

371.261

ท 364ก

ร.3

การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพ
ของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่มีความยากและความยาวต่างกัน

ปริญญานิพนธ์

ของ

ทัศนีย์ ชาติไทย

20 S.E. 2539

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

เมษายน 2539

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

B 52470

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิตสาขารวญญและพัฒนาลัฏสูตร ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน

(อ.ตร.ชูศักดิ์ ชัมภลลลลล)

..... กรรมการ

(รศ.ตร.สมบูรณ์ ชลลลล)

..... กรรมการ

(รศ.ตร.ไพศาล หวังพานิช)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(อ.ตร.ชูศักดิ์ ชัมภลลลล)

..... กรรมการ

(รศ.ตร.สมบูรณ์ ชลลล)

..... กรรมการ

(รศ.ตร.ไพศาล หวังพานิช)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รศ.ตร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขารวญญและพัฒนาลัฏสูตร ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ตร.ศิริภา พูลสุวรรณ)

วันที่ ๔ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2539

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้แนวคิดในการกำหนดปัญหาการวิจัยและแนวทางในการดำเนินการวิจัยจาก อาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลสิทธิ์ และได้รับความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ จาก คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลสิทธิ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล หวังพานิช รองศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชิตพงศ์ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี อาจารย์ประจำภาควิชา ศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ที่ช่วยให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณะผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหารโรงเรียน คณะอาจารย์ของโรงเรียนที่เป็น ตัวอย่างการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นาวาอากาศเอก นิธิจ ชัดไทย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ช่วยติดต่อ ประสานการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำภาพประกอบ

ขอขอบคุณ อาจารย์กาญจนา วัฒนสุนทร สำนักทะเบียนและวัดผล มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาราช อาจารย์กนก อินทรพฤกษ์ อาจารย์บังอร กมลวัฒนา ฝ่ายประมวลผล สำนัก งานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ นาวาอากาศเอก พยุงศักดิ์ รวยรื่น นาวาอากาศเอกหญิง กาญจนา เชื้อทอง เรืออากาศโท เทว กาญจนชม ภาควิชาคณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์โรงเรียนนายเรืออากาศ ที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูล นาวาอากาศตรี อาทิตย์ อุ้วีเชียร นาวาอากาศตรี จักรพันธ์ พันธุ์มณี นาวาอากาศเอก ปัญญา อุดมสินคำ ที่ช่วยทำ ภาพประกอบ คุณประเดิมสินธุ์ จำเพียร คุณวนิสา กอวัฒนา คุณเนภา กลิ่นหอม ฯลฯ โรงเรียน การบิน ที่ช่วยจัดพิมพ์ปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราชที่ให้ทุนการศึกษาและทุนสนับสนุนการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ทุน "แบน-บุญมา วิรัชชัย" ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ครูอาจารย์ที่ได้อบรม สั่งสอน สนับสนุน ช่วยเหลือและเป็น กำลังใจในการศึกษาตลอดมา จนผู้วิจัยมีโอกาสสำเร็จการศึกษาชั้นสูงสุดนี้

ขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจ และช่วยเหลือภารกิจด้านอื่น ๆ ทำให้ ผู้วิจัยมีโอกาสศึกษาเล่าเรียนได้อย่างเต็มความสามารถ

ทักษิณีย์ ชัดไทย

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	14
	สมมุติฐานของการวิจัย	15
	ขอบเขตของการวิจัย	16
	ข้อตกลงเบื้องต้น	17
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	17
	นิยามศัพท์เฉพาะ	18
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
	เอกสารที่เกี่ยวกับหลักการเรียนเพื่อรอบรู้	21
	เอกสารที่เกี่ยวกับการทดสอบอิงเกณฑ์	34
	เอกสารที่เกี่ยวกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ	68
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์	77
3	วิธีดำเนินการวิจัย	85
	กลุ่มตัวอย่าง	85
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	87
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	88
	การวิเคราะห์ข้อมูล	89
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	96
	ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ	96
	ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคคุณภาพของแบบทดสอบ	137
	ตอนที่ 3 ผลการศึกษาลักษณะประสิทธิภาพของแบบทดสอบ	185
	ตอนที่ 4 ผลการกำหนดความยาวของแบบทดสอบ	202
5	สรุป อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	203
	สรุปผลการวิจัย	205
	อภิปรายผลการวิจัย	221
	ข้อเสนอแนะ	223

บรรณานุกรม	225
ภาคผนวก	236
ภาคผนวก ก	237
ภาคผนวก ข	241
ภาคผนวก ค	361
ภาคผนวก ง	390
ประวัติของผู้วิจัย	396

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะการรอบรู้ของผู้สอบกับภาวะความถูกต้องในการ ตัดสินใจในการประยุกต์วิธีของเบส์ เพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน	44
2	แนวคิดการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรของ คาร์เวอร์	51
3	การจำแนกข้อมูลเพื่อการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ในแนวคิด การหาค่าความคงที่ในการจัดประเภทบุคคล	53
4	การกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยวิธีการของมิลล์แมน	62
5	การกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยวิธีการของเบเชียนโมเดล	65
6	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือและใช้ในการวิจัยแยก ตามโรงเรียน	86
7	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1	97
8	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบฉบับที่ 2	98
9	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบฉบับที่ 3	99
10	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4	100
11	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบฉบับที่ 5	101
12	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ 5 ฉบับ	102
13	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 1	103
14	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 2	107
15	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 3	111
16	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 4	115
17	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 5	119
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ 5 ฉบับ	123
19	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบ 5 ฉบับ	123
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของแบบทดสอบ 5 ฉบับ	124
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเดาของแบบทดสอบ 5 ฉบับ	124

22	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าการเตาของแบบทดสอบ 5 ฉบับ	125
23	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 1	126
24	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 2	128
25	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 3	130
26	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 4	132
27	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 5	134
28	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น 5 ฉบับ	136
29	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีค่าความยากแบบสุ่ม	137
30	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีค่าความยากต่ำ	138
31	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลาง	139
32	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีค่าความยากสูง	140
33	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 1	142
34	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 2	145
35	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 3	149
36	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 4	153
37	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 5	156
38	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 6	159
39	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 7	163
40	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 8	166
41	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 9	169
42	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 10	173
43	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 11	176
44	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 12	179
45	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย 12 ฉบับ	183
46	ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย 12 ฉบับ	184
47	ค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ของแบบทดสอบ 12 ฉบับ	201

48	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านและ ผู้รอบรู้สอบตกของแบบทดสอบ 12 ฉบับ	202
49	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 1	242
50	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 2	249
51	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 3	256
52	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 4	263
53	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 5	270
54	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 1	277
55	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 2	284
56	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 3	291
57	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 4	298
58	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 5	305
59	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 6	312
60	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 7	319
61	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 8	326

62	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 9	333
63	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 10	340
64	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 11	347
65	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 12	354
66	ค่าสารสนเทศ และดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 และฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3	362
67	ค่าสารสนเทศ และดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5 ฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 6 และฉบับที่ 5 กับฉบับที่ 6	369
68	ค่าสารสนเทศ และดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 8 ฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 9 และฉบับที่ 8 กับฉบับที่ 9	376
69	ค่าสารสนเทศ และดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 11 ฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 12 และฉบับที่ 11 กับฉบับที่ 12	383

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	25
2 รูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม	26
3 เส้นโค้งของความถี่สะสมแสดงลักษณะของการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน	28
4 แสดงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์	40
5 การจัดประเภทผู้สอบเป็นผู้ได้รับการสอนและผู้ไม่ได้รับการสอน โดยอาศัยคะแนนสอบ	46
6 การกระจายความสามารถของผู้สอบในระดับต่าง ๆ ณ จุดต่อเนื่อง ในแนวเส้นตรงตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ	66
7 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นฉบับที่ 1	106
8 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นฉบับที่ 2	110
9 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นฉบับที่ 3	114
10 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นฉบับที่ 4	118
11 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นฉบับที่ 5	122
12 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 1	127
13 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 2	129
14 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 3	131
15 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 4	133
16 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 5	135
17 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 1	144

[illegible]

35	โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 8	194
36	โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 9	195
37	โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 8 กับฉบับที่ 9	196
38	โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 11	198
39	โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 12	199
40	โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 11 กับฉบับที่ 12	200

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาที่มีคุณภาพจะมีผลอย่างมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของชาติ ผลของการจัดการศึกษาที่ดีจะทำให้บุคคลที่ได้ผ่านระบบการศึกษามีคุณภาพต่อการพัฒนาประเทศโดยตรง เพราะถ้าคนในชาติมีความรู้ ความสามารถในการประกอบอาชีพและเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม จะได้ร่วมกันสร้างสรรค์ความเจริญทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมได้อย่างเต็มที่ การพัฒนาการศึกษาให้มีคุณภาพจึงจำเป็นจะต้องดำเนินการอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้บุคคลได้รับการพัฒนาทั้งในด้านสติปัญญา ทักษะความสามารถ จริยธรรม และคุณธรรม (อนันต์ ศรีโสภณ. 2515 : 2) การจัดการศึกษาให้บรรลุผลตามที่ต้องการนั้น ต้องอาศัยความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางการศึกษา 3 ประการ คือ การกำหนดจุดมุ่งหมาย การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และการประเมินผล องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้ ต้องอาศัยซึ่งกันและกัน กล่าวคือจุดมุ่งหมายทางการศึกษา จะเป็นสิ่งกำหนดความคาดหวังของสังคมที่มีต่อผู้เรียน สังคมต้องการให้ผู้เรียนมีบุคลิกลักษณะเช่นไร เกิดการเรียนรู้หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านใด ก็กำหนดออกมาในลักษณะของจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สอนและผู้เรียนยึดถือเป็นหลักในการดำเนินการในองค์ประกอบของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ หรือการสอนนั้น เป็นการดำเนินการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้โดยวิธีการหลาย ๆ วิธีประกอบกัน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอน ดำเนินไปเพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนองค์ประกอบสุดท้ายคือ การประเมินผลนั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก ในการติดตามกำกับคุณภาพและประสิทธิภาพของการเรียนการสอน และการจัดการศึกษา (Hopkin and Stanley. 1981 : 10 - 11; สมหวัง นิธิยานววัฒน์. 2524 : 50)

ในปัจจุบันเทคโนโลยี และวิทยาการด้านต่าง ๆ กำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การดำเนินชีวิตของคนก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย จึงเป็นผลให้วงการศึกษาต้องปรับปรุง และพัฒนาหลักสูตรตลอดเวลา (ดุชนฎี ทหารวานิช. 2528 : 1) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะส่งผลต่อการเรียนของนักเรียน นักเรียนจะเรียนได้ดีที่สุดเมื่อได้เรียนตามความเหมาะสมกับความสามารถ ความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้รู้ประสบการณ์แห่งความสำเร็จ ตลอดจนได้รับแรงเสริมอย่างเหมาะสม (นิพนธ์ ศุภปริตติ. 2525 : 2) ดังนั้นครูจะต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล กล่าวคือคนที่เรียนรู้ได้เร็วก็อาจใช้

เวลาในการเรียนการสอนน้อยลง ส่วนคนที่เรียนรู้ช้า ก็ใช้เวลาเพิ่มขึ้น เพื่อให้คนที่เรียนช้ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเท่าเทียมกับคนที่เรียนรู้ได้เร็ว (อุทัย เพชรช่วย. 2529 : 22-23)

การสอนนั้นมีหลายวิธี แต่การสอนที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ถึงเกณฑ์ หรือจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยคำนึงถึงเวลาที่แต่ละคนใช้ในการเรียนการสอนแตกต่างกันออกไปตามความสามารถ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คือ การสอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) แนวความคิดนี้เกิดขึ้นเมื่อประมาณ ค.ศ.1922 ได้เกิดโครงการสอนที่จะทำให้เด็กเกิดความรู้ในสิ่งที่ตนเรียนอยู่ คือแนวการสอนแบบวินเนทกา (Winnetka Plan) ของคาร์ลตัน วอชเบอร์น (Carleton Washburne) และคณะ ต่อมาในปี ค.ศ.1926 ได้เกิดโครงการสอนแบบมอร์ริสัน (Morrison Plan) ของ เฮนรี ซี. มอร์ริสัน (Henry C. Morrison) ซึ่งแนวการสอนทั้งสองแบบนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกันหลายประการ คือ ผู้ที่รอบรู้หรือผ่านเกณฑ์จะต้องเกิดการเรียนรู้ที่บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ เนื้อหาหรือประสบการณ์การเรียนการสอนจะจัดแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยเนื้อหาประสบการณ์ อุปกรณ์ และกิจกรรมที่จะช่วยให้เด็กเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเมื่อจบบทเรียนแล้ว นักเรียนแต่ละคนจะสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ก่อนที่จะผ่านไปเรียนหน่วยต่อ ๆ ไป มีการทดสอบเพื่อวินิจฉัยปัญหาการเรียนภายหลังจบกระบวนการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผลการสอบจะแจ้งให้นักเรียนรู้เท่านั้น แต่จะไม่นำผลนี้ไปคิดระดับคะแนน ผลของการทดสอบนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะได้รับคำแนะนำให้ปรับปรุงตนเองหรือได้รับการช่วยเหลือจากครู เช่น สอนใหม่เป็นกลุ่ม ดิวเป็นรายบุคคล จัดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่หรือนำแนะวิธีเรียนแบบใหม่ให้นักเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูต้องศึกษาหลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรว่าในวิชาที่สอนได้กำหนดให้นักเรียนต้องเรียนรู้อะไรบ้างต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่อเนื่องของเนื้อหาวิชาว่าจะจัดกิจกรรมในหัวข้อใดตามลำดับก่อนหลัง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามลำดับ ต่อมาเบนจามิน บลูมและคนอื่นๆ (Bloom and Others.1971 : 53-54) ได้ทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อรอบรู้ โดยนำบทเรียนมาแยกเป็นหน่วยย่อย ๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายและมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน แล้ววัดผลจากการสอนโดยใช้ข้อสอบย่อย นำผลการสอบมาเป็นข้อมูลย้อนกลับ เพื่อช่วยสอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ ปรากฏว่าเป็นวิธีที่ยอมรับกันแพร่หลาย ด้วยเหตุนี้การเรียนเพื่อรอบรู้จึงได้มีการพัฒนาไปหลายรูปแบบ และปัจจุบันนี้สถาบันการศึกษาต่าง ๆ ก็ได้นำวิธีการเรียนการสอน เหล่านี้มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนของประเทศไทยมานานแล้ว การเรียนเพื่อให้อรอบรู้จะได้ผลดีสำหรับวิชาที่

เนื้อหาไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาานาน ๆ และเป็นวิชาที่เน้นการคิดสิ่งย่อย ๆ มารวมเป็นหลัก หรือกฎ (convergent thinking) เช่น วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น (สมบุญ ภู่นวล. 2525 : 34)

นอกจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ หรือการจัดการเรียนการสอนตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้แล้ว องค์ประกอบทางการศึกษาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การวัดและประเมินผล การวัดผลทางการศึกษา หรือการวัดผลการเรียนรู้นั้น ตัวแปรที่นักวัดผลการศึกษามุ่งวัด คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น เป็นกระบวนการที่ใช้ในการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนอย่างมีระบบ โดยอยู่ในรูปของการให้คะแนน หลังจากที่ได้มีการจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้นไปแล้ว (Gronlund. 1982 : 1) การที่จะทราบว่าการให้การศึกษากับบุคคลเหล่านั้นบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่จะต้องมีการวัดและประเมินผล ดังที่เมห์เรน และเลห์แมน (Mehrens and Lehmann. 1984 : 56) กล่าวว่า ผู้เป็นครูมีหน้าที่ต้องวัดและประเมินผลในด้านการเรียนรู้ของนักเรียนและด้านการสอนของครู หลังจากสอนเนื้อหาวิชาใด ๆ จบแล้ว เพราะกระบวนการวัดผลที่ดีและถูกต้องตามหลักวิชานั้น จะช่วยให้ครูทราบผลการศึกษาที่ผู้เรียนได้รับว่า ดำเนินไปสู่เป้าหมายที่พึงประสงค์มากน้อยเพียงใด หรือควรปรับปรุงการเรียนในด้านใดบ้าง (สุภาพ วาดเขียน. 2527 : 2 - 3) และการวัดผลการศึกษาดังกล่าวจะมีคุณค่าหรือสามารถวัดได้ตรงกับความเป็นจริงเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับวิธีการและเครื่องมือที่จะใช้วัดเป็นประการสำคัญ ในบรรดาวิธีการวัดผลการศึกษาที่มีอยู่ วิธีการที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ การทดสอบ (ชวาล แพริตกุล. 2516 : 88) การทดสอบเพื่อการประเมินผลในห้องเรียนที่ครูควรกระทำมีอยู่ 3 ประการ คือ 1) สอบก่อนสอน เป็นการทดสอบเพื่อหาจุดเริ่มต้นใน การพัฒนาว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความพร้อม หรือมีพื้นฐานเดิมมาแล้วมากน้อยเพียงใด 2) สอบขณะสอน เป็นการทดสอบเพื่อดูว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลังจากการสอนแล้วหรือยัง ซึ่งเมื่อได้สอนในหน่วยการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ไปแล้ว จะทำการตรวจสอบว่า ในหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ผู้เรียนยังบกพร่องในจุดประสงค์ใด เพื่อจะได้สอนซ่อมเสริมเสียก่อนที่จะทำการเรียนการสอนในหน่วยต่อไป การสอบขณะสอนจึงต้องทำการสอบวัดตามจุดประสงค์การสอนในหน่วยนั้น ๆ ทุกจุดประสงค์ 3) สอบหลังสอน เป็นการสอบเพื่อตรวจเบ็ดเสร็จภายหลังการเรียนการสอนของทุก ๆ หน่วยการเรียนรู้ (สมบุรณ์ ชิตพงศ์. 2534 : 515)

จะเห็นได้ว่าการทดสอบดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบเมื่อใดและมีวิธีการสอบอย่างไรก็ตาม ครูผู้สอนมีความมุ่งหวังที่จะวัดความสามารถของผู้เรียน โดยมีเป้าหมายเดียวกัน คือ

เมื่อได้จัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนแล้ว ผู้เรียนควรมีความรอบรู้ในเรื่องที่เรียนนั้น

✓ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการศึกษาจำเป็นต้องใช้อย่างยิ่งที่จะต้อง "เครื่องมือ" ในการวัดผลที่เหมาะสมและมีคุณภาพสูง ทั้งนี้เพราะถ้าได้เครื่องมือที่ไม่ดีผลของการวัดก็ไม่ถูกต้องแน่นอน ทำให้ไม่สามารถนำผลการวัดมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ (สวัสดี ประทุมราช. 2517:32) ด้วยเหตุนี้ ในการวัดผลแต่ละครั้งจึงควรเลือกเครื่องมือที่มีคุณภาพดีมาใช้ ในบรรดาเครื่องมือวัดผลทั้งหลายนั้น เครื่องมือที่ใช้กันแพร่หลายที่สุด โดยเฉพาะในการวัดผลด้านความรู้และการคิดของบุคคล คือ "แบบทดสอบ" (Tyler. 1977 : 26) แบบทดสอบที่ใช้จะเป็นเครื่องมือเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรม ซึ่งทำให้เป็นปริมาณเพื่อให้ได้คะแนนเป็นตัวเลขที่จะนำไปเป็นแนวทางสรุปเป็นคุณลักษณะบางประการภายในของบุคคลนั้น (เนภา กาญจนกิจโกศล. 2528 : 1) ดังนั้นแบบทดสอบที่ใช้วัดจำเป็นต้องมีคุณภาพที่เชื่อถือได้ว่า คะแนนที่ได้จากการวัดนั้นเป็นคะแนนที่แท้จริงหรือมีความคลาดเคลื่อนในการวัดน้อยที่สุด และวัดได้ตรงตามความสามารถที่แท้จริงที่ต้องการวัด (อวยพร วิบูลย์กาญจน์. 2526 : 7) ✓

การทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มี 2 แบบ คือ การทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test) และการทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test)

└ การทดสอบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบที่ใช้กันมานานปี ที่เรียกว่าเป็นการวัดตามประเพณี (Traditional Measurement) ในปัจจุบันการทดสอบอิงกลุ่มยังคงเป็นการทดสอบที่นิยมใช้กันอยู่ เช่น การทดสอบจากแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม (Summative Evaluation) ของนักเรียนหรือการทดสอบจากแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นำไปใช้ในการทดสอบทางจิตวิทยา (Psychological Testing) หรือการทดสอบทางการศึกษา (Educational Testing) เป็นต้น การทดสอบอิงกลุ่มไม่ว่าจะโดยแบบทดสอบมาตรฐานหรือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นต่างก็มุ่งวัดคุณลักษณะ (Attributes) ของบุคคลที่แตกต่างกันในกลุ่มเป็นสำคัญ ดังนั้นการพัฒนาแบบทดสอบประเภทนี้ จึงไม่เพียงแต่จะมีคุณสมบัติในการวัดคุณลักษณะเฉพาะเท่านั้น ยังจะต้องมีคุณสมบัติในด้านการจำแนก (Power of Discrimination) ที่สูงพอที่จะช่วยบ่งชี้ถึงคุณลักษณะเฉพาะที่แตกต่างระหว่างบุคคลในกลุ่มด้วย ฉะนั้นจึงเป็นที่แนะนำกันในหมู่นักวัดผลว่า แบบทดสอบอิงกลุ่มควรมีระดับความยาก (Level of Difficulty) อยู่ในระดับปานกลาง ($P = .5$) ทั้งนี้เพื่อให้คะแนนสอบของกลุ่มมีการกระจายทำให้ได้ค่าความแปรปรวนมากที่สุดตามความสามารถที่ต่างกัน แต่ในปัจจุบันนักการศึกษาได้ตระหนักถึงข้อจำกัดของแบบทดสอบอิงกลุ่มว่าขาดประสิทธิภาพในการวินิจฉัยจุดอ่อน ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและ

ด้านการจัดกระบวนการเรียนการสอนของครู การประเมินระดับความรู้ของนักเรียนจากข้อสอบ
 เนื้อหาที่จำกัด ไม่สามารถที่จะตรวจสอบพฤติกรรมที่ครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียนการสอน
 ที่จะนำไปสู่ผลิตผลของการเรียนรู้ที่แท้จริงได้ (มัทนี อินทนา. 2523 : 98) อีเบล
 (Ebel. 1976) ให้ความเห็นว่า คะแนนจากแบบทดสอบจะมีความหมายก็ต่อเมื่อมีการระบุขอบเขต
 (Domain) ของเนื้อหาที่ต้องการสอบให้เด่นชัด และการแปลความหมายของคะแนน ก็ควรจะ
 พิจารณาจากจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ผู้สอบทำได้ถูกต้อง ซึ่งก็สอดคล้องกับความคิดเห็นของเกลเซอร์
 (Glaser. 1963) ในเรื่องการแปลความหมายของคะแนนว่า ควรยึดเอาเกณฑ์มาตรฐานที่
 กำหนดขึ้นเป็นหลักมากกว่า การแปลความหมายในเชิงเปรียบเทียบกันเองภายในกลุ่มผู้สอบ และ
 ออสเบิร์น (Osburn. 1968) วิจารณ์ว่า แบบทดสอบอิงกลุ่มสร้างขึ้นจากข้อสอบที่ไม่ได้รับการ
 สุ่มขึ้นมาจากขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนดไว้ อีกประเด็นหนึ่งการที่แบบทดสอบอิงกลุ่มเป็นข้อสอบที่
 มุ่งเน้นในการจำแนก หรือกระจายความสามารถของคนให้เห็นเด่นชัด ข้อสอบที่ง่ายมาก หรือยาก
 มากเกินไปจะถูกตัดออก เกลเซอร์ไม่เห็นด้วยเพราะการทดสอบ เพื่อประกอบการเรียนการสอน
 นั้น ย่อมเป็นไปได้ที่ข้อสอบจะยากมากเมื่อนำไปสอบก่อนที่จะจัดการเรียนการสอน และจะเป็นข้อ
 สอบที่ง่ายมากหรือไม่มีอำนาจจำแนกเมื่อมีการจัดการเรียนการสอนแล้ว แต่ข้อสอบข้อนั้น ๆ ยังคง
 เป็นข้อสอบที่มีความสำคัญในแง่ของการเรียนการสอนไม่ควรถูกตัดออกไป ซึ่งพอปแฮม (Popham.
 1978 : 89) กล่าวว่า การคัดเลือกข้อสอบของแบบทดสอบอิงกลุ่มแบบทดสอบที่ได้จะทำหน้าที่ไม่
 แตกต่างไปจากแบบทดสอบวัดความถนัด คือมุ่งจำแนกบุคคลมากกว่าที่จะมุ่งระบุระดับการรอบรู้ของ
 บุคคล จากแนวความคิดดังกล่าวจึงมีการพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ขึ้น เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ในแบบ
 ทดสอบอิงกลุ่ม

การทดสอบอิงเกณฑ์ ตามแนวความคิดที่รู้จักกันมากกล่าวถึงการทดสอบอิงเกณฑ์ว่า เป็น
 การทดสอบที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับ ความรู้เฉพาะ (Specific Knowledge) และทักษะ (Skill)
 ของผู้สอบในลักษณะของคะแนนที่สามารถตีความได้ว่า เป็นกลุ่มงานที่กระทำได้ (Task
 Performance). คำว่าเกณฑ์ (Criterion) ในการวัดแบบอิงเกณฑ์ (Criterion
 Measurement) ต่างจากคำว่าเกณฑ์ในการวัดผลอิงกลุ่ม (Norm Measurement) ซึ่งหมายถึง
 ความสามารถของกลุ่มที่เรียกว่ามาตรฐานของกลุ่ม (Normative Standard) แต่คำว่าเกณฑ์
 ของการทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง กลุ่มงานเฉพาะที่ผู้สอบสามารถปฏิบัติได้ (Performance) ก่อน
 ที่จะบรรลุผลสัมฤทธิ์ของระดับความรู้ที่กำหนดขึ้น ดังนั้นเกณฑ์สำหรับการทดสอบอิงเกณฑ์โดยทั่วไป
 แล้ว ควรมีคุณสมบัติ 2 ประการ คือ ประการแรก จะต้องมียุทธวิธีที่จะบรรยายถึงวัตถุประสงค์

ของการเรียนการสอน (Instructional Objectives) ได้อย่างชัดเจน ประการที่สองจะต้องมีลักษณะที่บ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของพฤติกรรมอันจะเป็นเกณฑ์ที่ยอมรับ (Acceptable Criterion) นั่นคือ คุณลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะต้องสามารถบ่งถึงระดับของการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐาน (Performance Standard) ในขณะที่เดียวกันผลจากการทดสอบจะต้องสามารถตีความของกลุ่มงานที่บุคคลกระทำได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องอ้างอิงถึงกลุ่มปกติวิสัย (Norm Group) ด้วยกัน (มัทณี อินทนา. 2533 : 102) ซึ่งพอปแฮมและฮูเสก (Popham and Husek. 1969) ก็มีความเห็นเช่นเดียวกันว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ใช้ในการสอบเพื่อตรวจสอบว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนั้น ๆ อยู่ในระดับใด เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้นไว้ โดยไม่สนใจที่จะเปรียบเทียบว่าผู้เรียนคนใดมีความสามารถสูงหรือต่ำกว่า เมื่อเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ในกลุ่ม

แบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้มากในสภาพการณ์ การทดสอบระดับการเรียนรู้ (Mastery Testing) ตามระบบการเรียนการสอนในโรงเรียน เมื่อสอนไปแล้วจะตามด้วยการวัดผลและประเมินผล เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนประสบผลสัมฤทธิ์ถึงระดับการเรียนรู้ เพื่อรอบรู้ (Degree of Mastery) หรือไม่ เพียงใด นอกจากนี้แบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้มากในสภาพการณ์ที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ ก็เพื่อจะให้ผู้เรียนแต่ละคนบรรลุขั้นการเรียนรู้ในเนื้อหาหรือทักษะที่กำหนด (มัทณี อินทนา. 2533 : 105 - 106)

แม้ว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ จะให้คะแนนสอบที่แสดงถึงสถานภาพของกลุ่มพฤติกรรมที่วัดหรือคะแนนสอบจะสามารถตีความโดยอ้างอิงเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้น แนวความคิดด้านความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบยังมีความสำคัญสำหรับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ (มัทณี อินทนา. 2533 : 112)

ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบทุกประเภท นิตโก (Nitko. 1980 : 478 - 479) มีความเห็นว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ควรจะมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ (Criterion - oriented Validity) ซึ่งก็สอดคล้องกับความคิดเห็นของแฮมเบิลตัน (Hambleton. 1980 : 80 - 99) ที่ว่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ควรพิจารณา คือความเที่ยงตรงตามเนื้อหาความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ของแบบทดสอบ และความเที่ยงตรงในการตัดสินใจ (Decision Validity) ความเที่ยงตรงประเภทนี้จัดเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะชนิดหนึ่งของความเที่ยงตรงตามเกณฑ์

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีความหมายเช่นเดียวกับแบบทดสอบอิงกลุ่มซึ่งหมายถึงคุณภาพของคะแนนสอบ (Observed Scores) ที่ได้จากแบบทดสอบควรจะเท่ากันหรือใกล้เคียงกับคะแนนที่แท้จริง (True Scores) ของผู้เข้าสอบที่ประมาณได้ นั่นคือ การทดสอบที่ปราศจากความคลาดเคลื่อนของการวัด (มิดท์นี อินทนะนา. 2533 : 113)

✓ จากการศึกษาเกี่ยวกับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ความยาวของแบบทดสอบมีอิทธิพลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทำให้ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่คงที่อาจเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงก็ได้ เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และเอนกกุล กรีแสง (2519:189) กล่าวว่า ความยาวของแบบทดสอบมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบที่ยาวจะมีความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่สั้น แต่การที่จะเพิ่มจำนวนข้อเพื่อให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงนั้น จะทำได้ภายใต้ขีดจำกัด เช่น ช่วงเวลาที่สอบ คุณภาพของข้อสอบที่เพิ่มเข้าไป อย่างไรก็ตาม ภายใต้ข้อจำกัดเหล่านี้ความเชื่อมั่นจะเพิ่มขึ้นถ้าแบบทดสอบยาวขึ้น ไลแมน (Lyman. 1963 : 34 - 36) ให้ความเห็นว่า แบบทดสอบที่ยาวความเชื่อมั่นจะสูง ถ้าเพิ่มความยาวของแบบทดสอบให้มากขึ้น ค่าความเชื่อมั่นก็จะสูงขึ้น แต่องค์ประกอบด้านอื่น ๆ ต้องคงที่ เช่น กลุ่มตัวอย่าง คุณภาพของข้อสอบที่เพิ่มเข้าไปและการเพิ่มจำนวนข้อสอบนั้นจะต้องไม่มากเกินไปจนผู้สอบเกิดความเหนื่อยล้า ส่วนกรอนแลนด์ (Gronlund. 1976 : 177) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ยาวจะให้ค่าความเชื่อมั่นสูง เพราะวัดพฤติกรรมได้มากและเพียงพอ ตลอดจนทำให้คะแนนที่เกิดจากการเดาลดน้อยลงด้วย คาร์เมล (Karmel. 1970 : 113) กล่าวว่าความยาวของแบบทดสอบมีผลต่อความเชื่อมั่น ส่วนความคลาดเคลื่อนในการวัดจะลดลงเป็นอัตราส่วนกับจำนวนข้อสอบที่เพิ่มขึ้น และคะแนนที่ได้จากการทดสอบจะวัดได้ใกล้เคียงกับความสามารถ ความสำเร็จและลักษณะอื่นๆ ที่ต้องการวัด เพราะเท่ากับเป็นการเพิ่มจำนวนข้อของลักษณะที่ต้องการวัดได้มากขึ้น ซึ่งก็ตรงกับความเห็นของแมกนัสสัน (Magnusson. 1967 : 68 - 74) ที่ว่า การเพิ่มความยาวของข้อสอบด้วยการรวมแบบทดสอบที่ขนานกันหลาย ๆ แบบทดสอบ ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ถูกขจัดออกไป จะได้แต่คะแนนจริง ค่าความเชื่อมั่นก็จะกำหนดได้จากคะแนนจริงของแบบทดสอบ ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้น

