03	.09		-	7					
	9	.27	.67	.40	.30	.06	.24	.12	.18	.06	.15	.66	.09	.15	.03	.12	ตัดออก		-					
	10	.27	.00	.27	.15	.15	.00	.21	.79	.58	.24	.06	.18	.12	.00	.12		-	8					

ลำดับ	รหัส	ค่าเฉลี่ย												ชนิดดิน	พื้นที่ปลูกไร่	พื้นที่ปรับปรุงและนกอ	พื้นที่ปลูกนกอ			
		ก						ข												
		ก			ข			ก			ข									
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S					P ₁	P ₂	S
9	11	.27	.35	.58	.30	.06	.24	.15	.06	.09	.15	.03	.12	.00	.12	.00	.12	ก	-	6
	12	.18	.12	.06	.27	.70	.43	.36	.15	.21	.09	.03	.06	.00	.09	.00	.09	ข	ตัดออก	-
	13	.33	.03	.30	.21	.03	.18	.30	.06	.24	.09	.09	.00	.79	.73	.00	.73	ค	-	9
	14	.27	.00	.27	.30	.06	.24	.21	.06	.15	.12	.82	.70	.09	.06	.03	.03	ง	-	10
10	1	.42	.85	.42	.27	.03	.24	.12	.06	.06	.09	.03	.06	.03	.06	.09	.06	ก	-	1
	2	.12	.03	.09	.45	.06	.39	.18	.09	.09	.15	.06	.09	.76	.67	.09	.67	ข	-	2
	3	.30	.64	.14	.39	.15	.24	.21	.18	.03	.09	.03	.06	.00	.00	.00	.00	ก	ตัดออก	-
	4	.21	.09	.12	.18	.06	.12	.27	.70	.12	.21	.09	.12	.12	.06	.12	.06	ค	สลับที่ตัวเลือก	3
	5	.18	.00	.13	.24	.09	.15	.33	.24	.09	.12	.06	.06	.61	.49	.12	.49	ค	-	5
	6	.21	.06	.15	.24	.06	.18	.27	.06	.21	.15	.70	.55	.12	.12	.00	.00	ง	-	4
	7	.18	.67	.39	.24	.06	.18	.30	.06	.24	.15	.06	.19	.00	.12	.00	.12	ก	-	10
	8	.18	.15	.03	.27	.09	.18	.18	.70	.52	.24	.06	.18	.00	.12	.00	.12	ค	-	9
	9	.06	.03	.03	.36	.06	.30	.27	.73	.46	.24	.18	.06	.00	.06	.00	.06	ค	-	8
	10	.33	.09	.24	.24	.79	.55	.12	.09	.03	.15	.03	.12	.15	.00	.15	.15	ง	-	6

ข้อ	เลข	ตัวเลือก															ข้อใดถูกที่สุด	สิ่งที่ปรับปรุงแก้ไข	คะแนนเต็ม
		ตัวเลือก																	
		ก			ข			ค			ง			จ					
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S			
10	11	.12	.06	.30	.06	.24	.27	.09	.18	.15	.73	.55	.12	.06	.06	.06	-	7	
	12	.12	.09	.30	.58	.27	.21	.12	.09	.24	.15	.09	.12	.06	.06	.06	ตัดออก	-	
11	1	.30	.06	.24	.85	.55	.18	.06	.12	.15	.03	.12	.06	.00	.06	.06	-	1	
	2	.24	.06	.18	.85	.64	.24	.09	.15	.18	.00	.18	.12	.00	.12	.12	-	2	
	3	.21	.42	.21	.00	.18	.30	.55	.25	.18	.03	.15	.12	.00	.12	.12	ตัดออก	-	
	4	.15	.06	.09	.03	.15	.24	.06	.18	.30	.79	.49	.12	.06	.06	.06	-	3	
	5	.24	.06	.18	.09	.09	.35	.12	.21	.09	.67	.58	.15	.06	.09	.09	-	5	
	6	.21	.09	.12	.00	.21	.21	.73	.52	.24	.15	.09	.12	.03	.09	.09	-	4	
	7	.21	.06	.15	.06	.09	.39	.73	.33	.15	.12	.03	.09	.03	.06	.06	-	6	
	8	.12	.61	.49	.33	.15	.33	.15	.18	.12	.06	.06	.09	.03	.06	.06	-	10	
	9	.15	.06	.09	.27	.06	.30	.15	.15	.12	.70	.58	.15	.03	.12	.12	สลับที่ตัวเลือก	8	
	10	.27	.09	.18	.24	.09	.24	.70	.46	.12	.09	.03	.12	.03	.09	.09	-	7	
	11	.21	.64	.43	.24	.06	.27	.21	.06	.15	.06	.09	.12	.03	.09	.09	สลับที่ตัวเลือก	9	
	12	.12	.30	.18	.30	.45	.30	.03	.27	.15	.21	.06	.12	.00	.12	.12	ตัดออก	-	

ตาราง 3 ค่าความยากง่ายและค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก												เฉลย		
		ก			ข			ค			ง					
		P		S	P		S	P		S	P		S			
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S			
1	1	.10	.00	.10	.23	.01	.22	.53	.99	.46	.10	.00	.10	.05	.00	.05
	2	.11	.01	.10	.50	.95	.45	.13	.00	.13	.23	.03	.20	.04	.01	.03
	3	.05	.00	.05	.14	.01	.13	.09	.04	.05	.43	.94	.51	.30	.01	.29
	4	.10	.06	.04	.41	.74	.33	.21	.09	.13	.18	.06	.12	.10	.05	.05
	5	.10	.05	.05	.28	.65	.38	.35	.16	.19	.21	.10	.11	.06	.04	.02
	6	.15	.13	.03	.20	.56	.36	.36	.15	.21	.26	.10	.16	.08	.06	.01
	7	.13	.48	.35	.34	.18	.16	.24	.18	.06	.19	.10	.09	.11	.08	.04
	8	.16	.09	.08	.23	.08	.15	.23	.63	.40	.29	.18	.11	.10	.04	.06
	9	.13	.06	.06	.28	.14	.14	.30	.10	.20	.13	.10	.03	.23	.60	.38
	10	.18	.53	.35	.30	.18	.13	.21	.11	.10	.25	.13	.13	.09	.06	.03
2	1	.29	.09	.20	.30	.58	.28	.15	.01	.14	.15	.10	.05	.11	.10	.01
	2	.31	.50	.19	.10	.06	.04	.20	.16	.04	.34	.15	.19	.05	.03	.03
	3	.00	.00	.00	.09	.01	.08	.16	.54	.38	.68	.38	.30	.14	.08	.06
	4	.20	.54	.34	.28	.06	.01	.23	.03	.20	.08	.06	.01	.43	.31	.11

ตาราง 3 (ต่อ)

		ตัวเล็งออก															ลำดับที่	
		ก			ข			ค			ง			จ				
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S		
2	5	.04	.01	.03	.13	.50	.38	.24	.24	.00	.04	.03	.01	.63	.23	.40	ข	
	6	.25	.71	.46	.26	.06	.20	.20	.08	.13	.19	.04	.15	.10	.01	.09	ก	
	7	.26	.58	.31	.16	.09	.08	.21	.13	.09	.13	.03	.10	.24	.06	.18	ก	
	8	.10	.08	.03	.29	.46	.18	.18	.15	.03	.25	.19	.06	.19	.13	.06	ข	
	9	.23	.16	.06	.13	.11	.01	.31	.48	.16	.21	.19	.03	.13	.06	.06	ค	
	10	.13	.13	.00	.29	.50	.21	.21	.11	.10	.26	.15	.11	.11	.11	.00	ข	
3	1	.25	.75	.51	.35	.05	.30	.20	.08	.13	.15	.10	.05	.05	.01	.04	ก	
	2	.15	.08	.08	.29	.04	.25	.29	.05	.26	.14	.74	.60	.15	.10	.05	ง	
	3	.16	.06	.10	.24	.13	.11	.29	.66	.38	.24	.08	.16	.08	.08	.00	ค	
	4	.10	.64	.44	.23	.04	.19	.20	.06	.13	.26	.19	.08	.11	.06	.05	ก	
	5	.29	.14	.15	.26	.09	.18	.25	.10	.15	.14	.63	.49	.06	.05	.01	ง	
	6	.20	.65	.45	.31	.13	.19	.23	.13	.10	.16	.11	.05	.10	.05	.05	ก	
	7	.20	.73	.53	.30	.11	.19	.25	.11	.14	.14	.06	.08	.11	.06	.05	ก	

ตาราง 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อที่	ค่าเลือก															หมายเหตุ
		ก			ข			ค			ง			จ			
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	
3	8	.14	.09	.06	.26	.10	.16	.35	.21	.14	.16	.56	.40	.09	.05	.04	ง
	9	.19	.14	.09	.31	.23	.09	.24	.10	.14	.16	.56	.40	.10	.06	.04	ง
	10	.19	.46	.28	.26	.21	.05	.23	.16	.06	.20	.11	.09	.13	.08	.05	ก
	11	.16	.14	.03	.41	.18	.24	.19	.14	.05	.15	.55	.40	.09	.09	.00	ง
	12	.15	.14	.01	.26	.16	.10	.33	.13	.20	.16	.11	.05	.10	.46	.36	จ
	13	.16	.14	.03	.25	.20	.05	.28	.41	.14	.15	.13	.03	.16	.13	.04	ค
4	1	.34	.76	.43	.21	.05	.16	.08	.01	.06	.10	.10	.00	.28	.08	.20	ก
	2	.15	.11	.04	.29	.14	.15	.35	.15	.20	.08	.55	.48	.14	.11	.03	ง
	3	.18	.48	.30	.31	.21	.10	.24	.21	.03	.16	.04	.13	.11	.06	.05	ก
	4	.09	.06	.03	.33	.25	.08	.25	.43	.18	.28	.25	.03	.06	.06	.00	ค
	5	.23	.40	.18	.20	.19	.01	.28	.19	.09	.20	.18	.03	.10	.05	.05	ก
	15	.14	.14	.00	.29	.21	.08	.23	.21	.01	.19	.13	.06	.16	.44	.28	จ

ตาราง 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อที่	ตัวเลือก															ลำดับผู้สมัคร
		ก			ข			ค			ง			จ			
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	
4	6	.09	.00	.09	.31	.25	.06	.19	.26	.08	.24	.63	.39	.10	.05	.05	๗
	7	.10	.06	.04	.29	.13	.16	.13	.28	.15	.23	.61	.39	.11	.05	.06	๗
	8	.23	.65	.43	.24	.05	.19	.15	.28	.13	.10	.04	.06	.16	.14	.03	๓
	9	.14	.14	.00	.25	.16	.09	.18	.19	.16	.26	.50	.24	.16	.03	.14	๗
	10	.20	.15	.05	.16	.16	.00	.16	.25	.09	.23	.14	.09	.16	.46	.30	๑
5	1	.18	.04	.14	.31	.04	.28	.10	.23	.10	.15	.10	.05	.14	.73	.59	๑
	2	.15	.13	.03	.19	.11	.08	.08	.23	.08	.33	.63	.30	.11	.03	.05	๗
	3	.11	.19	.05	.30	.63	.33	.14	.23	.14	.09	.10	.03	.06	.04	.03	๗
	4	.16	.06	.10	.25	.66	.41	.06	.20	.06	.26	.13	.14	.13	.09	.04	๗
	5	.25	.74	.49	.23	.06	.16	.05	.19	.05	.13	.11	.01	.14	.10	.04	๓
	6	.18	.09	.09	.21	.20	.01	.19	.30	.19	.21	.15	.06	.10	.46	.36	๑
	7	.20	.19	.01	.21	.19	.03	.51	.31	.20	.13	.10	.03	.15	.11	.04	๓
	8	.16	.06	.10	.30	.16	.14	.14	.24	.14	.13	.56	.44	.18	.18	.00	๗

ตาราง ๑ (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อที่	ตัวเลือก															ข้อสอบที่มีผลต่อค่าเฉลี่ย
		ก			ข			ค			ง			จ			
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	
5	9	.23	.60	.38	.15	.15	.00	.23	.13	.10	.30	.14	.16	.10	.06	.04	ก
	10	.15	.06	.09	.28	.10	.18	.24	.60	.36	.20	.15	.05	.14	.09	.05	ค
	11	.21	.10	.11	.20	.36	.16	.19	.16	.03	.19	.19	.00	.21	.19	.03	ข
	12	.19	.16	.03	.18	.10	.08	.20	.45	.25	.26	.18	.09	.18	.11	.06	ค
	13	.20	.18	.03	.30	.36	.06	.20	.20	.00	.15	.14	.01	.15	.13	.03	ข
60	14	.18	.56	.38	.43	.21	.21	.13	.10	.03	.14	.08	.06	.13	.05	.09	ก
	15	.15	.14	.01	.28	.51	.24	.23	.16	.06	.16	.10	.06	.19	.09	.10	ข
	1	.23	.83	.60	.20	.06	.14	.25	.53	.13	.19	.04	.15	.19	.01	.18	ก
	2	.13	.09	.04	.29	.76	.46	.31	.08	.24	.19	.06	.13	.09	.03	.06	ข
	3	.16	.06	.10	.28	.08	.20	.25	.08	.18	.26	.70	.44	.10	.09	.01	ข
	4	.21	.19	.03	.28	.45	.18	.19	.16	.03	.25	.16	.09	.08	.04	.04	ข
	5	.18	.04	.14	.21	.16	.05	.26	.44	.18	.14	.10	.04	.21	.19	.03	ค
	6	.18	.01	.16	.23	.05	.18	.25	.06	.19	.19	.15	.04	.16	.73	.56	จ

ตาราง 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อ	ค่าเลือก																	
		ก			ข			ค			ง			จ			ด		
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S
6	7	.18	.05	.13	.24	.01	.23	.21	.06	.15	.24	.71	.48	.14	.13	.01			
	8	.12	.16	.03	.23	.23	.03	.25	.19	.04	.23	.15	.08	.11	.28	.16			
	9	.15	.14	.01	.26	.11	.15	.25	.21	.04	.24	.13	.11	.10	.41	.31			
	10	.23	.20	.03	.29	.23	.06	.18	.15	.03	.16	.30	.14	.15	.13	.03			
7	1	.34	.11	.23	.35	.70	.35	.24	.10	.14	.05	.05	.00	.05	.04	.01			
	2	.26	.04	.23	.30	.58	.23	.36	.20	.16	.16	.18	.01	.04	.01	.03			
	3	.14	.06	.08	.21	.18	.04	.29	.44	.15	.16	.15	.01	.20	.18	.03			
	4	.21	.38	.16	.33	.30	.03	.23	.20	.03	.19	.13	.06	.18	.05	.13			
	5	.14	.14	.00	.11	.10	.01	.30	.26	.04	.24	.30	.06	.19	.20	.01			
	6	.16	.18	.01	.28	.24	.04	.24	.15	.09	.19	.58	.39	.14	.11	.03			
	7	.16	.14	.03	.25	.44	.19	.33	.30	.03	.16	.16	.00	.10	.08	.03			
	8	.21	.13	.09	.16	.15	.01	.35	.21	.14	.14	.08	.06	.31	.44	.13			
	9	.30	.46	.16	.29	.21	.08	.29	.13	.16	.14	.13	.01	.18	.08	.10			
	10	.13	.10	.03	.10	.18	.03	.23	.16	.06	.29	.51	.23	.16	.05	.11			

ตาราง 3 (ต่อ)

อันดับที่	ข้อที่	ตัวเลือก																	
		ก			ข			ค			ง			จ			ฉ		
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S
8	1	.19	.06	.13	.18	.06	.11	.33	.81	.49	.23	.04	.19	.09	.03	.06			
	2	.26	.10	.16	.30	.80	.50	.20	.08	.12	.15	.01	.14	.09	.01	.08			
	3	.23	.79	.56	.24	.06	.18	.26	.08	.18	.19	.05	.14	.09	.03	.06			
	4	.21	.11	.10	.24	.10	.14	.29	.73	.44	.16	.04	.13	.11	.03	.09			
	5	.14	.05	.09	.29	.15	.14	.25	.73	.48	.23	.06	.16	.10	.01	.09			
	6	.14	.01	.13	.15	.01	.14	.23	.06	.59	.15	.04	.11	.19	.06	.13			
	7	.24	.84	.60	.21	.05	.16	.24	.06	.18	.15	.04	.11	.16	.01	.15			
	8	.16	.05	.11	.29	.78	.49	.33	.11	.21	.15	.05	.10	.08	.01	.07			
	9	.28	.66	.39	.19	.10	.09	.23	.13	.10	.24	.09	.15	.08	.03	.05			
	10	.20	.66	.46	.21	.06	.15	.34	.15	.19	.11	.08	.04	.14	.05	.09			
9	1	.16	.04	.23	.23	.06	.16	.25	.81	.56	.23	.06	.16	.04	.03	.01			
	2	.11	.05	.06	.29	.09	.20	.33	.14	.19	.24	.70	.46	.04	.03	.01			

ตาราง 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อที่	ค่าเลือก															ชนิดข้อสอบ
		ก			ข			ค			ง			จ			
		P ₁		S	P ₁		S	P ₁		S	P ₁		S	P ₁		S	
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	
9	3	.10	.04	.06	.29	.14	.15	.26	.11	.15	.23	.68	.45	.13	.04	.08	ง
	4	.14	.10	.04	.29	.11	.18	.33	.63	.30	.15	.09	.06	.10	.08	.03	ค
	5	.16	.10	.06	.25	.19	.06	.20	.55	.35	.16	.05	.11	.23	.11	.11	ค
	6	.18	.66	.49	.23	.16	.06	.34	.11	.23	.16	.04	.13	.10	.03	.08	ก
	7	.18	.96	.11	.16	.09	.08	.36	.18	.19	.18	.58	.40	.13	.10	.33	ง
	8	.16	.09	.08	.28	.20	.08	.28	.54	.26	.21	.10	.11	.09	.08	.00	ค
10	9	.13	.10	.03	.26	.20	.06	.33	.28	.05	.13	.05	.08	.16	.38	.21	จ
	10	.25	.19	.06	.23	.16	.06	.19	.13	.06	.16	.40	.24	.18	.13	.05	ง
	1	.28	.85	.58	.16	.04	.13	.21	.03	.19	.10	.05	.05	.25	.04	.21	ก
	2	.20	.03	.18	.10	.01	.09	.20	.08	.13	.35	.06	.29	.15	.83	.68	จ
10	3	.20	.75	.55	.33	.03	.30	.23	.14	.11	.10	.01	.09	.13	.08	.05	ก
	4	.31	.08	.24	.15	.04	.11	.16	.04	.13	.19	.69	.50	.19	.16	.03	ง
	5	.10	.00	.10	.18	.06	.11	.26	.13	.14	.15	.03	.13	.19	.79	.60	จ
	6	.19	.01	.18	.29	.93	.64	.21	.04	.18	.13	.00	.13	.19	.03	.16	ข

ตาราง ๑ (ต่อ)

ลำดับที่ข้อที่	ลำดับที่ข้อที่	ค่าเฉลี่ย												หมายเหตุ			
		ก			ข			ค			ง						
		P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S	P ₁	P ₂	S				
10	7	.13	.03	.10	.20	.03	.18	.21	.03	.19	.30	.91	.61	.16	.01	.15	ข
	8	.19	.04	.16	.28	.04	.24	.28	.89	.61	.10	.03	.08	.17	.03	.14	ค
	9	.14	.03	.11	.31	.04	.28	.30	.90	.60	.14	.01	.13	.11	.03	.09	ค
	10	.29	.90	.61	.16	.01	.15	.24	.01	.23	.20	.06	.14	.11	.01	.10	ก
11	1	.14	.03	.11	.54	.93	.35	.16	.04	.13	.10	.01	.09	.06	.00	.06	ข
	2	.21	.03	.19	.44	.90	.46	.16	.03	.14	.11	.04	.08	.08	.00	.08	ข
	3	.18	.09	.09	.15	.03	.13	.11	.03	.09	.48	.85	.38	.09	.01	.08	ข
	4	.30	.86	.56	.20	.04	.16	.26	.06	.20	.15	.03	.13	.09	.01	.08	ก
	5	.14	.03	.11	.16	.01	.13	.24	.06	.18	.38	.86	.49	.09	.01	.08	ข
	6	.11	.03	.09	.16	.04	.13	.54	.89	.35	.10	.04	.06	.09	.01	.08	ค
	7	.10	.01	.09	.21	.03	.19	.41	.93	.51	.14	.04	.10	.14	.00	.14	ค
	8	.18	.03	.15	.11	.05	.06	.38	.88	.50	.23	.04	.19	.11	.01	.10	ค
	9	.16	.04	.13	.23	.05	.18	.14	.04	.10	.33	.84	.51	.15	.04	.11	ข
	10	.45	.85	.40	.15	.05	.10	.25	.04	.21	.09	.04	.05	.06	.03	.03	ก

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คู่มือการใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์

แบบทดสอบอิงเกณฑ์ชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ว่ามีความสามารถถึงเกณฑ์ที่ต้องการหรือไม่ และยังมีข้อบกพร่องในการเรียนในจุดมุ่งหมายการเรียนในเรื่องใด แบบทดสอบชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยจำนวน 11 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง การหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และมีรัศมียาว r หน่วย

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง การหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง ความยาวของรัศมี และการเขียนกราฟของกราฟวงกลม เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง การใช้ความรู้เรื่องสมการมาใช้ในการหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟวงกลม กราฟวงกลมกับกราฟเส้นตรง จุดผ่านของเส้นรอบวงของกราฟวงกลม และการหาสมการเส้นสัมผัสวงกลม

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$ มีแกน X หรือแกน Y เป็นแกนสมมาตร มีสมการอยู่ในรูป $y^2 = 4cx$ หรือ $x^2 = 4cy$

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) มีแกนของพาราโบลาวขนานกับแกน X หรือแกน Y มีสมการอยู่ในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ หรือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(c, 0)$ มีจุดโฟกัสอยู่บนแกน X ที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ หรือบนแกน Y ที่จุด $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการอยู่ในรูป $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$

แบบทดสอบฉบับที่ 7 แบบทดสอบเรื่องวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k)

มีแกนเอกขนานกับแกน X หรือแกน Y มีจุดโฟกัสที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ หรือ $(h, k + c)$

และ $(h, k - c)$ มีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ

$(y - k)^2/a^2 + (x - h)^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$

แบบทดสอบฉบับที่ 8 เรื่อง ไฮเพอร์โบล่าที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$ มีโฟกัส

อยู่ที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ หรือ $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการอยู่ในรูป

$x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$

แบบทดสอบฉบับที่ 9 เรื่องไฮเพอร์โบล่าที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) มีโฟกัส

ที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ หรือ $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีสมการ

อยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 - (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ $(y - k)^2/a^2 - (x - h)^2/b^2 = 1$

โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$

แบบทดสอบฉบับที่ 10 เรื่อง ไฮเพอร์โบลามุมฉากที่อยู่ในรูป $xy = k$ หรือในรูป

$x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 = b^2$

แบบทดสอบฉบับที่ 11 เรื่อง การพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์ หรือ

สมการของภาคตัดกรวยที่กำหนดให้

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง การหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมที่มี

จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และ รัศมียาว r หน่วย ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์

หรือสมการของกราฟวงกลม ดังตัวอย่าง

(๐) ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลมที่มีรัศมียาว 5 หน่วย จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด

$(-3, 4)$ คือข้อใด

ก. $\{(x, y) \mid x^2 + y^2 + 6x - 8y = 0\}$

ข. $\{(x, y) \mid x^2 + y^2 - 6x + 8y = 0\}$

ค. $\{(x, y) \mid x^2 + y^2 - 4x + 3y = 0\}$

ง. $\{(x, y) \mid x^2 + y^2 + 4x - 3y - 5 = 0\}$

จ. $\{(x, y) \mid x^2 + y^2 - 4x + 3y + 5 = 0\}$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก)

(๐๐) จุดปลายของเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมวงหนึ่งอยู่ที่จุด $(0, 5)$ และ

(4. - 1) สมการของกราฟวงกลมนี้คือข้อใด

ก. $x^2 - y^2 + 4x + 4y - 13 = 0$

ข. $x^2 + y^2 - 4x - 4y - 13 = 0$

ค. $x^2 + y^2 - 4x + 4y - 8 = 0$

ง. $x^2 + y^2 + 4x - 4y - 8 = 0$

จ. $x^2 + y^2 - 4x - 4y - 5 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ จ)

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง การหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง ความยาวรัศมี และการเขียนกราฟวงกลม เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลม หรือวิธีการเขียนกราฟวงกลม ดังตัวอย่าง

(๐) วงกลมที่มีความสัมพันธ์ $\{(x, y) | x^2 + y^2 + 6y = 0\}$ มีโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมีดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลาง $(0, 3)$ รัศมียาว 3 หน่วย

ข. จุดศูนย์กลาง $(0, -3)$ รัศมียาว 3 หน่วย

ค. จุดศูนย์กลาง $(0, 3)$ รัศมียาว 6 หน่วย

ง. จุดศูนย์กลาง $(0, 3)$ รัศมียาว 9 หน่วย

จ. จุดศูนย์กลาง $(0, -3)$ รัศมียาว 9 หน่วย

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง)

(๐๐) จะเขียนกราฟของสมการ $x^2 + y^2 - 2x + 4y - 11 = 0$ ได้ดังข้อใด

ก. ใช้ $(1, -2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว $\sqrt{7}$ หน่วย

ข. ใช้ $(-1, -2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว $\sqrt{11}$ หน่วย

ค. ใช้ $(1, -2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว $\sqrt{11}$ หน่วย

ง. ใช้ $(1, -2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว 4 หน่วย

จ. ใช้ $(-1, 2)$ เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว 4 หน่วย

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง)

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง การใช้ความรู้เรื่องสมการมาใช้ในการหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟวงกลม จุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟเส้นตรง จุดผ่านของเส้นรอบวงของกราฟวงกลม และการหาสมการเส้นสัมผัสวงกลม ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟวงกลมกับกราฟเส้นตรง จุดผ่านของเส้นรอบวงของกราฟวงกลม และการหาสมการเส้นสัมผัสวงกลม ดังตัวอย่าง

(๐) จุดตัดของกราฟของความสัมพันธ์ $\{(x, y) \mid x + y = 1\}$ และ $\{(x, y) \mid x^2 + y^2 - x - 3y = 0\}$ คือข้อใด

ก. $(1, 0)$ และ $(-1, 2)$

ข. $(1, 0)$ และ $(1, -2)$

ค. $(-1, 0)$ และ $(-1, 2)$

ง. $(-1, 0)$ และ $(1, -2)$

จ. $(1, 0)$ และ $(3, -2)$

(๐๐) กราฟของวงกลม $x^2 + y^2 = 52$ ผ่านจุดใด

ก. $(4, 4)$

ข. $(-4, -4)$

ค. $(-4, 6)$

ง. $(6, -6)$

จ. $(-6, 6)$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค)

(๐๐๐) สมการของเส้นตรงซึ่งสัมผัสกับกราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 6x + 4y - 12 = 0$ ณ จุด $(๘, ๒)$ คือข้อใด

ก. $-4x - 3y = 26$

ข. $4x + 3y = 26$

ค. $4x - 3y = 26$

ง. $3x + 4y = 26$

จ. $3x - 4y = 26$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง)

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(๐,๐)$ มีแกน X หรือแกน Y เป็นแกนสมมาตร ซึ่งอยู่ในรูป $y^2 = 4cx$ หรือ $x^2 = 4cy$ ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส สมการเส้นไดเรกทริกซ์ แกนสมมาตร หรือทิศทางการเปิดของกราฟพาราโบลาหรือการหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลา ดังตัวอย่าง

(๐) จุดโฟกัสของกราฟพาราโบลาที่มีสมการ $y^2 - 12x = 0$ คือข้อใด

ก. $(๐, ๓)$

ข. $(๐, -๓)$

ค. $(๓, ๐)$

ง. $(- ๓, ๐)$

จ. $(- ๓, -๓)$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก)

(๐๐) ข้อใดคือสมการของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$ และ

สมการเส้นไดเรกทริกซ์คือ $x = 5$

ก. $y^2 = 20x$

ข. $y^2 = -20x$

ค. $x^2 = 20y$

ง. $x^2 = -20y$

จ. $x^2 = 25y$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง)

แบบทดสอบฉบับที่ ๕ เรื่อง พาราโบลาที่มีโคออดิเนตของจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) มีแกนสมมาตรขนานกับแกน X หรือแกน Y ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ หรือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$ ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด สมการเส้นไดเรกทริกซ์ สมการเส้นสมมาตร ทิศทางการเปิดของกราฟพาราโบลา หรือการหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลา ดังตัวอย่าง

(๐) กราฟพาราโบลาที่มีความสัมพันธ์ $\{(x, y) | x^2 - 6x - 8y - 7 = 0$

มีลักษณะดังข้อใด

ก. จุดยอดคือ $(-2, 3)$ จุดโฟกัสคือ $(3, 0)$ กราฟเปิดข้างล่าง

ข. จุดยอดคือ $(2, -3)$ จุดโฟกัสคือ $(3, 0)$ กราฟเปิดข้างล่าง

ค. จุดยอดคือ $(3, 2)$ จุดโฟกัสคือ $(0, 3)$ กราฟเปิดข้างล่าง

ง. จุดยอดคือ $(-3, 2)$ จุดโฟกัสคือ $(0, -3)$ กราฟเปิดข้างบน

จ. จุดยอดคือ $(3, -2)$ จุดโฟกัสคือ $(3, 0)$ กราฟเปิดข้างบน

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ จ)

(๐๐) สมการของพาราโบลา ที่มีจุดยอดที่ $(3, 1)$ สมการเส้นไดเรกทริกซ์ คือ $x = 6$ คือข้อใด

ก. $y^2 - 2y + 12x + 37 = 0$

ข. $y^2 - 2y - 12x + 35 = 0$

ค. $y^2 - 2y + 12x - 35 = 0$

ง. $y^2 + 2y + 12x - 35 = 0$

จ. $y^2 + 2y + 12x + 37 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค)

(๐๐๐) สมการของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(-1, 0)$ และ กราฟผ่านจุด $(-1, 0)$ โดยมีแกนของพาราโบลานานกับแกน Y คือข้อใด

ก. $x^2 + 2x - 8y + 1 = 0$

ข. $x^2 - 2x - 8y + 1 = 0$

ค. $2x^2 + 4x - 8y + 2 = 0$

ง. $2x^2 - 4x - 8y + 2 = 0$

จ. $2x^2 - 4x + 8y + 2 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก)

แบบทดสอบฉบับที่ ๘ เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$ มีจุดโฟกัสบนแกน X หรือแกน Y ที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ หรือ $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการอยู่ในรูป $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการหาไดออดิเมนต์ของจุดโฟกัส จุดยอด หรือทิศทางและความยาวของแกนเอก หรือแกนโทของกราฟวงรี การหาความสัมพันธ์ หรือสมการของกราฟวงรี ดังตัวอย่าง