จะเห็นได้ว่าความยาวของแบบทดสอบมีผลต่อประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ฉะนั้นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ การกำหนดความยาวของแบบทดสอบให้เหมาะสม เนื่องจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์ จะต้องออกข้อสอบตามขอบเขตของเนื้อหา และจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนให้ครอบคลุมที่สุด ผู้วัดสามารถสร้างข้อสอบเป็นจำนวนมากได้ แต่ผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามทุกๆ ข้อ จำนวนมากได้ เพราะจะเป็นการสิ้นเปลืองแรงงาน เวลา

และค่าใช้จ่ายในการสอบ จึงได้มีการลุ่มข้อสอบจำนวนหนึ่งขึ้นมาใช้สอบ โดยยึดหลักการว่าถ้าผู้สอบตอบคำถามที่ลุ่มขึ้นมาได้ถูกต้อง และเป็นผู้มีความรอบรู้แล้ว จะมีความหมายว่าถ้าผู้สอบตอบคำถามทุก ๆ ข้อ ในส่วนที่เหลือทั้งหมดก็จะเป็นผู้รอบรู้เช่นกัน

แนวคิดในความพยายามกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่เหมาะสม เริ่มมีปรากฏในงานเขียนของมิลล์แมน (Millman. 1973) ใช้วิธีการแจกแจงทวินาม (Binomial Distribution) เป็นหลักในการกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่วิธีการนี้มีจุดอ่อนคือจะต้องทราบค่าระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบก่อน จึงจะสามารถคำนวณจำนวนข้อสอบที่ต้องการได้ ซึ่งปกติแล้วไม่มีทางทราบค่าความสามารถที่แท้จริงของบุคคลได้ ต่อมาอวิกและเลวิส (Novick and Lewis. 1974) ได้เสนอแนวคิดของการใช้วิธีการเบย์เซียนโมเดล (Bayesian Model) กำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยมุ่งใช้ข้อสอบจำนวนน้อยข้อที่สุด ในการคำนวณ จะนำเอาข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนที่มีมาก่อนดำเนินการสอบมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น (Millman. 1974 : 355) ระยะเวลาได้มีการเสนอให้นำเอาทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) มาใช้ในการกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory หรือ IRT) เป็นทฤษฎีที่มีบทบาทมากในการวัดผลการศึกษา โดยที่ทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนความเชื่อพื้นฐานที่ว่าในสถานการณ์ของการสอบนั้น พฤติกรรมการตอบสนองข้อสอบ ของบุคคลสามารถอธิบายได้จากความสัมพันธ์ ระหว่างคุณลักษณะภายในตัวบุคคล (Latent Trait) ของผู้สอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้กับความสามารถในการตอบสนองข้อสอบ (Performance) โดยอธิบายในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ลักษณะเด่นของทฤษฎีนี้คือ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบข้อสอบ

นักวัดผลการศึกษาที่ได้นำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบไปประยุกต์ใช้ เพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ แฮมเบิลตัน, มิลล์ และไซมอน (Hambleton, Mills and Simon. 1983) ได้ศึกษาข้อมูลที่สร้างขึ้นจากเครื่องคอมพิวเตอร์ พบว่าแบบทดสอบที่มีความยาวมากขึ้นจะมีความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น แบบทดสอบที่มีความยากใกล้เคียงกัน จะมีค่าความเชื่อมั่นเพิ่มมากขึ้น ณ ที่ระดับความยาวเท่ากัน และแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงขึ้น จะมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่เป็นคู่ขนานแบบสุ่มที่มีค่าการกระจายของค่าความยากเท่ากัน และมีความยาวเท่ากัน ต่อมาแฮมเบิลตันและกรูจิเตอร์ (Hambleton and Grujter. 1983) ได้ศึกษามาตร

การกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นจากข้อสอบที่มีการกระจายของค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกต่างกัน ได้ข้อค้นพบว่า การใช้ข้อสอบที่มีระดับความยากพอเหมาะกับระดับความสามารถของผู้สอบ จะลดความคลาดเคลื่อนได้มากกว่าการใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากการ ลุ่มข้อสอบขึ้นมาใช้ทดสอบ และแบบทดสอบที่มีค่าความยากเท่ากัน และตรงกับระดับความสามารถ ของผู้สอบ แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่า จะได้ค่าความคลาดเคลื่อน ต่ำกว่า และต่อมาฮาလာไดนา และรอยด์ (Haladyna and Roid. 1983) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลของความคลาดเคลื่อน ในการประมาณค่าความสามารถของบุคคลจากการใช้แบบทดสอบต่างกัน 2 แบบ คือ แบบแรกเป็นแบบทดสอบที่ลุ่มข้อสอบขึ้นมาจากประชากรข้อสอบที่มีอยู่ทั้งหมด พบว่าแบบ ทดสอบที่มีค่าความยากตรงกับระดับความสามารถของผู้ตอบ จะมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ค่าความสามารถของบุคคล (ดัชนี ADD/SD) ต่ำสุด แบบทดสอบที่ได้รับการลุ่มข้อสอบขึ้นมามีค่าดัชนี ดังกล่าวเป็นลำดับที่สอง และแบบทดสอบที่มีค่าความยากกระจายมากจะยังมีค่าดัชนีดังกล่าวสูงมาก ยิ่งขึ้น

ในประเทศไทย มาลี จิตติวุฒิการ (2533) ได้นำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมาศึกษา เกี่ยวกับผลของวิธีการหาคะแนนจุดตัด คะแนนโดเมน และความยาวของแบบทดสอบที่มีต่อความน่า จะเป็นในการจำแนกความรอบรู้และความเชื่อมั่นในการตัดสินใจ พบว่าคะแนนจุดตัดตามทฤษฎีการ ตอบสนองข้อสอบจะประมาณ 60 % ของความยาวแบบทดสอบ ความเชื่อมั่นในการตัดสินใจ ณ คะแนนจุดตัดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับความยาวแบบทดสอบ 20 และ 30 ข้อ อยู่ระหว่าง .93 - .95

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดความยาวของแบบทดสอบโดยวิธีอื่น นิคิชู ดัณฑวนิช (2529) ได้ศึกษาโดยการประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ลำดับขั้นเพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ พบว่าจำนวนข้อสอบที่มีความเหมาะสมในการจัดสอบเพื่อจำแนกบุคคลตามระดับการ รอบรู้ เริ่มจากจำนวน 20 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของนอวิกและเลวิส (Novick and Levis. 1974 : 31) ซึ่งกล่าวไว้ว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ควรมีความยาวไม่เกิน 20 ข้อ ในการ ศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบที่ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ เหตุผลที่ใช้แบบทดสอบ ที่มีจำนวนน้อยที่สุด 20 ข้อ ผู้วิจัยกำหนดขึ้นตามข้อค้นพบของนอวิกและเลวิส และนิคิชู ดัณฑวนิช ที่ว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ควรมีความยาว 20 ข้อ ส่วนความยาว 30 ข้อ และ 40 ข้อ ผู้วิจัยเพิ่ม ขึ้นตามลำดับส่วนของจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหาที่ใช้สอบ

จะเห็นได้ว่าการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการกำหนดความยาวของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบหรือใช้วิธีการอื่น ๆ มีน้อย ทั้ง ๆ ที่ความยาวของแบบทดสอบเป็นสิ่งสำคัญของแบบทดสอบ เพราะจะมีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนั่นเอง

ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น นักวัดผลให้ความสำคัญอย่างมากต่อการวัดความสามารถ (Ability) ที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งเป็นคุณลักษณะภายในที่ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรงเหมือนการวัดทางกายภาพ จึงต้องวัดคุณลักษณะดังกล่าวทางอ้อม โดยวิธีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่จัดขึ้น แล้วนำผลที่ได้สรุปอ้างอิงไปยังคุณลักษณะภายในที่ต้องการวัด แต่เนื่องจากการวัดคุณลักษณะภายในโดยทางอ้อมนี้มีความคลาดเคลื่อนในการวัดเกิดขึ้นเสมอ นักวัดผลจึงได้เสนอทฤษฎีการวัดเพื่อให้การสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับคุณลักษณะภายใน หรือความสามารถของผู้เรียนมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ทฤษฎีดังกล่าวสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ทฤษฎีแบบทดสอบคลาสสิก และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีแบบทดสอบคลาสสิกเป็นทฤษฎีการวัดที่นิยมใช้กันทั่วไป มาเป็นเวลานานมีจุดอ่อนที่สำคัญคือ ค่าสถิติของข้อสอบมีการแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบอยู่บนพื้นฐานของข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับแบบทดสอบคู่ขนาน ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัด ถือว่ามีค่าคงที่ตลอดและยังไม่มีวิธีที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนกับพฤติกรรมการตอบข้อสอบ จากจุดอ่อนเหล่านี้ นักทฤษฎีการวัดผลหลายท่านได้พัฒนาทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นทฤษฎีการวัดที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบสนองข้อสอบของผู้เรียนที่เราสามารถสังเกตได้ กับคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนที่เราไม่สามารถสังเกตวัดโดยตรงได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยฟังก์ชันคณิตศาสตร์ซึ่งมีหลายรูปแบบ ได้แก่ โมเดล 1, 2 หรือ 3 พารามิเตอร์ เมื่อเลือกใช้โมเดลการตอบสนองได้อย่างเหมาะสม จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อทราบค่าสถิติของข้อสอบที่ไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มตัวอย่าง ทำให้สามารถประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ ทำให้ทราบค่าสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบ การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสำหรับการวัดผลทางการเรียนจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของการเรียนการสอน และการวัดประเมินผลการเรียนที่ถูกต้อง (ศิริชัย กาญจนวาสี และคณิต ไช้มุกต์. 2535 : 57 - 58)

สำหรับเหตุผลที่เลือกทำการศึกษาวิจัยวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญและมีบทบาทในการศึกษา เป็นวิชาที่สร้างเสริมจิตใญ่มนุษย์เกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุผล มีโครงสร้าง วิธีการของคณิตศาสตร์เป็นวิธีการที่แน่นอน ชัดเจนมีแบบแผน ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบ ใฝ่รู้และพยายามคิดค้นสิ่งใหม่ๆ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขารวมทั้งความเจริญด้านต่าง ๆ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เศรษฐกิจ อุตสาหกรรมตลอดจนการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และอนุสรณ์ สุกุลคุ. 2522 : 6 - 7) ดังนั้นวิชาคณิตศาสตร์จึงถูกบรรจุเข้าเป็นรายวิชาหนึ่งในหลักสูตรทุกระดับ ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตระหนักถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าว จึงมีการปรับปรุงหลักสูตรและวิธีสอนคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวิทยาการต่าง ๆ (กรมวิชาการ. 2525 : 135) แต่การเรียนการสอนไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จะเห็นได้จากการทำวิจัยของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ในการประเมินผลการเรียน การสอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน อยู่ในระดับต่ำ โดยได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบมาตรฐานของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการได้ 9.94 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. 2527 : 79 - 98) และผลการวิจัยวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทยร่วมกับนานาชาติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น (ภัทรกุล จริยวิทยานนท์. 2530 : 11) ประกอบกับคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเน้นทางด้านทักษะ และสามารถแจกแจงเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ได้ครบทุกลักษณะ คือ มีส่วนประกอบของพฤติกรรมที่จำกัด (Limited Number of Abilities) จึงเป็นวิชาที่เหมาะสมกับการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (ส.วาสนา ประवालนฤกษ์. 2522 : 3)

การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า คะแนนจุดตัดหมายถึงคะแนนที่เป็นเกณฑ์หรือมาตรฐานขั้นต่ำสุดที่ใช้ตัดสินเพื่อจำแนกผู้สอบเป็นผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ เพราะฉะนั้นการกำหนดคะแนนจุดตัดให้เหมาะสม จึงเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากคะแนนจุดตัดจะมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ยิ่งกว่านั้นคุณค่าของคะแนนจุดตัดยังมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ตลอดจนทัศนคติของผู้เรียนอีกด้วย (Hambleton and others. 1978 : 27) เพราะฉะนั้นในการกำหนดคะแนนจุดตัด หากกำหนดสูงเกินไปก็จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน โดยผู้ที่มีความรอบรู้จะกลายเป็นผู้ไม่มีความรอบรู้ หรือถ้ากำหนดไว้ต่ำเกินไปก็จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน

โดยผู้ที่ไม่มีความรอบรู้กลายเป็นผู้มีความรอบรู้ ดังนั้นความเที่ยงตรงของการกำหนดคะแนนจุดตัดจึงขึ้นอยู่กับความถูกต้องในการแยกผู้สอบเป็นผู้รอบรู้ และไม่รอบรู้ (Hambleton. 1978 : 278) อย่างไรก็ตามในการกำหนดคะแนนจุดตัดนั้น ไม่สามารถที่จะจัดความคลาดเคลื่อนดังกล่าวให้หมดไปได้ (Zieky. 1987 : 2) เนื่องจากการวัดผลการศึกษาเป็นการวัดในสิ่งที่เป็นามธรรม ซึ่งจะต้องวัดทางอ้อมโดยใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือสำคัญในการวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนตามที่คุณสอนต้องการวัด และการกำหนดคะแนนจุดตัดก็เป็นวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของคน ดังนั้นคะแนนจุดตัดที่กำหนดขึ้นจึงเป็นสิ่งที่สมมุติขึ้นเท่านั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ เพราะฉะนั้นในการกำหนดคะแนนจุดตัด จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลาย ๆ อย่างประกอบกัน คือความตรงของเนื้อหาการสอบวัด ผลกระทบต่อเนื่องทางการศึกษาผลทางจิตวิทยาและผลทางการลงทุน ผลกระทบต่องานของผู้อื่น และขนาดของความคลาดเคลื่อน ซึ่งขึ้นอยู่กับ การเดาและการสุ่มข้อคำถาม (Hambleton. 1978 : 281)

วิธีการในการกำหนดคะแนนจุดตัดมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีการนับลดจาก 100 % (Counting Backward from 100 %) ซึ่ง กลาส (Glass. 1978 : 244) เสนอไว้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ หรือครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาข้อสอบ และความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อ แล้วกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งแล้วแต่ว่าผู้ตั้งเกณฑ์จะลดลงมากี่เปอร์เซ็นต์ วิธีการนี้เป็นการกำหนดเกณฑ์ที่ค่อนข้างจะอัตนัย เนื่องจากใช้ความคิดเห็นส่วนบุคคลในการพิจารณาต่อมามีผู้พัฒนาวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัด โดยการพิจารณาเนื้อหาของแบบทดสอบเป็นรายข้อ แล้วระบุว่าผู้สอบที่มีความสามารถขั้นต่ำสุดที่จะยอมรับว่าผ่านได้นั้น ควรทำแบบทดสอบได้เป็นจำนวนเท่าไร ก็จะทำให้ได้จุดตัดที่เหมาะสมขึ้น คือการพิจารณาตัดสินจากความสามารถต่ำสุดของผู้สอบ (Judging Minimal Competence) ตามที่กลาส (Glass. 1978 : 246-251) ได้เสนอไว้หรือเป็นวิธีการพิจารณาจากข้อคำถามในแบบทดสอบตามที่ลิวิงสตันและซีกี (Livingston and Zieky. 1982 : 15-52) ได้เสนอไว้ วิธีการนี้มีหลายเทคนิคด้วยกัน คือเทคนิคของแองกอฟฟ์ (Angoff) เทคนิคของอีเบล (Ebel) และเทคนิคของนีเดลสกี (Nedelsky) ทั้ง 3 เทคนิค มีวิธีการที่เหมือนกันคือ ผู้เชี่ยวชาญจะต้องพิจารณาถึงความรู้และทักษะของผู้สอบที่อยู่ในระดับต่ำสุดหรือที่เรียกว่า ระดับคาบเส้น (Borderline) ว่าสมควรให้ผ่านหรือไม่ ซึ่งเป็นเทคนิคที่สะดวกแก่ผู้ใช้เนื่องจากสามารถกำหนดคะแนนจุดตัดได้ทั้งก่อนการสอบและหลังการสอบเสร็จสิ้นแล้ว แต่ในทางปฏิบัติยังมีปัญหาอยู่ 2 ประการคือ 1) ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมีความคิดที่แตกต่างกันเกี่ยวกับความสามารถต่ำสุดของผู้สอบ 2) การประมาณความสามารถต่ำสุดของผู้สอบจากการพิจารณาข้อสอบ จำนวนมากนับว่าเป็นงานที่ยาก ดังนั้นโรว์เลย์

(Rowley. 1982 : 90) และซีกี (Zieky. 1987 : 12) จึงได้เสนอวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดวิธีใหม่ คือการใช้กลุ่มตรงกันข้าม (Contrasting Groups Method) ซึ่งเป็นวิธีการตัดสินที่ขึ้นอยู่กับผู้สอบมากกว่าการตัดสินเกี่ยวกับคำถามในแบบทดสอบ การใช้กลุ่มตรงกันข้ามในการกำหนดคะแนนจุดตัดมีหลายวิธี วิธีที่ซับซ้อนน้อยที่สุด คือ การเขียนกราฟแสดงการแจกแจงของคะแนนของกลุ่มรอบรู้และกลุ่มไม่รอบรู้ แล้วพิจารณาว่าเส้นกราฟของผู้สอบทั้งสองกลุ่มตัดกัน ณ จุดใด จุดนั้นก็คือนคะแนนจุดตัด (Mills. 1983 : 285) ในการใช้วิธีกลุ่มตรงกันข้ามปัญหาที่พบคือไม่สามารถแบ่งได้อย่างแน่ชัดระหว่างผู้ที่รอบรู้กับผู้ที่ไม่รอบรู้ ดังนั้นโรว์เลย์ (Rowley. 1982 : 91) และซีกี (Zieky. 1987 : 12) จึงได้เสนอวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดอีกวิธีหนึ่งคือการใช้กลุ่มคาบเส้น (Borderline Group Method) วิธีการนี้มาจากแนวคิดที่ว่า มาตรฐานจะเป็นคะแนนที่ได้จากผู้สอบ ซึ่งมีความสามารถอยู่ในระดับคาบเส้น วิธีการนี้แทนที่จะให้ผู้เชี่ยวชาญเดาถึงความสามารถของผู้สอบที่อยู่ในระดับคาบเส้น ก็ใช้วิธีการให้ผู้เชี่ยวชาญระบุความรู้ความสามารถของผู้สอบที่อยู่ในระดับคาบเส้น และพิจารณาคะแนนจุดตัดจากผู้สอบดังกล่าว มาตรฐานที่กำหนดสำหรับการผ่านจะใช้ค่ามัธยฐาน (Median) ของคะแนนผู้สอบที่อยู่ในกลุ่มคาบเส้น ประโยชน์สำคัญของวิธีการนี้คือง่ายในการทำไปใช้และง่ายในการอธิบาย

นอกจากการกำหนดคะแนนจุดตัด โดยอาศัยความสามารถต่ำสุดของผู้สอบ และการพิจารณาจากกลุ่มผู้สอบโดยตรงแล้วได้มีการพัฒนาโดยนำหลักการทางสถิติเข้ามาช่วยในการพิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theoretic Approaches) ซึ่งมีอยู่หลายเทคนิคด้วยกัน เช่นเทคนิคของเบส์ (Bayes) เทคนิคของกลาส (Glass. 1978 : 251-253) เทคนิคของเบส์เป็นเทคนิคที่อาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งแปลงมาจากคะแนนสอบแล้ว พิจารณาคะแนนจุดตัดโดยอาศัยฟังก์ชันการสูญเสียที่คาดหวัง (Expected Loss) ซึ่งเป็นความสูญเสียที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อน เนื่องมาจากการยอมรับที่ผิด (False Positive Error) และการปฏิเสธที่ผิด (False Negative Error) ของการตัดสินใจให้ผ่านและไม่ให้ผ่านความสูญเสียที่คาดหวังของการตัดสินใจให้ผ่านและไม่ให้ผ่านน้อยที่สุด จะเป็นตัวกำหนดคะแนนจุดตัดส่วนเทคนิคของกลาสเป็นเทคนิคที่อาศัยความสัมพันธ์ของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบกับเกณฑ์ภายนอกที่สอดคล้องกัน ซึ่งไม่ได้มีการกำหนดไว้ก่อนการนำหลักการทางสถิติมาใช้ในการพิจารณาคะแนนจุดตัดนี้ วิลคอกซ์ (Wilcox. 1976) แฮมเบิลตันและกรูจเตอร์ (Hambleton and Grujter. 1983) มีวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยกำหนดให้การกระจายของระดับความสามารถของบุคคลในเรื่องที่สนใจ

จะทดสอบเป็นจุดต่อเนื่องในแนวเส้นตรงจากระดับความสามารถต่ำสุดไปจนถึงระดับความสามารถสูงสุด จุดกึ่งกลางระหว่างความสามารถดังกล่าวคือคะแนนจุดตัดจะเห็นได้ว่าวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยนำหลักการทางสถิติมาใช้เป็นวิธีการที่ค่อนข้างจะมีความเป็นปรนัยสูง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำวิธีการของวิลคอกซ์มาใช้ในการวิจัย

จากการอภิปรายมาทั้งหมด ผู้วิจัยสนใจที่จะนำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมาประยุกต์ใช้เพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบจากการหาคะแนนจุดตัดซึ่งนำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมาประยุกต์ใช้ตามวิธีการของวิลคอกซ์ (Hambleton and Grujter. 1983 : 361; citing by Wilcox. 1976) หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบตามวิธีการของวอร์ม (Warm. 1978 : 77) หาความเที่ยงตรงหรือความสอดคล้องของคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับกับคะแนนผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ด้วยการทดสอบค่าไคสแควร์ (Downie and Heath. 1970 : 198) และสัมประสิทธิ์คอนติเจนซี (Contingency Coefficient) (Ferguson. 1981 : 214) ส่วนการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ว่าแบบทดสอบฉบับใดมีประสิทธิภาพดีกว่า จะศึกษาโดยการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่าง ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบเป็นรายคู่ และหาดัชนี AAD/SD ตามวิธีการของฮาโลดไนาและรอยด์ (Haladyna and Roid. 1983) จากการเปรียบเทียบอัตราความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างคะแนนที่สอบได้กับคะแนนโดเมนที่ประมาณได้จากแบบทดสอบที่มีความยาวระดับต่าง ๆ ที่กำหนด (The Average Absolute Difference between Observed and Domain Scores หรือ AAD) หาด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดความยาวของแบบทดสอบว่าควรมีข้อใด จึงเหมาะสมที่จะใช้วัดผลการเรียนของผู้เรียน เพื่อตัดสินว่าเป็นผู้รอบรู้ หรือไม่รอบรู้จะประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบตามวิธีการของแฮมเบิลตันและกรูจเตอร์ (Hambleton and Grujter. 1983) ซึ่งจะกำหนดตรงจุดสูงสุด (maximum) ของค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการให้ผู้ที่ไม่รอบรู้สอบผ่าน และผู้รอบรู้สอบตกมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ถือเป็นเกณฑ์ โดยกำหนดจุดมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายทั่วไป เพื่อนำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาคุณภาพ และประสิทธิภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีความยากและความยาวต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรณีที่หาค่าความยากต่างกัน และความยาวของแบบทดสอบต่างกัน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรณีที่หาค่าความยากต่างกัน และความยาวของแบบทดสอบต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ คือ การพิจารณาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบทุกประเภท แบบทดสอบที่มีความเป็นตัวแทนของมวลความรู้ทั้งหมดในขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนด และสามารถจำแนกผู้สอบเป็นผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ได้อย่างมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นซึ่งเป็นความคงที่ในการวัดก็เป็นความสำคัญของแบบทดสอบเช่นกัน ไลแมน (Lyman, 1963 : 34-36) กล่าวว่าแบบทดสอบที่ยาวความเชื่อมั่นจะสูง ถ้าเพิ่มความยาวของแบบทดสอบให้มากขึ้นค่าความเชื่อมั่นก็จะสูงขึ้น แต่องค์ประกอบด้านอื่นๆ ต้องคงที่ เช่น กลุ่มตัวอย่าง คุณภาพข้อสอบที่เพิ่มเข้าไปและการเพิ่มจำนวนข้อสอบนั้นจะต้องไม่มากเกินไปจนผู้สอบเกิดความเหนื่อยล้า

สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ คือ การพิจารณาความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากแบบทดสอบ แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อย จากการศึกษาของแฮมเบิลตันและกรูเจอร์ (Hambleton and Grujter, 1983) ฮาลาดินาและรอยด์ (Haladyna and Roid, 1983) พบว่า การใช้ข้อสอบที่มีระดับความยากพอเหมาะกับระดับความสามารถของผู้สอบ จะลดความคลาดเคลื่อนได้มากกว่าแบบทดสอบที่ได้จากการสุ่มข้อสอบและนิคิซ ดัทเทวินซ์ (2529) ได้ศึกษาพบว่าจำนวนข้อสอบที่มีความเหมาะสมในการจัดสอบ เพื่อจำแนกบุคคลตามระดับการรอบรู้ เริ่มจากจำนวน 20 ข้อ ซึ่งโนวิกและเลวิส (Novick and Lewis, 1974 : 31) ก็กล่าวไว้ว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ควรมีความยาวไม่เกิน 20 ข้อ จากแนวคิดและข้อค้นพบดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงกำหนดสมมุติฐานดังนี้

1. แบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลาง มีความเที่ยงตรงมากกว่าแบบทดสอบที่มีค่าความยากแบบสุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีความเที่ยงตรงมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ
2. แบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลาง มีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบที่มีค่าความยากแบบสุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ

3. แบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลางมีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงกว่า แบบทดสอบที่มีค่าความยาก แบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ

4. แบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลาง มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่ายและแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ

5. แบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลาง มีความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านและที่เกิดจากผู้รอบรู้สอบตกน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีค่าความยากแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน และที่เกิดจากผู้รอบรู้สอบตกน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเนื้อหาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ กราฟ มุมแย้ง มุมตรงข้าม ความคล้าย และสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ

2. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2537 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดสุพรรณบุรี

3. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ

3.1.1 ความยากของแบบทดสอบ

3.1.2 ความยาวของแบบทดสอบ

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 คุณภาพของแบบทดสอบ

3.2.2 ประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

4. ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบทดสอบที่ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ เหตุผลที่ใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อน้อยที่สุด 20 ข้อ ผู้วิจัยกำหนดขึ้นตามข้อค้นพบของ Novick และ Lewis (Novick and Lewis, 1974 : 31) และนิชิซึ ดันทวณิช (2529) ที่ว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ควรมีความยาวเริ่มจากจำนวน 20 ข้อ ส่วนความยาว 30 ข้อ และ 40 ข้อ ผู้วิจัยเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหาที่ใช้สอบ

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การแบ่งระดับความยากของข้อสอบออกเป็นข้อสอบง่าย ยากปานกลาง และยากนั้น ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแบ่งซึ่งเป็นข้อค้นพบของ คณิต ไช่มุกต์ (2533) ข้อสอบที่ง่าย ($b < -0.67$) ข้อสอบที่ยากปานกลาง ($-0.67 \leq b \leq 0.67$) ข้อสอบที่ยาก ($b > 0.67$)

2. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะ กรณีความยากและความยาวของแบบทดสอบที่ต่างกัน ส่วนอำนาจจำแนกของข้อสอบ เวลาที่ใช้ในการสอบ และแรงจูงใจในการสอบ ไม่ได้นำมาเข้ามาศึกษาด้วย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อค้นพบจากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษานำไปปรับปรุงการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียน เพื่อให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร หรือเพื่อพัฒนาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อไป

2. แนวโน้มของการวัดผลการศึกษาใช้การทดสอบแบบอิงเกณฑ์มากขึ้น เนื่องจากผู้สอบมีความสามารถต่างกัน แบบทดสอบจึงประกอบด้วยข้อสอบบางข้อยาก บางข้อง่าย ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ การทดสอบที่เหมาะสมกับผู้สอบ (Adaptive Testing) ที่ได้คือเรื่องความยาวของแบบทดสอบ

3. การสอบเพื่อการเรียนการสอนมีแนวโน้มว่า จะสอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของการสอบในอนาคตที่จะสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ แบบทดสอบจึงควรมีความยาวที่เหมาะสม คือมีจำนวนน้อยข้อ แต่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในการตัดสินเพื่อจำแนกผู้เรียนตามระดับการรอบรู้

4. ได้แนวทาง หรือลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติ เพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

5. ได้จำนวนข้อสอบที่พอเหมาะกับแบบทดสอบที่จะนำไปใช้ทดสอบ เพื่อจำแนกประเภทนักเรียนตามระดับการรอบรู้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 204) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ กราฟ มุมแย้ง มุมตรงข้าม ความคล้าย และสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ใช้ในการสอบเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีระดับผลการเรียนอยู่ในระดับใด เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

2. จุดประสงค์ หมายถึง จุดประสงค์ที่กำหนดขึ้นในการเรียนการสอน ซึ่งเขียนในลักษณะที่บอกการกระทำหรือพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ กราฟ มุมแย้ง มุมตรงข้าม ความคล้าย และสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ นักเรียนสามารถหาคำตอบตามที่โจทย์กำหนดให้ได้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการสอบด้วยแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ (ค 204) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ กราฟ มุมแย้ง มุมตรงข้าม ความคล้าย และสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537

4. คะแนนจุดตัดหรือเกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำสุดที่จะใช้ตัดสินว่าผู้สอบเป็นผู้รอบรู้

5. ผู้รอบรู้ หมายถึง นักเรียนที่สอบได้คะแนนเท่ากับ หรือมากกว่า คะแนนจุดตัดที่กำหนดจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

6. ระดับความสามารถ หมายถึง ระดับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา วัดในหน่วยของ 0 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 ในที่นี้จะแบ่งระดับความสามารถออกเป็น 3 ระดับ

ระดับต่ำ $\theta \leq -1.5$

ระดับปานกลาง $-1.5 < \theta < +2.5$

ระดับสูง $\theta \geq +2.5$

7. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง ลักษณะประจำของแบบทดสอบ ได้แก่ ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

8. ประสิทธิภาพของแบบทดสอบ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบสองฉบับที่เปรียบเทียบกัน โดยแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า จะมีค่าอัตราส่วนดังกล่าวมากกว่า 1 และมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่า

9. ความยากของแบบทดสอบ หมายถึงแบบทดสอบ 4 แบบ แบบสุ่มมีค่าความยากคละกัน แบบง่ายมีค่าความยากน้อยกว่า -0.67 แบบยากปานกลางมีค่าความยากระหว่าง ± 0.67 และแบบยากมากมีค่าความยากมากกว่า 0.67

10. ความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบจำนวนน้อยข้อ แต่มีความสามารถจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ได้อย่างมีคุณภาพสูง ภายใต้อัตราความคลาดเคลื่อนและเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวกับหลักการเรียนเพื่อรอบรู้

- 1.1 ความหมายของการเรียนเพื่อรอบรู้
- 1.2 ประวัติของการเรียนเพื่อรอบรู้
- 1.3 รูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ของคาร์โรล
- 1.4 รูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ของบลูม
- 1.5 รูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ของฮอททคิส

ตอนที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวกับการทดสอบอิงเกณฑ์

- 2.1 ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
- 2.2 การสร้างและวิเคราะห์แบบทดสอบอิงเกณฑ์
- 2.3 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
- 2.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
- 2.5 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
- 2.6 การกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ตอนที่ 3 เอกสารที่เกี่ยวกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

- 3.1 แนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
- 3.2 ลักษณะเด่นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
- 3.3 ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
- 3.4 แบบจำลองของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
- 3.5 การหาคุณภาพของแบบทดสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ตอนที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวกับหลักการเรียนเพื่อรอบรู้

1.1 ความหมายของการเรียนเพื่อรอบรู้

การเรียนเพื่อรอบรู้ (mastery learning) บางทีเรียกว่า การเรียนเพื่อรู้แจ้ง มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

บลูม (Bloom. 1971 : 47) ได้ให้ความหมายของการเรียนเพื่อรอบรู้ว่า หมายถึง การเรียนที่ผู้เรียนต้องมีพื้นฐาน สำหรับบทที่เรียนเพียงพอที่จะเรียนในบทต่อไป โดยวัดจากแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน ถ้าผู้เรียนคนใดมีความรู้พื้นฐานทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ต้องนำมาซ่อมเสริมให้มีพื้นฐานได้ถึงเกณฑ์ก่อนที่จะเรียนบทเรียนต่อไป โดยชี้แจงวิธีเรียนที่จะทำให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อการเรียนการสอนแต่ละหน่วยเสร็จสิ้นลงจะมีการทดสอบย่อย ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ ก็ต้องทำการซ่อมเสริมก่อนที่จะเริ่มในหน่วยการเรียนต่อไป ด้วยวิธีการดังกล่าว สามารถช่วยให้นักเรียนจำนวน 70% ถึง 95% เกิดการเรียนรู้ถึงขั้นรอบรู้ในระดับ 80 % ถึง 100 % ของเนื้อหาทั้งหมดที่สอน

บลอก (กิตติ พัฒนตระกูลสุข. 2524 : 19 : อ้างอิงมาจาก Block. 1977) ให้ความหมายของการเรียนเพื่อรอบรู้ว่า ประกอบด้วยผู้เรียนซึ่งทำแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถตามจุดประสงค์ที่วางไว้ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เกณฑ์ที่ตั้งไว้ปกติจะขึ้นอยู่กับผู้สอนและวิชาที่สอน เกณฑ์ดังกล่าวมีช่วงอยู่ระหว่าง 80% ถึง 100%

ฮอททคิส (Hotchkis. 2529 การบรรยายพิเศษในหัวข้อ "Mastery Learning" มศว ประสานมิตร) กล่าวว่า การเรียนเพื่อรอบรู้ หมายถึง การจัดระบบการเรียนการสอนแบบกลุ่มที่คำนึงถึงความสามารถในการเรียนของผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยจัดลำดับเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยและมีความต่อเนื่องกัน ในการสอนแต่ละเนื้อหาจะเน้นการสร้างมโนทัศน์และมีการฝึกทักษะพื้นฐานจากแบบฝึก มีการทดสอบย่อยและแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนด้วยการสอนใหม่ เพื่อให้ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้อย่างแตกฉาน

สุรพล เกียนวัฒนา (2521 : 1) กล่าวว่า การเรียนเพื่อรอบรู้เป็นปรัชญาอันหนึ่งเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนซึ่งยืนยันว่า "นักเรียนเกือบทุกคนสามารถเรียนรู้เรื่องราวต่างๆ ที่เขาได้รับจากการสอนได้ แต่ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขว่าการสอนนั้นต้องมีประสิทธิภาพ"

พรณี ช.เจนจิต (2528 : 88) ให้ความหมายของการเรียนเพื่อรอบรู้ว่าเป็นการเรียนที่ผู้เรียนสามารถทำได้จริงตามจุดประสงค์หรือตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จะต้องมีการสอนซ่อมเสริมเพื่อช่วยให้ได้ตามเกณฑ์ หรือตามจุดประสงค์นั้น ๆ

จากที่กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า การเรียนเพื่อรอบรู้เป็นการเรียนที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในบทเรียน โดยครูอาจจะเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ขึ้นเองตามจุดประสงค์และความยากง่ายของเนื้อหาวิชาในแต่ละบทเรียน หรือใช้เกณฑ์ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ตัดสินว่านักเรียนมีความรอบรู้เพียงพอในการที่จะนำไปสู่การเรียนในบทต่อไปได้

1.2 ประวัติการเรียนเพื่อรอบรู้

แนวความคิดเกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1922 ในปีนั้นมีโครงการที่สอนให้นักเรียนมีความรอบรู้ในสิ่งที่ตนเรียนอยู่ คือโครงการวินเนทกา (Winnetka Plan) ของคาร์ลตัน วอชเบอร์น (Carleton Washburne) และคณะ ต่อมาประมาณปี ค.ศ.1926 ได้เกิดแนวการสอนอีกโครงการหนึ่ง คือ โครงการมอร์ริสัน (Morrison Plan) ของเฮนรี ซี. มอร์ริสัน (Henry C. Morrison) ซึ่งแนวการสอนทั้งสองแบบมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันหลายประการดังนี้ (สุธรรม จันทร์ทอม 2527 : 3 - 4)

ประการแรก คำว่ารอบรู้หรือผ่านเกณฑ์ หมายความว่า เรียนแล้วบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ซึ่งในทัศนะของวอชเบอร์น หมายถึง วัตถุประสงค์ด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) แต่สำหรับมอร์ริสัน หมายถึง วัตถุประสงค์ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และด้านปฏิบัติ (Psychomotor Domain)

ประการที่สอง เนื้อหาและประสบการณ์การเรียนการสอน จะจัดในรูปของแต่ละหน่วยการเรียนการสอนประกอบด้วยเนื้อหา ประสบการณ์ อุปกรณ์ และกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนเมื่อจบบทเรียนแล้ว

ประการที่สาม นักเรียนแต่ละคนจะสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ในแต่ละหน่วยการเรียนก่อนที่จะผ่านไปเรียนหน่วยต่อ ๆ ไป

ประการที่สี่ มีการทดสอบเพื่อวินิจฉัยปัญหา การเรียนภายหลังจบกระบวนการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียน ผลการสอบจะแจ้งให้นักเรียนรู้เท่านั้นแต่จะไม่นำผลนี้ไปคิดระดับคะแนนในภายหลังแต่อย่างใด

ประการที่ห้า อาศัยผลของการทดสอบเพื่อวินิจฉัยภายหลังแต่ละหน่วยการเรียน นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะได้รับคำแนะนำให้ปรับปรุงตนเอง ช่วยตนเองตามแนวการสอนของวินเนทกาและนักเรียนจะได้รับการช่วยเหลือหลายรูปแบบถ้าเป็นแนวของมอร์ริสัน เช่น สอนใหม่เป็นกลุ่มตัวเป็นรายบุคคล จัดกิจกรรมการเรียนใหม่ หรือแนะนำวิธีเรียนแบบใหม่ให้นักเรียน

ประการสุดท้าย เวลาของการเรียนไม่ได้ถูกกำหนดไว้ตายตัวเหมือนการเรียนปกติ คือแบบวินเนทกา จะอนุญาตให้เด็กแต่ละคนเรียนบทเรียนตามความสามารถของตนเอง จะใช้เวลาานเท่าใดก็เป็นเรื่องของแต่ละคนไม่เกี่ยวกัน เพราะต่างคนต่างเรียน สำหรับแบบมอร์ริสัน เวลาขึ้นอยู่กับครูผู้สอนเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นมีผลสัมฤทธิ์ในระดับที่น่าพอใจ แล้วจึงจะเลื่อนไปเรียนหน่วยการเรียนรู้ต่อไปได้

การเรียนการสอนแบบมอร์ริสัน เป็นที่แพร่หลายในปี ค.ศ.1930 หลังจากนั้นความคิดเกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้ก็จางหายไป เนื่องจากขาดแคลนเทคโนโลยีที่จะทำให้วิธีการเรียนเพื่อรอบรู้ได้ผล

1.3 รูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ของคาร์โรล

รูปแบบที่เป็นแนวคิดพื้นฐานของการเรียนเพื่อรอบรู้ คือ รูปแบบการเรียนรู้อย่างคาร์โรล เป็นรูปแบบที่ชี้ให้เห็นถึงตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน คาร์โรล (Carroll. 1963 : 723 - 733) ได้เสนอแนวความคิดในบทความเรื่อง "รูปแบบการเรียนรู้อย่างโรงเรียน (Model of School Learning)" โดยได้อธิบายความถนัดในการเรียนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียนในรูปแบบของเวลาที่ใช้เรียน รูปแบบของคาร์โรลเกิดขึ้นเมื่อเขาศึกษา ภาษาต่างประเทศ เขาพบว่าความถนัดทางภาษาไม่เพียงแต่จะทำนายระดับการเรียนของนักเรียน แต่ความถนัดจะเป็นเครื่องทำนายเวลาที่ต้องใช้ในการเรียนเพื่อทำคะแนนให้ถึงเกณฑ์ คาร์โรล นิยามความถนัดว่า เป็นเวลาที่ต้องใช้ในการเรียนเนื้อหา แต่ละตอนให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดภายใต้การสอนที่ดีที่สุด นอกจากนี้ คาร์โรลยังได้เสนอแนะต่อไปอีกว่า ถ้าสามารถจัดเวลาให้เพียงพอตามความต้องการของนักเรียนแล้ว นักเรียนจะบรรลุความสำเร็จในการเรียนรู้ได้เกือบทุกคน ในทางตรงกันข้าม ถ้านักเรียนไม่ได้รับเวลาในการเรียนอย่างเพียงพอแล้ว ระดับการเรียนรู้หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะแปรผันตามสัดส่วนของเวลาที่ใช้ในการเรียนจริง (Time actually spent) ต่อเวลาที่ต้องการใช้สำหรับการเรียน (Time needed) สรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน} = f \left| \frac{\text{เวลาที่ใช้ในการเรียนจริง}}{\text{เวลาที่ต้องการใช้สำหรับการเรียน}} \right|$$

เวลาที่ใช้ในการเรียนจริง คือ เวลาที่นักเรียนตั้งใจเล่าเรียน ได้แก่ ความพากเพียร และเวลาที่จัดให้นักเรียน ส่วนเวลาที่ต้องการใช้สำหรับการเรียน คือ เวลาที่นักเรียนแต่ละคนใช้

ศึกษาหาความรู้ในแต่ละหน่วย ซึ่งแต่ละคนจะใช้เวลามากน้อยไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ ความถนัด คุณภาพของการสอน ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน ด้วยเหตุนี้รูปแบบของการเรียนในโรงเรียนของคาร์โรลอาจเขียนเป็นสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\text{ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน} = f \left[\begin{array}{l} 1. \text{โอกาสการเรียนรู้} \\ 2. \text{ความพากเพียร} \\ 3. \text{ความถนัด} \\ 4. \text{คุณภาพของการสอน} \\ 5. \text{ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน} \end{array} \right]$$

คาร์โรล ได้อธิบายความหมายของ องค์ประกอบที่จะช่วยส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ (Block. 1971 : 108 - 109)

1. โอกาสการเรียนรู้ (Opportunity) หมายถึง เวลาที่นักเรียนแต่ละคนใช้ในการเรียนแต่ละหน่วย เพื่อให้รอบรู้ในเรื่องที่กำหนดให้ นักเรียนแต่ละคนมีความต้องการเวลาสำหรับการศึกษามากน้อยต่างกัน นักเรียนที่เรียนอ่อนต้องใช้เวลามาก ส่วนนักเรียนที่เรียนเก่งจะใช้เวลาน้อยกว่า ถ้าให้เวลาแก่นักเรียนเหมาะสมกับความต้องการแล้ว จะทำให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาเล่าเรียนตามความสามารถของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความพากเพียร (Preseverance) หมายถึง เวลาที่นักเรียนแต่ละคนใช้ในการตั้งใจเรียน นักเรียนมีความพยายามมากจะใช้เวลาสำหรับการตั้งใจเรียนมาก ตรงกันข้ามนักเรียนที่มีความพยายามน้อยก็จะใช้เวลาสำหรับการตั้งใจน้อย ด้วยเหตุนี้นักเรียนที่มีความพยายามมากจึงมีโอกาสเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้เร็วกว่านักเรียนที่มีความพยายามน้อย

3. ความถนัด (Aptitude) หมายถึง เวลาที่นักเรียนต้องใช้ในการเรียน เพื่อให้บรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากนักเรียนคนใดใช้เวลาเพียงเล็กน้อยในการทำงานชิ้นหนึ่งเสร็จ เรียกว่ามีความถนัดสูง ส่วนนักเรียนที่ต้องใช้เวลาทำงานชิ้นเดียวกันนั้นมาก ก็จัดว่ามีความถนัดต่ำ แต่ถ้านักเรียนทุกคนมีเวลาอย่างเพียงพอก็สามารถเรียนรู้ถึงเกณฑ์ได้เช่นเดียวกัน

4. คุณภาพของการสอน (Quality of Instruction) หมายถึง การจัดบทเรียนให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วที่สุดที่สามารถจะเรียนได้ การจัดบทเรียนนั้นต้องกำหนดให้นักเรียนทราบว่าต้องทำอะไร มีขั้นตอนอย่างไรมีลำดับขั้นตอนจากง่ายไปสู่ยาก และต้องคำนึง

ถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล หากสามารถทำให้บทเรียนมีคุณลักษณะดังกล่าวแล้ว เชื่อว่าจะสามารถลดเวลาที่นักเรียนต้องการใช้ลงได้ และทำให้นักเรียนประสบผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

5. ความสามารถที่จะเข้าใจการเรียนการสอน (Ability to Understand Instruction) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะศึกษาว่าต้องทำอะไร ทำอย่างไรและจะต้องดำเนินการอย่างไรกับบทเรียน เพื่อให้การเรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ความสามารถที่จะเข้าใจบทเรียนมีความสัมพันธ์กับระดับสติปัญญา และความสามารถในการเข้าใจภาษา นักเรียนที่มีสติปัญญาและเข้าใจภาษาได้ดี จะทำให้เข้าใจสิ่งที่เรียนได้เร็วขึ้น คือใช้เวลาในการเรียนน้อย

1.4 รูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ของบลูม

บลูม (Block. 1975 : 4 ; citing Bloom. 1968) ได้อาศัยรูปแบบของคาร์โรล เป็นรากฐานในการสร้างรูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ โดยอธิบายว่า ความสามารถหรือความถนัดของนักเรียนในการเรียนวิชาหนึ่ง จะมีการกระจายเป็นโค้งปกติ ถ้าให้เวลาเรียนเท่ากันและสอนเหมือนกันทุกคน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะมีลักษณะเป็นโค้งปกติด้วย สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีค่าค่อนข้างสูง แต่ถ้านักเรียนมีเวลาในการเรียนแตกต่างกันและสอนแตกต่างกัน ความสามารถของนักเรียนที่เรียนได้ช้าใช้เวลามาก คนที่เรียนได้เร็วให้ใช้เวลาน้อยแล้ว ทำให้นักเรียน 95% ทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่เรียกว่า รอบรู้ ในกรณีเช่นนี้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีค่าเป็นศูนย์ ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ความถนัดของนักเรียน
ที่จะเรียนวิชาหนึ่ง



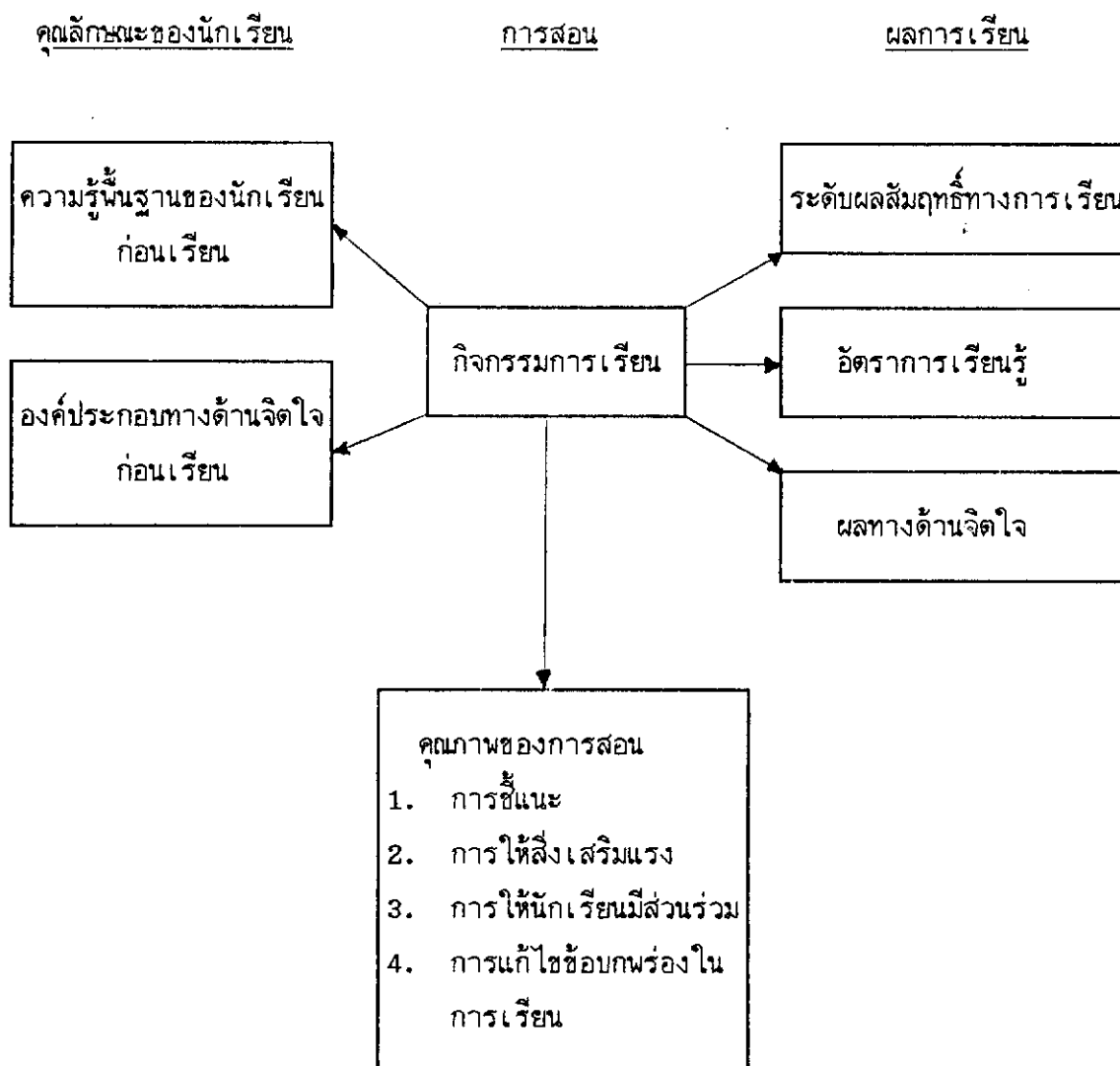
ผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจาก
การสอนเหมือนกัน
และให้เวลาเท่ากัน



ผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจากการสอน
ที่แตกต่างกันตามความสามารถ
ของนักเรียนและให้เวลาต่างกัน

ภาพประกอบ 1 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปี ค.ศ. 1976 บลูมได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนไว้ดังนี้
(Bloom. 1976 : 13-15)



ภาพประกอบ 2 รูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม

รูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม ประกอบด้วยตัวแปรด้านความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียน (Cognitive Entry Behavior) องค์ประกอบทางด้านจิตใจก่อนเรียน (Affective Entry Characteristics) และคุณภาพของการสอน (Quality of Instruction) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดผลการเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อัตราการเรียนรู้ และผลทางด้านจิตใจหลังเรียน

ความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียน หมายถึง การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องนั้นและมีมาก่อนเรื่องนั้น ในการเรียนเรื่องใดถ้านักเรียนมีการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องนั้นแตกต่างกัน ก็จะมีส่วนทำให้เกิดความแตกต่างในผลการเรียนเรื่องนั้น นักเรียนทุกคนสามารถรู้เรื่องนั้นได้ในระดับสูงถ้าได้รับการสนใจและเรียนในสภาพที่มีคุณภาพของการสอนสูง

องค์ประกอบทางด้านจิตใจก่อนเรียน หมายถึง แรงจูงใจ ความกระตือรือร้นที่มีต่อเนื้อหาการเรียน รวมถึงทัศนคติที่มีต่อการเรียน ทัศนคติที่มีต่อโรงเรียนและอุดมโนคติทางวิชาการ องค์ประกอบทางด้านจิตใจก่อนเรียนไม่เพียงแต่จะมีอิทธิพลต่อความพากเพียรตามแนวความคิดของคาร์โรล หรือการเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวความคิดของบลูม ยังมีอิทธิพลโดยตรงต่ออัตราของการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วย

คุณภาพของการสอน เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของนักเรียนโดยตรง ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

1. การชี้แนะ (Cues) หมายถึง การอธิบายของครูที่ทำให้ผู้เรียนเห็นชัดเจนเสียแต่ตอนแรกว่าเรียนแล้วจะต้องรู้อะไรบ้าง การเรียนให้รอบรู้ได้อย่างไร นักเรียนจะต้องทำอะไร และทำอย่างไร

2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Participation) หมายถึง การที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ เช่น การให้นักเรียนได้ฝึกหัด ได้ตอบสนองในกิจกรรมการเรียน

3. การเสริมแรง (Reinforcement) หมายถึง การที่ครูมีส่วนกระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียน โดยการให้ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน ส่วนจะให้เป็นลักษณะใดและเท่าใดต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและแก้ไขสิ่งบกพร่อง (Feedback and Correction) หมายถึง ครูจะต้องแจ้งผลการสอบและข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนให้นักเรียนทราบทันทีว่าเขามีความรู้ในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด ครูจะต้องแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนควบคู่ไปกับการสอน เพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานเพียงพอในการเรียนบทเรียนต่อไป

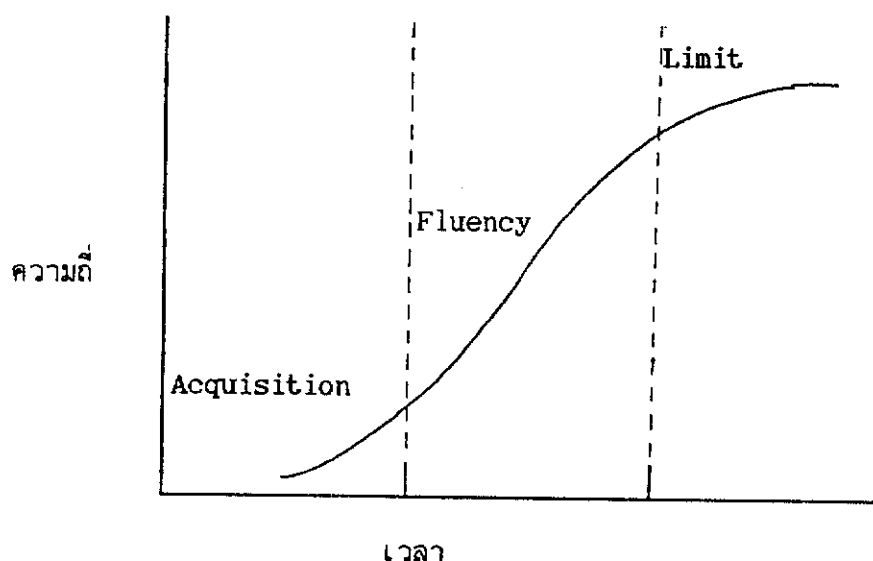
1.5 รูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ของฮอทชคิส

จี.ดี.ฮอทชคิส (G.D. Hotchkis) นักการศึกษาผู้ที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการเรียนเพื่อรอบรู้ พบว่าองค์ประกอบของการเรียนรู้ของคาร์โรลยังขาดประเด็นที่สำคัญ คือ ประสิทธิภาพเดิมของผู้เรียน ส่วนการเรียนเพื่อรอบรู้ของบลูมซึ่งได้แนวคิดมาจากคาร์โรล แม้จะ

เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น แต่เพราะขาดปัจจัยที่สำคัญ คือเครื่องมือที่เหมาะสมกับการสอนเป็นกลุ่ม ในสภาพของห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวนมาก จากการปรับองค์ประกอบของการเรียนรู้ และการกำหนดใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้รูปแบบของการเรียนเพื่อรอบรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นมา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ลำดับขั้นของการเรียนรู้

การวิจัยในสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลียพบว่า การเรียนรู้ของมนุษย์นั้น ไม่ได้เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) แต่จะเป็นโค้งของความถี่สะสม (Ogive) ซึ่งมีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 3 เส้นโค้งของความถี่สะสมแสดงลักษณะของการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน

จากกราฟเส้นโค้งของความถี่สะสมข้างต้น ซึ่งแบ่งลักษณะของการเรียนรู้เป็น 3 ขั้นตอนสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการเรียนรู้ (Acquisition) อัตราความเร็วและการตอบสนองของนักเรียนต่ำ ความแม่นยำของนักเรียนมีน้อย การเรียนรู้จะเป็นแบบลองผิดลองถูก นักเรียนต้องอาศัยเวลาและแตกต่างกัน ครูต้องสอนแบบฝึกมาก ๆ

2. **ขั้นสร้างความชำนาญ (Fluency)** นักเรียนมีการพัฒนาขึ้น อัตราการเรียนรู้และความเร็วมีมากขึ้น นักเรียนทำผิดน้อยลงแต่ยังต้องอาศัยเวลามากอยู่ มีนักเรียนบางคนยังทำได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ครูกำหนดไว้ ครูต้องให้การเสริมแรงและให้การฝึกต่อไปเรื่อย ๆ

3. **ขั้นสุดความสามารถ (Limit)** นักเรียนมีการพัฒนาถึงขั้นสูงสุด อัตราการเรียนรู้คงที่แต่ยังต้องอาศัยเวลาอยู่ เด็กจะเริ่มเบื่อถ้าให้การฝึกแบบเดิมซ้ำ ๆ เพราะถึงจะฝึกต่ออย่างไรเขาก็ไม่สามารถทำได้สูงกว่านี้อีกแล้ว เมื่อถึงขั้นนี้แล้วครูต้องหยุดฝึก แต่จะเปลี่ยนเป็นให้งานและกิจกรรมที่ยากและท้าทายความสามารถมากกว่าเดิม

เพราะเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์นั้น จะมีการพัฒนาไปตามลักษณะดังกล่าว ฮอทชิสจึงได้แบ่งขั้นการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

1. **ขั้นการเรียนรู้ (Acquisition)** เป็นขั้นที่นักเรียนจะเริ่มพัฒนาจากไม่รู้อะไรเลยไปจนรู้อย่างจนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ การเรียนรู้ขั้นนี้นักเรียนจึงทำผิดมาก อัตราการทำผิดของนักเรียนอาจแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ครูจัด และความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนองค์ประกอบที่สำคัญของขั้นนี้ จึงเป็นการเตรียมการสอนของครูจนถึงขั้นลงมือสอนผู้สอนจะต้องดำเนินการดังนี้

1.1 จัดเรียงลำดับเนื้อหาในหลักสูตรให้มีความง่ายง่ายลดหลั่น และมีความเกี่ยวเนื่องกัน

1.2 กำหนดเวลาที่เหมาะสมในแต่ละบทเรียน

1.3 เตรียมแบบทดสอบอันประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย (Formative test) และแบบทดสอบรวม (Summative test) และแบบฝึก (Probe)

1.4 กำหนดแผนการสอนโดยเน้นในเรื่องของการสร้างมโนคติ (Concept) ให้กับผู้เรียนเป็นสำคัญ

หลังจากที่ครูเตรียมแผนการสอนตามข้อ 1.1 - 1.4 แล้ว ในขณะที่ลงมือสอนครูจะต้องคอยสังเกตในเรื่องต่อไปนี้

1.5 ความเหมาะสมของเวลาที่ให้กับเด็กแต่ละคนในแต่ละบทเรียน

1.6 ความง่ายและความเหมาะสมกับทักษะพื้นฐานของนักเรียน

1.7 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียน

2. **ขั้นการฝึกความชำนาญ (Fluency)** หลังจากทีนักเรียนได้เรียนรู้และเกิดมโนคติที่ถูกต้องแล้ว นักเรียนอาจยังมีบางสิ่งบางอย่างผิดพลาดอยู่ สิ่งที่ครูควรกระทำต่อไปในขั้นนี้คือครูจะ

ต้องหาวิธีการให้เด็กมีการทำกิจกรรมมาก ๆ เพื่อฝึกให้เกิดความชำนาญ แม่นยำและรวดเร็ว อีกทั้งจะเป็นการสร้างนิสัยในการเรียนรู้ของเด็ก

3. ขั้นทำให้จำ (Maintenance) จุดประสงค์ของการสอน คือ การให้ผู้เรียนสามารถจำได้ทำอย่างไรจะให้เด็กจำได้นานและจำอย่างถาวร ถ้าเห็นสิ่งนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตและการเรียนต่อ ๆ ไป ในขั้นนี้สิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องทำก็คือ มีการทดสอบสม่ำเสมอมอบหมายงานให้ทำอยู่เรื่อย ๆ จนผู้เรียนรู้ว่าเรื่องนั้นมีความสำคัญ การทดสอบและการทำงานเป็นประจำจะทำให้เด็กจำในสิ่งที่เรียนไปแล้ว และไม่ลืมแม้เวลาจะผ่านไป

4. ขั้นการนำไปใช้ (Application) จากการเรียนด้วยวิธีการที่ถูกต้องใน 3 ขั้นตอนข้างต้น รับรู้-คล่องตัว-จำได้นาน ถ้าหากครูได้ฝึกไว้อย่างดีจนนักเรียนมีความชำนาญจำได้แม่นยำแล้ว สิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนต้องทำในขั้นนี้ คือ พิจารณาว่านบทเรียนที่เรียนในห้องเรียนนั้นในสภาพแวดล้อมมีอยู่มากน้อยเพียงใด ถ้ามีอยู่มากการจัดกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนแก้ปัญหาในห้องเรียนก็ไม่ต้องมีมาก เช่น ภาษานักเรียนจะสามารถใช้สัมผัสได้ตลอดเวลา ส่วนคณิตศาสตร์นั้นจะมีโอกาสพบเห็นน้อยมากในสภาพแวดล้อม ดังนั้นครูจำเป็นต้องจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติ เพื่อการแก้ปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะต้องพยายามให้สถานการณ์ใหม่ ๆ แก่ นักเรียน