(๐) วงรีที่มีสมการเป็น $3x^2/25 + 3y^2/16 = 3$ มีจุดยอดของกราฟอยู่ที่จุดใด

ก. (5, 0) และ (-5, 0)

ข. (0, 5) และ (0, -5)

ค. (4, 0) และ (-4, 0)

ง. (0, 4) และ (0, -4)

จ. (5, 4) และ (-5, 4)

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก)

(๐๐) กราฟวงรีที่มีจุดโฟกัสอยู่ที่จุด (0, 3) และ (0, -3) จุดยอดอยู่ที่จุด

(0, 5) และ (0, -5) มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2/16 + y^2/9 = 1$

ข. $y^2/16 + x^2/9 = 1$

ค. $x^2/25 + y^2/9 = 1$

ง. $y^2/25 + x^2/9 = 1$

จ. $y^2/25 + x^2/16 = 1$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ จ)

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) มีแกนเอกขนานกับ

แกน X หรือแกน Y มีโฟกัสอยู่ที่จุด (h + c, k) และ (h - c, k) หรือ (h, k + c)

และ (h, k - c) มีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ

$(y - k)^2/a^2 + (x - h)^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ ซึ่งต้องการวัด

เกี่ยวกับการหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด จุดศูนย์กลาง หักทางและความยาวของแกนเอก

หรือแกนโทของกราฟวงรี หรือการหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรี ดังตัวอย่าง

(๐) วงรีที่มีความสัมพันธ์ $\{(x, y) \mid x^2 + 4y^2 - 2x - 16y + 13 = 0\}$

มีจุดศูนย์กลางและจุดยอดของกราฟดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลาง $(-1, -2)$ จุดยอด $(-1, 2)$ และ $(3, 2)$

ข. จุดศูนย์กลาง $(-1, -2)$ จุดยอด $(1, 2)$ และ $(3, 2)$

ค. จุดศูนย์กลาง $(-1, -2)$ จุดยอด $(1, -2)$ และ $(3, -2)$

ง. จุดศูนย์กลาง $(1, 2)$ จุดยอด $(-1, 2)$ และ $(3, 2)$

จ. จุดศูนย์กลาง $(1, 2)$ จุดยอด $(1, 2)$ และ $(3, -2)$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง)

(๐๐) วงรีที่มีจุดโฟกัสที่ $(0, -2)$ และ $(6, -2)$ จุดยอดอยู่มีจุด $(-2, -2)$

และ $(8, -2)$ และจุดศูนย์กลางที่ $(3, -2)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $16x^2 - 25y^2 - 96x - 100y - 156 = 0$

ข. $16x^2 + 25y^2 - 96x + 100y - 156 = 0$

ค. $16x^2 + 25y^2 + 96x + 100y - 156 = 0$

ง. $16x^2 + 25y^2 + 96x - 100y - 156 = 0$

จ. $16x^2 + 25y^2 + 96x + 100y + 156 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข)

(๐๐๐) วงรีที่มีจุดยอดจุดหนึ่งอยู่ที่จุด $(-4, 0)$ แกนตามขวางยาว 8 หน่วย

และมีสมการของแกนตามขวางเป็น $x = 4$ มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2 + 4y^2 - 8x - 48 = 0$

ข. $x^2 + 4y^2 - 8x + 48 = 0$

ค. $x^2 + 4y^2 + 8x + 48 = 0$

ง. $x^2 + 4y^2 - 8x - 48 = 0$

จ. $x^2 + 4y^2 + 8x + 48 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก)

แบบทดสอบฉบับที่ ๑ เรื่อง ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$ มีโฟกัสที่จุด $(-c, 0)$ และ $(c, 0)$ หรือ $(0, -c)$ และ $(0, c)$ มีสมการอยู่ในรูป $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$ ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด ทิศทางและความยาวของแกนตามขวาง หรือแกนตั้งของกราฟไฮเพอร์โบลา หรือการหาความสัมพันธ์ หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(๑) สมการของไฮเพอร์โบลา $x^2/25 - y^2/16 = 1$ มีจุดโฟกัสและจุดยอดของกราฟดังข้อใด

ก. จุดโฟกัส $(0, -\sqrt{41})$ และ $(0, \sqrt{41})$ จุดยอด $(0, -5)$ และ $(0, 5)$

ข. จุดโฟกัส $(-\sqrt{41}, 0)$ และ $(\sqrt{41}, 0)$ จุดยอด $(-5, 0)$

และ $(5, 0)$

ค. จุดโฟกัส $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$ จุดยอด $(0, -5)$ และ $(0, 5)$

ง. จุดโฟกัส $(0, -3)$ และ $(0, 3)$ จุดยอด $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$

จ. จุดโฟกัส $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$ จุดยอด $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข)

(๑๑) ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดโฟกัสที่ $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$ และจุดยอดที่ $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $16x^2 - 9y^2 = 144$

ข. $9y^2 - 16x^2 = 144$

ค. $25x^2 - 9y^2 = 144$

ง. $25y^2 - 9x^2 = 135$

จ. $25x^2 - 16y^2 = 400$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก)

แบบทดสอบฉบับที่ ๑ เรื่อง ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) มีจุดโฟกัส
ที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ หรือ $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีแกนตามขวาง
และแกนตั้งยุคนานกับแกน X หรือแกน Y มีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 - (y - k)^2/b^2 = 1$
หรือ $(y - k)^2/a^2 - (x - h)^2/b^2 = 1$ โดยที่ $b^2 = c^2 - a^2$ ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการ
การหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง จุดโฟกัส จุดยอด ความยาวและทิศทางของแกนตามขวางหรือ
แกนตั้งยุค หรือการหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลา ดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

(๐) ไฮเพอร์โบลาที่มีสมการเป็น $x^2 - 4y^2 + 8y - 8 = 0$ มีจุดโฟกัส และ

๑. จุดศูนย์กลางดังข้อใด

ก. จุดโฟกัส $(-\sqrt{15}, 1)$ และ $(\sqrt{5}, 1)$ จุดศูนย์กลาง $(0, 1)$

ข. จุดโฟกัส $(1, -\sqrt{5})$ และ $(1, \sqrt{5})$ จุดศูนย์กลาง $(0, -1)$

ค. จุดโฟกัส $(-\sqrt{5}, 1)$ และ $(\sqrt{5}, 1)$ จุดศูนย์กลาง $(1, 0)$

ง. จุดโฟกัส $(0, -\sqrt{5})$ และ $(0, \sqrt{5})$ จุดศูนย์กลาง $(-1, 0)$

จ. จุดโฟกัส $(0, -5)$ และ $(0, 5)$ จุดศูนย์กลาง $(-1, 0)$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก)

(๐๐) กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีจุดโฟกัสที่ $(1, 5)$ และ $(1, -5)$ และจุดยอดที่

$(1, 3)$ และ $(1, -3)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $16x^2 - 9y^2 + 18y - 153 = 0$

ข. $16x^2 - 9y^2 - 18y - 135 = 0$

ค. $16y^2 - 9x^2 + 18x - 153 = 0$

ง. $16y^2 - 9x^2 - 18x - 135 = 0$

จ. $16y^2 - 9x^2 + 18x - 135 = 0$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค)

แบบทดสอบฉบับที่ 10 เรื่อง ไฮเพอร์โบลามุมฉากที่อยู่ในรูป $xy = k$ หรือในรูป $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือในรูป $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 = b^2$ ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการพิจารณาว่าความสัมพันธ์หรือสมการใด เป็นความสัมพันธ์หรือสมการของไฮเพอร์โบลามุมฉาก หรือการพิจารณาว่ากราฟไฮเพอร์โบล่าที่อยู่ในรูป $xy = k$ อยู่ในควอดแดรนต์ใด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(๐) ข้อใดเป็นสมการของไฮเพอร์โบลามุมฉาก

ก. $x^2 - 4y^2 = 1$

ข. $y = 4x^2 - 1$

ค. $3x = 5y$

ง. $x = 5/y$

จ. $2/x = 3/y$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง)

(๐๐) กราฟของความสัมพันธ์ $\{(x, y) \mid xy = -15\}$ อยู่ในควอดแดรนต์ใด

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 2 และ 3

ง. 2 และ 4

จ. 3 และ 4

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง)

แบบทดสอบฉบับที่ 11 เรื่อง การพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์ หรือสมการของภาคตัดกรวยที่กำหนดให้ ซึ่งต้องการวัดเกี่ยวกับการพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์ หรือสมการของภาคตัดกรวยที่กำหนดให้ ดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

(๑) ข้อใดเป็นสมการของกราฟวงกลม

ก. $x^2 - y^2 = 25$

ข. $3x^2 + 3y^2 = 27$

ค. $y^2 = 5x + 3$

ง. $3x^2 + y^2 = 1$

จ. $2x + 3y = 4$

(คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข)

การตอบแบบทดสอบ

การตอบแบบทดสอบทุกฉบับ ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก

คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากตัวเลือก

ข้อ ก, ข, ค, ง และ จ โดยให้นักเรียนกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรเหล่านั้น

ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดขวางทับกากบาทตัวที่ทำเครื่องหมายไปแล้ว แล้วเลือกคำตอบใหม่ ดังตัวอย่าง

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย มีจุดมุ่งหมายในการทดสอบ คือ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน หลังจากนักเรียนได้เรียน เนื้อหาวิชาย่อย ๆ หรือจุดมุ่งหมายใดจุดมุ่งหมายหนึ่งจบไปแล้ว ว่านักเรียนมีความรู้ถึง เกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้แล้วหรือยัง ถ้านักเรียนมีความรู้ยังไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็สามารถทราบได้ว่านักเรียนเหล่านั้นยังบกพร่องในจุดมุ่งหมายข้อใด ผู้สอนจะได้จัดการสอนซ่อมเสริมในส่วนที่บกพร่องของนักเรียนแต่ละคนให้มีความรู้ถึงเกณฑ์

กำหนดไว้ก่อนไปเรียนในบทเรียนต่อไป แบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ได้กำหนดหาเกณฑ์ของแต่ละฉบับโดยวิธีใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของ เบย์ เบอร์ก และ กลาสส์ แล้วคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแต่ละฉบับโดยเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ดีที่สุด ซึ่งได้เกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับที่ 1 - 11 เรียงตามลำดับดังนี้ 80, 50, 40, 60, 50, 60, 60, 70, 40, 70 และ 80 เปอร์เซนต์ ของคะแนนเต็ม แบบทดสอบอิง เกณฑ์ชุดนี้สามารถนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มหรือรายบุคคล ทั้งนี้เพราะไม่มีการเปรียบเทียบกันระหว่างนักเรียนภายในกลุ่ม

การพัฒนาแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์เรื่องภาคตัดกรวยนี้ เริ่มดำเนินการสร้างในปี พ.ศ. 2525 ปรับปรุงแก้ไขและสร้างสำเร็จในปี พ.ศ. 2526 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชา ค. 012 ในภาคเรียนที่ 2 ของโรงเรียนสังกัด กรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 137 คน แบบทดสอบแต่ละฉบับทำการทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 เป็นการทดลองและปรับปรุงข้อสอบให้มีค่าความยากหลังสอน มีค่ามากกว่าความยากก่อนสอน และค่าดัชนี S ตั้งแต่ .00 ขึ้นไป แล้วคัดเลือกมาฉบับละ 10 หรือ 15 ข้อ แล้วแต่กำหนด แล้วนำไปทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ และการศึกษาค้นคว้า

คุณภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

1. คุณภาพเป็นรายข้อ หมายถึง ค่าความยากหลังสอน ค่าดัชนี S (ค่าอำนาจจำแนก การสอนก่อนสอนกับการสอบหลังสอน) ของแบบทดสอบจากการวิเคราะห์รายข้อ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า มีช่วงค่าความยากหลังสอนและค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ ดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 ช่วงค่าความยากหลังสอนและช่วงค่าดัชนี S ของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	ค่าความยากหลังสอน	ค่าดัชนี S
1	.48 - .99	.33 - .51
2	.46 - .71	.16 - .40
3	.41 - .76	.14 - .60
4	.40 - .76	.18 - .48
5	.36 - .74	.06 - .59
6	.28 - .83	.14 - .60
7	.30 - .70	.09 - .39
8	.66 - .88	.39 - .60
9	.38 - .81	.21 - .56
10	.69 - .93	.50 - .68
11	.66 - .93	.35 - .51

2. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้
 ในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย แบบทดสอบฉบับนี้เน้นความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และ
 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หาได้โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหา
 เป็นผู้พิจารณาถึงความเห็น ปรากฏว่า แบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับสามารถวัดเนื้อหาที่ต้องการได้จริง
 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างหาได้โดยใช้สูตรของ คาร์เวอร์ ดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ

ฉบับที่	จำนวนผู้สอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง
1	60	10	7.0500	60	.8500
2	80	10	5.3750	50	.7750
3	80	15	8.6875	40	.9438
4	80	10	5.4625	60	.7625
5	80	15	8.3625	50	.8375
6	80	10	5.6000	60	.7313
7	80	10	4.8125	60	.6813
8	80	10	7.6625	70	.8436
9	80	10	5.9125	40	.8500
10	80	10	8.4250	70	.9375
11	80	10	8.7750	80	.9000

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงเส้นคงวาในการได้คะแนน
 ของนักเรียนแต่ละคนจากการตอบแบบทดสอบไม่ว่าจะสอบกี่ครั้งก็ตาม ซึ่งหาได้จากวิธีการของ
 ปอปแฮม ดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ

ฉบับที่	จำนวนผู้สอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเชื่อมั่น
1	80	10	7.0500	60	.2613
2	80	10	5.3750	50	.3343
3	80	15	8.6875	40	.2123
4	80	10	5.4625	60	.2749
5	80	15	6.3625	50	.2782
6	80	10	5.6000	60	.3827
7	80	10	4.8125	60	.5035
8	80	10	7.6625	70	.3672
9	80	10	5.9125	40	.5330
10	80	10	8.4250	70	.2283
11	80	10	8.7750	80	.3025

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ

แบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เวลาที่ใช้ในการสอบควรเป็นเวลาที่ใช้ในระหว่างการเรียนการสอน เช่น ตอนต้นหรือท้ายชั่วโมงการสอน จากการทดสอบทั้งสามครั้ง ได้จับเวลาที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำเสร็จ และกำหนดเวลาของการทดสอบไว้ดังตาราง 4

ตาราง 4 เวลาที่ใช้ในการทดสอบ คิดเป็นนาที

ฉบับที่	คำชี้แจง	ทำข้อสอบ	รวม
1	3	15	18
2	3	20	23
3	3	30	33
4	3	15	18
5	3	30	33
6	3	15	18
7	3	20	23
8	3	20	23
9	3	20	23
10	3	15	18
11	3	15	18

วิธีดำเนินการทดสอบ

แบบทดสอบอิงเกณฑ์นี้จะใช้ควบคู่กันไปกับการเรียนการสอน ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. ชี้แจงจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในการทบทวนเรื่องนั้น ๆ ให้นักเรียนทราบ
2. ทดสอบก่อนสอน
3. สอน
4. ทดสอบหลังสอน
5. รายงานผลการสอบ ทำการตรวจสอบบทเรียนของแต่ละบุคคล
6. สอนซ่อมเสริมตามส่วนที่บกพร่องของแต่ละบุคคลให้ได้ตาม เกณฑ์ที่กำหนด

7. เริ่มจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ใหม่ หรือทบทวนย่อย ๆ และดำเนินการเช่นเดียวกับวิธีการที่กล่าวมาแล้ว

วิธีดำเนินการสอบให้ปฏิบัติดังนี้

1. แจกกระดาษคำตอบให้นักเรียนทุกคน และให้เขียนรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวนักเรียน
2. แจกแบบทดสอบและกำชับนักเรียนว่าอย่างเพิ่งลงมือทำข้อสอบ จนกว่าจะรับฟังคำชี้แจงจนเข้าใจ
3. อธิบายวิธีทำแบบทดสอบ โดยครูอ่านคำชี้แจงให้นักเรียนฟัง ใช้เวลา 3 นาที
4. เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด ให้เตือนเวลาที่เหลือแก่นักเรียน
5. เมื่อหมดเวลา ให้นักเรียนส่งแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการคุมสอบ

การตรวจให้คะแนนและการรายงานผลการสอบ

1. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน
2. พิจารณานักเรียนบกพร่องหรือไม่ บกพร่องในแง่ละ เรื่องหรือแต่ละจุดมุ่งหมาย โดยดูจาก เกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
3. นำผลการสอบบันทึกลงไปในใบแจ้งผลการเรียน แจ้งให้นักเรียน และผู้ปกครองทราบดังตัวอย่าง

แบบรายงานผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย

ชื่อ ชั้น

ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา โรงเรียน

ฉบับที่	เกณฑ์ ตัดสิน	ข้อที่															คะแนน รวม	ผลการ ตัดสิน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	6																	
2	5																	
3	6																	
4	6																	
5	8																	
6	6																	
7	6																	
8	7																	
9	4																	
10	7																	
11	8																	

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง การหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง การหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง ความยาวรัศมี และ

การเขียนกราฟของกราฟวงกลม

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง การหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟวงกลม หรือกราฟเส้นตรง

การหาจุดผ่านของเส้นรอบวง และการหาสมการเส้นสัมผัสวงกลม

- แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดที่จุด $(0, 0)$
- แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดที่จุด (h, k)
- แบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$
- แบบทดสอบฉบับที่ 7 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)
- แบบทดสอบฉบับที่ 8 เรื่อง ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$
- แบบทดสอบฉบับที่ 9 เรื่อง ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k)
- แบบทดสอบฉบับที่ 10 เรื่อง ไฮเพอร์โบลามุมฉาก
- แบบทดสอบฉบับที่ 11 เรื่อง การพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์หรือสมการ

ที่กำหนดให้

จากแบบรายงานนี้ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกให้เขียนกากบาท (X) ลงในช่องข้อสอบนั้น ถ้าทำผิดให้ทำเครื่องหมายขีด (-) ลงในช่องข้อสอบนั้น คะแนนรวมในเนื้อเรื่องใดมากกว่าหรือเท่ากับ เกณฑ์ตัดสินถือว่าผ่าน ให้ใส่ "ผ" ลงในช่องผลการสอบ ถ้าคะแนนรวมต่ำกว่าเกณฑ์ตัดสิน ถือว่าไม่ผ่าน ให้ใส่ "ไม่ผ" ลงในช่องผลการสอบนั้น

ข้อเสนอแนะในการนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไปใช้

1. ควรดำเนินการตามคู่มือดำเนินการสอบอย่างเคร่งครัด
2. ควรนำแบบทดสอบนี้ทดสอบนักเรียนทันทีหลังจากสอนจบลงในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ หรือจุดมุ่งหมายหนึ่ง ๆ
3. ควรแจ้งผลการสอบให้นักเรียนทราบโดยรวดเร็ว และต้องจัดการสอนซ่อมเสริมให้ทันที่ก่อนขึ้นบทเรียนใหม่ หรือจุดมุ่งหมายใหม่
4. ถ้าจะนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชุดนี้ไปใช้กับนักเรียนโรงเรียนอื่น ๆ นอกเหนือจากนักเรียนในโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่างแล้ว ครูผู้สอนควรแบ่งเนื้อหาย่อย และกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเช่นเดียวกับแบบทดสอบชุดนี้
5. เกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ครูผู้สอนอาจจะหาใหม่ได้ ถ้าเห็นว่าไม่เหมาะสมกับนักเรียนในโรงเรียนนั้น ๆ

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาการศาสตร์ เชื้ออง ภาคตัดกรวย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบฉบับที่ 1

เรื่อง การหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h,k) และ มีรัศมียาว r หน่วย

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมีของวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2. เมื่อกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง และความยาวของรัศมีวงกลมมาให้ ซึ่งนักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมีวงกลมได้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 15 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย $\times$ ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนต้องการจะเปลี่ยนคำตอบจากข้อค เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยใด ๆ ให้ถามกรรมการคุมสอบ

1. สมการของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0,0)$ และรัศมียาว 4 หน่วย คือข้อใด

ก. $x^2 + y^2 = 2$

ง. $4x^2 + 4y^2 = 4$

ข. $x^2 + y^2 = 4$

จ. $4x^2 + 4y^2 = 4^2$

ค. $x^2 + y^2 = 16$

2. วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(1,3)$ และรัศมียาว 2 หน่วย มีสมการดังข้อใด

ก. $(x-1)^2 + (y-3)^2 = 2$ ง. $(x+1)^2 + (y+3)^2 = 4$

ข. $(x-1)^2 + (y-3)^2 = 4$ จ. $(x+1)^2 + (y+3)^2 = 4^2$

ค. $(x+1)^2 + (y+3)^2 = 2$

3. ความสัมพันธ์ของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(1, -2)$ และรัศมียาว 3 หน่วยคือข้อใด

ก. $\{(x,y) \mid (x-1)^2 + (y-2)^2 = 3\}$

ข. $\{(x,y) \mid (x-1)^2 + (y+2)^2 = 3\}$

ค. $\{(x,y) \mid (x+1)^2 + (y+2)^2 = 9\}$

ง. $\{(x,y) \mid (x-1)^2 + (y+2)^2 = 9\}$

จ. $\{(x,y) \mid (x+1)^2 + (y-2)^2 = 9\}$

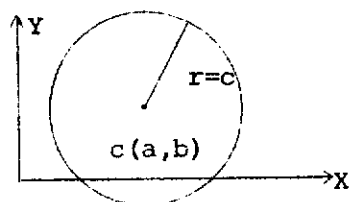
4. สมการของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่ $(-1,0)$ และรัศมียาว $\sqrt{13}$ หน่วย คือข้อใด

ก. $x^2 + y^2 - 2x - 12 = 0$ ง. $x^2 + y^2 - 2x - 14 = 0$

ข. $x^2 + y^2 + 2x - 12 = 0$ จ. $x^2 + y^2 + 2x - 14 = 0$

ค. $x^2 + y^2 + 2x + 12 = 0$

5.



สมการของกราฟวงกลมในรูปคือข้อใด

ก. $x^2 + y^2 - 2ax - 2by + a^2 + b^2 + c^2 = 0$

ข. $x^2 + y^2 - 2ax - 2by + a^2 + b^2 - c^2 = 0$

ค. $x^2 + y^2 + 2ax + 2by - a^2 - b^2 - c^2 = 0$

ง. $x^2 + y^2 + 2bx + 2ay + a^2 + b^2 + c^2 = 0$

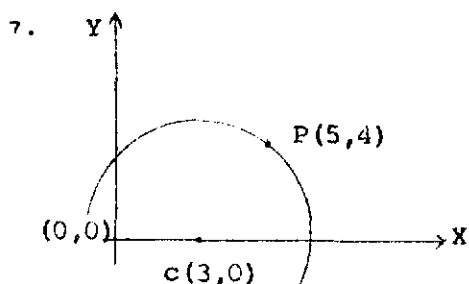
จ. $x^2 + y^2 - 2bx - 2ay + a^2 + b^2 - c^2 = 0$

6. สมการของวงกลมที่มีจุดปลายของเส้นผ่าศูนย์กลางที่จุด $(3,2)$ และ $(1,4)$ คือข้อใด

ก. $x^2 + y^2 - 4x - 6y - 11 = 0$ ง. $x^2 + y^2 + 4x + 6y - 11 = 0$

ข. $x^2 + y^2 - 4x - 6y + 11 = 0$ จ. $x^2 + y^2 - 4x + 6y + 11 = 0$

ค. $x^2 + y^2 + 4x + 6y + 11 = 0$



สมการของกราฟวงกลมในรูปนี้คือข้อใด

ก. $x^2 + y^2 - 6x - 11 = 0$

ง. $x^2 + y^2 + 6x - 29 = 0$

ข. $x^2 + y^2 + 6x + 11 = 0$

จ. $x^2 + y^2 - 6y - 11 = 0$

ค. $x^2 + y^2 - 6x - 29 = 0$

8. วงกลมที่มีจุด $(-1,-1)$ เป็นจุดศูนย์กลาง และมีพื้นที่ 4π ตารางหน่วย มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2 + y^2 + 2x - 2y - 2 = 0$

ง. $x^2 + y^2 + 2x + 2y + 4 = 0$

ข. $x^2 + y^2 - 2x - 2y - 2 = 0$

จ. $x^2 + y^2 - 2x + 2y + 4 = 0$

ค. $x^2 + y^2 + 2x + 2y - 2 = 0$

9. กราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่ $(0,1)$ และกราฟผ่านจุด $(2,2)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2 + y^2 + 2y - 10 = 0$

ง. $x^2 + y^2 + 2x - 12 = 0$

ข. $x^2 + y^2 - 2x - 2y = 0$

จ. $x^2 + y^2 - 2y - 4 = 0$

ค. $x^2 + y^2 + 2x - 2y = 4$

10. สมการของกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0,3)$ และกราฟสัมผัสกับเส้นตรง $x = 4$ คือข้อใด

ก. $x^2 + y^2 - 6y - 7 = 0$

ง. $x^2 + y^2 + 6y + 7 = 0$

ข. $x^2 + y^2 - 6y - 25 = 0$

จ. $x^2 + y^2 + 6y - 25 = 0$

ค. $x^2 + y^2 + 6y - 7 = 0$

แบบทดสอบฉบับที่ 2

เรื่อง การหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมีของกราฟวงกลม เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมีวงกลมได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถบอกวิธีเขียนกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 20 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย x ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระตาคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

1. วงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 2x - 10y + 25 = 0$ มีจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมีดังข้อใด

- ก. จุดศูนย์กลาง (1,5) รัศมี 1 ง. จุดศูนย์กลาง (-1,-5) รัศมี 5
 ข. จุดศูนย์กลาง (-1,5) รัศมี 1 จ. จุดศูนย์กลาง (5,1) รัศมี 25
 ค. จุดศูนย์กลาง (-1,-5) รัศมี 5

2. ความสัมพันธ์ของกราฟวงกลม $\{(x,y) | x^2 + y^2 + 6x - 2y + 6 = 0\}$ มีจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลมดังข้อใด

- ก. จุดศูนย์กลาง (3,-1) รัศมี 2 ง. จุดศูนย์กลาง (1,-3) รัศมี 4
 ข. จุดศูนย์กลาง (-3,1) รัศมี 2 จ. จุดศูนย์กลาง (3,1) รัศมี 4
 ค. จุดศูนย์กลาง (-1,3) รัศมี 2

3. วงกลมที่มีสมการ $4(x+5)^2 + 4y^2 = 100$ มีจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมีดังข้อใด

- ก. จุดศูนย์กลาง (3,-5) รัศมี 5 ง. จุดศูนย์กลาง (5,0) รัศมี 10
 ข. จุดศูนย์กลาง (0,5) รัศมี 5 จ. จุดศูนย์กลาง (-5,0) รัศมี 25
 ค. จุดศูนย์กลาง (-5,0) รัศมี 5

4. ความสัมพันธ์ของกราฟวงกลม $\{(x,y) | 2x^2 + 2(y-2)^2 = 8\}$ มีจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมี ดังข้อใด

- ก. จุดศูนย์กลาง (0,-2) รัศมี 2 ง. จุดศูนย์กลาง (0,1) รัศมี 4
 ข. จุดศูนย์กลาง (0,2) รัศมี 2 จ. จุดศูนย์กลาง (0,2) รัศมี $\sqrt{8}$
 ค. จุดศูนย์กลาง (0,2) รัศมี 4

5. วงกลมที่มีสมการ $3x^2 + 3(y+3)^2 = 3$ มีจุดศูนย์กลางและความยาวรัศมี ดังข้อใด

- ก. จุดศูนย์กลาง (0,-3) รัศมี 1 ง. จุดศูนย์กลาง (-3,0) รัศมี $\sqrt{3}$
 ข. จุดศูนย์กลาง (0,3) รัศมี 1 จ. จุดศูนย์กลาง (0,-3) รัศมี $\sqrt{3}$
 ค. จุดศูนย์กลาง (3,0) รัศมี $\sqrt{3}$

6. กราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 = 5$ เขียนกราฟได้ดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (1,2)

ข. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (1,3)

ค. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (2,2)

ง. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (2,3)

จ. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (3,2)

7. จะเขียนกราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 = 10$ ได้ดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (1,3)

ข. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (1,2)

ค. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (1,4)

ง. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (1,1)

จ. จุดศูนย์กลางที่ (0,0) รัศมีถึงจุด (2,3)

8. กราฟวงกลมที่สมการ $x^2 + y^2 + 2x - 9 = 0$ สามารถเขียนกราฟได้ดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลางที่ (-1,0) รัศมีถึงจุด (1,2)

ข. จุดศูนย์กลางที่ (-1,0) รัศมีถึงจุด (2,1)

ค. จุดศูนย์กลางที่ (-1,0) รัศมีถึงจุด (2,2)

ง. จุดศูนย์กลางที่ (0,-1) รัศมีถึงจุด (1,3)

จ. จุดศูนย์กลางที่ (0,-1) รัศมีถึงจุด (3,0)

9. วงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 2x - 2y - 6 = 0$ สามารถเขียนกราฟได้ดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลางที่ (1,1) รัศมีถึงจุด (1,2)

ข. จุดศูนย์กลางที่ (1,1) รัศมีถึงจุด (2,2)

ค. จุดศูนย์กลางที่ (1,1) รัศมีถึงจุด (3,3)

ง. จุดศูนย์กลางที่ (-1,-1) รัศมีถึงจุด (2,2)

จ. จุดศูนย์กลางที่ (-1,-1) รัศมีถึงจุด (3,3)

10. กราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 2y = 4$ สามารถเขียนกราฟได้ดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลางที่ $(0, 1)$ รัศมีถึงจุด $(1, 2)$

ข. จุดศูนย์กลางที่ $(0, 1)$ รัศมีถึงจุด $(2, 0)$

ค. จุดศูนย์กลางที่ $(0, 1)$ รัศมีถึงจุด $(2, 3)$

ง. จุดศูนย์กลางที่ $(0, -1)$ รัศมีถึงจุด $(1, 2)$

จ. จุดศูนย์กลางที่ $(0, -1)$ รัศมีถึงจุด $(2, 0)$

325536

แบบทดสอบฉบับที่ 3

เรื่อง การใช้ความรู้เรื่องสมการมาใช้ในการหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟวงกลม หรือ
กราฟเส้นตรง การหาจุดผ่านของเส้นรอบวงของกราฟวงกลม และการหาสมการเส้นสัมผัสของ
วงกลม ณ จุดที่กำหนดให้