5. ขั้นการประยุกต์ใช้ (Adaptation) การสอนที่จะต้องคำนึงถึงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เราคงไม่ปรารถนาเพียงเพื่อให้ นักเรียนสามารถตอบแบบทดสอบได้เพียงอย่างเดียว เพราะจุดประสงค์ที่สำคัญของการศึกษา คือการให้นักเรียนที่เรียนครบหลักสูตรแล้ว สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ พร้อมทั้งมีเจตคติ มโนคติ ตลอดจนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันการเรียนรู้ในขั้นนี้เป็นความรับผิดชอบอย่างสูงสุดของครูผู้สอน ที่จะทำให้นักเรียนซึ่งต้องเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง สามารถปรับตัวและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน

การจัด การเรียน การสอน ตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ของฮอทชคิสในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนทำการสอน โดยใช้แบบทดสอบ ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นให้นักเรียนก่อนที่จะเริ่มหน่วยการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนมีความพร้อมแล้วครูจึงเริ่มสอน

2. บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหัวข้อที่ 1 ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แล้วเริ่มกิจกรรมในหัวข้อที่ 1 บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหัวข้อที่ 2, 3, ... แล้วเริ่มกิจกรรมในหัวข้อ

2, 3,... ตามลำดับของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พร้อมทั้งบอกปริมาณงานที่นักเรียนต้องทำและเกณฑ์ในการประเมินของแต่ละหน่วยการเรียนรู้สลับด้วยการฝึกทักษะพื้นฐาน (Tool Skill) จากแบบฝึก เพื่อส่งเสริมให้เกิดความแม่นยำในเวลาสั้น ๆ หลังตรวจให้คะแนนและแก้ไขข้อบกพร่องแล้วให้นักเรียนบันทึกผลการฝึกลงในแบบบันทึกผลการเรียนของแต่ละคน

4. ทดสอบย่อยระหว่างเรียนในหัวข้อที่ 1 ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หลังจากการสอนจบหัวข้อที่ 1 และทดสอบในหัวข้อที่ 2, 3,... หลังจากสอนจบในหัวข้อที่ 2, 3,... ตามลำดับทุกหัวข้อที่แบ่งจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โดยใช้แบบฝึกหัดหนังสือซึ่งมีลักษณะคล้ายกันกับแบบฝึกทักษะพื้นฐาน

5. ทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ เมื่อสอนจบหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เพื่อสรุปผลการเรียนว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์การรอบรู้ที่ครูตั้งไว้

5.1 ถ้านักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ก็จัดให้เรียนซ่อมเสริม ด้วยการสอนใหม่จากครู โดยการเฉลย อธิบายข้อสอบ ชักถาม ชี้แจงข้อผิดพลาดเป็นกลุ่มศึกษาแบบฝึกแล้วทดสอบอีกครั้งด้วยข้อสอบคู่ขนานกับการทดสอบครั้งแรก

5.2 ถ้านักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ ให้ทำเอกสารฝึกหัดที่ครูเตรียมไว้ ซึ่งเป็นโจทย์ที่ท้าทายและยากขึ้น ขณะรอกกลุ่ม 5.1 เพื่อจะได้เรียนในหน่วยการเรียนรู้ต่อไป

ขั้นตอนการเตรียมการสอน

การเตรียมการสอนตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ยุทธศาสตร์เสนอแนะไว้ดังนี้

1. การสร้างหน่วยการเรียนรู้ (List Unit) ในชั้นนี้หน้าที่ของครูคือ ศึกษาหลักสูตรว่าในวิชาที่สอนนั้น หลักสูตรได้กำหนดให้นักเรียนต้องเรียนอะไรบ้าง

2. จัดเนื้อหาที่จะสอนให้เรียงตามลำดับขั้นตอน (Plan in Order) หลังจากครูทราบว่ามีเนื้อหาอะไรบ้างที่จะต้องสอน ในขั้นนี้ครูต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่อเนื่องของเนื้อหาว่าจะจัดกิจกรรมในหัวข้อตามลำดับก่อนหลัง เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามลำดับ เช่น คณิตศาสตร์ชั้น ม.1 ครูต้องสอนเรื่องร้อยละก่อนเรื่องเศษส่วน เป็นต้น

3. พิจารณถึงความสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ (Mark the Essential Unit) ในขั้นนี้หลังจากครูพิจารณาตามลำดับก่อนหลังของเนื้อหาแล้ว ให้ดูว่าบทใดหรือหน่วยใดมีความสำคัญมากที่จะนำไปใช้ต่อไป ครูต้องดูว่าเนื้อหาใดบ้างที่นักเรียนยังไม่รอบรู้ และจะต้องปูพื้นฐานให้กับนักเรียน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในบทต่อ ๆ ไปได้

4. เริ่มพิจารณาบทเรียนในหน่วย (Take Unit) ในขั้นนี้เป็นการสร้างหน่วยการเรียนรู้ของครู โดยเริ่มจากหน่วยที่ 1, 2, 3,... ตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนที่ครูจะต้องทำ คือ เริ่มจากนำเอาบทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ที่จะสอนมาแยกเป็นหัวข้อย่อยๆ หรือหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ พร้อมกับกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากจุดประสงค์ใหญ่ การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมถ้าจะให้ได้ผลดีครูต้องพิจารณาใน 4 หัวข้อต่อไปนี้

4.1 นักเรียนจะทำอะไรได้บ้าง (What Behaviours) ครูก็ตั้งจุดประสงค์ขึ้น

4.2 ในสถานการณ์อย่างไร (What Condition) หมายถึง ครูจะให้นักเรียนทำที่ไหน ในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน กำหนดไว้ชัดเจน

4.3 ระดับความยากง่ายเพียงใด (What Level of Difficulty) หมายถึง การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น ครูต้องคำนึงถึงความยากง่ายให้พอเหมาะกับการเรียน

4.4 ใช้เกณฑ์อะไรตัดสิน (What Criteria) หมายถึง เกณฑ์ที่ครูคิดว่านักเรียนจะประสบผลสำเร็จ

5. การสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละหน่วย (Formative test) การสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนโดยทั่วไปไม่หวังว่านักเรียนทั้งหมดจะทำได้ แต่คำนึงความสามารถของนักเรียนซึ่งเริ่มจากง่ายไปสู่ยาก การสร้างแบบทดสอบของครูอาจเตรียมไว้ก่อนหรือสร้างในระหว่างที่กำลังสอน โดยปกติจะเป็นการสร้างร่วมกันระหว่างครูผู้สอน ครั้งละประมาณ 6-9 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 5-10 นาที

6. การสร้างแบบทดสอบรวม (Summative test) สำหรับใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนักเรียนจึงควรมีลักษณะดังนี้

6.1 วัดความเข้าใจ ซึ่งความเข้าใจในที่นี้เป็นความเข้าใจที่มีอยู่ในตัวของนักเรียน วิธีการที่ครูควรทำ คือ ให้นักเรียนปฏิบัติด้วยว่าเขาเข้าใจแค่ไหนในเนื้อหาที่เรียน แบบทดสอบจึงไม่ควรเป็นแบบเลือกตอบเพียงอย่างเดียว

6.2 การกำหนดข้อสอบ ควรให้มีระดับความยากง่ายพอเหมาะกับนักเรียนทั้งชั้น โดยการตั้งเกณฑ์ต่ำสุดเอาไว้ด้วย การออกข้อสอบสำหรับแบบทดสอบรวม ต้องพิจารณาร่วมกันระหว่างผู้สอนว่ามีอะไรบ้างที่ควรจะวัดนักเรียน

กล่าวโดยสรุปการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ คาร์โวล บลูม และฮอททิส มีความคิดเห็นตรงกันว่าคุณภาพของการสอนเป็นเรื่องสำคัญ การจัดบทเรียนให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วที่สุด ควรกำหนดให้นักเรียนทราบว่าจะต้องทำอะไรได้บ้างก็ คือ การตั้ง

จุดประสงค์ของการเรียน การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมครูต้องคำนึงถึงความยากง่ายให้
พอเหมาะกับการเรียนรู้ของนักเรียน และมีการประเมินผลการเรียนโดยใช้เกณฑ์ตัดสินที่ครูคิดว่า
นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการเรียน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการดังกล่าวได้นำมา
ปรับใช้ในประเทศไทยแล้ว

ตอนที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวกับการทดสอบอิงเกณฑ์

2.1 ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

แบบทดสอบอิงเกณฑ์บางแห่งใช้ว่าแบบทดสอบอิงโดเมน (Domain) มีผู้ให้ความหมายและกล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบไว้ดังนี้

เกลเซอร์และนิตโก (Alkin. 1974 : 2; citing Glaser and Nitko. 1971: 653) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผลจากการวัดแปลความหมายได้ว่าผู้สอบสามารถทำอะไรได้บ้าง ทำได้ระดับใด เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

แฮร์ริส และสจวต (Alkin. 1974 : 2; citing Harris and Stewart. 1971 : 3) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ว่า คือ แบบทดสอบที่ประกอบด้วยตัวแทนของโดเมน หรือขอบเขตเนื้อหาทั้งหมดที่กำหนดพฤติกรรม หรือการกระทำไว้อย่างชัดเจนในการทดสอบอาจใช้การประมาณค่าอัตราส่วนของพฤติกรรมที่ผู้สอบทำได้กับพฤติกรรมทั้งหมด

มิลล์แมน (Millman. 1974 : 327) กล่าวว่า การทดสอบอิงโดเมนเป็นการวัดสภาพปัจจุบันของนักเรียน โดยอ้างอิงชุดของกิจกรรมที่กระทำแล้ว ซึ่งเรียกว่า โดเมน แบบทดสอบอิงโดเมน คือ กลุ่มของข้อสอบจากโดเมนที่ได้มาจากการสุ่มนั่นเอง

ไอเวนส์ (Mehrens. 1975 : 49; citing Ivens. 1971 : 2) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบต่างๆ ที่ใช้วัดความรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมต่าง ๆ

ลินด์วอล และนิตโก (สงวน ลักษณะ 2523 : 17; อ้างอิงมาจาก Lindval and Nitko. 1975) ให้แนวคิดว่า ถ้ามีการสร้างข้อสอบโดยอาศัยจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักสูตรและพฤติกรรมที่มุ่งหวังในแต่ละเนื้อหาวิชาแล้ว ก็ถือว่าเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ (2520 : 28) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่ต้องการวัดความสามารถของบุคคลโดยอาศัยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายรายวิชานั้น ๆ ความหมายของคะแนนที่ได้จากการสอบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่วางไว้เป็นสำคัญ การสอบแบบนี้เพื่อต้องการทราบว่า สิ่งใดบ้างที่นักเรียนยังทำไม่ได้ และสิ่งใดบ้างที่นักเรียนทำได้แล้ว ไม่ต้องการทราบว่า เขาทำได้ดีกว่าคนอื่นเพียงใด

อนันต์ ศรีโสภา (2525 : 190) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้สำหรับวัดความรู้

ความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่า ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่คาดหวังไว้หรือไม่บางทีก็เรียกแบบทดสอบนี้ว่า แบบทดสอบวัดความรู้ (Mastery Test) แบบทดสอบชนิดนี้จึงเน้นการวัดความรู้และทักษะต่าง ๆ ในตัวนักเรียนว่ามีถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน

โกวิท ประวาลพุกษ์ (2523 : 18-19) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่ามี 2 ประเภท คือ

1. การยึดวัตถุประสงค์เป็นหลัก หรือเรียกว่า แบบทดสอบอิงจุดประสงค์ (Objective Referenced Test) กล่าวคือ ในการเรียนการสอนมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และการสอบก็ยึดจุดประสงค์นั้นเป็นเกณฑ์ เพื่อจะชี้บ่งว่า ใครผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์แล้วหรือยัง

2. การขยายจุดประสงค์ให้ครอบคลุมประชากรของพฤติกรรมที่เรียกว่าโดเมน แบบทดสอบในลักษณะนี้เรียกว่า แบบทดสอบอิงโดเมน (Domain Referenced Test) ข้อสอบต่าง ๆ ได้จากการสุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่กำหนดจากโดเมน เมื่อสอบวัดแล้วสามารถอ้างอิงได้ว่า ผู้สอบมีความสามารถในระดับใด

สงวน ลักษณะ (2523 : 1-2) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า คือ การทดสอบที่สามารถนำคะแนนแปลความหมายได้ว่า ผู้สอบมีผลสัมฤทธิ์ในการกระทำพฤติกรรมอะไรได้บ้าง ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ

1. เป็นแบบทดสอบที่สร้างบนพื้นฐานของจุดประสงค์ หรือสิ่งที่ต้องการให้สอบปฏิบัติที่ได้รับการนิยามไว้อย่างชัดเจน

2. รายชื่อของแบบทดสอบจะต้องวัดจุดประสงค์ หรือสิ่งที่ต้องการให้ผู้สอบนั้นปฏิบัติได้

3. คะแนนที่ได้แปลความหมายว่า ผู้สอบสามารถบรรลุตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

ประนอม พันธุ์ไธสง (2530 : 15) กล่าวว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ

1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ประกอบด้วย ข้อคำถามที่สร้างมาจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งอาจสุ่มมาจากประชากรของพฤติกรรม หรือโดเมนที่เฉพาะเจาะจง

2. มีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตัดสินการผ่านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อสอบ

3. ความหมายของคะแนนได้จากการเปรียบเทียบคะแนนของผู้สอบ กับเกณฑ์ที่กำหนดจากความหมายและลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้สำหรับการเรียนการสอน และคะแนนที่ได้ของผู้สอบแต่ละคนจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ เพื่อตัดสินว่าผู้สอบคนใดเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้

2.2 การสร้างและวิเคราะห์แบบทดสอบอิงเกณฑ์

แนวทางในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ลินด์วอลล์ และนิตโก (สงบ. ลักษณะ 2522 : 49; อ้างอิงมาจาก Lindvall and Nitko. 1975) มีแนวความคิดในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า จะต้องสร้างขึ้นโดยอาศัยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่สร้างมาจากหลักสูตร และพฤติกรรมที่มุ่งวัดในแต่ละเนื้อหา

แอร์ราเซียน และเมดัส (Airasian and Meduas. 1972 : 8) แบ่งขั้นตอนของการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. เขียนสมรรถภาพที่จะวัดให้ชัดเจน โดยเขียนในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถสังเกตและสอบวัดได้
2. กำหนดเกณฑ์การรอบรู้ในสมรรถภาพนั้น
3. คัดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัดแล้ว เขียนข้อสอบตามสถานการณ์นั้น
4. ตัดสินความรอบรู้ของนักเรียน โดยเทียบกับมาตรฐานการปฏิบัติขั้นต่ำสุดตามจุดประสงค์

มิลล์แมน (Millman. 1974) ได้เคยสรุปเทคนิคต่าง ๆ ในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีความเป็นปรนัยไว้ ต่อมารอยด์และฮาไลดัยนา (Roid and Haladyna 1980) ได้สรุปถึงแนวคิดของการสร้างข้อสอบที่เรียกได้ว่าเป็น "เทคนิคของการเขียนข้อสอบ" ไว้พอสรุปได้เป็น 3 แนวทาง คือ

1. วิธีการกำหนดวัตถุประสงค์พื้นฐาน (Objective-based Methods) แบ่งย่อยออกได้เป็น 3 วิธีการดังนี้

1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ภาคขยาย (Amplified Objectives) วิธีการนี้เป็นการพัฒนาต่อจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในวัตถุประสงค์ภาคขยายจะมีการแจกแจงรายละเอียดเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ของการสอบ วิธีการสร้างตัวเลือกและเกณฑ์ในการให้คะแนนกับวัตถุประสงค์เฉพาะนั้น ๆ จากวัตถุประสงค์ที่เด่นชัดดังกล่าวจะทำให้สามารถสร้างข้อสอบในแนวเดียวกันได้เป็นจำนวนมาก ทั้งได้รูปแบบการเขียนข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยสูง

1.2 การกำหนดเป็นโครงสร้างรูปแบบเฉพาะประจำข้อ (Item Form) วิธีการนี้เป็นการเขียนบรรยายถึงโครงสร้างหลักของคำถาม โดยที่บางส่วนของประโยคในโครง

สร้างหลักจะถูกกำหนดให้มีลักษณะเป็นตัวแปร ลักษณะการสร้างข้อสอบนั้นทุก ๆ ครั้งที่มีการตั้งคำถาม โดยสร้างหลักหรือแกนของประโยคจะยังคงสภาพเดิม แต่คำของตัวแปรจะเปลี่ยนแปลง วิธีการนี้จะทำให้ได้ข้อสอบเป็นจำนวนมากที่วัดพฤติกรรมการเรียนรู้เดียวกัน

2. วิธีการทางด้านภาษา (Linguistic-based Methods) แบ่งย่อยออกได้เป็น 2 วิธีการดังนี้

2.1 ลักษณะการผูกประโยค วิธีการนี้เป็นการพยายามที่จะผูกโครงสร้างของคำ และวลีต่าง ๆ หลาย ๆ ตอน เพื่อให้สามารถเกิดประโยคขึ้นหลาย ๆ ประโยคที่มีข้อความและความหมายแตกต่างกันไป โดยใช้หลักการทางด้านไวยากรณ์และความหมายที่ได้เป็นแนวทางในการสร้าง (Millman. 1974 : 333)

2.2 การใช้หลักการเรียนรู้โน้มนำ (Concept-based Testing) วิธีการนี้ใช้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดจำแนกประเภท (Classification) ของวัตถุหรือการใช้มโนคติใด ๆ ในลักษณะที่เป็นเกณฑ์การจัดจำแนกประเภทสิ่งของหรือปรากฏการณ์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยอาศัยคุณสมบัติบางประการ การสร้างภาวะการสอบจะเป็นการสร้างสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนต้องใช้หลักการ หรือมโนคติในการจัดจำแนกประเภทที่ได้จากการเรียนรู้มาเป็นวิธีการในการตอบ

3. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างข้อสอบ (Computer-based Methods) แบ่งย่อยออกเป็น 2 วิธีการ ดังนี้

3.1 การสร้างธนาคารข้อสอบ วิธีการนี้ไม่แตกต่างไปจากแนวคิดของการสร้างธนาคารข้อสอบในแนวเดิม เพียงแต่เป็นการนำเอาข้อสอบที่สร้างขึ้นแล้วไปเก็บไว้ในตัวความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ เวลาต้องการใช้ก็จะสุ่มเลือกข้อสอบที่เก็บไว้ออกมาใช้ โดยอาจจะสั่งให้ปรากฏทางหน้าจอ หรือพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์

3.2 การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสร้างข้อสอบ แนวคิดนี้เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสร้างข้อสอบ โดยโปรแกรมคำสั่งสามารถที่จะสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์สร้างคำถามและตัวเลือกที่แตกต่างกัน วิธีการนี้จะคล้ายคลึงกับวิธีการสร้างรูปแบบเฉพาะประจำข้อสอบ

ส่วน โกวิท ประวาลพฤษย์ (2522 : 124-149) ให้เสนอแนะวิธีการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไปของการเรียนรู้ในเนื้อหาตอนหนึ่ง ๆ ถ้ามีตารางวิเคราะห์หลักสูตรอยู่แล้วก็นำมาใช้ได้เลย พฤติกรรมที่พึงประสงค์จะครอบคลุมไปถึงพฤติกรรมขั้นสูง ๆ ด้วย

2. นำจุดมุ่งหมายทั่วไปมาเขียนเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยกำหนดและจำแนกเป็นพฤติกรรมปลายทาง พฤติกรรมเบื้องต้น และพฤติกรรมดำเนินการ

3. จัดสร้างข้อสอบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไว้มาก ๆ เพื่อจะสามารถทดสอบได้ตลอดเวลา

4. จัดเนื้อหา เอกสาร และวัสดุประกอบการสอนที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดพฤติกรรม

5. ทำการทดสอบผู้เรียนเพื่อตรวจสอบดูว่า นักเรียนยังต้องเรียนเสริมก่อนเริ่มสอนบทเรียนที่กำหนดไว้ ถ้าผู้เรียนยังไม่พร้อมก็ต้องมีการฝึกฝนเพิ่มเติมพิเศษหรือสอนให้ต่ำลงมาจากเดิม

6. ทำการสอนโดยใช้แบบทดสอบระหว่างการสอน เข้ามาช่วยในการตัดสินใจดำเนินการให้มากที่สุด เช่น จะสอนซ้ำหรือไม่

7. ทดสอบเมื่อสอนสิ้นสุดลง การทดสอบระยะนี้ ควรจัดกระทำเมื่อการทดสอบแต่ละตอนขึ้นว่า ผู้เรียนมีโอกาสที่จะแสดงความสามารถตามขั้นสุดท้ายได้มาก

8. เมื่อผู้เรียนไม่สามารถผ่านแบบทดสอบสุดท้ายนี้ได้ ก็จำเป็นจะต้องมีการซ่อมเสริม ทบทวน กระบวนการเรียนการสอนสิ้นสุด เมื่อผู้เรียนทุก ๆ คนได้แสดงความสามารถตามจุดมุ่งหมายได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

องค์ณา สายยศ (ม.ป.ป. : 3 - 8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอน เป็นขั้นที่จะต้องพิจารณาว่า ผู้สอนต้องการจะให้นักเรียนเรียนแล้วเกิดพฤติกรรมอะไร ซึ่งผู้สร้างข้อสอบจะดูได้จากจุดมุ่งหมายของการสอน

2. สร้างตารางกำหนดรายละเอียด (Table of Specification) นำจุดมุ่งหมายที่ได้จากข้อ 1 มาวิเคราะห์ให้สัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอน เพื่อที่จะดูรายละเอียดของจุดมุ่งหมายของการสอน

3. เขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หรือกำหนดรายละเอียดของโดเมนในการเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนี้ จะเขียนจากพฤติกรรมหลักในตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยนำเอาเนื้อหาและพฤติกรรมหลักมาเขียนเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

4. การเขียนข้อคำถาม จากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียนในขั้นที่ 3 ก็นำมาเขียนเป็นข้อสอบ

5. การพิจารณาข้อคำถาม ขั้นนี้เป็นขั้นที่เอาข้อคำถามที่เขียนตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นมาพิจารณา ดังนี้

5.1 พิจารณาว่า ข้อคำถามแต่ละข้อเขียนขึ้นมาสอดคล้อง กับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือไม่โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผล เป็นผู้พิจารณาตัดสิน

5.2 พิจารณาความครอบคลุมของข้อคำถาม ในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กล่าวคือ ให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา พิจารณาว่า จำนวนข้อคำถามในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นมีจำนวนเพียงพอหรือไม่

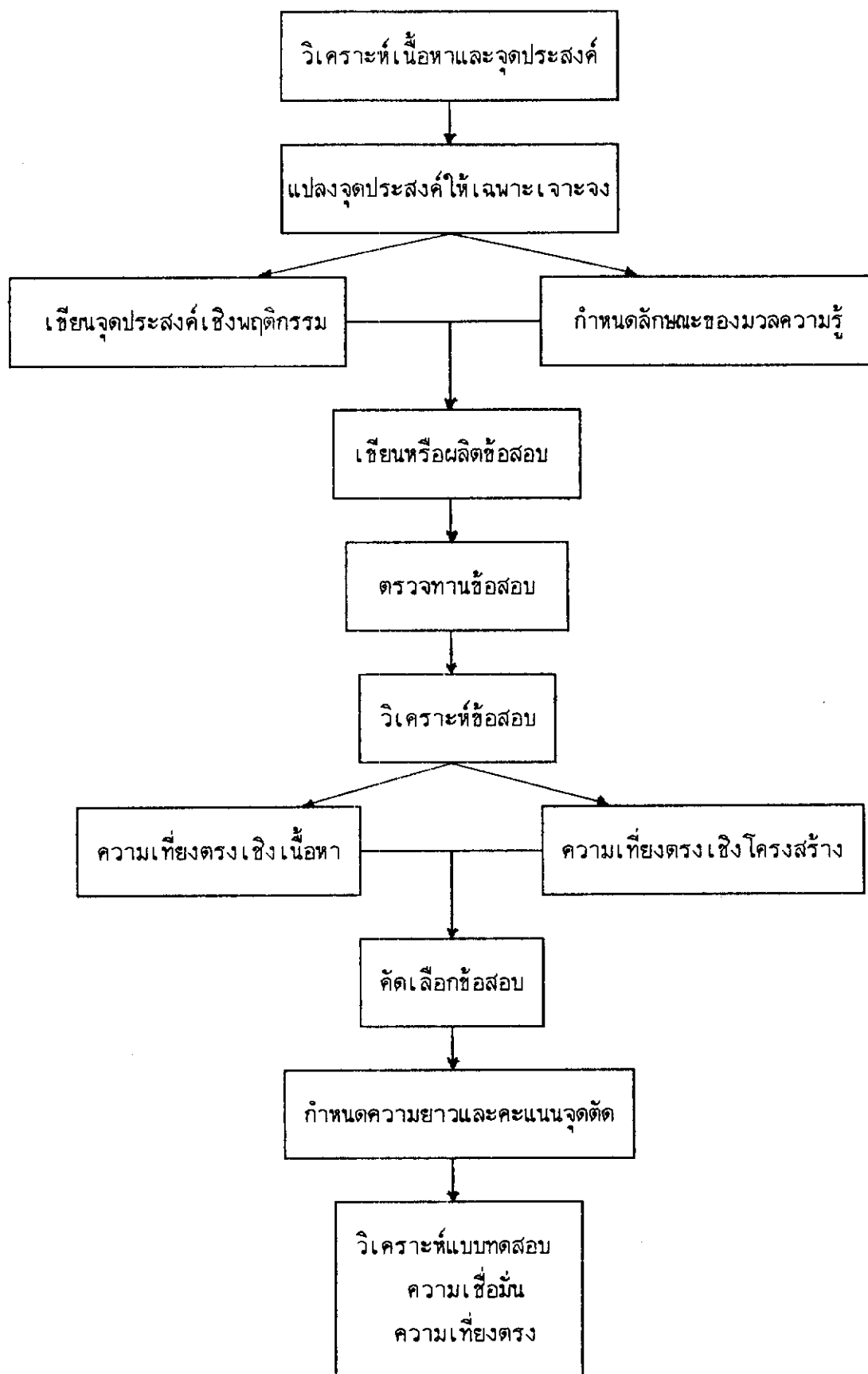
6. การคัดเลือกข้อคำถาม ขั้นนี้จะต้องคัดเลือกข้อคำถามที่มีความสอดคล้อง และ ครอบคลุมจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเท่านั้น ข้อที่ไม่สอดคล้องจะคัดออก

7. ทาคุณภาพของแบบทดสอบ ขั้นนี้จะต้องนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับนักเรียนแล้ว นำมาหาคุณภาพด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบต่อไป

บุญเชิด ภิญโญนันตพงศ์ (2527 : 49 – 50) ได้สรุปขั้นตอนของการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้

- ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์
- ขั้นที่ 2 แปลงจุดประสงค์หลักให้เฉพาะเจาะจง
- ขั้นที่ 3 เขียนข้อสอบหรือผลิตข้อสอบ
- ขั้นที่ 4 ตรวจทานข้อสอบ
- ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อสอบ
- ขั้นที่ 6 คัดเลือกข้อสอบ กำหนดความยาว และคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ
- ขั้นที่ 7 วิเคราะห์แบบทดสอบ

ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ในด้านการวิเคราะห์ค่าประจำข้อสอบ แนวคิดดั้งเดิมของการวิเคราะห์ข้อสอบในแนวทดสอบแบบอิงกลุ่ม คือการหาค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากเมื่อมีการพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ขึ้นมาใช้ ข้อสอบจะพิจารณาเน้นหนักความตรงด้านเนื้อหาเป็นสำคัญประการแรก

เกลเซอร์ (Glaser. 1963 : 520) กล่าวว่า ในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ย่อมเป็นไปได้ที่หลังจากการสอนแล้วจะมีข้อสอบที่มีค่าความยากเป็น 1 และไม่มีอำนาจจำแนกเลย แต่ข้อสอบนั้น ๆ ยังมีความจำเป็นต้องใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ฮาลาดินา (Haladyna. 1974 : 78) มีแนวคิดในการวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แบบพอยน์ไบซีเรียล (Point Biserial) ระหว่างคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อกับคะแนนรวมจากแบบทดสอบเต็มฉบับ เมื่อนำเอาคะแนนที่ได้จากกลุ่มผู้สอบก่อนการสอนและคะแนนจากกลุ่มผู้สอบหลังการสอนมาวิเคราะห์ พบว่าทำให้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าเพิ่มขึ้น

นอกจากนั้นในระบบของการสอบแบบอิงเกณฑ์ ได้มีการพัฒนาดัชนีประจำข้อสอบขึ้นมาใช้โดยเฉพาะตัวหนึ่ง คือ "ดัชนีความไวในการสอบ" (Instruction Sensitivity Index ตัวย่อ ISI) เป็นดัชนีชี้พัฒนาการของกลุ่มผู้เรียนในการทำข้อสอบข้อหนึ่งๆ ได้ถูกต้อง ฮาลาดินา และรอยด์ (Haladyna and Roid. 1981) ได้ศึกษาเปรียบเทียบดัชนี ISI ซึ่งได้จากแนวคิดต่าง ๆ 4 แบบ คือ

1. แนวคิดของการสอบแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีมาก่อนแนวคิดนี้ มีวิธีการคำนวณค่า ISI ออกเป็น 2 วิธีคือ

1.1 ความแตกต่างระหว่างสัดส่วนของผู้ตอบถูกหลังการสอน และก่อนการสอน (Pretest to Posttest Difference Index, PPDI) ซึ่งคอกซ์และวากส์ (Cox and Vargas) เคยเสนอไว้ และเครเฮน (Crehen. 1974) ได้อ้างอิงถึงและนำมาใช้

1.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น (The Percent of Possible Gain, PPG) คำนวณได้จากสูตร

$$PPG = \frac{PPDI}{1 - \text{Pretest Difficulty}}$$

2. แนวคิดของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีแบบทดสอบคลาสสิก (Classical Test Theory) แนวคิดนี้ใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยน์ไบซีเรียล ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบเต็มฉบับกับคะแนนประจำข้อสอบที่เป็น 0 กับ 1 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เกิดจากการรวมกลุ่มผู้สอบที่ได้รับการสอน และกลุ่มผู้สอบที่ยังไม่ได้รับการสอนเข้าด้วยกัน (Combined - Samples point-biserial Correlation, COMPBI)

3. แนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) แนวคิดนี้ใช้ค่าผลต่างของค่าความยากประจำข้อสอบ ที่ได้รับการปรับให้เป็นค่าคะแนนมาตรฐานได้นั้น โค้งปกติ (Normalized difference between difficulty, ZDIFF) เป็นดัชนี

4. แนวคิดจากทฤษฎีของเบลล์ ใช้การหาค่าดัชนี 3 ตัว คือ

4.1 การหาค่าโอกาสที่ผู้ตอบข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ ถูก จะเป็นผู้รอบรู้ที่แท้จริง (B_1)

4.2 การหาค่าโอกาสที่ผู้ตอบข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ ผิด จะเป็นผู้รอบรู้ไม่จริง (B_2)