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ 2 ความสัมพันธ์หรือ 2 สมการ
หรือกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมกับกราฟเส้นตรงมาให้ นักเรียนสามารถแก้
สมการหาจุดตัดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า
เส้นรอบวงของกราฟวงกลมผ่านจุดใดได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
3. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลมและโคออดิเนตของจุดสัมผัสบน
เส้นรอบวงของกราฟวงกลมมาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของเส้นสัมผัสวงกลมได้
ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 30 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง
ข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย x ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดานคำตอบ ดังนี้

ก.	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

1. จุดตัดของสมการ $x + y = 1$ และ $x^2 + y^2 - x - 3y = 0$ คือข้อใด

- ก. $(1,0)$ และ $(-1,2)$ ง. $(-1,2)$ และ $(1,-2)$
 ข. $(1,0)$ และ $(2,-1)$ จ. $(1,0)$ และ $(-3,-2)$
 ค. $(-1,2)$ และ $(2,-1)$

2. กราฟของสมการ $x^2 + y^2 - 4x + 6y + 12 = 0$ ตัดกับกราฟ $x = 2$ ที่จุดใด

- ก. $(2,2)$ และ $(2,3)$ ง. $(2,-2)$ และ $(2,-4)$
 ข. $(2,2)$ และ $(2,4)$ จ. $(2,-3)$ และ $(2,-4)$
 ค. $(2,3)$ และ $(2,4)$

3. วงกลม $x^2 + y^2 = 2$ ตัดกับวงกลม $x^2 + y^2 - x - y = 0$ ที่จุดใด

- ก. $(1,1)$ ง. $(-1,-1)$ และ $(0,2)$
 ข. $(1,1)$ และ $(2,0)$ จ. $(-1,-1)$ และ $(2,0)$
 ค. $(1,1)$ และ $(-1,-1)$

4. วงกลม $x^2 + y^2 - 2x - 2y = 0$ ตัดกับกราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 4x - 4y + 8 = 0$ ที่จุดใด

- ก. $(2,2)$ ง. $(0,2)$ และ $(2,2)$
 ข. $(2,0)$ จ. $(2,0)$ และ $(2,2)$
 ค. $(0,2)$

5. กราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 4x - 8y - 17 = 0$ ตัดกับกราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 + 10x - 8y - 31 = 0$ ที่จุดใด

- ก. $(1,2)$ และ $(-1,10)$ ง. $(1,-2)$ และ $(-1,10)$
 ข. $(1,2)$ และ $(-1,-10)$ จ. $(-1,-2)$ และ $(-1,-10)$
 ค. $(-1,2)$ และ $(1,-10)$

6. กราฟวงกลมที่มีสมการ $4x^2 + 4y^2 - 2x - 2y = 0$ ผ่านจุดใด

ก. $(0,0)$

ง. $(-1,2)$

ข. $(1,1)$

จ. $(-1,-2)$

ค. $(2,1)$

7. วงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 8x - 2y + 4 = 0$ ผ่านจุดใด

ก. $(1,3)$

ง. $(-3,1)$

ข. $(1,-3)$

จ. $(-1,-3)$

ค. $(-1,3)$

8. กราฟวงกลม $3x^2 + 3y^2 = 39$ ผ่านจุดใด

ก. $(2,2)$ และ $(3,2)$

ง. $(2,3)$ และ $(-2,-3)$

ข. $(2,3)$ และ $(-3,1)$

จ. $(-3,2)$ และ $(-2,-2)$

ค. $(3,0)$ และ $(-2,3)$

9. กราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 3x - 1 = 0$ ผ่านจุดใด

ก. $(0,1)$ และ $(0,3)$

ง. $(3,1)$ และ $(3,-1)$

ข. $(0,1)$ และ $(0,-1)$

จ. $(3,1)$ และ $(-3,-1)$

ค. $(3,1)$ และ $(-3,1)$

10. กราฟวงกลม $3x^2 = 75 - 3y^2$ ผ่านจุดใด

ก. $(3,4)$ และ $(4,3)$

ง. $(3,2)$ และ $(-4,3)$

ข. $(3,4)$ และ $(3,5)$

จ. $(4,-3)$ และ $(-4,2)$

ค. $(4,2)$ และ $(4,3)$

11. สมการของวงกลม $x^2 + y^2 = 13$ สมการของเส้นสัมผัสวงกลมวงนี้ที่จุด $(2,3)$ คือข้อใด

ก. $2y - 3x = 0$

ง. $3y + 2x = 13$

ข. $3y - 2x = 0$

จ. $3x - 2y = 13$

ค. $2y + 3x = 12$

12. สมการวงกลมคือ $x^2 + y^2 = 41$ สมการเส้นสัมผัสวงกลมวงนี้ที่จุด $(4, -5)$ คือข้อใด

ก. $4x - 5y = 9$

ง. $4y - 5x = -40$

ข. $5x + 4y = 0$

จ. $5y - 4x = -41$

ค. $5y + 4x = 9$

13. กราฟเส้นตรงที่สัมผัสกับกราฟวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 - 4x - 6 = 0$ ที่จุด $(5, 1)$ ที่สมการดังข้อใด

ก. $3y - x = 8$

ง. $y + 3x = -14$

ข. $3y - x = -2$

จ. $3y + x = -16$

ค. $y + 3x = 16$

14. สมการของกราฟวงกลมคือ $x^2 + y^2 - 2x - 4y - 5 = 0$ สมการของเส้นสัมผัสวงกลมวงนี้ที่จุด $(-2, 1)$ คือข้อใด

ก. $y + 3x = 0$

ง. $3y - 9x = 1$

ข. $y - 3x = 7$

จ. $3y + 9x = 5$

ค. $y + 3x = -5$

15. เส้นตรง 1 สัมผัสกับวงกลมที่มีสมการ $x^2 + y^2 + 2x - 2y = 23$ ที่จุด $(3, 4)$ สมการของเส้นตรง 1 คือข้อใด

ก. $4y - 3x = 7$

ง. $4y - 3x = 24$

ข. $3y + 4x = 8$

จ. $3y + 4x = 24$

ค. $3y - 4x = 0$

แบบทดสอบฉบับที่ 4

เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0,0)$ มีแกน X หรือแกน Y เป็นแกนสมมาตรมีสมการอยู่ในรูป $y^2 = 4cx$ หรือ $x^2 = 4cy$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาทำให้ในรูป $y^2 = 4cx$ หรือ $x^2 = 4cy$ หรือในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส สมการเส้นไทรเรกตริกซ์ แกนสมมาตร หรือทิศทางการเปิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2. เมื่อกำหนดจุดโฟกัสหรือสมการเส้นไทรเรกตริกซ์ของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0,0)$ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 15 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย $\times$ ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

1. พาราโบลาที่มีสมการ $y^2 = 4x$ มีจุดโฟกัส และสมการเส้นไดเรกทริกซ์ดังข้อใด

ก. โฟกัส $(1,0)$ ไดเรกทริกซ์ $x = -1$

ข. โฟกัส $(-1,0)$ ไดเรกทริกซ์ $x = 1$

ค. โฟกัส $(0,-1)$ ไดเรกทริกซ์ $y = 1$

ง. โฟกัส $(0,1)$ ไดเรกทริกซ์ $y = -1$

จ. โฟกัส $(4,0)$ ไดเรกทริกซ์ $y = -4$

2. สมการของพาราโบลา คือ $-3x = y^2/8$ มีจุดโฟกัสและสมการเส้นไดเรกทริกซ์ดังข้อใด

ก. โฟกัส $(0,8)$ ไดเรกทริกซ์ $y = -6$

ข. โฟกัส $(0,-8)$ ไดเรกทริกซ์ $y = 6$

ค. โฟกัส $(8,0)$ ไดเรกทริกซ์ $x = -6$

ง. โฟกัส $(-8,0)$ ไดเรกทริกซ์ $x = 6$

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

3. พาราโบลาที่มีสมการ $3x^2 - 36y = 0$ มีจุดโฟกัสและสมการเส้นไดเรกทริกซ์ดังข้อใด

ก. โฟกัส $(0,3)$ ไดเรกทริกซ์ $y = -3$

ข. โฟกัส $(0,-3)$ ไดเรกทริกซ์ $y = 3$

ค. โฟกัส $(3,0)$ ไดเรกทริกซ์ $x = -3$

ง. โฟกัส $(-3,0)$ ไดเรกทริกซ์ $x = 3$

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4 - 5

ก. $y^2 + 12x = 0$

ง. $x^2 - 12y = 0$

ข. $y^2 - 12x = 0$

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

ค. $x^2 + 12y = 0$

4. สมการของพาราโบลาที่มีจุดยอดที่จุด $(0,0)$ และกราฟเปิดข้างล่างคือข้อใด
5. สมการของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0,0)$ มีแกน x เป็นแกนสมมาตร และกราฟเปิดทางซ้ายมือ คือข้อใด
6. พาราโบลาที่มีจุดโฟกัสที่จุด $(9,0)$ และจุดยอดอยู่ที่ $(0,0)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2 = -36y$

ง. $y^2 = 36x$

ข. $x^2 = 36y$

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

ค. $y^2 = -36x$

7. สมการของพาราโบลาที่มีจุดโฟกัสที่จุด $(-\frac{3}{2}, 0)$ และมีจุดยอดที่จุด $(0,0)$ คือข้อใด

ก. $x^2 = 6y$

ง. $y^2 = -6x$

ข. $x^2 = -6y$

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

ค. $y^2 = 6x$

8. จุดยอดและจุดโฟกัสของกราฟพาราโบลา คือ $(0,0)$ และ $(0, \frac{3}{4})$ สมการคือข้อใด

ก. $x^2 = 3y$

ง. $y^2 = -3x$

ข. $x^2 = -3y$

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

ค. $y^2 = 3x$

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 9 - 10

ก. $x^2 = 24y$

ง. $y^2 = -24x$

ข. $x^2 = -24y$

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

ค. $y^2 = 24x$

9. สมการของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดที่ $(0,0)$ และเส้นไทรานส์เวิร์กคือ $x = 6$ คือข้อใด
10. สมการของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดที่ $(0,0)$ และเส้นไทรานส์เวิร์กคือ $y = -3$ คือข้อใด

แบบทดสอบฉบับที่ 6

เรื่อง พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) มีแกนสมมาตรขนานกับแกน x หรือแกน y มีสมการอยู่ในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ หรือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลามาให้ในรูป $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ หรือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$ หรือในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด สมการไดเรกทริกซ์ สมการแกนสมมาตร หรือทิศทางการเปิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2. เมื่อกำหนดสิ่งต่าง ๆ อย่างน้อย 2 ใน 3 สิ่งต่อไปนี้มาให้ คือโคออดิเนตของจุดโฟกัส สมการเส้นไดเรกทริกซ์ และจุดยอดของกราฟพาราโบลา หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
3. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดยอด จุดโฟกัส จุดผ่านของกราฟ ทิศทางของเส้นไดเรกทริกซ์ หรือทิศทางของแกนสมมาตรของกราฟพาราโบลาให้ ซึ่งเพียงพอในการหาค่าตัวแปร c , h และ k นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟพาราโบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 30 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิด เลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยการเครื่องหมาย $\times$ ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

๓. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบข้อ ค เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

๔. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน

๕. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

๑. พาราโบลาที่มีสมการ $y^2 + 4x = 4$ มีจุดยอดและจุดโฟกัสตั้งข้อใด

ก. จุดยอด (๐, -1) โฟกัส (-1, -1)	ง. จุดยอด (-1, 0) โฟกัส (๐, ๐)
ข. จุดยอด (๐, -1) โฟกัส (1, -1)	จ. จุดยอด (-1, 0) โฟกัส (-2, 0)
ค. จุดยอด (๐, 1) โฟกัส (๐, ๐)	

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ ๒ - ๓

ก. $y^2 - 8x + 32 = 0$	ง. $y^2 - 4y + 8x = 12$
ข. $x^2 + 16y - 16 = 0$	จ. $y^2 - 2y - 20x = 19$
ค. $x^2 - 6x - 4y = 3$	

๒. กราฟพาราโบลาในข้อใดที่มีทิศทางการเปิดข้างซ้ายมือ

๓. กราฟพาราโบลาในข้อใดที่มีสมการเส้นไดเรกทริกซ์ $y = -4$

๔. พาราโบลาที่มีสมการ $(y - 3)^2 = -8(x + 1)$ มีจุดยอดและจุดโฟกัสของ กราฟดังข้อใด

ก. จุดยอด (-1, 3) โฟกัส (-1, 1)	ง. จุดยอด (๓, -1) โฟกัส (๕, -1)
ข. จุดยอด (-1, 3) โฟกัส (-3, 3)	จ. จุดยอด (๓, -1) โฟกัส (1, -1)
ค. จุดยอด (-1, 3) โฟกัส (1, 3)	

6. พาราโบลาที่มีสมการ $x^2 - 12y + 36 = 0$ มีจุดยอดและจุดโฟกัสของกราฟดังข้อใด

- ก. จุดยอด $(0,3)$ โฟกัส $(0,6)$ ง. จุดยอด $(-3,0)$ โฟกัส $(0,0)$
 ข. จุดยอด $(0,3)$ โฟกัส $(0,0)$ จ. จุดยอด $(3,0)$ โฟกัส $(6,0)$
 ค. จุดยอด $(0,-3)$ โฟกัส $(0,0)$

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้เป็นข้อ 6 - 7

- ก. $x^2 - 2x - 4y + 1 = 0$ ง. $y^2 - 2y - 4x + 5 = 0$
 ข. $x^2 - 2x + 4y - 3 = 0$ จ. $y^2 - 2y + 4x - 3 = 0$
 ค. $x^2 - 2x - 4y + 5 = 0$

6. พาราโบลาที่มีจุดยอดที่ $(1,1)$ และจุดโฟกัสอยู่ที่ $(0,1)$ มีสมการดังข้อใด

7. พาราโบลาที่มีจุดยอดที่จุด $(1,1)$ และสมการเส้นไดเรกทริกซ์คือ $y = 0$ มีสมการดังข้อใด

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้เป็นข้อ 8 - 10

- ก. $x^2 - 2x + 8y - 15 = 0$ ง. $y^2 - 4y - 8x - 12 = 0$
 ข. $x^2 - 4x - 8y + 12 = 0$ จ. $y^2 + 4y - 8x + 20 = 0$
 ค. $y^2 - 4y - 8x + 4 = 0$

8. พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(-2,2)$ จุดโฟกัสอยู่บนแกน y และแกนพาราโบลานานกับแกน x มีสมการดังข้อใด

9. พาราโบลาที่มีจุดโฟกัสอยู่บนเส้นตรง $x = 1$ สมการเส้นไดเรกทริกซ์คือ $y = 4$ จุดโฟกัสอยู่ห่างจากเส้นไดเรกทริกซ์ 4 หน่วย และกราฟเปิดข้างล่างมีสมการดังข้อใด

10. สมการของพาราโบลาที่มีจุดยอดและจุดโฟกัสอยู่ห่างกัน 2 หน่วย ซึ่งทั้งสองจุดนั้นอยู่บนเส้นตรง $y = 2$ สมการของเส้นไดเรกทริกซ์คือ $x = -2$ และกราฟเปิดทางขวามือคือข้อใด

11. พาราโบลาที่มีจุดยอดที่จุด $(2, -1)$ มีเส้นโคเรกตริกซ์ขนานกับแกน y และกราฟผ่านจุด $(3, 0)$

มีสมการดังข้อใด

ก. $y^2 - 4y - x + 3 = 0$

ง. $x^2 - 4x - y + 3 = 0$

ข. $y^2 + 2y - x + 3 = 0$

จ. $x^2 - 2x + 2y - 3 = 0$

ค. $y^2 + 2y + x + 3 = 0$

12. พาราโบลาที่มีจุดยอดที่ $(-1, -1)$ แกนของพาราโบลายขนานกับแกน Y และกราฟผ่านจุด $(0, 0)$

มีสมการดังข้อใด

ก. $y^2 + 2y - x = 0$

ง. $x^2 + 2x + y = 0$

ข. $y^2 + 2y + x = 0$

จ. $x^2 - 2x - y = 0$

ค. $x^2 + 2x - y = 0$

13. พาราโบลาที่มีจุดยอดที่ $(-1, 3)$ แกนกราฟขนานกับแกน Y แกนกราฟผ่านจุด $(1, 2)$ มีสมการ

ดังข้อใด

ก. $x^2 + 2x - 4y + 13 = 0$

ง. $2y^2 + 4y + 9x - 25 = 0$

ข. $x^2 + 2x + 4y - 11 = 0$

จ. $2x^2 + 4x + 9y - 25 = 0$

ค. $y^2 + 2y + 4x - 12 = 0$

14. พาราโบลาที่มีจุดยอดที่จุด $(1, 2)$ กราฟผ่านจุด $(0, 0)$ โดยมีกราฟเปิดทางซ้ายมือมีสมการ

ดังข้อใด

ก. $y^2 - 4y + 4x = 0$

ง. $x^2 - 4x + 4y = 0$

ข. $y^2 - 4y - 4x = 0$

จ. $2x^2 - 4x + y = 0$

ค. $2y^2 - 4y + x = 0$

15. สมการของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดที่ $(1, 0)$ และกราฟผ่านจุด $(2, 2)$ โดยมีเส้นโคเรกตริกซ์

ตั้งฉากกับแกน x คือข้อใด

ก. $y^2 + 4x + 4 = 0$

ง. $2y^2 - 4y - x + 2 = 0$

ข. $y^2 - 4x + 4 = 0$

จ. $4y^2 - 8y - x + 4 = 0$

ค. $2y^2 - 4y + x + 2 = 0$

แบบทดสอบฉบับที่ 6

เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0,0)$ มีจุดโฟกัสอยู่บนแกน X หรือแกน Y ที่จุด $(-c,0)$ และ

$(c,0)$ หรือ $(0,-c)$ และ $(0,c)$ มีสมการอยู่ในรูป $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ หรือ

$$y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1 \text{ โดยที่ } a^2 > b^2 \text{ และ } a^2 - c^2 = b^2$$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีมาให้ในรูป $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ หรือในรูป $y^2/a^2 + x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 > b^2$ และ $a^2 - c^2 = b^2$ หรือกำหนดให้ในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด หรือทิศทางและความยาวของแกนเอก หรือแกนโทของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

2. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัสและจุดยอดของกราฟวงรีมาให้ หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนเอกและแกนโทของกราฟวงรีมาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวนข้อสอบ 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 15 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 1 ที่นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย x ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดานคำตอบ ดังนี้

ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมาย หรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน

5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

1. กราฟวงรีที่มีสมการ $x^2/9 + y^2/5 = 1$ มีจุดยอดและจุดโฟกัสดังข้อใด

ก. จุดยอด $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$	ง. จุดยอด $(0, -3)$ และ $(0, 3)$
จุดโฟกัส $(-2, 0)$ และ $(2, 0)$	จุดโฟกัส $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$
ข. จุดยอด $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$	จ. จุดยอด $(0, -3)$ และ $(0, 3)$
จุดโฟกัส $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$	จุดโฟกัส $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$
ค. จุดยอด $(0, -3)$ และ $(0, 3)$	
จุดโฟกัส $(0, -2)$ และ $(0, 2)$	

2. จุดยอดและจุดโฟกัสของกราฟวงรีที่มีสมการ $3x^2 + 4y^2 = 12$ คือข้อใด

ก. จุดยอด $(-2, 0)$ และ $(2, 0)$	ง. จุดยอด $(0, -2)$ และ $(0, 2)$
จุดโฟกัส $(0, -1)$ และ $(0, 1)$	จุดโฟกัส $(0, -1)$ และ $(0, 1)$
ข. จุดยอด $(-2, 0)$ และ $(2, 0)$	จ. จุดยอด $(0, -2)$ และ $(0, 2)$
จุดโฟกัส $(-1, 0)$ และ $(1, 0)$	จุดโฟกัส $(0, -3)$ และ $(0, 3)$
ค. จุดยอด $(0, -2)$ และ $(0, 2)$	
จุดโฟกัส $(-1, 0)$ และ $(1, 0)$	

3. จุดยอดและจุดโฟกัสของกราฟวงรีที่มีสมการ $y^2 + 16x^2 = 16$ คือข้อใด

ก. จุดยอด $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$	ง. จุดยอด $(0, -4)$ และ $(0, 4)$
จุดโฟกัส $(-\sqrt{5}, 0)$ และ $(\sqrt{5}, 0)$	จุดโฟกัส $(0, -\sqrt{15})$ และ $(0, \sqrt{15})$
ข. จุดยอด $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$	จ. จุดยอด $(0, -4)$ และ $(0, 4)$
จุดโฟกัส $(0, -\sqrt{5})$ และ $(0, \sqrt{5})$	จุดโฟกัส $(-\sqrt{15}, 0)$ และ $(\sqrt{15}, 0)$
ค. จุดยอด $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$	
จุดโฟกัส $(-\sqrt{3}, 0)$ และ $(\sqrt{3}, 0)$	

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4 - 5

- ก. แกน X เป็นแกนเอกยาว 9 หน่วย ง. แกน Y เป็นแกนเอกยาว 12 หน่วย
 แกน Y เป็นแกนโทยาว 6 หน่วย แกน X เป็นแกนโทยาว 6 หน่วย
- ข. แกน X เป็นแกนเอกยาว 12 หน่วย จ. แกน Y เป็นแกนเอกยาว 16 หน่วย
 แกน Y เป็นแกนโทยาว 6 หน่วย แกน X เป็นแกนโทยาว 10 หน่วย
- ค. แกน X เป็นแกนเอกยาว 16 หน่วย
 แกน Y เป็นแกนโทยาว 10 หน่วย

4. วงรีที่มีสมการ $9x^2 + 36y^2 = 324$ มีแกนเอกและแกนโทของกราฟดังข้อใด

5. วงรีที่มีสมการ $25x^2 + 64y^2 = 1600$ มีแกนเอกและแกนโทของกราฟดังข้อใด

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6 - 7

- ก. $x^2/9 + y^2/16 = 1$ ง. $x^2/25 + y^2/49 = 1$
 ข. $x^2/9 + y^2/25 = 1$ จ. $x^2/49 + y^2/25 = 1$
 ค. $x^2/25 + y^2/9 = 1$

6. กราฟวงรีที่ตัดแกน X ที่จุด $(-7,0)$ และ $(7,0)$ และตัดแกน Y ที่จุด $(0,-5)$ และ $(0,5)$ มีสมการดังข้อใด

7. กราฟวงรีที่ตัดแกน X ที่จุด $(-5,0)$ และ $(5,0)$ และตัดแกน Y ที่จุด $(0,-7)$ และ $(0,7)$ มีสมการดังข้อใด

8. วงรีที่มีจุดยอดที่ $(0,-4)$ และ $(0,4)$ และจุดโฟกัสที่ $(0,-2)$ และ $(0,2)$ มีสมการดังข้อใด

- ก. $y^2 + 16x^2 = 16$ ง. $12y^2 + 8x^2 = 96$
 ข. $4x^2 + 16y^2 = 64$ จ. $12y^2 + 16x^2 = 192$
 ค. $4y^2 + 16x^2 = 64$

๙. วงรีที่มีจุดยอดที่ $(-๓, 0)$ และ $(๓, 0)$ และจุดโฟกัสอยู่ห่างจากจุดยอด ๒ หน่วย มีสมการดังข้อใด

ก. $3x^2 + y^2 = 3$

ง. $3y^2 + 4x^2 = 12$

ข. $4y^2 + x^2 = 4$

จ. $8x^2 + 9y^2 = 72$

ค. $4x^2 + y^2 = 4$

10. กราฟวงรีที่มีแกน Y เป็นแกนเอกยาว ๘ หน่วย แกนโทสั้นกว่าแกนเอก ๒ หน่วย มีสมการดังข้อใด

ก. $4x^2 + 9y^2 = 36$

ง. $16x^2 + 9y^2 = 144$

ข. $9x^2 + 4y^2 = 36$

จ. $16y^2 + 9x^2 = 144$

ค. $4x^2 + 16y^2 = 64$

แบบทดสอบฉบับที่ 7

เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h,k) มีแกนเอกของกราฟขนานกับแกน X หรือแกน Y มีโฟกัสที่จุด $(h + c,k)$ และ $(h - c,k)$ หรือ $(h,k + c)$ และ $(h,k - c)$ ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ $(y - k)^2/a^2 - (x - h)^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 - c^2 = b^2$ และ $a^2 > b^2$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีมาให้ในรูป $(x - h)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือในรูป $(y - k)^2/a^2 + (x - h)^2/b^2 = 1$ หรือกำหนดมาให้ในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง จุดโฟกัส จุดยอด หรือความยาวและทิศทางของแกนเอกหรือแกนโทของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด และจุดศูนย์กลางของกราฟวงรีมาให้ หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนเอกและแกนโทของกราฟวงรีมาให้พร้อมทั้งจุดศูนย์กลาง หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงรีได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 20 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย x ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

๑. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือ ชีคเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน

๕. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

1. วงรีที่มีสมการ $(x - 2)^2/4 + (y + 3)^2/3 = 1$ มีจุดศูนย์กลางและจุดโฟกัสของกราฟ ดังข้อใด

ก. จุดศูนย์กลาง (2,-3) จุดโฟกัส ง. จุดศูนย์กลาง (-2,3) จุดโฟกัส

(0,-3) และ (2,-3) (-2,-2) และ (-2,-4)

ข. จุดศูนย์กลาง (2,-3) จุดโฟกัส จ. จุดศูนย์กลาง (-2,3) จุดโฟกัส

(1,-3) และ (3,-3) (-3,-3) และ (-1,-3)

ค. จุดศูนย์กลาง (2,-3) จุดโฟกัส

(2,-2) และ (2,-4)

2. วงรีที่มีสมการ $7(x + 1)^2 + 16(y - 2)^2 = 112$ มีจุดโฟกัสและจุดยอดของกราฟดังข้อใด

ก. จุดโฟกัส (-4,2) และ (1,2) ง. จุดโฟกัส (-1,4) และ (-1,-1)

จุดยอด (-5,2) และ (3,2) จุดยอด (-1,5) และ (-1,-2)

ข. จุดโฟกัส (-4,2) และ (2,2) จ. จุดโฟกัส (-1,4) และ (-1,-1)

จุดยอด (-5,2) และ (3,2) จุดยอด (-1,6) และ (-1,-3)

ค. จุดโฟกัส (-4,2) และ (2,2)

จุดยอด (-6,2) และ (4,2)

3. จุดศูนย์กลางและจุดโฟกัสของกราฟวงรีที่มีสมการ $5x^2 + y^2 + 30x - 4y + 44 = 0$

คือข้อใด

ก. จุดศูนย์กลาง $(3, -2)$ จุดโฟกัส

$(1, -2)$ และ $(5, -2)$

ง. จุดศูนย์กลาง $(-3, 2)$ จุดโฟกัส

$(-5, 2)$ และ $(-1, 2)$

ข. จุดศูนย์กลาง $(3, -2)$ จุดโฟกัส

$(3, 0)$ และ $(3, -4)$

จ. จุดศูนย์กลาง $(2, -3)$ จุดโฟกัส

$(2, -1)$ และ $(2, -5)$

ค. จุดศูนย์กลาง $(-3, 2)$ จุดโฟกัส

$(-3, 4)$ และ $(-3, 0)$

4. จุดโฟกัสของกราฟวงรีที่มีสมการ $x^2 + 2y^2 - 6x + 4y + 7 = 0$ คือข้อใด

ก. $(3 - \sqrt{2}, -1)$ และ $(3 + \sqrt{2}, -1)$ ง. $(-1, 3 - \sqrt{2})$ และ $(-1, 3 + \sqrt{2})$

ข. $(3 - \sqrt{2}, 1)$ และ $(3 + \sqrt{2}, 1)$ จ. $(1, 3 - \sqrt{2})$ และ $(1, 3 + \sqrt{2})$

ค. $(3 - \sqrt{2}, -2)$ และ $(3 + \sqrt{2}, -2)$

5. วงรีที่มีสมการ $49(x - 2)^2 + (y - 4)^2 = 49$ มีแกนเอกและแกนโทของกราฟดังข้อใด

ก. แกนเอกคือเส้นตรง $X = 2$ ยาว 2 หน่วย

แกนโทคือเส้นตรง $y = 4$ ยาว 14 หน่วย

ข. แกนเอกคือเส้นตรง $X = 2$ ยาว 14 หน่วย

แกนโทคือเส้นตรง $y = 4$ ยาว 2 หน่วย

ค. แกนเอกคือเส้นตรง $X = 2$ ยาว 49 หน่วย

แกนโทคือเส้นตรง $y = 4$ ยาว 2 หน่วย

ง. แกนเอกคือเส้นตรง $y = 4$ ยาว 14 หน่วย

แกนโทคือเส้นตรง $X = 2$ ยาว 2 หน่วย

จ. แกนเอกคือเส้นตรง $y = 4$ ยาว 2 หน่วย

แกนโทคือเส้นตรง $X = 2$ ยาว 14 หน่วย

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้อตอบข้อ 6 - 8

ก. $4x^2 + 9y^2 + 8x + 18y - 23 = 0$

ข. $4x^2 + 9y^2 - 8x - 18y - 23 = 0$

ค. $9x^2 + 4y^2 + 18x + 8y - 23 = 0$

ง. $9x^2 + 4y^2 - 18x - 8y - 23 = 0$

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

6. สมการของกราฟวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่ $(1, 1)$ แกนเอกขนานกับแกน Y ยาว 6 หน่วย และแกนโทยาว 4 หน่วยคือข้อใด

7. สมการของกราฟวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่ $(1, 1)$ มีแกนเอกขนานกับแกน X ยาว 6 หน่วย และแกนโทยาว 4 หน่วย คือข้อใด

8. สมการของกราฟวงรีที่มีจุดยอดที่ $(0, 1)$ และ $(6, 1)$ โดยมีแกนโทยาว 4 หน่วยคือข้อใด

9. กราฟวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 2)$ จุดโฟกัสอยู่ที่ $(-1, 2)$ และ $(1, 2)$ และมีจุดยอดอยู่ห่างจากจุดโฟกัส 1 หน่วยมีสมการดังข้อใด

ก. $3x^2 + 4(y - 2)^2 = 12$

ง. $4(x - 2)^2 + 3y^2 = 12$

ข. $4x^2 + 3(y - 2)^2 = 12$

จ. $4(x - 1)^2 + 3y^2 = 12$

ค. $3(x - 2)^2 + 4y^2 = 12$

10. กราฟวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(1, 2)$ จุดโฟกัสที่ $(1, 0)$ และ $(1, 4)$ และจุดยอดอยู่ที่ $(1, -1)$ และ $(1, 5)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $4(x - 1)^2 + 9(y - 2)^2 = 36$