4.3 การหาค่าโอกาสที่จะตัดสินใจได้ถูกต้องว่าผู้สอบเป็นผู้รอบรู้ หรือไม่รอบรู้ (B_3) ทั้งนี้ ดัชนีแต่ละตัวมีวิธีคำนวณ ดังนี้

$$B_1 = \frac{(POSTDIFF) (COMDIFF)}{(POSTDIFF) (COMDIFF) + (PREDIFF) (1-COMDIFF)}$$

$$B_2 = \frac{(1-PREDIFF) (1-COMDIFF)}{(1-POSTDIFF) (1-COMDIFF) + (1-PREDIFF) (COMDIFF)}$$

$$B_3 = (POSTDIFF-COMDIFF) + (1-PREDIFF) + (COMDIFF-POSTDIFF)$$

เมื่อ POSTDIFF คือ ค่าความยากของข้อสอบหลังการสอน

PREDIFF คือ ค่าความยากของข้อสอบก่อนการสอน

COMDIFF คือ ค่าความยากของข้อสอบเมื่อนำผลก่อนการสอนและหลังการสอนมารวมกัน

จากการศึกษาพบว่า ค่ามัธยฐานของค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างดัชนี PPDI กับดัชนี PPG, COMPBI, ZDIFF, B_1 , B_2 , B_3 , POSTDIFF, PREPBI, POSTPBI มีค่าเป็น 0.71, 0.79, 0.87, 0.38, 0.63, 0.59, 0.20 และ 0.30 ตามลำดับ (PREPBI และ POSTPBI คือ ค่าสัมประสิทธิ์แบบพอยน์ไบซีเรียลระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบเต็มฉบับก่อนและหลังการสอบกับคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อ) ยาลาไดนา และรอยด์ เสนอว่าดัชนี ISI ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและคำนวณได้ง่าย คือ PPDI แต่ทั้งนี้ในการตัดสินใจเลือกข้อสอบในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้น ไม่ควรพิจารณาค่าประจำข้อเท่านั้น ควรพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญอื่น ๆ ด้วย โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่ข้อสอบมุ่งวัดกับการจัดการเรียนการสอนจริง

2.3 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

การกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน นับว่าเป็นส่วนสำคัญของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ได้มีผู้เสนอแนวคิด และวิธีการต่าง ๆ ไว้ดังนี้

มิลล์แมน (Millman, 1993) ได้สรุปแนวคิดของการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ว่าควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบของคนอื่น ๆ (Performance of Other) โดยเฉพาะผลการสอบของกลุ่มที่ผ่านการยอมรับแล้ว ย่อมนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาถ้ากำหนดมาตรฐานได้

2. เนื้อหาสาระของข้อสอบในแบบทดสอบ (Item Content) เนื้อหาของข้อสอบเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการที่จะพิจารณากำหนดมาตรฐาน ข้อสอบที่วัดเนื้อหาที่มีความสำคัญต้องให้ผู้สอบทำได้ในสัดส่วนที่สูง แต่ในส่วนของเนื้อหาที่ไม่สำคัญนักหรือมีความยากเกินไปเกณฑ์มาตรฐานก็ควรจะลดต่ำลง

3. ผลของการศึกษาที่จะตามมาจากการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน (Educational Consequences) ถ้าหากว่ากำหนดเกณฑ์มาตรฐานต่ำเกินไปอาจเกิดผลเสีย คือ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเรียนบทเรียนที่สูงต่อไปได้ แต่ถ้ากำหนดเกณฑ์มาตรฐานสูงเกินไปจะมีผลทำให้มีผู้ไม่รอบรู้ตกค้างเป็นจำนวนมาก

4. ผลทางด้านจิตวิทยาและสภาพทางการเงิน (Psychological and Financial Cost) การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานควรจะได้คำนึงถึงผลทางด้านจิตใจที่เกิดขึ้นกับผู้สอบ เช่น แรงจูงใจ ความเบื่อหน่าย การทำลายอัตมโนทัศน์ และรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการสอนซ่อมเสริมให้กับผู้ที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

5. ความคลาดเคลื่อนในการเตาและการสุ่มข้อสอบ (Error due to chance and item sampling) การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานควรคำนึงถึงโอกาสที่ผู้สอบจะเตาถูกรวมทั้งลักษณะการสุ่มข้อสอบจากประชากรข้อสอบทั้งหมดในขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดขึ้นด้วย

แฮมเบิลตันและโนวิก(Hambleton and Novick.1973:163) ได้สรุปแนวคิดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานหรือจุดตัด (Cut-off Score) ขึ้นไว้ ทั้งนี้เนื่องจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์ประกอบด้วยข้อสอบที่สุ่มขึ้นมาจากประชากรข้อสอบ คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมดภายในขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนดขึ้น สัดส่วนจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ต่อจำนวนข้อสอบทั้งหมดแทนด้วย สัญลักษณ์ โดยทางทฤษฎีค่าเป็นค่าประมาณของความรู้ที่แท้จริงของผู้สอบในขอบเขตของเนื้อหาที่ผู้สอบทำได้ต่อจำนวนประชากรข้อสอบทั้งหมด ถ้าผู้สอบได้ทำข้อสอบทุกๆ ข้อในขอบเขตเนื้อหานั้น ๆ จุดตัดที่เป็นเกณฑ์มาตรฐานจะแทนด้วยสัญลักษณ์ 70 จุดตัดดังกล่าวนี้จะถือเป็นจุดแบ่งผู้สอบออกเป็น 2 ส่วน คือผู้สอบที่ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ($7 > 70$) ซึ่งจะถือเป็นผู้รอบรู้ แต่ผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ($7 < 70$) ซึ่งจะถือเป็นผู้ไม่รอบรู้

สวามินาธาน แฮมเบิลตัน และแอลจินา (Swaminathan, Hambleton and Algina. 1975) ได้ประยุกต์วิธีการของเบส์มาใช้ในการกำหนดมาตรฐาน โดยใช้แนวคิดในการจัดความสัมพันธ์ระหว่างการแบ่งผู้สอบออกเป็นผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ กับการแบ่งผู้สอบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโอกาสในการตัดสินใจถูก และตัดสินใจผิดให้ผู้สอบผ่านและสอบไม่ผ่าน ซึ่งสามารถจัดประเภทได้ดังนี้

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะการรอบรู้ของผู้สอบกับภาวะความถูกต้องในการตัดสินใจในการประยุกต์วิธีของเบส์ เพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน

ภาวะของผู้สอบ	ภาวะการตัดสินใจ	
	รอบรู้	ไม่รอบรู้
ให้ผ่าน	ตัดสินใจถูก	เกิดความผิดพลาด ให้น้ำหนักเป็น 1_{12}
ไม่ผ่าน	เกิดความผิดพลาด ให้น้ำหนักเป็น 1_{21}	ตัดสินใจถูก

จากตาราง ความผิดพลาดในการตัดสินใจอาจเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ

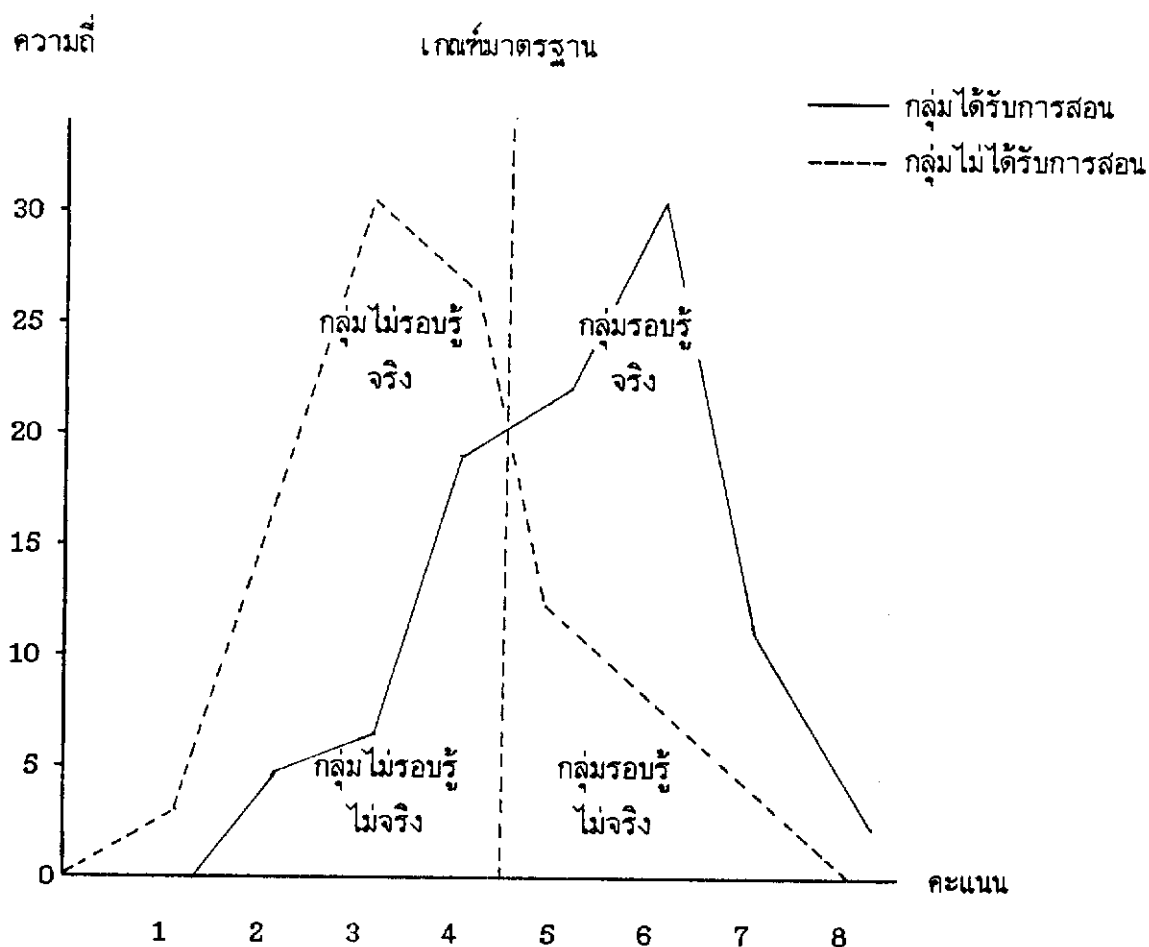
1. ถ้าผู้สอบไม่รอบรู้แต่ตัดสินใจให้ผ่าน
ความผิดพลาดจะเป็น l_{12} Prob ($\eta < \eta_0$)
2. ถ้าผู้สอบเป็นผู้รอบรู้แต่ตัดสินใจให้ตก
ความผิดพลาดจะเป็น l_{21} Prob ($\eta > \eta_0$)

แต่ทั้งนี้ในสภาพความเป็นจริง ไม่มีโอกาสที่จะทราบได้ว่า การตัดสินใจถูกหรือผิด ทั้งนี้เพราะไม่ทราบว่า ของผู้สอบแต่ละคน จึงถือเอาว่า

1. ให้ผู้สอบสอบผ่าน และถือว่าเป็นผู้รอบรู้ ถ้าหากว่า
 $l_{21} \text{ Prob } (\eta < \eta_0) < l_{12} \text{ Prob } (\eta > \eta_0)$
2. ให้ผู้สอบสอบตก และถือว่าเป็นผู้ไม่รอบรู้ ถ้าหากว่า
 $l_{21} \text{ Prob } (\eta > \eta_0) < l_{12} \text{ Prob } (\eta < \eta_0)$

วิธีการของเบย์มีข้อดีอยู่สองประการ คือ ประการแรกในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานจะนำเอาข้อมูลเกี่ยวกับระดับความสามารถของผู้สอบก่อนการสอบเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย และอีกประการหนึ่ง คือ มีการคำนึงถึงสัดส่วนน้ำหนักของความผิดพลาดในแต่ละประเภท คือ การให้ผู้รอบรู้สอบตก และผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน ว่าควรจะมีค่าน้ำหนักเป็นสัดส่วนเท่าใด

เบอร์ก (Berk. 1976 : 4-6) ได้เสนอวิธีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานโดยใช้ลักษณะการแจกแจงของคะแนนการสอน โดยแบ่งผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนจะจัดเป็นกลุ่มรอบรู้ และกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนจะจัดเป็นกลุ่มไม่รอบรู้ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การจัดประเภทผู้สอบเป็นผู้ที่ได้รับการสอน และผู้ไม่ได้รับการสอน โดยอาศัยคะแนนสอบ

จากภาพประกอบเมื่อเลือกเกณฑ์มาตรฐาน หรือจุดตัดขึ้นมาแล้วแบ่งผู้สอบเป็น 2 กลุ่ม คือ พวกที่ได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่าเกณฑ์ จะเป็นพวกรอบรู้โดยการทำนาย (Predicted Master : PM) และกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยกว่าเกณฑ์จะเป็นพวกไม่รอบรู้ โดยการทำนาย (Predicted - Nonmaster : PN) ดังนั้นเมื่อนำมาเขียนในรูปตาราง 2 x 2 จะได้ดังนี้

		ประเภทของผู้สอบ	
		ได้รับการสอน	ไม่ได้รับการสอน
รอบรู้โดย การทำนาย (PM=TM+FM) เกณฑ์มาตรฐาน ไม่รอบรู้โดย การทำนาย (PN=FN+TN)	กลุ่มรอบรู้จริง (True Master:TM)	กลุ่มรอบรู้ไม่จริง (False Master :FM)	
	กลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง (False Nonmaster:FN)	กลุ่มไม่รอบรู้จริง (True Nonmaster:TN)	
		รอบรู้	ไม่รอบรู้
		(M = TM + FN)	(N = FM + TN)

จากตารางแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มรอบรู้จริง (True Master : TM) คือ กลุ่มผู้สอบที่ได้รับการสอนและได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน
 2. กลุ่มรอบรู้ไม่จริง (False Master : FM) คือ กลุ่มผู้สอบที่ไม่ได้รับการสอนแต่ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน หรือความคลาดเคลื่อนในการแยกประเภทผิดแบบที่ 2
 3. กลุ่มไม่รอบรู้จริง (True Nonmaster : TN) คือ กลุ่มผู้สอบที่ไม่ได้รับการสอนแต่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน
 4. กลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง (False Nonmaster : FN) คือ กลุ่มผู้สอบที่ได้รับการสอนแต่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน หรือความคลาดเคลื่อนในการแยกประเภทผิดแบบที่ 1
- เบอร์ก ได้อภิปรายไว้ด้วยว่า การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานนั้นควรคำนึงถึงประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้ประกอบ คือ
1. วัตถุประสงค์ และลักษณะที่ต้องการวัด
 2. การดำเนินการสอนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด
 3. ค่าสถิติและลักษณะของข้อสอบในแบบทดสอบ

4. ความยาวของแบบทดสอบ

5. การประมาณค่าความสูญเสียและค่าที่ได้ของแต่ละบุคคลและกลุ่มบุคคลที่เข้าสอบ

กลาส (Glass, 1978) ได้นำเสนอบทความการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานเท่าที่รวบรวมและจัดประเภทไว้ได้มี 6 วิธี คือ

1. การพิจารณาความสามารถของบุคคลอื่น (Performance of others as a Criterion) แนวคิดนี้กลาสเห็นว่า ไม่แตกต่างไปจากแนวคิดของการประเมินผลแบบอิงกลุ่ม เพราะยังเป็นการอ้างโดยนำเอาข้อมูลจากผู้สอบคนอื่น ๆ มาใช้เป็นหลักในการพิจารณากำหนดเกณฑ์มาตรฐาน

2. การนับถอยหลัง (Counting back ward from 100%) แนวคิดนี้พัฒนามาจากความคิดที่ว่า ผู้สอบควรจะมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ อย่างสมบูรณ์ แต่ในทางปฏิบัติย่อมเป็นไปได้ยาก จึงมีการลดเกณฑ์ลง เช่น อาจจะทำเกณฑ์มาตรฐานเป็น 80 % หรือ 90 % กลาสโต้แย้งว่า การกระทำดังกล่าวเป็นการกระทำอย่างไม่มีหลักการ และผู้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานแต่ละคนมีเกณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป

3. การใช้เกณฑ์ภายนอกเข้ามาตัดสินใจ (Bootstrapping on other Criterion Scores) เช่น การใช้คะแนนจากกลุ่มบุคคลที่ผ่านการสอบและทำงานนั้นได้ดีมาใช้เป็นหลักในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน วิธีการนี้กลาสโต้แย้งว่า จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อตัวเกณฑ์ภายนอกกับคะแนนจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ มิฉะนั้นแล้ว ก็จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ คือ จะมีปรากฏการณ์คนสอบผ่านเกณฑ์ภายนอก แต่ได้คะแนนจากแบบทดสอบต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และมีคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก แต่สอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบ

4. การกำหนดสมรรถภาพต่ำสุด (Judging Minimal Competence) วิธีนี้ใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ร่วมในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุดที่ยอมรับได้ เช่น วิธีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของ อีเบล แองกอฟฟ์ และ นีเดิลสกี

5. การใช้ทฤษฎีการตัดสินใจประกอบ (Decision Theoretic Approach) วิธีการนี้มุ่งหามาตรการทางสถิติเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน เช่น การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ต่ำสุด วิธีการนี้กลาสเห็นว่าเป็นเพียงการกำหนดหลักการในการคำนวณเท่านั้น แต่การกำหนดค่าพื้นฐานต่าง ๆ ที่จะแทนลงในสมการทางคณิตศาสตร์ยังคงได้มาจากการตัดสินใจของผู้ที่กำหนดขึ้น ซึ่งย่อม

เป็นไปได้ว่า ผู้ที่กำหนดแต่ละคนย่อมสามารถที่จะกำหนดค่าพื้นฐาน ที่จะแทนลงไปในการได้แตกต่างกัน

6. การใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Operation Research Method) วิธีการนี้ เป็นการพยายามนำเอาคุณค่าภายนอกที่เหมาะสมมาสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ เช่น การพิจารณาถึงทัศนคติต่อวิชาที่เรียน ซึ่งจะแปรผันไปตามเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบดังเช่น จากผลการวิจัยของบลอกที่พบว่า ถ้ากำหนดเกณฑ์มาตรฐานสูงเกินไป แม้จะมีข้อดีในแง่ของพุทธิสัย แต่จะมีผลตรงข้ามในทางจิตพิสัย กลาสโด้แย้งว่า วิธีการนี้ไม่สามารถระบุได้ชัดว่าบุคคลในลักษณะใด ในการเรียนวิชาใด จะมีเงื่อนไขอะไรบ้างที่จะนำมาใช้ในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบได้อย่างเหมาะสม

2.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบทุกประเภท มีผู้ที่ศึกษาค้นคว้าเรื่องความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้

นิตโก (Nitko. 1980 : 478-479) ได้อภิปรายถึงความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ 3 ประเด็น คือ

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีความหมายเน้นหนักถึงความเป็นตัวแทนของมวลความรู้ทั้งหมด ในขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนด ซึ่งถ้ามีการกำหนดเนื้อหาอย่างเด่นชัดแล้ว การที่จะสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ก็สามารถทำได้ไม่ยากนัก แต่ทั้งนี้จะต้องมีการวางแผนการสร้างและสุ่มข้อสอบเป็นอย่างดี

2. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างทฤษฎี (Construct Validity) ลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ จะต้องมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง เช่น แนวคิดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ยึดเอาพัฒนาการของขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning Hierachy) แบบทดสอบที่พัฒนามาจากแนวคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เชื่อว่ามีพัฒนาการของความคิดเป็นลำดับขั้นตอน นอกจากนั้นจากการตัดสินใจจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้หากแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงจริงก็น่าจะตรวจสอบได้ว่า ผู้สอบที่เป็นผู้รอบรู้ น่าจะมีความแตกต่างจากผู้สอบที่เป็นผู้ไม่รอบรู้ในลักษณะบางประการ เช่น ผู้ที่รอบรู้ควรจะเรียนบทเรียนที่สูงขึ้นไปได้ง่ายกว่า หรือเร็วกว่าผู้ที่ไม่รอบรู้

3. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ของแบบทดสอบ (Criterion Oriented Validity) ถ้าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นกล่าวอ้างอิงว่าสามารถระบุสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ เช่น บ่งบอกจุดบกพร่องในการเรียนของผู้สอบ หรือจัดประเภทบุคคลออกได้เป็นกลุ่ม ๆ ตามลำดับคุณภาพใด ๆ แล้ว

ก็ควรมีมาตรการในการอ้างอิงหรือยืนยันว่า ได้สิ่งที่บ่งบอกจากแบบทดสอบที่มีความถูกต้อง

แอมเบิลตัน (Hambleton. 1980 : 80 - 90) ได้อภิปรายถึงประเด็นที่เกี่ยวกับความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) แอมเบิลตันได้อ้างถึงงานวิจัยของไฮวส์ แพตเตอร์สันและเพค ที่ทำในปี 1968 ว่า เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มุ่งเน้นความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่มีเงื่อนไขสำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรกข้อสอบทั้งหมดในขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนดได้รับการเขียนไว้ล่วงหน้าและรู้ขอบเขตอย่างเด่นชัด ประการที่สอง คือ ข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบได้มาจากการสุ่ม

เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา แบบทดสอบจะต้องประกอบด้วยข้อสอบที่มีคุณภาพดีมาก่อน ข้อสอบที่มีคุณภาพดีพิจารณาได้จากคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

ก. ความเที่ยงตรงของข้อสอบ (Item Validity) ซึ่งอาจจะทำได้ 2 วิธีวิธีแรก คือให้ผู้รู้ในเนื้อหาวิชานั้น ๆ พิจารณาตัดสิน ส่วนอีกวิธีหนึ่ง คือการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ข. การตรวจสอบคุณภาพเชิงเทคนิคของการเขียนข้อสอบ (Technical Quality of Item Writing) ประเด็นนี้มุ่งเน้นถึงการเขียนข้อสอบให้มีคุณภาพในแง่ของหลักการเขียนข้อสอบโดยทั่วไป

ค. ความเป็นตัวแทนของข้อสอบในแบบทดสอบ (Representativeness of the Test Item) จำนวนข้อสอบที่รวมกันเข้าเป็นแบบทดสอบฉบับเต็มจะต้องมีความเป็นตัวแทนของความรู้ในขอบเขตของเนื้อหาทั้งหมด

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ของแบบทดสอบ (Criterion-Oriented Validity) แอมเบิลตัน ใช้คำนี้ในความหมายเช่นเดียวกับคำว่า "ความเที่ยงตรงอันเนื่องมาจากเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบ" คือมุ่งประเด็นที่ว่า จากจุดเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดและใช้เป็นจุดแบ่งผู้สอบออกเป็นผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ นั้น กลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการแบ่งออกไปน่าจะต้องมีความแตกต่างกันในเกณฑ์ภายนอกอื่น ๆ เช่น การทำนายผลการเรียนในบทเรียนต่อไป

3. ความเที่ยงตรงในการตัดสินใจ (Decision Validity) ความเที่ยงตรงประเภทนี้ จัดเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะชนิดหนึ่งของความเที่ยงตรงตามโครงสร้างทฤษฎีวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงในการตัดสินใจของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะทำได้โดยการเปรียบเทียบการทำแบบทดสอบของกลุ่มที่ได้รับการสอนกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอน โดยจะจัดประเภทได้ 4 กลุ่ม

1. กลุ่มผู้สอบที่ไม่ได้รับการสอนและเป็นผู้ไม่รอบรู้ เป็นการตัดสินใจที่ถูกต้อง
2. กลุ่มผู้สอบที่ได้รับการสอนแต่เป็นผู้ไม่รอบรู้ เป็นการตัดสินใจที่ผิด
3. กลุ่มผู้สอบที่ได้รับการสอนและเป็นผู้รอบรู้ เป็นการตัดสินใจที่ถูกต้อง
4. กลุ่มผู้สอบที่ไม่ได้รับการสอน แต่เป็นผู้รอบรู้ เป็นการตัดสินใจที่ผิด

ซึ่งความเที่ยงตรงประเภทขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. คุณภาพของแบบทดสอบที่นำมาศึกษา
2. ความเหมาะสมของกลุ่มผู้สอบที่นำมาใช้ในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน
3. ลักษณะของกลุ่มที่มุ่งจำแนก จัดประเภทระดับการรอบรู้
4. เกณฑ์มาตรฐานต่ำสุดที่กำหนด

เครเฮน (Crehen. 1974) ได้อ้างถึงสูตรของคาร์เวอร์ที่ใช้ในการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เมื่อแบ่งผู้สอบออกเป็น 4 กลุ่ม ดังตาราง 2

ตาราง 2 แนวคิดการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรของคาร์เวอร์

สภาวะการสอน		
	ไม่ได้รับการสอน	ได้รับการสอน
ผลการตัดสินใจ		
รอบรู้	b	a
ไม่รอบรู้	c	d

ดังนั้น ความเที่ยงตรงในการตัดสินใจจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ จะคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ค่าความเที่ยงตรง} = \frac{a + c}{a + b + c + d}$$

2.5 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

เบอร์ก (Berk. 1980 d) ได้รวบรวมและแยกประเภทการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ 3 กลุ่มด้วยกัน คือ

1. แนวคิดของการหาค่าความคงที่ในการจัดประเภทบุคคล (Reliability of Mastery Classification or Threshold Loss Function)
2. แนวคิดของการหาความแตกต่างของคะแนนที่สอบได้ กับคะแนนเกณฑ์มาตรฐาน (Reliability of Criterion-Referenced Test Score of Square Error Loss Function)

3. แนวคิดของการประมาณค่าคะแนนที่แท้จริงของผู้สอบ (Reliability of Domain Score Estimates or Domain Score Estimation)

โดยแนวคิดแต่ละประเภทมีรายละเอียดเฉพาะลงไป ดังนี้

1. แนวคิดของการหาค่าความคงที่ในการจัดประเภทบุคคล

หลักการสำคัญของแนวคิดนี้มีว่า ความแปรปรวนของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไม่มีความสำคัญ การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรพิจารณาจากความคงที่ในการจัดประเภทบุคคลว่า เป็นผู้ที่มีความรอบรู้ในระดับใด เมื่อยึดเอาเกณฑ์มาตรฐานเป็นจุดแบ่ง ถ้าผลการตัดสินใจจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้มีความคงที่ไม่ว่าจะมีการจัดกี่ครั้งในเรื่องเดียวกัน ก็ถือว่าแบบทดสอบนั้นมีค่าความเชื่อมั่นสูง โดยแฮมเบิลตันและโนวิก (Hambleton and Novick. 1973) ได้เสนอให้ใช้แนวคิดของคาร์เวอร์ที่ว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ควรจะได้จากความคงที่ในการจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ โดยยึดเอาเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเป็นจุดแบ่ง และใช้แบบทดสอบคู่ขนานในการทดสอบเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น โดยมีแนวการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ดังนี้

ตาราง 3 การจำแนกข้อมูลเพื่อการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ในแนวคิดการหาค่าความคงที่ในการจัดประเภทบุคคล

แบบทดสอบ		ฟอร์ม ก	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
ฟอร์ม ข	ผ่าน	b	a
	ไม่ผ่าน	c	d

ดังนั้น ความเชื่อมั่นจะหาได้จากสูตร

$$p = \frac{b + d}{a + b + c + d}$$

ต่อมา สวามินาธาน, แฮมเบิลตัน และ แอลจินา (Swaminathan, Hambleton and Algina. 1974) ได้เสนอแนวคิดการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ดัชนีแคปป่า (k) โดยมีสูตรในการคำนวณ คือ

$$k = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c}$$

$$\text{เมื่อ } P_o = \sum_{k=1}^m P_{kk}$$

$$P_c = \sum_{k=1}^m P_{1k} \times P_{k1}$$

๓ คือจำนวนระดับการรอบรู้

โดยที่ P_c คือ ค่าของโอกาสหรือความบังเอิญที่จะจัดบุคคลเข้ากลุ่มได้อย่างคงที่ถึงสองครั้ง การหาค่าดัชนีแคปป่าสามารถใช้ได้ทั้งกรณีที่มีการจัดประเภทบุคคลออกไปมากกว่าสองประเภท ทั้งยังสามารถที่จะหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของค่าแคปป่า ได้จากสูตร

$$\sigma = \sqrt{\frac{\hat{P}_c (1 - \hat{P}_c)}{N (1 - \hat{P}_c)^2}}$$

n คือจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ถ้าต้องการตรวจสอบว่า ค่าแคปป่าที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่า "0" อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ สามารถที่จะคำนวณได้จากสูตร

$$Z = \frac{\frac{\hat{k}}{\hat{P}_c}}{\sqrt{N(1 - \hat{P}_c)}}$$

(Cohen. 1960 : 42 - 47)

อย่างไรก็ดี การหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตรดังกล่าวมีความจำเป็นที่จะต้องใช้นแบบทดสอบคู่ขนานหรือมีการทดสอบซ้ำ ซึ่งไม่สะดวกในทางปฏิบัติ จึงได้มีผู้พยายามพัฒนาสูตรขึ้นมาทดแทนแนวคิดนี้ โดยมุ่งให้สามารถหาค่าความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบโดยใช้การทดสอบเพียงครั้งเดียว บุคคลที่นำเสนอแนวคิดนี้ออกมาก็คือ สับโคเวียค (Subkoviak) ฮัวิน (Huynh) และ มาร์แชลล์

(Marshall) โดยยวินใช้หลักการของเบตาไบโนเมียล เป็นข้อตกลงเบื้องต้น ส่วนลัทธิโคเวียค และมาร์แชลล์ ใช้ข้อตกลงเบื้องต้นของการแจกแจงแบบทวินามเป็นสำคัญ แนวคิดของการพัฒนาสูตรที่เข้าใจได้ง่ายแนวคิดหนึ่ง คือ วิธีการของลัทธิโคเวียค ซึ่งมีการพัฒนาสูตรตามลำดับชั้น ดังนี้ จากดัชนีความสอดคล้องที่ว่า

$$P_o = \sum_{i=1}^k P_{1i}$$

เมื่อมีการดำเนินการทดสอบเพียงครั้งเดียว กำหนดให้ X และ X' เป็นคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่เป็นคู่ขนาน ดัชนีความสอดคล้องของคนที่ i ณ จุดเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดจะเป็น

$$P_c^{(1)} = P(X_1 \geq C, X'_1 \geq C) + P(X_1 < C, X'_1 < C)$$

ดัชนีความสอดคล้องของทุก ๆ คนก็จะเป็น

$$P_c = \sum_{i=1}^N P_c^{(1)}$$

เมื่อ N คือจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ถ้ามีข้อตกลงเบื้องต้นว่า การกระจายของโอกาสที่คนที่ i ในแบบทดสอบทั้งสองจะตอบถูกหรือผิด เป็นอิสระต่อกัน ก็จะได้ว่า

$$P_c^{(1)} = P(X_1 \geq C) P(X'_1 \geq C) + P(X_1 < C) P(X'_1 < C)$$

เมื่อมีข้อตกลงเบื้องต้นต่อไปว่า การกระจายของคะแนนในแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีการกระจายแบบทวินาม ซึ่งข้อตกลงเบื้องต้นนี้จะเป็นจริงได้ ก็จะต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นย่อย ๆ คือ การให้คะแนนในข้อสอบแต่ละข้อเป็น 1 กับ 0 คะแนนที่ได้ในข้อสอบต่าง ๆ มีความเป็นอิสระต่อกัน และโอกาสที่จะตอบข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ ถูก มีค่าเท่ากันตลอด