ง. $9(x - 1)^2 + 5(y - 2)^2 = 45$

ข. $9(x - 1)^2 + 4(y - 2)^2 = 36$

จ. $9(x - 2)^2 + 5(y - 1)^2 = 45$

ค. $5(x - 1)^2 + 9(y - 2)^2 = 45$

แบบทดสอบฉบับที่ ๘

เรื่อง ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0,0)$ มีจุดโฟกัสอยู่ที่จุด $(-c,0)$ และ $(c,0)$ หรือ $(0,-c)$ และ $(0,c)$ โดยมีสมการอยู่ในรูป $x^2/d^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ โดยที่ $c^2 - a^2 = b^2$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ในรูป $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $c^2 - a^2 = b^2$ หรือกำหนดมาให้ในรูปอื่น ๆ

ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดโฟกัส จุดยอด หรือทิศทาง และความยาวของแกนตามขวางหรือแกนสัณยของกราฟไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้อง อย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

2. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดโฟกัสและจุดยอดของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนตามขวางและแกนสัณยของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้ นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 20 นาที

2. คำถามทั้งหมด เป็นแบบปรนัยชนิด เลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

เพียงข้อสอบ โดยกาเครื่องหมาย x ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดานคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน

5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

ใช้สมการของกราฟไฮเพอร์โบลาต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 - 2

$$x^2/4 - y^2/5 = 1$$

1. จุดยอดและจุดโฟกัสของกราฟคือข้อใด

ก. จุดยอด $(0, -2)$ และ $(0, 2)$

โฟกัส $(0, -3)$ และ $(0, 3)$

ข. จุดยอด $(0, -2)$ และ $(0, 2)$

โฟกัส $(0, -1)$ และ $(0, 1)$

ค. จุดยอด $(-2, 0)$ และ $(2, 0)$

โฟกัส $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$

ง. จุดยอด $(0, -\sqrt{5})$ และ $(0, \sqrt{5})$

โฟกัส $(0, -1)$ และ $(0, 1)$

จ. จุดยอด $(-\sqrt{5}, 0)$ และ $(\sqrt{5}, 0)$

โฟกัส $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$

2. แกนตามขวางและแกนสัจยุคของกราฟคือข้อใด

ก. แกน X เป็นแกนตามขวางยาว 4 หน่วย

แกน Y เป็นแกนสัจยุคยาว 5 หน่วย

ข. แกน X เป็นแกนตามขวางยาว 4 หน่วย

แกน Y เป็นแกนสัจยุคยาว $2\sqrt{5}$ หน่วย

ค. แกน X เป็นแกนตามขวางยาว $2\sqrt{5}$ หน่วย

แกน Y เป็นแกนสัจยุคยาว 4 หน่วย

ง. แกน X เป็นแกนตามขวางยาว 5 หน่วย

แกน Y เป็นแกนสัจยุคยาว 4 หน่วย

จ. แกน X เป็นแกนตามขวางยาว $2\sqrt{5}$ หน่วย

แกน Y เป็นแกนสัจยุคยาว 4 หน่วย

ใช้สมการของกราฟไฮเพอร์โบลาคือไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 - 4

$$7y^2 - 9x^2 = 63$$

3. จุดยอดและจุดโฟกัสของกราฟคือข้อใด

ก. จุดยอด $(0, -3)$ และ $(0, 3)$

โฟกัส $(0, -4)$ และ $(0, 4)$

ข. จุดยอด $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$

โฟกัส $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$

ค. จุดยอด $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$

โฟกัส $(-\sqrt{2}, 0)$ และ $(\sqrt{2}, 0)$

ง. จุดยอด $(0, -\sqrt{7})$ และ $(0, \sqrt{7})$

โฟกัส $(0, -4)$ และ $(0, 4)$

จ. จุดยอด $(-\sqrt{7}, 0)$ และ $(\sqrt{7}, 0)$

โฟกัส $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$

4. แกนตามขวางและแกนสัจยุคของกราฟคือข้อใด

ก. แกน X เป็นแกนตามขวางยาว 6 หน่วย

แกน Y เป็นแกนสัจยุคยาว $2\sqrt{7}$ หน่วย

ข. แกน X เป็นแกนตามขวางยาว $2\sqrt{7}$ หน่วย

แกน Y เป็นแกนสัจยุคยาว 6 หน่วย

ค. แกน Y เป็นแกนตามขวางยาว 6 หน่วย

แกน X เป็นแกนสัจยุคยาว $2\sqrt{7}$ หน่วย

ง. แกน Y เป็นแกนตามขวางยาว $2\sqrt{7}$ หน่วย

แกน X เป็นแกนสัจยุคยาว 6 หน่วย

จ. แกน Y เป็นแกนตามขวางยาว 3 หน่วย

แกน X เป็นแกนสัจยุคยาว 7 หน่วย

5. จุดยอดและจุดโฟกัสของไฮเพอร์โบลามีสมการ $16x^2 - 9y^2 = 144$ คือข้อใด

ก. จุดยอด $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$

โฟกัส $(-\sqrt{7}, 0)$ และ $(\sqrt{7}, 0)$

ข. จุดยอด $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$

โฟกัส $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$

ค. จุดยอด $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$

โฟกัส $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$

ง. จุดยอด $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$

โฟกัส $(-3, 0)$ และ $(3, 0)$

จ. จุดยอด $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$

โฟกัส $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$

6. ไฮเพอร์โบลามีจุดยอดอยู่ที่ $(0, -2)$ และ $(0, 2)$ และจุดโฟกัสอยู่ที่ $(0, -4)$ และ $(0, 4)$

มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2/4 - y^2/12 = 1$

ง. $y^2/12 - x^2/4 = 1$

ข. $x^2/12 - y^2/4 = 1$

จ. $y^2/16 - x^2/4 = 1$

ค. $y^2/4 - x^2/12 = 1$

7. ไฮเพอร์โบลามีจุดยอดอยู่ที่จุด $(-4, 0)$ และ $(4, 0)$ และจุดโฟกัสอยู่ที่จุด $(-6, 0)$ และ

$(6, 0)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $x^2/16 - y^2/20 = 1$

ง. $y^2/20 - x^2/16 = 1$

ข. $x^2/20 - y^2/16 = 1$

จ. $y^2/36 - x^2/9 = 1$

ค. $y^2/16 - x^2/20 = 1$

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้เป็นข้อ 8 - 9

ก. $24x^2 - 25y^2 = 600$

ง. $25y^2 - 24x^2 = 600$

ข. $24y^2 - 25x^2 = 600$

จ. $25x^2 - 16y^2 = 600$

ค. $25x^2 - 24y^2 = 600$

8. สมการของกราฟไฮเพอร์โบลามีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, -5)$ และ $(0, 5)$ และจุดโฟกัสที่จุด

$(0, -7)$ และ $(0, 7)$ คือข้อใด

9. สมการของกราฟไฮเพอร์โบลามีจุดยอดที่จุด $(-5, 0)$ และ $(5, 0)$ และจุดโฟกัสที่จุด

$(-7, 0)$ และ $(7, 0)$ คือข้อใด

10. สมการของกราฟไฮเพอร์โบลามีแกน X เป็นแกนตามขวางยาว 4 หน่วย และแกน Y เป็น

แกนตั้งยาว 2 หน่วยคือข้อใด

ก. $x^2 - 4y^2 = 4$

ข. $4y^2 - x^2 = 4$

ค. $y^2 - 4x^2 = 4$

ง. $4y^2 - 2x^2 = 4$

ด. $4x^2 - y^2 = 4$

แบบทดสอบฉบับที่ 9

เรื่อง ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) มีโฟกัสที่จุด $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$ หรือ $(h, k + c)$ และ $(h, k - c)$ มีแกนตามขวางขนานกับแกน X หรือแกน Y และมีสมการอยู่ในรูป $(x - h)^2/a^2 - (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือ $(y - k)^2/a^2 - (x - h)^2/b^2 = 1$ โดยที่ $c^2 - a^2 = b^2$

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

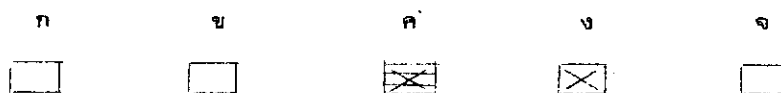
1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ในรูป $(x - h)^2/a^2 - (y - k)^2/b^2 = 1$ หรือในรูป $(y - k)^2/a^2 - (x - h)^2/b^2 = 1$ โดยที่ $c^2 - a^2 = b^2$ หรือกำหนดมาให้ในรูปอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถจัดให้อยู่ในรูปดังกล่าวได้ นักเรียนสามารถหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง จุดโฟกัส จุดยอด หรือทิศทางและความยาวของแกนตามขวาง หรือแกนสังยุคของกราฟไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2. เมื่อกำหนดโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง จุดโฟกัส และจุดยอดของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดทิศทางและความยาวของแกนตามขวางและแกนสังยุคพร้อมทั้งโคออดิเนตของจุดศูนย์กลางของกราฟไฮเพอร์โบลามาให้ หรือกำหนดรายละเอียดอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้มาให้นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนข้อสอบ 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 20 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิด เลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย x ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้



4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน

5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

1. กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีสมการ $(x - 4)^2/25 - (y + 3)^2/11 = 1$ มีจุดยอดและจุดโฟกัส

ดังนี้ใด

ก. จุดยอด $(4, 2)$ และ $(4, -6)$

ง. จุดยอด $(-1, -3)$ และ $(9, -3)$

โฟกัส $(4, 3)$ และ $(4, -9)$

โฟกัส $(4 + \sqrt{11}, -3)$ และ $(4 - \sqrt{11}, -3)$

ข. จุดยอด $(4, 2)$ และ $(4, -6)$

จ. จุดยอด $(-1, -3)$ และ $(9, -3)$

โฟกัส $(4, -3 + \sqrt{14})$ และ $(4, -3 - \sqrt{14})$

โฟกัส $(4 + \sqrt{14}, -3)$ และ $(4 - \sqrt{14}, -3)$

ค. จุดยอด $(-1, -3)$ และ $(9, -3)$

โฟกัส $(-2, -3)$ และ $(10, -3)$

2. จุดโฟกัสของกราฟไฮเพอร์โบลาที่มีสมการ $5y^2 - 4x^2 - 10y - 24x - 51 = 0$ คือข้อใด

ก. $(-6, 1)$ และ $(0, 1)$

ง. $(-3, -2)$ และ $(-3, 4)$

ข. $(0, -1)$ และ $(6, -1)$

จ. $(-3, 3)$ และ $(-3, -1)$

ค. $(-3, 4)$ และ $(-3, -1)$

ใช้สมการของกราฟไฮเพอร์โบลาต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 - 4

$$12(x + 2)^2 - 4(y + 1)^2 = 48$$

3. จุดศูนย์กลางและจุดยอดของกราฟคือข้อใด

ก. จุดศูนย์กลาง $(2, 1)$ จุดยอด $(0, 1)$

ง. จุดศูนย์กลาง $(-2, -1)$ จุดยอด $(-4, -1)$

และ $(4, 1)$

และ $(0, -1)$

ข. จุดศูนย์กลาง $(2, 1)$ จุดยอด $(2, 3)$

จ. จุดศูนย์กลาง $(-2, -1)$ จุดยอด

และ $(2, -1)$

$(-2 + \sqrt{2}, -1)$ และ $(-2 - \sqrt{2}, -1)$

ค. จุดศูนย์กลาง $(-2, -1)$ จุดยอด $(-2, 1)$

และ $(-2, -3)$

4. จุดโฟกัสของกราฟคือข้อใด

ก. $(-2, 1)$ และ $(6, 1)$

ง. $(-2, 3)$ และ $(-2, -5)$

ข. $(2, 5)$ และ $(2, -3)$

จ. $(-2 + \sqrt{6}, -1)$ และ $(-2 - \sqrt{6}, -1)$

ค. $(-8, -1)$ และ $(2, -1)$

6. กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีสมการ $16(y + 2)^2 - 9(x - 1)^2 = 144$ มีแกนตามขวางและแกนสลับตั้งข้อใด

ก. แกน $X = 1$ เป็นแกนตามขวางยาว 6 หน่วย

ง. แกน $y = -2$ เป็นแกนตามขวางยาว 6 หน่วย

แกน $y = -2$ เป็นแกนสลับยาว 6 หน่วย

แกน $X = 1$ เป็นแกนสลับยาว 6 หน่วย

ข. แกน $X = 1$ เป็นแกนตามขวางยาว 6 หน่วย

จ. แกน $Y = -2$ เป็นแกนตามขวางยาว 16 หน่วย

แกน $y = -2$ เป็นแกนสลับยาว 6 หน่วย

แกน $X = 1$ เป็นแกนสลับยาว 9 หน่วย

ค. แกน $y = -2$ เป็นแกนตามขวางยาว 6 หน่วย

แกน $X = 1$ เป็นแกนสลับยาว 6 หน่วย

6. กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(1, 3)$ จุดยอดอยู่ที่จุด $(-1, 3)$ และ $(3, 3)$ และจุดโฟกัสที่ $(-2, 3)$ และ $(4, 3)$ มีสมการตั้งข้อใด

ก. $(x - 1)^2/4 - (y - 3)^2/5 = 1$

ง. $(y - 1)^2/4 - (x - 3)^2/5 = 1$

ข. $(x - 1)^2/5 - (y - 3)^2/4 = 1$

จ. $(y - 1)^2/5 - (x - 3)^2/4 = 1$

ค. $(x - 1)^2/4 - (y - 3)^2/9 = 1$

7. กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีเส้นตรง $Y = 4$ เป็นแกนตามขวางยาว 2 หน่วย และเส้นตรง $X = 5$ เป็นแกนสลับยาว 6 หน่วย มีสมการตั้งข้อใด

ก. $(x - 4)^2 - 9(y - 5)^2 = 9$

ง. $9(y - 4)^2 - (x - 5)^2 = 9$

ข. $(y - 4)^2 - 9(x - 5)^2 = 9$

จ. $9(x - 5)^2 - (y - 4)^2 = 9$

ค. $9(x - 4)^2 - (y - 5)^2 = 9$

8. กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(-2, 1)$ จุดยอดอยู่ที่จุด $(-2, 4)$ และ $(-2, -2)$ และจุดโฟกัสอยู่ที่จุด $(-2, 6)$ และ $(-2, -4)$ มีสมการดังข้อใด

ก. $9(y - 1)^2 - 16(x + 2)^2 = 144$ ง. $16(x + 2)^2 - 9(y - 1)^2 = 144$

ข. $9(x + 2)^2 - 16(y - 1)^2 = 144$ จ. $16(x - 2)^2 - 9(y + 1)^2 = 144$

ค. $16(y - 1)^2 - 9(x + 2)^2 = 144$

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้เป็นคำตอบข้อ 9 - 10

ก. $x^2 - 4y^2 + 6x + 8y + 1 = 0$ ง. $y^2 - 4x^2 - 6y - 8x + 1 = 0$

ข. $x^2 - 4y^2 - 6x - 8y + 1 = 0$ จ. $y^2 - 4x^2 - 2y + 24x - 39 = 0$

ค. $y^2 - 4x^2 + 6y + 8x + 1 = 0$

9. กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(-3, 1)$ จุดยอดของกราฟจุดหนึ่งอยู่ที่จุด $(-3, 3)$

และจุดโฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่จุด $(-3, 1 + \sqrt{5})$ มีสมการดังข้อใด

10. กราฟไฮเพอร์โบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(-1, 5)$ และ $(-1, 1)$ มีจุดโฟกัสอยู่ต่างจากจุดศูนย์กลาง

$\sqrt{5}$ หน่วย มีสมการดังข้อใด

แบบทดสอบฉบับที่ 10

เรื่อง ไฮเพอร์โบลามุมฉากที่มีความสัมพันธ์หรือสมการอยู่ในรูป $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ หรือ $y^2/a^2 - x^2/b^2 = 1$ เมื่อ $a^2 = b^2$ หรือในรูป $xy = k$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยต่าง ๆ กันมาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า ความสัมพันธ์หรือสมการใดเป็นความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉากได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉากที่มีความสัมพันธ์ หรือสมการอยู่ในรูป $xy = k$ มาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า กราฟของไฮเพอร์โบลาดังกล่าวอยู่ในควอดรันต์ใดได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 15 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย x ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

1. สมการในข้อใดมีกราฟเป็นไฮเพอร์โบลามุมฉาก

ก. $3xy = 2$

ง. $4x/y = 3y + 2$

ข. $x = 2y - 1$

จ. $5x^2 - 4y^2 = 20$

ค. $5x = 3y^2 - 1$

2. ข้อใดเป็นสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉาก

ก. $3x = 4y$

ง. $5x^2 - 3y^2 = 15$

ข. $3x^2 + 2y = 4$

จ. $3y^2 - 3x^2 = 18$

ค. $3x^2 + 3y^2 = 21$

3. ข้อใดเป็นสมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉาก

ก. $4x^2 = 5 + 4y^2$

ง. $2y^2 + 2y = 3x^2 - 1$

ข. $2x^2 - 3y^2 = 12$

จ. $2x^2 + 2y^2 = 2x + 2y + 2$

ค. $3x^2 = 12 - 3y^2$

4. ข้อใดไม่ใช่สมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉาก

ก. $x = 12/y$

ง. $y^2 = 2 - x^2 + 2x$

ข. $y^2 - x^2 = 12$

จ. $7y^2 = 7x^2 - 3y - 2x - 3$

ค. $3x^2 - 3y^2 = 81$

5. ข้อใดไม่ใช่สมการของกราฟไฮเพอร์โบลามุมฉาก

ก. $xy = 5$

ง. $x^2 - y^2 = 1$

ข. $5xy = 1$

จ. $y^2 - 2x^2 = 2$

ค. $3x = 4/y$

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบข้อ 6 - 7

ก. 1 และ 2

ง. 2 และ 4

ข. 1 และ 3

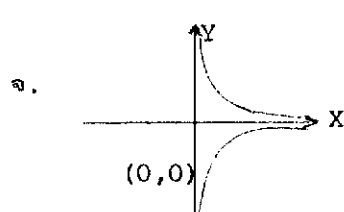
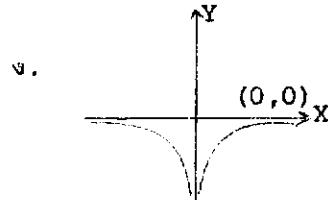
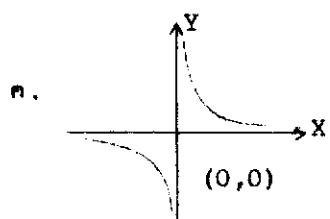
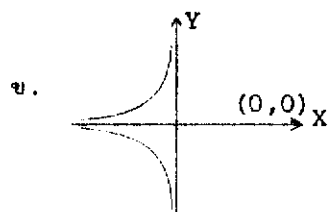
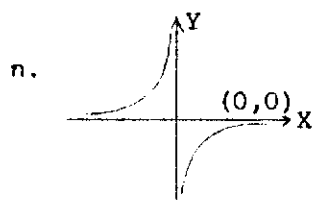
จ. 3 และ 4

ค. 2 และ 3

6. ไฮเพอร์โบลาที่มีสมการ $xy = 12$ มีกราฟอยู่ในควอดรันต์ใด

7. ไฮเพอร์โบลาที่มีสมการ $5xy = -15$ มีกราฟอยู่ในควอดรันต์ใด

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบข้อ 8 - 10



8. ข้อใดคือกราฟที่เหมาะสมที่สุดของไฮเพอร์โบลาที่มีสมการ $2y = 6/x$

9. ข้อใดคือกราฟที่เหมาะสมที่สุดของไฮเพอร์โบลาที่มีสมการ $1 - 2xy = 0$

10. ข้อใดคือกราฟที่เหมาะสมที่สุดของไฮเพอร์โบลาที่มีสมการ $2xy = -16$

แบบทดสอบฉบับที่ 11

เรื่อง การพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยที่กำหนดให้

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดความสัมพันธ์หรือสมการของภาคตัดกรวยมาให้ นักเรียนสามารถบอกชนิดของกราฟได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ใน 10 ข้อ

คำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนข้อสอบ 10 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 15 นาที

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย x ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรในกระดานคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☒	☐

4. โปรดอย่าทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้ และส่งแบบทดสอบคืน

5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบข้อ 1 - 5

ก. วงกลม

ง. ไฮเพอร์โบลา

ข. พาราโบลา

จ. ไม่มีข้อถูกต้อง

ค. วงรี

1. สมการ $3x^2 + 2x = 2y + 1$ เป็นสมการของกราฟอะไร

2. สมการ $12x - 13y = 5y^2 - 1$ เป็นสมการของกราฟอะไร

3. สมการ $4x^2 = 4y^2 + 3$ เป็นสมการของกราฟอะไร

4. สมการ $3y^2 = 4y - 3x^2 + 2x - 1$ เป็นสมการของกราฟอะไร

5. สมการ $5y^2 - 25y = 4x^2 - 7x + 2$ เป็นสมการของกราฟอะไร

6. ข้อใดเป็นสมการของกราฟวงรี

ก. $5x + 3y^2 = 4y - 5$

ง. $4x^2 + 2x = 3y + 13y^2$

ข. $4x^2 - 5x + 7y = 14$

จ. $x^2 + 2x = 3y^2 - 4y + 3$

ค. $3x^2 + y^2 = 2x + 2y - 1$

7. ข้อใดเป็นสมการของกราฟไฮเพอร์โบลา

ก. $4y^2 - 5x = 3y - 4$

ง. $5x^2 - 4y = 3 - 15y^2$

ข. $x^2 - 4x = 2y - 3y^2$

จ. $12x + 4y = 14y^2 - 8$

ค. $7x^2 - 3x = 5y^2 - 13$

8. ข้อใดเป็นสมการของกราฟพาราโบลา

ก. $7y^2 - 3x = 2x^2 - y$

ง. $5x^2 - 4y = 3x - 11y^2 + 2$

ข. $4(1 + x^2) = 3(2 - y^2)$

จ. $5y^2 - 42 = 7(x^2 - 2y - 3)$

ค. $5x^2 - 3y = 2(x + y) - 5$

๑. ข้อใดเป็นสมการของกราฟวงกลม

ก. $x^2 + 2y^2 = 2$

ข. $x^2 + 2x - 2y = 1$

ค. $3x^2 - x - 13 = 3y^2 + 2y$

ง. $3(x^2 + 2x) + 3(2y + y^2) = 0$

จ. $14x^2 - 2x + 15y = 14y^2 - 7$

10. ข้อใดเป็นสมการของกราฟพาราโบลา

ก. $x^2 - 2x + 5y - 1 = 0$

ข. $4x^2 - 2y^2 + 2x = 15$

ค. $x^2 + y^2 - 2x + 4y = 5$

ง. $7x^2 + 4y^2 - 3x - 4y = 0$

จ. $5y^2 - 3x^2 - 4y - 2x = 0$

บทคัดย่อ

การสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

บทคัดย่อ

ของ

วุฒิชัย เสาะรัตน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม 2526

การศึกษาค้นคว้าวิจัยที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ทดสอบรวม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใต้กฎหมายที่ การพิจารณาคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสม
ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยพิจารณาเกณฑ์ที่ได้จากการทำการทบทวน โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ
ของเบย์ เบอร์ก และ กลาสส์ และการพิจารณาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบแต่ละฉบับ
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน
137 คน เลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย แบบทดสอบประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย จำนวน
11 ฉบับ ซึ่งได้สร้างตามจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมของการสอบ จากผลของการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. แบบทดสอบการหาความสัมพันธ์หรือสมการของกราฟวงกลม มีค่าความยากง่าย
ของข้อสอบอยู่ในช่วง .48 - .99 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ .7050 ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง
.33 - .51 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .8500 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .2613
และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 60 เปอร์เซนต์

2. แบบทดสอบการหาโคออดิเนตของจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของกราฟวงกลม
มีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ในช่วง .46 - .71 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ .5375
ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง .16 - .46 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .7750 ค่าความเชื่อมั่น
เท่ากับ .3343 และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 50 เปอร์เซนต์

3. แบบทดสอบการหาจุดตัดของกราฟวงกลมกับกราฟวงกลม กราฟวงกลมกับกราฟ
เส้นตรง การหาจุดผ่านของเส้นรอบวง การหาสมการเส้นสัมผัสของกราฟวงกลม มีค่าความยากง่าย
ของข้อสอบอยู่ในช่วง .41 - .76 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ .5792 ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง
.14 - .60 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .9438 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .2123
และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 40 เปอร์เซนต์

4. แบบทดสอบพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$ มีค่าความยากง่ายของข้อสอบ อยู่ในช่วง $.40 - .76$ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ $.5863$ ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง $.18 - .40$ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ $.8000$ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ $.1610$ และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 50 เปอร์เซนต์

5. แบบทดสอบพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) มีค่าความยากง่ายของข้อสอบ อยู่ในช่วง $.38 - .74$ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ $.5675$ ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง $.06 - .59$ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ $.9063$ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ $.2162$ และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 50 เปอร์เซนต์

6. แบบทดสอบวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$ มีค่าความยากง่ายของข้อสอบ อยู่ในช่วง $.28 - .83$ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ $.5600$ ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง $.14 - .60$ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ $.7313$ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ $.3827$ และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 60 เปอร์เซนต์

7. แบบทดสอบวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) มีค่าความยากง่ายของข้อสอบ อยู่ในช่วง $.30 - .70$ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ $.5813$ ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง $.06 - .39$ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ $.7250$ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ $.3029$ และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 50 เปอร์เซนต์

8. แบบทดสอบไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$ มีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ในช่วง $.66 - .88$ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ $.7663$ ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง $.39 - .60$ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ $.8436$ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ $.3872$ และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 70 เปอร์เซนต์

9. แบบทดสอบไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) มีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ในช่วง $.38 - .81$ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ $.5913$ ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง $.21 - .56$ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ $.8500$ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ $.5330$ และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 40 เปอร์เซนต์

10. แบบทดสอบไฮเพอร์โบลามุมฉาก มีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ในช่วง .69 - .93 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ .8425 ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง .50 - .69 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .9313 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .2287 และ เกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 60 เปอร์เซนต์

11. แบบทดสอบการพิจารณาชนิดของกราฟจากความสัมพันธ์ หรือสมการของ ภาคตัดกรวย มีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ในช่วง .84 - .93 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ .8776 ค่าดัชนี S อยู่ในช่วง .35 - .51 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .8000 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .3025 และเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 60 เปอร์เซนต์

จากการพิจารณาวิธีหาเกณฑ์ของแบบทดสอบ โดยใช้หลักการตัดสินใจ 3 วิธี พบว่าวิธีการของเบอร์รี่ให้เกณฑ์ที่เหมาะสมกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมากที่สุด วิธีการของกอร์ด และ วิธีการของเบสส์ให้เกณฑ์ที่เหมาะสมรองลงมาตามลำดับ

สรุปได้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ มีคุณภาพใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวยได้

A CONSTRUCTION OF CRITERION-REFERENCED TEST
OF CONIC SECTIONS IN MATHEMATICS
FOR MATTAYOM SUKSA IV STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

WOOTIKOON SAOWARUT

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

July 1983

The purposes of this study were to construct a highly qualified criterion-referenced test of conic sections in Mathematics for Mattayom Suksa IV students, to select the test criteria determined by using the Determination of Optimal Cutting Scores, the Decision Theoretic Approaches and the Bayesian Decision Theoretic Procedure and to evaluate the quality of the items and test constructed by the researcher. The subjects in this study, chosen by random sampling, were one hundred and thirty seven Mattayom Suksa IV students of the Department of Secondary Education school in Prachuabkirikhan province in academic year 1982. Eleven subtests were developed accordingly to the behavioral objectives of teaching. The properties of each subtest were as follows.

1. The test on the relation or equation of the circle yielded the item difficulty ranging from .48 - .99, the arithmetic mean of the item difficulty being .7050 and the power of discrimination based on S index ranging from .33 - .51. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .8500, .2613 and 60 percent respectively.

2. The test on the centre and the radius of the circle yielded the item difficulty ranging from .46 - .71, the arithmetic mean of the item difficulty being .5375 and the power of discrimination based on S index ranging from .16 - .46. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .7750, .3343 and 50 percent respectively.

3. The test on the intersection points between two circles between circle and straight line and the circle tangent equation yielded the item difficulty ranging from .41 - .76, the arithmetic mean of the item difficulty being .5792 and the power of discrimination based on S index ranging from .14 - .60. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .9438, .2123 and 40 percent respectively.

4. The test on the parabola with its vertex at (0, 0) yielded the item difficulty ranging from .40 - .76, the arithmetic mean of the item difficulty being .5463 and the power of discrimination based on S index ranging from .18 - .48. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .8000, .1610 and 50 percent respectively.

5. The test on the parabola with its vertex at (h, k) yielded the item difficulty ranging from .36 - .74, the arithmetic mean of the item difficulty being .5575 and the power of discrimination based on S index ranging from .06 - .59. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .9063, .2162 and 40 percent respectively.

6. The test on the ellipse with its centre at (0, 0) yielded the item difficulty ranging from .28 - .83, the arithmetic mean of the item difficulty being .5600 and the power of discrimination based on S index ranging from .14 - .60. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .7313, .3827 and 60 percent respectively.

7. The test on the ellipse with its centre at (h, k) yielded the item difficulty ranging from .30 - .70, the arithmetic mean of the item difficulty being .4813 and the power of discrimination based on S index ranging from .06 - .39. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .7250, .3029 and 50 percent respectively.

8. The test on the hyperbola with its centre at $(0, 0)$ yielded the item difficulty ranging from .66 - .88, the arithmetic mean of the item difficulty being .7663 and the power of discrimination based on S index ranging from .39 - .60. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .8436, .3672 and 70 percent respectively.

9. The test on the hyperbola with its centre at (h, k) yielded the item difficulty ranging from .38 - .81, the arithmetic mean of the item difficulty being .5913 and the power of discrimination based on S index ranging from .21 - .56. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .8500, .5330 and 40 percent respectively.

10. The test on the rectangular hyperbola yielded the item difficulty ranging from .69 - .93, the arithmetic mean of the item difficulty being .8425 and the power of discrimination based on S index ranging from .50 - .68. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .9313, .2287 and 60 percent respectively.

11. The test on the ability to determine the kinds of conic sections when the relations or equations were given yielded the item difficulty ranging from .84 - .93, the arithmetic mean of the item difficulty being .8775 and the power of discrimination based on S index ranging from .35 - .51. The construct validity, the reliability and the criterion of the test were .9000, .3025 and 80 percent respectively.

The study revealed that among the three decision theories to determine the test criteria the Determination of Optimal Cutting Scores was the most appropriate, followed by the Decision Theoretic Approaches and the Bayesian Decision - Theoretic Procedure respectively.

In summary, the criterion-referenced mathematical test constructed by the researcher had sufficient quality for evaluating the academic achievement on conic sections for Mattayom Suksa IV students.