จากข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว ก็จะได้สมการต่อไปว่า

$$P_c^{(1)} = [P(X_1 \geq C)]^2 + [1 - P(X_1 \geq C)]^2$$

โดยที่

$$P(X_1 \geq C) = \sum_{X_1=1}^n \binom{n}{X_1} P_i^{X_1} (1 - P_i)^{n - X_1}$$

ทั้งนี้ ค่า P_i จะเป็นค่าสัดส่วนของคะแนนที่สอบได้จากจำนวนข้อสอบทั้งหมด คือ n ข้อ โดยในการคำนวณจริง ค่า P_i จะเป็นค่าสัดส่วนที่แท้จริงของคะแนนของผู้สอบ ซึ่งจะหาได้จากการประมาณจากสูตรการแปลงคะแนนเชิงเส้นตรงของสมการที่มุ่งหาค่าคะแนนที่แท้จริง จากการสอบ โดยอาศัยแนวคิดของทฤษฎีแบบทดสอบคลาสสิก คือ

$$P_i = \alpha_{21/x} \left(\frac{X_1}{n} \right) + (1 - \alpha_{21/x}) \left(\frac{M_x}{n} \right)$$

เมื่อ $\alpha_{21/x}$ คือค่าความเชื่อมั่นในลักษณะของการหาค่าความคงที่ภายใน สุดท้ายจะได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง หรือค่าความเชื่อมั่นตามวิธีการของสปีโคเวียค

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^n P_c^{(1)}}{N}$$

2. แนวคิดของการหาค่าความแตกต่างของคะแนนที่สอบได้กับคะแนนเกณฑ์มาตรฐาน

แนวคิดนี้ถือว่า ระยะห่างของคะแนนที่ผู้สอบทำได้กับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด มีความสำคัญหรือเป็นข้อมูลที่ต้องนำมาช่วยประกอบในการตัดสินใจ จึงควรจะนำเข้ามาร่วมพิจารณาในการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ส่วนแนวคิดอื่น ๆ ยังคงยึดแนวคิดของทฤษฎีแบบสอบทดสอบคลาสสิกอยู่ สูตรแรกที่ปรากฏตามแนวคิดนี้คือสูตรของลิฟวิงสตัน (Livingston, 1972) ซึ่งปรากฏอยู่ในรูป

$$K^2(X, T) = \frac{\sum T^2 + (U - C)^2}{\sum O^2 + (U - C)^2}$$

เมื่อ $K^2(X, T)$ คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$\sum T^2$ คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่แท้จริง ซึ่งจะคำนวณได้จากสูตร

$$\sum T^2 = \sum O^2$$

เมื่อ α คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในแนวทฤษฎีแบบทดสอบคลาสสิก

$\sum O^2$ คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

U คือ ค่ามัธยฐานเลขคณิตของกลุ่มผู้เข้าสอบ

C คือ ค่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ทั้งนี้ แนวคิดของการพัฒนาสูตรนั้น ลิฟวิงสตันเริ่มต้นจากแนวคิดเดิมที่นิยามว่า

$$S_x^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}$$

เนื่องจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์ยึดเอาจุดเกณฑ์มาตรฐานเป็นหลัก ลิฟวิงสตันจึงนิยามเสีย

ใหม่ว่า

$$D_x^2 = \frac{\sum (X - C_x)^2}{N}$$

และ

$$D_{(x,y)} = \frac{(X - C_x)(Y - C_y)}{N}$$

เมื่อ C_x และ C_y เป็นคะแนนเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน จากนั้นลิฟวิงสตันก็ใช้วิธีการของทฤษฎีแบบทดสอบคลาสสิกในการพัฒนาสูตรจนได้ดังสมการข้างต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาจะพบว่า ถ้ายิ่ง $U - C$ แตกต่างกันมาก ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามสูตรดังกล่าวก็จะเพิ่มตามไปด้วย และแม้ว่าค่าความเชื่อมั่นในแนวทฤษฎีทดสอบคลาสสิกจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่เมื่อใช้สูตรของลิฟวิงสตัน ค่าความเชื่อมั่นที่ได้จะยังคงมีค่ามากกว่าศูนย์ จากการที่มีค่า $(U - C)^2$ เพิ่มเข้าไปอีกทั้งเศษและส่วน ทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ผันแปรไปตามค่า $(U - C)^2$ ด้วย มีนักวิชาการบางท่าน เช่น เชฟเวอลสัน บล็อก และ ราวิทซ์ (Shavelson, Block and Ravitch, 1972) ไม่เห็นด้วยว่าวิธีการนี้จะเป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ต่อมา เบรนนัน และ เคน (Brennan and Kane, 1977) ได้เสนอแนวทางการหาค่าความเชื่อมั่นที่พัฒนามาจากแนวคิดของทฤษฎีการสรุปให้เป็นทั่วไป (Generalizability Theory) เป็นสำคัญ โดยมีแนวคิดว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นข้อสอบที่สุ่มขึ้นมาใช้ทดสอบเป็นเพียงส่วนย่อยของข้อสอบทั้งหมดที่ถือเป็นประชากรข้อสอบ และข้อสอบที่สุ่มขึ้นมาใช้นั้นย่อมจะมีความแตกต่างกันและจะมีค่าคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการสุ่มข้อสอบด้วยส่วนหนึ่ง ซึ่งจะกลายมาเป็นแหล่งความแปรปรวนคลาดเคลื่อนที่จะต้องคำนึงถึงด้วย เบรนนันเรียกค่าที่ได้จากวิธีการที่พัฒนาขึ้นมาว่า "Index of Dependability"

แนวคิดของเบรนนันเริ่มต้นจากการอธิบายว่า คะแนนของผู้เข้าสอบคนที่ p ในข้อสอบที่ i จะเขียนเป็นสมการเส้นตรง (Linear Model) แยกส่วนประกอบของคะแนนออกได้เป็นดังนี้

$$X_{pi} = U + \pi_p + \beta_i + \pi\beta_{pi} + e_{o(pi)}$$

เมื่อ U คือ ค่าเฉลี่ยในประชากรผู้เข้าสอบและประชากรผู้สอบ

π_p คือ ผลที่เกิดจากผู้เข้าสอบคนที่ p

- β_i คือ ผลที่เกิดจากข้อสอบข้อที่ i
 $\pi\beta_{(p,i)}$ คือ ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้าสอบคนที่ p และข้อสอบข้อที่ i
 $e_{o(p,i)}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

ในการพัฒนาสูตรเบรนนันก็ยังคงยึดแนวคิดที่ว่า การคำนวณความแปรปรวนของคะแนนในแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ควรจะคิดจากผลต่างของค่าคะแนนที่สอบได้กับจุดเกณฑ์มาตรฐานเช่นเดียวกันกับวิธีการของลิฟวิงสตัน ในตอนท้ายสุดของการพัฒนาสูตรจะได้สมการเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นคือ

$$M(C) = \frac{\sigma^2(\pi) + (U - C)^2}{\sigma^2(\pi) + (U - C)^2 + \frac{1}{n_1} \sigma^2(\beta) + \sigma^2(\pi\beta, e)}$$

(Brennan and Kane. 1977 : 282)

โดยที่	$M(C)$	คือ ค่าความเชื่อมั่น
	$\sigma^2(\pi)$	คือ ความแปรปรวนของคะแนนที่แท้จริง
	$\sigma^2(\beta)$	คือ ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากข้อสอบ
	$\sigma^2(\pi\beta, e)$	คือ ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง คนกับข้อสอบ รวมกับความแปรปรวนความคลาดเคลื่อน
	U	คือ ค่ามัธยิมเลขคณิตของกลุ่ม
	C	คือ ค่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้น
	n	คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

ทั้งนี้การหาค่า $\sigma^2(\pi)$ $\sigma^2(\beta)$ และ $\sigma^2(\pi\beta, e)$ ได้มาจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเชื่อมั่น จากสูตรของเบรนนัน จะมีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้จากสูตรของลิฟวิงสตัน ทั้งนี้เนื่องจากว่าเบรนนันยึดหลักของทฤษฎีการสุ่มให้เป็นทั่วไปถือว่าข้อสอบในโมเดลการวิเคราะห์เป็นตัวแปรสุ่มตัวหนึ่ง ค่าความแปรปรวนที่สังเกตได้ จึงแยกออกเป็น

$$\sigma_o^2 = \sigma^2(\pi) + \sigma^2(\beta) + \sigma^2(\pi\beta, e) / n_1$$

ซึ่งจะเห็นว่าค่า $\sigma^2(\beta)$ เป็นแหล่งความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มเข้าไป

3. แนวคิดของการประมาณค่าคะแนนที่แท้จริงของผู้สอบ

หลักการของแนวคิดนี้ไม่ได้มุ่งหาค่าความเชื่อมั่นออกมาเป็นตัวเลขโดยตรง เช่นวิธีการอื่น แต่มุ่งที่จะหาช่วงความเชื่อมั่นของคะแนนที่แท้จริงของผู้สอบเป็นสำคัญ ในประเด็นของการคำนวณ จึงมุ่งเน้นการหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement) โดยวิธีการคำนวณยังแยกออกได้เป็น 2 แนวทางหลัก คือ

3.1 การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผู้สอบแต่ละคน

3.2 การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของกลุ่ม

การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผู้สอบแต่ละคนนั้น ใช้แนวคิดของการแจกแจงแบบทวินามเป็นหลักในการหา ซึ่งมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$\hat{\sigma}_p = \sqrt{\frac{pq}{n-1}}$$

เมื่อ p คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

p คือ สัดส่วนของคะแนนที่สอบได้

q คือ $1 - p$

n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบ

หรืออาจจะเขียนอยู่ในรูปของคะแนนเต็มที่ได้จากการสอบ คือ

$$S.E.(X_u) = \frac{X_u (n - X_u)}{n - 1}$$

เมื่อ X_n คือ คะแนนที่ได้จากการสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบ

สำหรับการหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของกลุ่ม มีดัชนีที่ใช้อยู่ 2 ค่าคือ σ_ϵ^2 และ σ_Δ^2

โดยที่ σ_ϵ^2 เป็นการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในแนวคิดทฤษฎีแบบสอบคลาสสิก

σ_Δ^2 เป็นการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในแนวคิดของทฤษฎีการสรุปให้เป็นทั่วไป

ทั้งนี้ เบอร์ก (Berk. 1980 d:344) ได้สรุปไว้ว่า การที่จะเลือกใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบใดแบบหนึ่งนั้น ขึ้นอยู่กับนิยามความคลาดเคลื่อนในสถานการณ์ที่ต้องการตรวจสอบเป็นหลักการสำคัญ

2.6 การกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

การศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์มีอยู่ 4 วิธี คือ

1. วิธีการของมิลล์แมน
2. วิธีการของ วิลคอกท์
3. วิธีการของ เบเชียน โมเดล
4. วิธีการใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

แต่ละวิธีมีลักษณะแนวคิดที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. วิธีการของมิลล์แมน

มิลล์แมน ได้ใช้หลักการแจกแจงแบบทวินามมาเป็นหลักในการกำหนดความยาวของแบบทดสอบ โดยได้นำเสนอในลักษณะของตารางสำเร็จรูป ดังเช่น

ตาราง 4 การกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยวิธีการของมิลล์แมน

จุดตัด 7 ใน 10	จำนวนข้อสอบ		ระดับความสามารถที่แท้จริง						
	10	40	50	60	65	75	80	90	
			5	17	38	51	22	12	1

(Millman. 1974 : 342)

จากตาราง ตัวเลขในตารางเป็นค่าของโอกาสความคลาดเคลื่อนในการจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ผิดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยมีความหมายดังนี้

ค่าที่อยู่ทางขวามือของเส้นประ หมายถึง โอกาสที่จะจัดบุคคลที่มีความสามารถที่แท้จริงสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเป็นผู้ไม่รอบรู้ ดังเช่นจากตาราง จะมีความหมายว่าถ้าออกข้อสอบ 10 ข้อ กำหนดเกณฑ์มาตรฐานเป็น 0.70 ผู้สอบที่มีความสามารถที่แท้จริงเป็น 0.75 0.80 และ 0.90 จะมีโอกาสได้รับการจัดประเภทเป็นผู้ไม่รอบรู้ อยู่ 0.22 0.12 และ 0.01 ตามลำดับ

ค่าที่อยู่ทางซ้ายมือของเส้นประ หมายถึง โอกาสที่จะจัดบุคคลที่มีความสามารถที่แท้จริงต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเป็นผู้รอบรู้ ดังเช่นจากตาราง ผู้สอบที่มีความสามารถที่แท้จริงเป็น 0.40 0.50 0.60 และ 0.65 จะมีโอกาสได้รับการจัดประเภทเป็นผู้รอบรู้ อยู่ 0.05 0.17 0.38 และ 0.51 ตามลำดับ

สำหรับแนวคิดในการคำนวณนั้น มีปรากฏในคำอธิบายของแฮมเบิลตัน (Hambleton. 1984 : 147) ซึ่งจากคำอธิบายดังกล่าว สามารถที่จะแสดงการคำนวณให้ดูได้ถึงที่มาของค่าในตาราง ดังตัวอย่าง คือ

ผู้สอบที่มีความสามารถที่แท้จริงเป็น 0.50 จะมีโอกาสตอบข้อสอบถูกต้องตั้งแต่ 7 ข้อขึ้นไป ในจำนวน 10 ข้อ จะคำนวณได้จากวิธีการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{โอกาสตอบถูก 7 ใน 10} &= \left| \begin{array}{c} 10 \\ 7 \end{array} \right| \begin{array}{c} 5^7 \\ 10 \end{array} \begin{array}{c} 5^3 \\ 10 \end{array} + \left| \begin{array}{c} 10 \\ 8 \end{array} \right| \begin{array}{c} 5^8 \\ 10 \end{array} \begin{array}{c} 5^2 \\ 10 \end{array} \\
 \text{ข้อขึ้นไป ของผู้ตอบที่มี} & \\
 \text{ความสามารถตรง 0.50} &+ \left| \begin{array}{c} 10 \\ 9 \end{array} \right| \begin{array}{c} 5^9 \\ 10 \end{array} \begin{array}{c} 5^1 \\ 10 \end{array} + \left| \begin{array}{c} 10 \\ 10 \end{array} \right| \begin{array}{c} 5^{10} \\ 10 \end{array} \begin{array}{c} 5^0 \\ 10 \end{array} \\
 &= 0.17
 \end{aligned}$$

อย่างไรก็ดี แนวคิดของมิลล์แมน มีข้อโต้แย้งอยู่ 2 ประการ คือ

1. ในการทดสอบตามปกติทั่วไป จะไม่สามารถทราบค่าระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบได้ แต่มิลล์แมนใช้วิธีการคำนวณโดยยึดหลักการทราบค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ ซึ่งโนวิกและเลวิส (Novick and Lewis. 1974 : 142) เห็นว่าวิธีการนี้ไม่ถูกต้อง
2. ตามวิธีการของมิลล์แมน ถ้าต้องการให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการจัดประเภทบุคคลอื่นเนื่องมาจากโอกาสแต่เพียงอย่างเดียว จะต้องใช้แบบทดสอบที่มีความยาวมาก ในขณะที่โนวิกและเลวิสกล่าวไว้ว่า ความยาวของแบบสอบอิงเกณฑ์ที่ยาวที่สุดไม่ควรจะเกิน 20 ข้อ (Novick and Lewis. 1974 : 31)

2. วิธีการของวิลคอกซ์

วิลคอกซ์ได้พัฒนาวิธีการกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยกล่าวอ้างอิงถึงงานเขียนของเฟเนอร์ (Wilcox. 1976) ที่เสนอแนวคิดของการกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้การแจกแจงแบบทวินามเช่นกัน วิธีการนี้เริ่มจากค่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้น (π_0) จะมีการประมาณช่วงออกไปเป็น $\pi_0 - c$ และ $\pi_0 + c$ โดยถือว่าถ้าผู้สอบคนใดมีความสามารถที่แท้จริงอยู่ในช่วง $\pi_0 \pm c$ เมื่อมีการจัดประเภทบุคคลที่มีความสามารถในช่วงนี้ผิด จะไม่ถือเป็นความผิดพลาด หรือเรียกช่วงดังกล่าวว่า "Indifference Zone" ดังนั้นแล้ว โอกาสที่ตัดสินใจถูกในการให้ผู้สอบสอบตกจะมีค่า

$$= \sum_{x=0}^{n_0-1} \left| \begin{array}{c} n \\ x \end{array} \right| (\pi_0 + c)^x (1 - \pi_0 + c)^{n-x}$$

และโอกาสที่จะตัดสินใจถูกในการให้ผู้สอบสอบผ่านจะมีค่า

$$= \sum_{x=n_0}^n \binom{n}{x} (\pi_0 + c)^x (1 - \pi_0 - c)^{n-x}$$

เมื่อ x คือ จำนวนข้อสอบที่ถือเป็นจุดเกณฑ์มาตรฐาน

n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

n_0 คือ จำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบถูก

ทั้งนี้ การกำหนดจำนวนข้อสอบที่เหมาะสมของแบบทดสอบ จะกระทำตรงจุด $\alpha \geq P_1^*$ และ $\beta \geq P_2^*$ เมื่อ P_1^* และ P_2^* เป็นโอกาสในการที่จะจัดประเภทบุคคลถูก โดยที่ค่า P_1^* และ P_2^* จะต้องมีความอยู่ในช่วง 0.50 - 1.00

อย่างไรก็ดี วิธีการนี้ยังคงเป็นการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยไม่มีข้อมูลเชิงประจักษ์ยืนยัน โดยวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวก็ไม่สามารถจะบอกได้ว่า โอกาสที่ผู้สอบจะตกอยู่ในเขตที่ถือว่าไม่เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจ (Indifference Zone) มีอยู่เท่าไร ทั้งวิธีการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ก็ไม่ได้มีการกล่าวหาตึงไปถึงลักษณะของโดเมนที่มุ่งสร้างแบบทดสอบว่า ถ้าโดเมนมีขนาดต่างกัน จะมีผลต่อการกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบสอบได้อย่างไร

3. วิธีการของเบเซียนโมเดล

มิลล์แมนได้อ้างถึงงานเขียนของ นอวิกและเลวิส (Millman, 1978 : 354) ที่ได้ประยุกต์หลักการทางสถิติที่เรียกว่า เบเซียนโมเดลมากำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เช่นจากตาราง

ตาราง 5 การกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยวิธีการของเบเชียนโมเดล

		อัตราการสูญเสีย			
π_0	$\sum (\pi_i)^c$	1.5	2	2.5	3
70%	70%	6/8 (75%)	10/13 (77%)	11/14 (79%)	12/15 (80%)

เมื่อ	π_0	คือ ความสามารถ หรือ ระดับเกณฑ์มาตรฐาน
	$(\pi_i)^c$	คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ใช้เป็นข้อมูลในตอนต้น (Prior Distribution) ตามหลักการของเบเชียนโมเดล
อัตราการสูญเสีย		คือสัดส่วนค่าน้ำหนักระหว่าง การให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน ต่อการให้ผู้รอบรู้สอบตก

จากตารางดังกล่าว จะมีความหมายว่า ถ้ากำหนดเกณฑ์มาตรฐานการสอบผ่านเป็น 0.70 การประมาณค่าคะแนนของกลุ่มได้ค่าเป็น 0.70 ถ้ากำหนดอัตราการสูญเสียเป็น 1.5 จะต้องใช้แบบทดสอบจำนวน 8 ข้อ และผู้สอบจะต้องทำได้ 6 ข้อขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นผู้รอบรู้

แต่ทั้งนี้ เงื่อนไขของการคำนวณตามโมเดลนี้เมื่ออยู่ว่า จะต้องสามารถระบุลักษณะการแจกแจงของข้อมูลในตอนต้นได้ ซึ่งประเด็นนี้ วิลคอกซ์ (Wilcox, 1980 : 450) ได้กล่าวไว้ว่า มีผู้โต้แย้งอยู่มาก เช่น บาร์เรตต์ (Barette) กล่าวไว้ว่า หลักการของวิชาสถิติคือสามารถทดสอบได้ แต่ข้อมูลที่ใช้เป็นส่วนของแจกแจงในตอนต้นที่ได้มาจากการกำหนดขึ้นเท่านั้น จึงไม่สามารถทดสอบได้ด้วยหลักการของวิชาสถิติ

4. การใช้ทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ

แฮมเบิลตันและกรูจเตอร์ (Hambleton and Grujter, 1983) ได้ศึกษามาตรการการกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นจากข้อสอบที่มีการกระจายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยแนวคิดนี้จะมีความสัมพันธ์กับการนับคะแนนในแบบทดสอบที่ใช้กันมาก่อนว่า

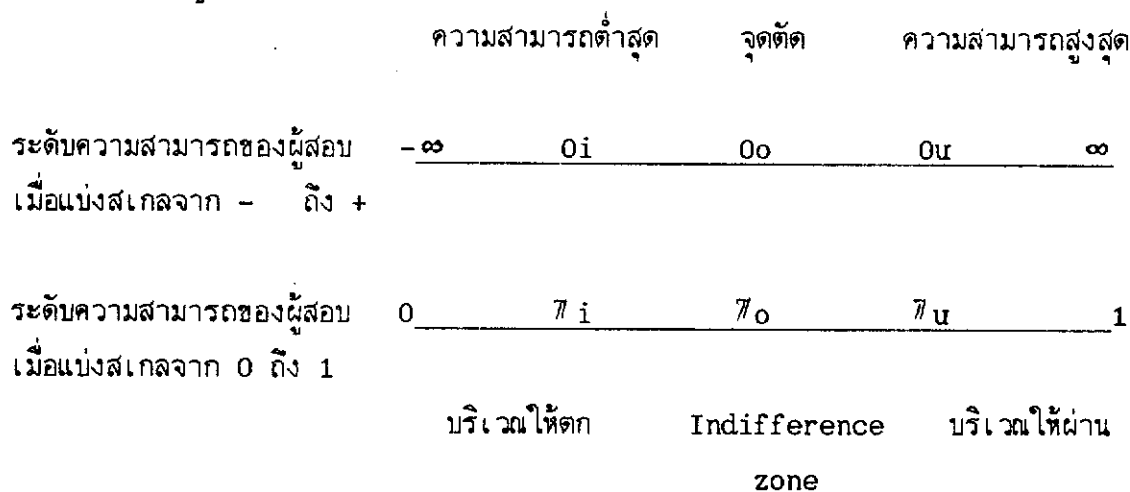
$$\pi = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m p_i(\theta)$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ โอกาสที่ผู้สอบซึ่งมีความสามารถตรงระดับ θ จะทำข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ ได้ตามทฤษฎีผลรวมของ โอกาสที่ผู้สอบจะทำข้อสอบแต่ละข้อถูก ทารด้วยจำนวนข้อสอบทั้งหมด จะมีค่าเท่ากับสัดส่วนของข้อสอบที่บุคคลนั้นจะทำข้อสอบถูกในโดเมนที่กำหนด และระดับของเกณฑ์มาตรฐานก็จะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเดียวกัน คือ

$$\pi_o = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_i(\theta_o)$$

เมื่อ $P_i(\theta_o)$ คือ โอกาสที่ผู้สอบซึ่งมีความสามารถตรงระดับเกณฑ์มาตรฐาน หรือจะทำข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ ได้

จากนั้นก็ใช้หลักการว่า ถ้าหากสามารถกำหนดให้การกระจายของระดับความสามารถของบุคคลในเรื่องที่สนใจจะทดสอบเป็นจุดต่อเนื่องในแนวเส้นตรง จากการศึกษาที่มีความรู้ยังไม่จนถึงมีความรู้ในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี จะมีลักษณะดังภาพประกอบต่อไปนี้



(Hambleton. 1984 : 155)

ภาพประกอบ 6 การกระจายความสามารถของผู้สอบในระดับต่าง ๆ ณ จุดต่อเนื่องในแนวเส้นตรงตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

จากแนวคิดดังกล่าว เมื่อกำหนดให้

P_1 คือ โอกาสของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตก

P_u คือ โอกาสความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน

P^* คือ โอกาสความคลาดเคลื่อนที่ถือเป็นเกณฑ์ หรือ คือโอกาสความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

จากหลักการดังกล่าว วิธีการที่แอมเบิลตันและกรูเตอร์ใช้ในการกำหนดความยาวจะกระทำตรงจุด

$$P_m = \text{Max}(P_1, P_u) \leq P^*$$

ซึ่งผลการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ พบว่า

1. การใช้ข้อสอบที่มีระดับความยากพอเหมาะกับระดับความสามารถของผู้สอบ จะลดความคลาดเคลื่อนลงได้มากกว่าการใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากการสุ่มข้อสอบขึ้นมาใช้ทดสอบ

2. แบบทดสอบที่มีความยาวเท่ากัน ข้อสอบที่มีค่าความยากเท่ากัน และตรงกับระดับความสามารถของผู้สอบ แบบสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่า จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่า

จะเห็นได้ว่าการศึกษากี่ยวกับการกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีวิธีการที่แตกต่างกันไป แต่ละวิธีมีจุดเด่นและจุดบกพร่องต่างกัน สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นแนวทางในการศึกษา

ตอนที่ 3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

3.1 แนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item response Theory) หรือบางที่เรียกว่าทฤษฎีคุณลักษณะแฝง (Latent Trait theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะภายใน หรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคลกับพฤติกรรมการตอบสนองข้อสอบของบุคคลนั้น ว่ามีโอกาสตอบข้อสอบถูกมากน้อยเพียงใด ทฤษฎีนี้มีพื้นฐานความเชื่อว่าพฤติกรรมการตอบสนองของผู้สอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สังเกตได้โดยตรงว่าถูกหรือผิดจะถูกกำหนดโดยคุณลักษณะภายใน หรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคล ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ทฤษฎีนี้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวในรูปของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถ คุณลักษณะของข้อสอบและโอกาสการตอบสนองข้อสอบได้ถูก ที่เรียกว่าฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Function) หรือฟังก์ชันคุณลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Function)

ถ้าให้ Y คือ คะแนนที่ได้จากการตอบข้อสอบ ซึ่งเป็นพฤติกรรมการตอบสนองข้อสอบ

θ คือ ความสามารถภายในตัวบุคคล

f คือ ฟังก์ชัน (function)

ดังนั้นฟังก์ชัน การถดถอยของ Y บน θ จะเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่แสดงว่าพฤติกรรมการตอบสนองข้อสอบขึ้นอยู่กับระดับความสามารถภายในตัวบุคคล เขียนในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$Y = f(\theta)$$

ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบมีหลายรูปแบบ เช่น ฟังก์ชันนอร์มอลลอจัว (Normal Ogive function) ฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic function) ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบสามารถนำมาใช้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบสนองข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง กับระดับความสามารถของผู้สอบที่วัดได้โดยแบบทดสอบฉบับนั้น เมื่อนำมาเขียนกราฟจะได้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve : ICC) โค้งลักษณะข้อสอบนี้ได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับแบบจำลอง หรือโมเดลที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าว (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2534 : 119 - 120)

3.2 ลักษณะเด่นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

แฮมเบิลตัน และสวามินาธาน (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 11) กล่าวว่า ถ้านำทฤษฎีนี้มาใช้ตรงตามข้อตกลงเบื้องต้นและเหมาะสมกับโมเดลแล้ว จะทำให้มีลักษณะเด่นดังนี้

1. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมีความเป็นอิสระจากกลุ่มของผู้สอบ
 2. การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบมีความเป็นอิสระจากข้อสอบ หรือกลุ่มของข้อสอบ
 3. ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์มีความเพียงพอที่จะใช้อธิบายความสามารถของผู้สอบ
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2530 : 201) และสงบ ลักษณะ (2525 : 21 - 22) ได้กล่าวถึงลักษณะเด่นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบไว้ดังนี้

1. ความไม่เปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ (Invariant of Item Parameter) กล่าวคือ ไม่ว่าจะประมาณค่าจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถระดับใดก็ตาม ค่าพารามิเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลงตามกลุ่มผู้สอบ
2. จะใช้ข้อสอบใดก็ได้ (Item - Free) ในการประมาณค่าความสามารถแท้ (θ) ของผู้สอบ โดยจะใช้ข้อสอบชุดใดจำนวนเท่าใดก็ได้ บางครั้งอาจจะใช้ข้อสอบเพียง 3 - 5 ข้อ ก็สามารถประมาณค่าความสามารถแท้ของผู้สอบได้
3. จะใช้ข้อสอบกับใครก็ได้ (Person - Free) คือ ไม่ว่าจะนำข้อสอบไปใช้กับกลุ่มบุคคลกลุ่มใด โค้งลักษณะข้อคำถามก็จะคงเดิม

3.3 ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปจะประกอบด้วย ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลที่แบบจำลองนั้นนำมาใช้ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้และตัวแปรที่สังเกตไม่ได้ซึ่งความสัมพันธ์นี้เรียกว่า โครงสร้างลักษณะข้อสอบ ข้อตกลงเบื้องต้นโดยทั่วไปของแบบจำลองการตอบสนองข้อสอบมี 3 ประการ ดังนี้

1. ความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ (Unidimensionality) มิติของแบบจำลอง (Dimensionality of the Latent Space) ในทฤษฎีคุณลักษณะแฝงโดยทั่วไปมีข้อตกลงว่าคุณลักษณะต่าง ๆ หรือความสามารถของผู้สอบเป็นสิ่งที่อยู่ในผลของการทดสอบ คุณลักษณะนี้ถ้ากำหนดให้มี k ลักษณะหมายถึงมี k มิติด้วย การนำทฤษฎีคุณลักษณะแฝงหรือทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบไปใช้นั้นมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ความสามารถเดียวหรือคุณลักษณะเดียว ก็เพียงพอต่อการอธิบายความ

สามารถในการทำข้อสอบของผู้สอบแล้ว แบบจำลองการตอบสนองข้อสอบที่กำหนดข้อตกลงให้มีคุณลักษณะเพียงอย่างเดียวนี้ หมายถึงความเป็นมิติเดียวนั้นเอง ข้อตกลงนี้เป็นลักษณะโดยทั่วไปในการสร้างแบบทดสอบซึ่งมักจะสร้างให้มีความเป็นมิติเดียว เพื่อให้่ายในการแปลความหมายของคะแนน แต่ข้อตกลงเบื้องต้นในเรื่องความเป็นมิติเดียวนั้นไม่สามารถเกิดขึ้นได้เสมอไป เนื่องจากมักจะมีคุณลักษณะอื่นเกิดขึ้นเสมอ เช่น คุณลักษณะด้านบุคลิกภาพและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการทำแบบทดสอบ องค์ประกอบเหล่านี้ได้แก่ แรงจูงใจในการทำแบบทดสอบ ความวิตกกังวลในการทำแบบทดสอบ ความเร็วในการทำแบบทดสอบ ความรู้เกี่ยวกับการใช้กระดาษคำตอบ และทักษะในการคิด เป็นต้น ถ้าตั้งข้อตกลงเบื้องต้นให้มีความเป็นมิติเดียว ข้อมูลที่จะนำมาใช้ต้องเป็นข้อมูลที่มีองค์ประกอบหรือส่วนประกอบที่มีลักษณะเด่นเพียงลักษณะเดียวเท่านั้น และลักษณะเด่นนี้แสดงถึงผลการวัดที่ได้จากแบบทดสอบด้วย

แบบจำลองบางรูปแบบกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดความสามารถมากกว่า 1 มิติ เรียกว่า ข้อตกลงดังกล่าวมีความเป็นหลายมิติ (Multidimensionality) ผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นหลายมิติได้แก่ บอคและแอทกิน (Bock and Atkin. 1981) มุเสค (Musaik. 1972) เรคคาส (Reckase. 1985) และซามิจิมา (Samejima. 1974) ซึ่งการพัฒนาด้านเทคนิคนี้ในปัจจุบันยังจำกัดอยู่

2. ความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบ (Local Independence) ข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้ กล่าวว่า การตอบข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบแต่ละคนเป็นอิสระต่อกัน ความหมายของข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้ตรงกับข้อตกลงเบื้องต้นในเรื่องความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ ถ้าข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้เป็นจริง จะพบว่า ผลการสอบของผู้สอบในแต่ละข้อจะไม่มีผลต่อการตอบข้อสอบข้ออื่น ๆ ตัวอย่างเช่น เนื้อหาของข้อสอบใด ๆ จะต้องไม่แนะนำคำตอบข้อสอบข้ออื่น ๆ สิ่งที่ข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้เน้นก็คือจะต้องเป็นความสามารถของผู้สอบและคุณลักษณะของข้อสอบเท่านั้นที่มีผลต่อการทำข้อสอบ เมื่อข้อสอบมีความเป็นอิสระในการตอบ ความน่าจะเป็นของรูปแบบการตอบข้อสอบของผู้สอบเป็นผลจากความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อ

ถ้า U_i เป็นตัวแปรสุ่มของการตอบข้อสอบที่สุ่มได้จากกลุ่มผู้สอบที่ทำข้อสอบข้อที่ i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) โดยให้ $U_i = 1$ ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบได้ถูก และ $U_i = 0$ ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบผิด กำหนดสัญลักษณ์ P_i และ Q_i แทนความน่าจะเป็นที่ผู้สอบจะตอบข้อสอบได้ถูกและผิด ตามลำดับ ความน่าจะเป็น P_i และ Q_i นี้ขึ้นอยู่กับ ความสามารถของกลุ่มผู้สอบซึ่งอาจใช้สัญลักษณ์ $P_i(\theta)$ และ $Q_i(\theta)$ ได้ ข้อตกลงเบื้องต้นในเรื่องความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบสามารถเขียนในรูปของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{Prob} (U_i = u_1, U_2 = u_2, \dots, U_n = u_n) = \prod_{i=1}^n p_i(\theta)^{u_i} q_i(\theta)^{1-u_i}$$

3. โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curves) โค้งลักษณะข้อสอบ หรือฟังก์ชันลักษณะข้อสอบเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงความสัมพันธ์ของความน่าจะเป็นของความสำเร็จในการตอบข้อสอบที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบ โดยทั่วไปเป็นฟังก์ชันที่ไม่ใช่เส้นตรงของการถดถอยของคะแนนรายข้อบนความสามารถ ความแตกต่างส่วนมากที่พบในแบบจำลองการตอบสนองข้อสอบ คือ ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของโค้งลักษณะข้อสอบขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาแบบทดสอบ หรือขึ้นอยู่กับผู้เลือกฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์มาใช้อธิบายโค้งลักษณะข้อสอบ เนื่องจากความน่าจะเป็นของผู้สอบแต่ละคนที่จะตอบข้อสอบถูกขึ้นอยู่กับโค้งลักษณะข้อสอบ ความน่าจะเป็นนี้เป็นการแจกแจงความสามารถของผู้สอบที่เป็นอิสระกัน ดังนั้นความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบแต่ละคนจึงไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้สอบที่มีระดับความสามารถเดียวกัน คุณสมบัติของความไม่แปรผันของโค้งลักษณะข้อสอบนี้เป็นลักษณะเด่นของแบบจำลองการตอบสนองข้อสอบ โค้งลักษณะข้อสอบมีอยู่หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของแบบจำลองของการตอบสนองข้อสอบ โดยทั่วไปอาจจะมีพารามิเตอร์ หนึ่ง สอง หรือ สาม ตัวก็ได้

3.4 แบบจำลองของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

แบบจำลองต่าง ๆ ในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวกันมากมีอยู่ 2 แบบจำลอง คือ

1. แบบจำลองปกติของลอว์โจว (Normal Ogive model) เป็นแบบจำลองที่เสนอขึ้น โดยลอว์ด (Lord, 1952, 1953) เพื่อใช้อธิบายโค้งลักษณะของข้อคำถาม (ICC) โดยใช้พารามิเตอร์ 2 ตัวคือ ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (Hambleton and Swaminathan, 1985 : 35)

$$a_1(\theta)$$

$$P(\theta) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$$

เมื่อ $P_i(\theta)$	คือ ความน่าจะเป็นของผู้สอบคนหนึ่ง ซึ่งมีระดับความสามารถ จะตอบข้อสอบที่ i ได้ถูกต้อง
b_i	คือ ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i
a_i	คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i
θ	คือ ระดับความสามารถของผู้สอบ
$\frac{e^{-z^2/2}}{\sqrt{2\pi}}$	คือ Normal Density Function

2. แบบจำลองโลจิสติก (logistic Model)

แบบจำลองโลจิสติกเป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ในการทดสอบ กรณีที่มีการตอบโดยเดาได้ ซึ่งจะทำให้ส่วนปลายต่ำสุดของโค้ง (Lower Asymptote) ของ $P_i(\theta)$ ไม่เป็นศูนย์และบางครั้งการสอบผู้สอบที่มีความสามารถสูง อาจจะไม่มีความรอบคอบพอในการตอบ จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณค่าความสามารถ ซึ่งค่าความรอบคอบของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าน้อยกว่า 1 จึงจำเป็นต้องพิจารณา ค่าพารามิเตอร์การเดา (Guessing Parameter) และความรอบคอบ (Careless) ด้วย ซึ่งแบ่งออกเป็นแบบจำลองย่อย ๆ เป็น 4 แบบจำลองตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้ดังนี้

2.1 แบบจำลองที่ใช้พารามิเตอร์ตัวเดียว (One - parameter Logistic Model) หรือราล์ชโมเดล (Rasch Model)

ราล์ช (Rasch) ได้พัฒนาแบบจำลองการตอบข้อคำถามขึ้นมา โดยถือว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากันและไม่มีการเดา ($a = 1, C = 0$) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 47)

$$P_i(\theta) = \frac{e^{D\bar{a}(\theta - b_i)}}{1 + e^{D\bar{a}(\theta - b_i)}} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ $\bar{a}$ คือ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบ

ต่อมาไรท์และคณะ (Wright and Other. 1977) ได้ปรับสมการเป็น

$$P_1(\theta) = \frac{e^{\theta' - b_1'}}{1 + e^{\theta' - b_1'}}$$

เมื่อ $\theta' = D\bar{a}\theta$ และ $b_1' = D\bar{a}b_1$

2.2 แบบจำลองที่ใช้พารามิเตอร์ 2 ตัว (Two - Parameter Logistic Model)

เบิร์นบอม (Birnbau. 1968) ได้เสนอแบบจำลองที่ใช้อธิบาย โค้งลักษณะของข้อสอบโดยใช้พารามิเตอร์ 2 ตัว คือ ค่าความยาก (b_1) และ ค่าอำนาจจำแนก (a_1) โดยมีสมการดังนี้ (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 36)

$$P_1(\theta) = \frac{e^{D a_1 i (\theta - b_1)}}{1 + e^{D a_1 i (\theta - b_1)}}$$

$$P_1(\theta) = [1 + e^{-D a_1 i (\theta - b_1)}]^{-1} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ $P_1(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบผู้หนึ่งซึ่งมีระดับความสามารถจะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

b_1 คือ ค่าความยากที่แสดงระดับความสามารถที่แท้จริงที่ความโค้งชันที่สุดหรือในกรณีที่ไม่มีการเดาค่า b_1 เท่ากับค่า θ ณ จุด ความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.5

a_1 คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ที่เป็นสัดส่วนของความชัน ณ ตำแหน่ง $\theta = b_1$

D คือ scaling Factor มีค่าเท่ากับ 1.7

e คือ ค่าคงที่ มีค่าเท่ากับ 2.71828

2.3 แบบจำลองที่ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว (Three - Parameter Logistic Model)

แบบจำลองที่ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว เป็นโมเดลที่ใช้อธิบายถึงความไม่เหมาะสมของเส้นโค้งลักษณะของข้อสอบตอนปลายล่างคำนึงถึงเรื่องการเดาตอบข้อสอบ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (Hambleton and Swaminathan. 1965 : 37)

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \cdot \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}}$$

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) [1 + e^{-Da_i(\theta - b_i)}]^{-1}$$

; i = 1, 2, ..., n

เมื่อ c_i คือ ความน่าจะเป็นของผู้สอบที่มีความสามารถต่ำมากมีโอกาจะทำข้อสอบข้อนี้ได้ถูกต้อง หรือค่าสัมประสิทธิ์การเดา (Guessing parameter or pseudochance Level)

2.4 แบบจำลองที่ใช้พารามิเตอร์ 4 ตัว (Four - Parameter Logistic Model)

ผู้สอบที่มีความสามารถสูงไม่ใช่จะตอบข้อสอบถูกเสมอไป ในบางครั้งผู้สอบเหล่านี้ อาจมีความรอบคอบน้อยทั้งที่ความสามารถของเขายู่เหนือแบบทดสอบ ทำให้ผู้สอบคนนั้นไม่เลือกคำตอบที่ถูก ซึ่งปัญหานี้แม็คโดนัลด์ (McDonald) ได้เสนอในปี ค.ศ. 1967 และต่อมา บาร์ตันและลอร์ด (Barton and Lord) ได้อธิบายแบบจำลองนี้ในปี ค.ศ. 1981 โดยมีสูตรสมการดังนี้ (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 48)

$$P_i(\theta) = c_i + (r_i - c_i) \cdot \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}}$$

$$P_i(\theta) = c_i + (r_i - c_i) [1 + e^{-Da_i(\theta - b_i)}]^{-1}$$

เมื่อ r_i คือ ค่าความรอบคอบในการตอบข้อสอบข้อที่ i ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1

3.5 การหาคุณภาพของแบบทดสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบการหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยการพิจารณาจากฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function) ซึ่งได้จากผลรวมของสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ (Item Information Function) ซึ่งจะเป็นตัวบอกความแน่นอนในการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริง (Lord, 1980 : 72) ซึ่งฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อกำหนดได้ดังนี้

$$I(\theta, u_i) = (P_i)^2 / P_i Q_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

เมื่อ $I(\theta, u_i)$ คือ ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ

P_i คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีความสามารถ
จะตอบข้อสอบ i ได้ถูกต้อง

Q_i คือ $1 - P$

P_i คือ ความชันของโค้งลักษณะข้อคำถามที่ระดับความสามารถ
ของข้อสอบข้อที่ i หรือค่าอนุพันธ์ (Derivative)
ของโอกาสในการตอบข้อที่ i ถูก

จากสมการจะเห็นได้ว่า ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ ขึ้นอยู่กับความชันของโค้งลักษณะข้อคำถาม ถ้าโค้งลักษณะข้อคำถามชันมากขึ้นในขณะที่ความแปรปรวนของการตอบข้อสอบถูกยิ่งน้อยลงโค้งสารสนเทศของข้อสอบที่อยู่ระดับความสามารถนั้น ๆ ก็ยิ่งสูงมากขึ้นซึ่งความสูงของโค้งสารสนเทศของข้อสอบที่อยู่ระดับความสามารถใด ก็แสดงว่า สามารถจำแนกระดับความสามารถของผู้สอบได้ดี ณ ระดับความสามารถนั้น (ผจงจิต อินทสุวรรณ. 2525 : 64) ซึ่งในโมเดลโลจิสติก (Logistic Model) จะให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบแตกต่างกันไปตามค่าพารามิเตอร์ความยาก (b_i) ค่าอำนาจจำแนก (a_i) และค่าสัมประสิทธิ์การเดา (C_i) (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 105)

ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ เป็นสัดส่วนกลับของกำลังของความยาวของช่วงความเชื่อมั่นที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าความสามารถ (θ) ของผู้สอบจากการทำข้อสอบของเขา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (Lord, 1980 : 73)

$$I \{ \theta \} = \sum_{i=1}^n I \{ \theta, u_i \}$$

$$I \{ \theta, u_i \} = \frac{D^2 a_i^2 (1 - c_1)}{(c_1 + e^{D a_i (\theta - b_1)}) (1 + e^{D a_i (\theta - b_1)})^2}$$

$I \{ 0 \}$ คือ ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการที่เราทราบค่าสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ เราสามารถสร้างแบบทดสอบให้มีโด่งสารสนเทศของแบบทดสอบ ณ ระดับหนึ่งของความสามารถผู้สอบ ที่ต้องการได้ เช่น ถ้าต้องการแบบทดสอบเพื่อใช้ในการคัดเลือกต้องใช้ข้อสอบที่มีความสูงสุดของ โด่งที่มีระดับความสามารถสูง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด .

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ค้นคว้าได้มีลักษณะของการศึกษา 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกจะเน้นหนักทางการค้นคว้าเพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการ ส่วนอีกลักษณะหนึ่งจะมุ่งเน้นทางการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในระดับชั้นต่าง ๆ

งานวิจัยที่ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ในต่างประเทศ มีดังนี้

เครเฮน (Crehen. 1974 : 255 - 262) ได้ศึกษาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบ 6 วิธี คือวิธีการของคอกซ์ - วาร์กัส (Cox - Vargas) วิธีของเบรนนัน (Brennan) วิธีเรียงตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Point Biserial และวิธีเรียงตามกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้ระหว่าง 7 - 30 คน โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานพบว่า วิธีการเลือกข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ทั้ง 6 วิธีนี้ ให้ผลต่อค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน ค่าความเที่ยงตรงได้เลือกเกณฑ์ที่ให้ค่าสูงสุด โดยใช้จุดเดียวกันทั้งสองฉบับ ปรากฏว่าวิธีการของคอกซ์ - วาร์กัส และเบรนนัน ให้ค่าความเที่ยงตรงสูงสุด

สวามินาธาน แฮมเบิลตัน และแอลจินา (Swaminathan, Hambleton and Algina. 1975 : 87 - 98) ได้ทำการศึกษาวิธีกำหนดเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของเบส์ (Bayesian Decision-Theoretic Procedure) ทำการศึกษากับนักเรียน 25 คน ใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์จำนวน 10 ข้อ คำนวณหาค่าสูญเสียที่น้อยที่สุดของเกณฑ์ โดยกำหนดค่าแอลฟา (α) เท่ากับ 1 และค่าเบตา (β) เท่ากับ 2 พบว่า เมื่อแบ่งผู้สอบออกเป็น 2 ระดับ และกำหนดเกณฑ์เป็น .9 ผู้เข้าสอบทำได้ 9 ใน 10 ข้อ เป็นผู้รอบรู้ และเมื่อแบ่งผู้สอบออกเป็น 3 ระดับ และกำหนดเกณฑ์เป็น .6 และ .8 ผู้เข้าสอบทำได้ 7 - 9 ข้อ ต้องสอนบททบทวนใหม่อีกเล็กน้อย ส่วนผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่า 7 ข้อ เป็นผู้ไม่รอบรู้ ต้องสอนบททบทวนใหม่ทั้งหมด

เบอร์ก (Berk. 1976 : 5-7) ได้ศึกษาวิธีการเลือกจุดตัดของคะแนนในแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน พบว่า เกณฑ์ที่เหมาะสมตัดสินได้ดีที่สุด คือ .5

ฮอร์เนอร์ (Horner. 1977 : 4193-A) ทำการศึกษาใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ และแบบทดสอบอิงกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนระดับ 4 จำนวน 133 คน ในการทดสอบสองทางพบว่าสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรของแบบทดสอบทั้งสองชนิดคือ .87 ไม่มีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างแบบทดสอบทั้งสองชนิด

บลอก (Glass. 1978 : 256; citing Block. 1972) ได้ศึกษาวิธีกำหนดเกณฑ์วิชาพีชคณิตกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเกรด 8 จำนวน 91 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละไม่เกิน 25 คน ได้เกณฑ์ 5 เกณฑ์ คือ 50, 65, 75, 85 และ 95 เปอร์เซนต์ พบว่าการวัดด้านความรู้ความคิดเกณฑ์ที่ให้ผลสูงสุดคือ 95 เปอร์เซนต์ ส่วนในด้านความรู้ทักษะเกณฑ์ที่ให้ผลสูงสุด คือ 85 เปอร์เซนต์

ซึบโคเวียค (Subkoviak. 1978 : 111-116) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนานวัดความถนัดเชิงวิชาการ (Scholastic Aptitude Test) หาค่าความเชื่อมั่น 4 วิธี คือ วิธีของสวามินาธาน วิธีของฮวน วิธีของซึบโคเวียค และวิธีของมาร์แชลและแฮร์เทล โดยทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 50 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ใช้เกณฑ์ในการตัดสินเป็น 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซนต์ ผลปรากฏว่าวิธีของสวามินาธานให้ค่าประมาณที่ไม่ลำเอียงวิธีของฮวนให้ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีอื่นๆ ส่วนวิธีของซึบโคเวียคให้ค่าความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย แสดงว่าการกะประมาณค่อนข้างจะเที่ยงตรง

มาเลช (Malech. 1979 : 810 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการหาคะแนนจุดตัด 4 แบบ และการหาสัดส่วนของความแตกต่างของการจัดประเภท (Differential Classification Proportions) โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการอ่านของนักเรียนเกรด 12 การหาคะแนนจุดตัด 4 แบบ คือ แบบไบโนเมียล (Binomial Model) แบบเบย์ส์ (Bayesian Model) และอีกสองแบบของการใช้วิธีหาความน่าจะเป็น (Probabilistic Model) การหาสัดส่วนของความแตกต่างในการจัดประเภทใช้เกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์ ผลการศึกษาพบว่า ส่วนมากการหาคะแนนเกณฑ์แบบ Nodata-Dependent Model ให้ค่าคะแนนเกณฑ์สูงกว่า Data-Dependent Model ในแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบน้อยที่สุดคือ 5 ข้อ พบว่า การหาเกณฑ์ทุกวิธีให้ค่าตรงกัน

งานวิจัยที่ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ในประเทศไทยทั้งหมด จะปรากฏอยู่ในรูปวิทยานิพนธ์ หรือปริญยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

งานวิจัยที่มุ่งเน้นการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ได้แก่ งานวิจัยของกาญจนา วัฒนสุนทร (2521 : 106 - 111) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ แยกเป็น 4 ฉบับ ละ 10 ข้อ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 60 คน ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ดัชนี S ค่าความค่า

อำนาจจำแนกค่านวจากสัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น ๆ การหาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ทดลองกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินเป็น .6, .7 และ .8 คำนวณค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงโดยใช้สูตรของลิฟวิงสตันและสูตรของคาร์เวอร์ตามลำดับ พบว่าเมื่อเกณฑ์เป็น .6 จะให้ค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงสูงสุด และถ้าเกณฑ์สูงขึ้น ค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงจะลดลง

สำหรับในประเทศไทยมีงานวิจัยที่ทำการศึกษ เพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการเกี่ยวกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

สมหวัง นิธิยานูวัฒน์ (2520 : 13) ได้ทำการศึกษารื่องจุดแบ่งที่พอดีของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ทางสถิติศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 18 คน โดยเริ่มค้นหาจุดแบ่งขั้นต่ำ ซึ่งเป็นจุดตัดระหว่างการแจกแจงของคะแนนกลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานทางสถิติอย่างนำไปใช้การได้กับ กลุ่มที่ขาดความรู้พื้นฐานทางสถิติ และหาจุดแบ่งขั้นต่ำและจุดแบ่งขั้นสูง ดังกล่าวนำมาระบุหาจุดแบ่งที่พอดีของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ทางสถิติศาสตร์ ได้จุดแบ่งที่พอดีเป็น 70 เปอร์เซนต์

สมบุญ จันทอมรพร (2523 : 85) ได้ทำการศึกษาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการโดยอาศัยกระบวนการเชิงทฤษฎีการตัดสินใจของเบลล์ ใช้แบบทดสอบ 4 ฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ ได้คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 เท่ากับ 6, 5, 5 และ 5 ข้อ ตามลำดับ

สมถวิล วิจิตรวรรณ (2524 : 130) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการหารประกอบด้วยแบบทดสอบ 4 ฉบับ และทำการหาเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยจากการกำหนดของครูผู้สอน และวิธีของเบอร์กกลุ่มตัวอย่างจำนวน 370 คน ผลปรากฏว่า คะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าตั้งแต่ 50 เปอร์เซนต์ ถึง 80 เปอร์เซนต์

ประภา แก่นเพิ่ม (2524 : 143) ได้ศึกษาความถูกต้องในการกำหนดจุดตัดที่ได้จากการกำหนดเกณฑ์ระดับผ่านจุดต่ำสุด โดยเปรียบเทียบกับจุดตัดที่ได้จากผลการสอบของนักเรียนที่อยู่ในระดับคาบเส้น โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการซึ่งดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ กาญจนา วัฒนสุนทร ผลการวิจัยปรากฏว่า จุดตัดที่ได้จากการกำหนดเกณฑ์ระดับผ่านต่ำสุด เมื่อคำนวณด้วยวิธี MPL1 เท่ากับ 15.07 หรือร้อยละ 37.68 และเมื่อคำนวณด้วยวิธี MPL 2 ได้เท่ากับ 12.61 หรือร้อยละ 31.52

ไพฑูรย์ เวทการ (2524 : 82) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งออกเป็น 5 ฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ กลุ่มตัวอย่าง 268 คน หาคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ ผลปรากฏว่าคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 และฉบับที่ 5 เท่ากับ 60 เปอร์เซนต์ ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 เท่ากับ 50 เปอร์เซนต์

บุญเลิศ คำหอม (2525 : 148) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เรื่องสมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ หาคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแต่ละฉบับ โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยจากครูผู้สอนและวิธีของเบอร์ก กลุ่มตัวอย่างจำนวน 240 คน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 4 มีคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมเท่ากันคือ 55 เปอร์เซนต์ และฉบับที่ 2 และฉบับที่ 3 คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมเท่ากัน คือ 60 เปอร์เซนต์

สุโชติ สันตติวงศ์ไชย (2526 : 175) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ฉบับ หาคะแนนโดยวิธีของเบอร์ก และการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 160 คน พบว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 ได้คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมจากวิธีของเบอร์กเป็น 5, 8, 7 และ 5 คะแนนตามลำดับ หรือคิดเป็น 50 เปอร์เซนต์ สำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 คะแนนที่เหมาะสมได้จากวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ โดยได้คะแนนที่จุดตัด 10 และ 7 คะแนนตามลำดับ คิดเป็น 70 เปอร์เซนต์

วุฒิคุณ เสาวรัตน์ (2526 : 288) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ซึ่งแบ่งออกเป็น 11 ฉบับย่อย ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 137 คน หาคะแนนจุดตัดโดยใช้วิธีการของเบลล์ เบอร์ก และกลาส ปรากฏว่าคะแนนจุดตัดมีค่าตั้งแต่ 4 ถึง 8 คะแนน ซึ่งวิธีของเบอร์กเป็นวิธีที่ให้คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด

มันนี เผื่อนน้อย (2526 : 155) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ โดยแบ่งออกเป็น 4 ฉบับ ฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 จำนวน 12 ข้อ 10 ข้อ 10 ข้อ และ 10 ข้อตามลำดับ ทำการศึกษากับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 139 คน ผลการศึกษานพบว่า คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 คือ 6, 5, 5 และ 6 ตามลำดับ

เกศริน บุญเกิด (2526 : 121) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาภาษาไทย เรื่อง การเขียนสะกดคำ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 20, 20 และ 18 ข้อตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 134 คน หาคะแนนจุดตัดโดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ พบว่า

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 มีคะแนนเกณฑ์เท่ากัน คือ 60 เปอร์เซนต์ และแบบทดสอบฉบับที่ 3 มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 67 เปอร์เซนต์

ประเทือง ทาสีแดง (2527 : 177) ได้สร้างแบบทดสอบอิงโดเมน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องคู่ลำดับ และกราฟชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งออกเป็น 6 ฉบับที่คู่ขนานกัน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 167 คน หาคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เกณฑ์นับลดจาก 100 เปอร์เซนต์ กับวิธีของฮวิน พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ได้คะแนนเกณฑ์เท่ากัน คือ 80 เปอร์เซนต์ แบบทดสอบฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 ได้คะแนนเกณฑ์เท่ากัน คือ 70 เปอร์เซนต์

กำจิต เกตุสุวรรณ (2528 : 268) ได้สร้างแบบทดสอบอิงโดเมนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ชุด ชุดละ 2 ฉบับ กลุ่มตัวอย่าง 160 คน หาคะแนน เกณฑ์โดยใช้สูตร P_{max} ของฮวิน ผลปรากฏว่า แบบทดสอบคู่ขนานชุดที่ 1 ชุดที่ 2 ชุดที่ 3 และชุดที่ 4 มีคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็น 7, 9, 11 และ 15 คะแนน หรือเป็น 70, 45, 44 และ 50 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

สุรินทร์ แ่งจันทิก (2528 : 150) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องควอดรติก โดยใช้แบบทดสอบประเภทเลือกตอบและตอบสั้น ฉบับละ 10 ข้อ กลุ่มตัวอย่าง 260 คน หาคะแนนจุดตัดและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการใช้ทฤษฎี การตัดสินใจของกลาส ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบเลือกตอบ และตอบสั้น มีคะแนนจุดตัดเป็น 5 และ 2 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกัน 30 เปอร์เซนต์

รังสรรค์ มณีเล็ก (2528 : 101) ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบ ทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการกำหนดจุดตัดที่ต่างกัน 4 วิธี คือ วิธีนับถอยหลัง จาก 100 เปอร์เซนต์ วิธีของเดลสกี วิธีของเบอร์ก และวิธีของเบลล์ ทำการศึกษากับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 90 คน แบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ที่มีความเชื่อมั่นเท่ากับ .61 ความเที่ยงตรงในการตัดสินใจเท่ากับ .99 ปรากฏว่า วิธีกำหนดจุดตัดที่ให้ค่าต่ำสุด และ สูงสุด ได้แก่ วิธีนับถอยหลัง 100 เปอร์เซนต์ และวิธีของเดลสกี ตามลำดับ

สุทธวรรณ พิศักดิ์โสภณ (2529 : 117) ได้ทำการศึกษาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ อิงเกณฑ์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสภาวะอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ฉบับ หาคะ จุดโดยวิธีของเบอร์ก วิธีของกลาส และวิธีของฮวิน กลุ่มตัวอย่าง 140 คน ผลปรากฏว่า คะแนน

จุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ โดยใช้วิธีหาจุดตัด 3 วิธี ให้ค่าจุดตัดเท่ากันคือ 50 เปอร์เซนต์ ส่วนค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จะเห็นได้ว่า งานวิจัยดังกล่าวข้างต้นเป็นการศึกษาค้นคว้า เพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการเพื่อหาเกณฑ์กำหนดมาตรฐานของแบบทดสอบ ซึ่งส่วนใหญ่ยึดแนวคิดของเบอร์กเป็นวิธีการหาค่าความเที่ยงตรงยึดแนวคิดของคาร์เวอร์เป็นส่วนใหญ่ ส่วนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตรในการคำนวณที่ต่างกันไป เช่น วิธีการของสวามินาธาน วิธีการของสับโคเวียค และวิธีการของฮวิน เป็นต้น

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ยังมีค่อนข้างน้อยงานวิจัยที่ค้นคว้าได้ มีดังนี้

แฮมเบิลตัน มิลล์และไซมอน (Hambleton, Mills and Simon. 1983) ได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานขึ้นจากคอมพิวเตอร์ และใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบหาคำตอบ พบว่า แบบทดสอบที่มีความยาวมากขึ้น จะมีค่าความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น แบบทดสอบที่มีค่าความยากใกล้เคียงกัน จะมีค่าความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น ณ ที่ระดับความยาวเท่ากัน แบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง จะมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่เป็นคู่ขนานแบบสุ่มที่มีค่าการกระจายของความยากเท่ากัน และมีความยาวเท่ากัน

ฮาလာไดนาและรอยด์ (Haladyna and Roid. 1983) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของบุคคลจากการใช้แบบทดสอบต่างกัน 2 แบบ คือ แบบแรกเป็นแบบทดสอบที่สุ่มข้อสอบขึ้นมาจากประชากรข้อสอบที่มีอยู่ทั้งหมดกับแบบหลังเป็นการเลือกข้อสอบให้เหมาะกับระดับความสามารถของผู้สอบ โดยศึกษาจากรายวิชาต่าง ๆ 4 รายวิชา ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ด้วยวิธีราล์ส โมเดลมาแล้ว ข้อสอบเหล่านี้เป็นประชากรข้อสอบทั้งหมดในโดเมน จากนั้นจึงได้ทดลองสุ่มสร้างแบบทดสอบให้มีจำนวนข้อสอบเป็น 10, 20, 30 และ 40 ข้อตามลำดับแล้วศึกษาเปรียบเทียบอัตราความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างคะแนนที่สอบได้กับคะแนนโดเมนที่ประมาณได้ (The Average Absolute Difference between Observed and Domain Scores) ด้วยย่อ AAD จากแบบทดสอบที่มีความยาวระดับต่าง ๆ ที่กำหนด หาค่าด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เรียกค่าที่ได้ว่า อัตราส่วน AAD/SD) โดยในการสร้างแบบทดสอบย่อย จะมีวิธีการสร้าง 4 วิธีคือ

1. สุ่มข้อสอบขึ้นมาจากโดเมน
2. เลือกข้อสอบให้มีความยากตรงกับระดับความสามารถของผู้สอบ
3. เลือกข้อสอบให้มีความยากกระจายมากกว่าระดับความสามารถของผู้สอบเล็กน้อย
4. เลือกข้อสอบให้มีความยากกระจายมากกว่าระดับความสามารถของผู้สอบ

จากการศึกษาพบว่า การสอบที่จัดให้ข้อสอบมีความยากตรงกับ ระดับความสามารถของผู้สอบ จะทำให้ค่าอัตราส่วน AAD/SD ต่ำสุด แบบทดสอบที่ได้รับการสุ่มขึ้นมามีค่าดัชนีดังกล่าวต่ำเป็นลำดับที่สอง และแบบทดสอบที่มีความยากกระจายมากจะยังมีค่าดัชนีดังกล่าวสูงมากยิ่งขึ้น

นิคิษฐ ดัฒนวิช (2529) ได้ศึกษาเรื่องการประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น เพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เนื้อหาเรื่องการวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้แบบทดสอบที่ช่วงความยาว 10 ข้อ 14 ข้อ 20 ข้อ 25 ข้อ 28 ข้อ และ 30 ข้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 232 คน ผลปรากฏว่าจำนวนข้อสอบที่มีความเหมาะสมในการจัดสอบ เพื่อจำแนกบุคคลตามระดับการรอบรู้เริ่มจากจำนวน 20 ข้อ

ผลงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศที่ผ่านมา จะเห็นว่าแนวคิดเชิงหลักวิชาต่าง ๆ เกี่ยวกับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ได้รับการพัฒนาขึ้นมามาก โดยเฉพาะในเรื่องการหาเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ และการหาคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ส่วนการกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นยังมีการศึกษาน้อยมาก ในการพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์เท่าที่ผ่านมา การกำหนดความยาวของแบบทดสอบที่ทำกัน จังยังคงเป็นเพียงการกำหนดขึ้นมาตามที่เห็นสมควร มากกว่าที่จะยึดหลักวิชาการใด

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวกับความยากและความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ว่าควรมีจำนวนกี่ข้อจึงจะพอเหมาะ คือประกอบขึ้นด้วยข้อสอบไม่มากนัก แต่มีความสามารถจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ได้อย่างมีความถูกต้องสูง ซึ่งก็สอดคล้องกับความคิดเห็นของเบอร์ก ที่ว่าการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้จำแนกบุคคลตามระดับการรอบรู้ จะต้องคำนึงถึงความยาวของแบบทดสอบด้วย โดยผู้วิจัยกำหนดความยาวของแบบทดสอบ 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ เหตุผลที่ใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อน้อยที่สุด 20 ข้อ ผู้วิจัยกำหนดขึ้นตามข้อค้นพบของนอริกและเลวิส (Norick and Levis. 1974 : 31) และนิคิษฐ ดัฒนวิช (2529) ที่ว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ควรมีความยาวเริ่มจาก 20 ข้อ ส่วนความยาว 30 ข้อ และ 40 ข้อ ผู้วิจัยเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของจุดประสงค์การเรียนรู้ ในเนื้อหาที่ใช้สอบสำหรับการกำหนดคะแนนจุดตัด ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการของวิลคอกซ์ จากหลักการที่ว่าถ้าหากสามารถกำหนดให้ การกระจายของระดับความสามารถของบุคคลในเรื่องที่สนใจ จะทดสอบเป็นจุดต่อเนื่องในแนวเส้นตรง จากการที่ไม่มีความรู้อยู่แล้วไปจนถึงมีความรู้ในเรื่องนั้น

เป็นอย่างดี แล้วกำหนดบริเวณให้ตก บริเวณให้ผ่านและบริเวณที่เป็นจุดตัด เพื่อนำมาหาโอกาสของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตก โอกาสของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน และโอกาสของความคลาดเคลื่อนที่ถือเป็นเกณฑ์ ซึ่งแฮมเบิลตันและกรูจเตอร์ (Hambleton and Grujter. 1983) ได้นำวิธีการของวิลคอกซ์ (Wilcox. 1976) มาใช้ พบว่าการใช้ข้อสอบที่มีระดับความยากพอเหมาะกับระดับความสามารถของผู้สอบ จะลดความคลาดเคลื่อนได้มากกว่าแบบทดสอบที่ได้จากการสุ่มข้อสอบ ในการกำหนดความยาวของแบบทดสอบการกำหนดความยาวจะกระทำตรงจุดที่โอกาสของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตก หรือโอกาสของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านมีค่าสูงสุด โดยจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับโอกาสของความคลาดเคลื่อนที่ถือเป็นเกณฑ์ ส่วนการศึกษาคคุณภาพของแบบทดสอบผู้วิจัยตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ จากการหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบในชั้นเรียนกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ และตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามวิธีการของวอร์ม (Warm. 1978 : 77) จากการหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ซึ่งวอร์มได้ข้อสรุปจากการหาความเชื่อมั่น โดยวิธีนี้ว่าแบบทดสอบที่มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบสูง จะมีความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบต่ำ ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยใช้วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์จากอัตราส่วนระหว่างค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ 2 ฉบับ แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าจะมีอัตราส่วนดังกล่าวมากกว่า 1 แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าจะมีอัตราส่วนน้อยกว่า 1 และแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพเท่ากันจะมีอัตราส่วนเท่ากับ 1 โดยแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีความคลาดเคลื่อน ในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อย และผู้วิจัยได้นำวิธีการของ ฮาลาดินา และรอยด์ (Haladyna and Roid. 1983) ซึ่งศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ โดยการเปรียบเทียบอัตราความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างคะแนนที่สอบได้กับคะแนนโดเมนที่ประมาณได้ ทารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า แบบทดสอบที่มีค่าความยากตรงกับระดับความสามารถของผู้สอบ จะให้ค่าดัชนีดังกล่าวต่ำสุด ส่วนแบบทดสอบแบบสุ่มจะให้ค่าดัชนีดังกล่าวต่ำเป็นลำดับที่สอง และแบบทดสอบที่มีค่าความยากมากจะให้ค่าดัชนีดังกล่าวสูงมาก สำหรับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาทั้งหมด ผู้วิจัยได้ความรู้และแนวคิด เพื่อที่จะนำมาใช้ประกอบการวิจัย และเป็นแนวทางในการวิจัยในครั้งต่อไป

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบ
อิงเกณฑ์ที่มีความยากและความยาวต่างกัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537
สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 2,698 คน จาก
9 โรงเรียน ซึ่งเลือกโดยการสุ่มอย่างง่ายคือสุ่มโรงเรียน และสุ่มห้องเรียน การสุ่มกลุ่ม
ตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองเครื่องมือ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1,098 คน ได้จากจำนวนโรงเรียน 5 โรงเรียน 24 ห้องเรียน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เลื่อนชั้นชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 1,600 คนได้จากโรงเรียน 9 โรงเรียน
36 ห้องเรียน

รายละเอียดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองเครื่องมือ และใช้ในการวิจัยดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือ และใช้ในการวิจัยแยกตามโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียน	
	การทดลองเครื่องมือ ห้องเรียน (คน)	การวิจัย ห้องเรียน (คน)
1. วรรณสุตศึกษาลัย	5 (247)	4 (188)
2. สวงพญิง	4 (197)	4 (197)
3. บางปลาม้า		4 (189)
4. ศรีประจันต์	5 (216)	4 (178)
5. อุทอง	5 (216)	4 (209)
6. อุทองศึกษาลัย		4 (155)
7. บรรหารแจ่มใส 1	5 (222)	4 (173)
8. สวงแดงวิทยา		4 (174)
9. ดลิ่งชันวิทยา		4 (137)
รวม	24 (1,098)	36 (1,600)

จากตาราง 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองเครื่องมือ 5 โรงเรียน 24 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1,098 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 9 โรงเรียน 36 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1,600 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา คณิตศาสตร์ 4 (ค 204) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ มุมแย้ง มุมตรงข้าม สามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ กราฟ และความคล้าย ซึ่งผู้วิจัยร่วมกับครูผู้สอนวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สร้างขึ้น โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ บรรจุไว้ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) เพื่อทราบวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และจุดประสงค์ของเนื้อหาวิชาที่จะสร้างข้อสอบครั้งนี้

2. สร้างข้อสอบวัดจุดประสงค์ และเนื้อหาวิชาตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน โดยสร้างเป็นข้อสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อสอบที่สร้างขึ้นในขั้นตอนนี้มี จำนวน 200 ข้อ และเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบได้สะดวก จึงแบ่งออกเป็น 5 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ

3. นำข้อสอบ 200 ข้อ ที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นนักวัดผล การศึกษาในมหาวิทยาลัยหรือในโรงเรียน และอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ 4 (ค 204) ตัดสิน ว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่ตรงควรจะเป็นอย่างไร โดยให้ผู้ตัดสินกรอกข้อมูลลงในแบบกรอกข้อมูลที่ผู้วิจัยแนบไปพร้อมกับข้อสอบ รวบรวมผลการตัดสินของ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วเลือกเอาผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญที่มีความเห็นสอดคล้องของข้อสอบ ข้อนั้น ๆ โดยใช้เกณฑ์ตัดสินค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ตามวิธีการของโรวินELLI และ แฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton, 1978)

4. นำข้อสอบในขั้นตอนที่ 3 มาจัดเป็นแบบทดสอบ 5 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ โดยการ สุ่มข้อสอบจากจำนวน 200 ข้อ

5. นำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ไปให้นักเรียนที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 (ค204) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 1,098 คน ทำแบบทดสอบแล้วนำผลการตอบมา วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าการเดาของข้อสอบแต่ละข้อ พร้อมทั้งวิเคราะห์ความเป็นมิติเดียว ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

6. นำข้อสอบที่วิเคราะห์เป็นรายข้อแล้ว มาจัดทำเป็นแบบทดสอบ 12 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 - 3 สุ่มข้อสอบที่วิเคราะห์แล้ว จำนวน 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

ฉบับที่ 4 - 6 เลือกข้อสอบให้เป็นข้อสอบที่ง่าย คือมีค่าความยากน้อยกว่า - 0.67 จำนวน 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

ฉบับที่ 7 - 9 เลือกข้อสอบให้เป็นข้อสอบที่ยากปานกลาง คือมีค่าความยากระหว่าง - 0.67 และ + 0.67 จำนวน 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

ฉบับที่ 10 - 12 เลือกข้อสอบให้เป็นข้อสอบที่ยาก คือมีค่าความยากมากกว่า 0.67 จำนวน 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประสานงานกับกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสุพรรณบุรี เกี่ยวกับกำหนดวันเวลาในการสอบ

2. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือ จำนวน 1,098 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

3. นำผลการทดลองที่ใช้แบบทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ค่าพารามิเตอร์ของความสามารรถ และวิเคราะห์ความเป็นมิติเดียวโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อจัดทำเป็นแบบทดสอบ 12 ฉบับ ที่มีความยากและความยาวต่างกัน ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบสุ่ม จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบสุ่ม จำนวน 30 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบสุ่ม จำนวน 40 ข้อ

ฉบับที่ 4 แบบง่าย จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 5 แบบง่าย จำนวน 30 ข้อ

ฉบับที่ 6 แบบง่าย จำนวน 40 ข้อ

ฉบับที่ 7 แบบยากปานกลาง จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 8 แบบยากปานกลาง จำนวน 30 ข้อ

ฉบับที่ 9 แบบยากปานกลาง จำนวน 40 ข้อ

ฉบับที่ 10 แบบยากมาก จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 11 แบบยากมาก จำนวน 30 ข้อ

ฉบับที่ 12 แบบยากมาก จำนวน 40 ข้อ

4. นำแบบทดสอบทั้ง 12 ฉบับ ไปให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสอบแบบทดสอบ จำนวน 1,600 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อทำการศึกษาวิจัยต่อไป

5. ประสานงานกับโรงเรียนเพื่อขอข้อมูลคะแนนผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ของนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะดำเนินการโดยแบ่งเป็น 4 ตอน คือ

1. การสร้างแบบทดสอบ
2. การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ
3. การศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ
4. การกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบ

1.1 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรง โดยใช้ดัชนีของ โรวินเนลลี และ แฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton. 1978) วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Index of Item - Objective Congruence) ตรวจสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งใช้เกณฑ์ตัดสินค่าดัชนีความสอดคล้อง มากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่สอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ถ้าดัชนีดังกล่าวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ก็ถือว่าข้อสอบนั้นไม่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ซึ่งค่าดัชนีนี้คำนวณได้จากสูตร

$$IOC = \frac{R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

R คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 การวิเคราะห์รายข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป BILOG เวอร์ชัน 3.04 (Mislevy and Bock. 1990) หาค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) ค่าการเดา (c) และค่าความสามารถ (θ) และโปรแกรมสำเร็จรูป BICAL เวอร์ชัน 3 (Wright and Mead. 1978) หาค่าความยาก (b)

1.3 คำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบแต่ละฉบับมาคำนวณ ณ ระดับความสามารถจาก -4.00 ถึง +4.00

โดยในการวิจัยนี้กำหนด θ มีค่าแตกต่างกันช่วงละ .05 ซึ่งจะได้ค่า θ รวม 161 ค่า ดังนี้ -4.00, -3.95, ..., +4.00 การคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ จากสูตร (Lord. 1980 : 73)

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^m I(\theta, u_i)$$

$$I(\theta, u_i) = \frac{D^2 a_i^2 (1 - c_i)}{(c_i + e^{D L_i}) (1 + e^{-D L_i})^2} \quad ; \quad D = 1.7$$

$e = 2.71828$

และ $L_i = a_i(\theta - b_i)$

และคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีความสามารถตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูก จากสูตร (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 37)

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{D a_i (\theta - b_i)}}{1 + e^{D a_i (\theta - b_i)}}$$

1.4 คำนวณค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ณ ระดับความสามารถต่าง ๆ จาก -4.00 ถึง +4.00 โดยกำหนดค่า θ เหมือนข้อ 1.3 คำนวณค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ จากสูตร (Lord 1982 : 199)

$$\xi = \sum_{i=1}^n P_i(\theta)$$

1.5 การคำนวณค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺

1.6 การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าการเดา จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺

1.7 การวิเคราะห์ความเป็นมิติเดียว ผลการสอบข้อสอบทั้ง 200 ข้อ ที่สอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน วิเคราะห์ความเป็นมิติเดียวด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) โดยสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component) แล้วหมุนแกนด้วยวิธีแวนแมกซ์ (Varimax) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺

1.8 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ตามวิธีการของวอร์ม (Warm. 1978 : 77) มีวิธีการดังนี้

1) หาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ (Item Information Function) $I(\theta, u_i)$ จากสูตร

$$I(\theta, u_i) = \frac{D^2 a_i^2 (1 - c_i)}{(c_i + e^{DL_i}) (1 + e^{-DL_i})^2} \quad ; \quad D = 1.7$$

$$e = 2.71828$$

และ $Li = ai(\theta - bi)$

2) หาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function) $I(\theta)$ จากสูตร

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^m I(\theta, u_i)$$

3) หาค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า จากสูตร

$$SEE = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}}$$

4) หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) r คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ จากสูตร

$$r = 1 - \overline{SEE}^2$$

ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 การกำหนดคะแนนจุดตัด โดยประยุกต์ใช้แนวคิด ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ตามวิธีการของวิลคอกซ์ (Hambleton and Griijter. 1983 : 361; citing Wilcox. 1976) ดังนี้

- 1) กำหนดคะแนนโดเมนที่เป็นจุดตัดที่ต้องการ
- 2) แปลงคะแนนโดเมนให้เป็นค่าความสามารถ

โดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนโดเมน (η) กับความสามารถ (θ)

$$\eta = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_i(\theta)$$

เมื่อ η คือ คะแนนโดเมน

m คือ จำนวนข้อในกลุ่มตัวอย่างของข้อสอบ

$P_i(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ตอบข้อ i ถูกต้องของผู้ที่มีความสามารถ θ

โดยที่ $\theta = -4.00, -3.95, \dots +4.00$

(Lord. 1980 ; Lord and Novick. 1968)

- 3) คำนวณคะแนนจุดตัด พิจารณาค่าที่เป็นจำนวนเต็ม จากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{คะแนนจุดตัด} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_i(\theta)$$

2.2 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบตามวิธีการของวอร์ม (Warm. 1978 : 77) ดังรายละเอียดในข้อ 1.8

2.3 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรง หรือความสอดคล้องของคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับกับคะแนนผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ด้วยการ หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment correlation) (Ferguson. 1981 : 214) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺

ตอนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

3.1 การวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) ของแบบทดสอบมีวิธีการดังนี้

3.1.1 หาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบทุกฉบับ จากสูตร

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^m I\{\theta, u_i\}$$

3.1.2 หาอัตราส่วนระหว่างค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบเป็นรายคู่ จากสูตร (Lord. 1980 : 83)

$$RE\{y_1, y_2\} = I(\theta, y_1) / I(\theta, y_2)$$

การแปลความหมายค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์

$RE\{y_1, y_2\} = 1$ แสดงว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีประสิทธิภาพเท่ากัน

$RE\{y_1, y_2\} > 1$ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2

$RE\{y_1, y_2\} < 1$ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2

3.2 การวิเคราะห์ดัชนีความคลาดเคลื่อน ในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (AAD/SD) ตามวิธีการของฮาลาดายนา และรอยด์ (Haladyna and Roid. 1983) จากการเปรียบเทียบอัตราความแตกต่างเฉลี่ยระหว่าง คะแนนสอบที่ได้กับคะแนนโดเมนที่ประมาณได้จากแบบทดสอบที่มีระดับความยาวต่าง ๆ ที่กำหนด (The Average Absolute Difference between Observed and Domain Scores หรือ AAD) หาคด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 4 การกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

การกำหนดความยาวของแบบทดสอบ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ตามวิธีการของแฮมเบิลตัน และกรูจิเตอร์ (Hambleton and Gruijter. 1983) มีวิธีการดังนี้

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนโดเมน (π) กับความสามารถ (θ)

$$\pi = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_i(\theta)$$

เมื่อ π คือ คะแนนโดเมน

m คือ จำนวนข้อในกลุ่มตัวอย่างข้อสอบ

$P_i(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ข้อ i ถูกต้องของผู้ที่มีความสามารถ θ

2. หาระดับเกณฑ์มาตรฐาน หรือจุดตัด (π_0) จากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\pi_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_i(\theta_0)$$

$P_i(\theta_0)$ คือ โอกาสที่ผู้สอบที่มีความสามารถตรงกับระดับเกณฑ์มาตรฐานที่อยู่ในรูปคะแนนโดเมนจะทำข้อสอบที่ i ได้

3. ใช้วิธีของวิลคอกซ์ (Wilcox, 1976) กำหนดช่วงขึ้นมาช่วงหนึ่ง เรียกว่า Difference Zone ที่กระจายในมาตรวัดคะแนนโดเมน (Domain Scale) (π_i, π_u) โดยกำหนดให้ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้ที่ไม่รอบรู้สอบผ่านที่ π_i ใช้สัญลักษณ์ P_i และความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้รอบรู้สอบตกที่ π_u ใช้สัญลักษณ์ P_u ซึ่งความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว m ข้อ ใช้สัญลักษณ์ P_m

4. กำหนดความยาวของแบบทดสอบกระทำตรงจุด (Hambleton and Swaminathan, 1985 : 261)

$$P_m = \text{Max} (P_i, P_u) \leq P^*$$

เมื่อ	P_m	คือ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว m ข้อ
	P_1	คือ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ที่ไม่รอบรู้ สอบผ่าน
	P_u	คือ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้รอบรู้สอบตก
	P^*	คือ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ถือเป็นเกณฑ์ หรือความน่า จะเป็นของความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบ
อิงเกณฑ์ที่มีความยากและความยาวต่างกัน ผู้วิจัยแบ่งการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4
ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ
- ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ
- ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ
- ตอนที่ 4 ผลการกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละตอน มีดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

1.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

จากการตรวจสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อสอบแต่ละข้อ ว่าจะมีความ
เที่ยงตรงตามเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการตอบของผู้
เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยใช้ดัชนีความ
สอดคล้องของโรวินัลลี และแยมเบิลตัน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 7 - 11

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1

ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง	ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง
1	0.6	21	0.6
2	0.7	22	0.9
3	0.8	23	1.0
4	0.9	24	1.0
5	0.7	25	0.8
6	0.6	26	0.9
7	0.9	27	0.9
8	0.6	28	0.6
9	0.8	29	0.9
10	0.7	30	0.8
11	1.0	31	0.8
12	0.6	32	1.0
13	0.8	33	0.7
14	0.7	34	0.9
15	0.8	35	0.8
16	1.0	36	1.0
17	1.0	37	0.9
18	0.9	38	0.7
19	0.8	39	0.7
20	0.9	40	0.9

จากตาราง 7 แสดงว่าเมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องสูงสุด 1.0 และต่ำสุด 0.6 แปลความหมายได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ตัดสินที่ว่าถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2

ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง	ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง
1	0.7	21	0.8
2	0.6	22	0.7
3	0.8	23	0.9
4	0.7	24	0.6
5	0.6	25	1.0
6	0.9	26	0.6
7	0.6	27	0.9
8	0.9	28	0.9
9	0.8	29	0.8
10	0.6	30	0.9
11	0.8	31	0.9
12	0.7	32	0.8
13	0.8	33	0.6
14	0.8	34	0.7
15	0.8	35	0.8
16	0.6	36	0.6
17	0.8	37	0.7
18	0.6	38	0.9
19	1.0	39	0.8
20	0.6	40	0.6

จากตาราง 8 แสดงว่าเมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องสูงสุด 1.0 และต่ำสุด 0.6 แปลความหมายได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ตัดสินที่ว่าถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 3

ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง	ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง
1	0.6	21	1.0
2	0.7	22	1.0
3	0.6	23	0.6
4	0.8	24	0.9
5	1.0	25	1.0
6	0.6	26	0.6
7	1.0	27	0.8
8	1.0	28	1.0
9	0.6	29	0.9
10	0.8	30	1.0
11	0.9	31	0.8
12	0.8	32	1.0
13	0.8	33	0.6
14	0.9	34	0.7
15	1.0	35	0.6
16	0.8	36	0.8
17	0.7	37	0.9
18	0.9	38	1.0
19	0.8	39	1.0
20	1.0	40	0.6

จากตาราง 9 แสดงว่าเมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 3 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องสูงสุด 1.0 และต่ำสุด 0.6 แปลความหมายได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 3 มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ตัดสินที่ว่าถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 4

ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง	ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง
1	0.6	21	0.7
2	1.0	22	0.6
3	1.0	23	0.6
4	0.8	24	0.8
5	1.0	25	0.9
6	0.8	26	0.6
7	0.9	27	1.0
8	1.0	28	1.0
9	1.0	29	1.0
10	1.0	30	0.6
11	1.0	31	0.9
12	0.7	32	1.0
13	0.8	33	0.9
14	0.9	34	1.0
15	1.0	35	0.6
16	0.8	36	1.0
17	0.8	37	0.9
18	0.9	38	1.0
19	0.8	39	1.0
20	0.9	40	0.6

จากตาราง 10 แสดงว่าเมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 4 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องสูงสุด 1.0 และต่ำสุด 0.6 แปลความหมายได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ตัดสินที่ว่าถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5

ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง	ข้อ	ดัชนีความสอดคล้อง
1	0.9	21	0.9
2	0.9	22	1.0
3	0.8	23	0.8
4	0.9	24	0.9
5	0.8	25	0.8
6	0.9	26	0.9
7	0.8	27	0.8
8	0.8	28	0.9
9	0.9	29	0.6
10	1.0	30	1.0
11	0.6	31	1.0
12	1.0	32	1.0
13	0.9	33	1.0
14	0.8	34	1.0
15	1.0	35	0.6
16	0.6	36	0.7
17	0.9	37	0.8
18	0.9	38	0.9
19	1.0	39	0.8
20	0.7	40	1.0

จากตาราง 11 แสดงว่าเมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องสูงสุด 1.0 และต่ำสุด 0.6 แปลความหมายได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 5 มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ตัดสินที่ว่าถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำผลการตอบแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 มาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ 5 ฉบับ

ค่าสถิติ	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5
จำนวนข้อสอบ	40	40	40	40	40
จำนวนผู้สอบ	216	247	222	215	196
คะแนนเต็ม	40	40	40	40	40
คะแนนสูงสุด	37	38	36	37	36
คะแนนต่ำสุด	5	5	4	11	9
คะแนนเฉลี่ย	20.06	18.77	20.65	23.62	19.51
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.42	6.46	5.63	5.63	5.85

จากตาราง 12 แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด คือ 18.77 และ 6.46 ตามลำดับ ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด คือ 23.62 และ 5.63 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ยากที่สุด แบบทดสอบฉบับที่ 4 ง่ายที่สุด

1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยนำผลการตอบแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ มาวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป BILOG เวอร์ชัน 3.04 (Mislevy and Bock, 1990) ปรากฏว่ามีข้อสอบบางข้อไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากได้ คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 ข้อ 12 และ 26 แบบทดสอบฉบับที่ 2 ข้อ 22 แบบทดสอบฉบับที่ 3 ข้อ 19 แบบทดสอบฉบับที่ 4 ข้อ 1 แบบทดสอบฉบับที่ 5 ข้อ 4 9 11 23 และ 28 ดังนั้นผู้วิจัยจึงประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากในแบบทดสอบและข้อดังกล่าวด้วยกราฟ ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากที่วิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูป BILOG เวอร์ชัน 3.04 กับโปรแกรม BICAL เวอร์ชัน 3 (Wright and Mead, 1978) ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบแต่ละฉบับแสดงดังตาราง 13-17 และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าอำนาจจำแนกค่าความยากและค่าการเดาของแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ONE-WAY ANALYSIS OF VARIANCE) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน สรุปได้ดังตาราง 18 - 22

ตาราง 13 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 1

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	1.168	- .037	.302
2	1.439	.526	.122
3	.377 *	-1.552	.261
4	1.097	.317	.197
5	1.224	- .095	.239
6	1.470	- .324	.171
7	1.550	.096	.241
8	1.051	.060	.295
9	.611	- .083	.307
10	.467	- .798	.268
11	.730	.636	.179
12	.542	1.450	.234
13	.924	3.442	.376 **
14	.842	2.228	.132
15	.937	1.617	.080 *
16	.720	.024	.257
17	1.088	.756	.295
18	.501	.158	.253
19	1.303	2.117	.196
20	.620	2.536	.227
21	1.966 **	.516	.146
22	.760	.213	.217
23	.868	.861	.263
24	.622	.268	.222
25	.691	.711	.209
26	.407	3.450 **	.234

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.705	-1.712 *	.235
28	.761	- .764	.254
29	.709	.080	.235
30	1.496	.920	.204
31	.529	- .882	.232
32	.971	2.211	.302
33	.677	.856	.213
34	.707	.239	.228
35	.669	1.937	.257
36	.952	2.462	.255
37	.633	1.212	.206
38	.625	2.146	.223
39	.729	2.892	.278
40	.357	- .459	.262
ค่าเฉลี่ย	.861	.794	.233
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.364	1.251	.055

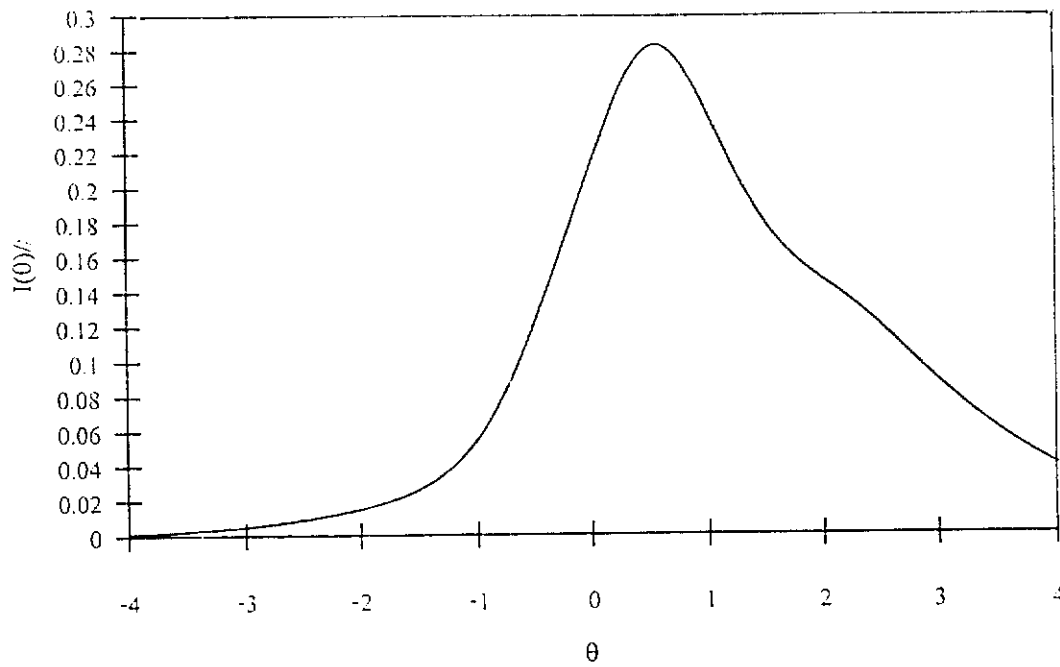
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

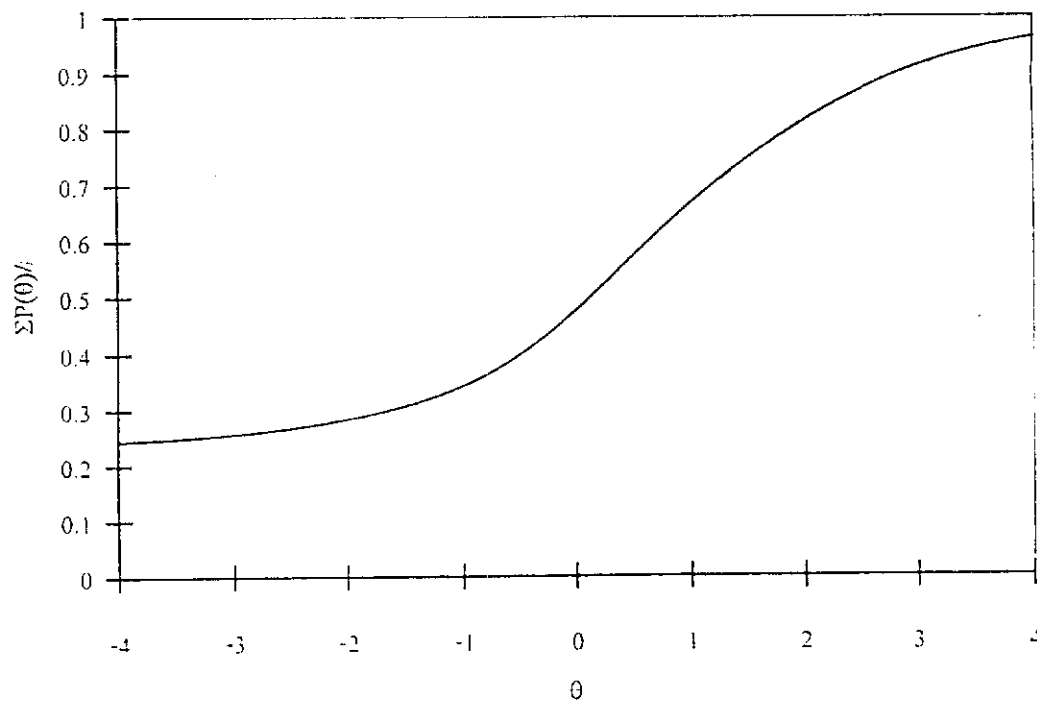
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 1 จากตาราง 13 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 3.450 และต่ำสุด -1.712 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .794 และ 1.251 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าสูงสุด 1.966 และต่ำสุด .337 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .861 และ .364 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ มีค่าสูงสุด .376 และต่ำสุด .080 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .233 และ .055 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ ระหว่าง -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .058 ถึง 11.294 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.55 และแบบทดสอบฉบับที่ 1 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 9.757 ถึง 38.519 (ดังตาราง 49 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 7 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพ ได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 7 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 7 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 7 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันซึ่งเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 7 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1



ภาพประกอบ 7 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1

ภาพประกอบ 7 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
ฉบับที่ 1

ตาราง 14 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 2

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.952	.820	.199
2	.823	1.437	.260
3	1.248	-1.139 *	.220
4	.855	1.074	.223
5	.902	- .175	.209
6	.981	2.632	.287
7	1.192	3.334 **	.236
8	1.146	1.391	.181
9	.531	- .847	.247
10	1.283	- .003	.188
11	1.212	- .713	.228
12	.638	.491	.287
13	1.927 **	.961	.269
14	1.365	.885	.227
15	.854	1.737	.274
16	1.032	2.822	.250
17	.447	- .298	.237
18	.683	- .652	.256
19	1.284	1.195	.252
20	1.264	.183	.144 *
21	1.095	- .067	.185
22	.554	2.750	.223
23	.968	2.128	.147
24	.992	1.837	.154
25	.901	- .598	.215
26	.883	.353	.226

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.694	- .721	.217
28	.644	- .156	.246
29	1.923	2.280	.284
30	1.031	2.796	.214
31	1.230	1.406	.304 **
32	.955	2.226	.211
33	1.100	.977	.148
34	1.073	.887	.174
35	1.287	1.366	.217
36	1.041	2.342	.225
37	1.650	1.535	.204
38	.823	1.280	.222
39	1.756	1.679	.202
40	.420 *	- .682	.250
ค่าเฉลี่ย	1.041	.968	.224
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.357	1.212	.039

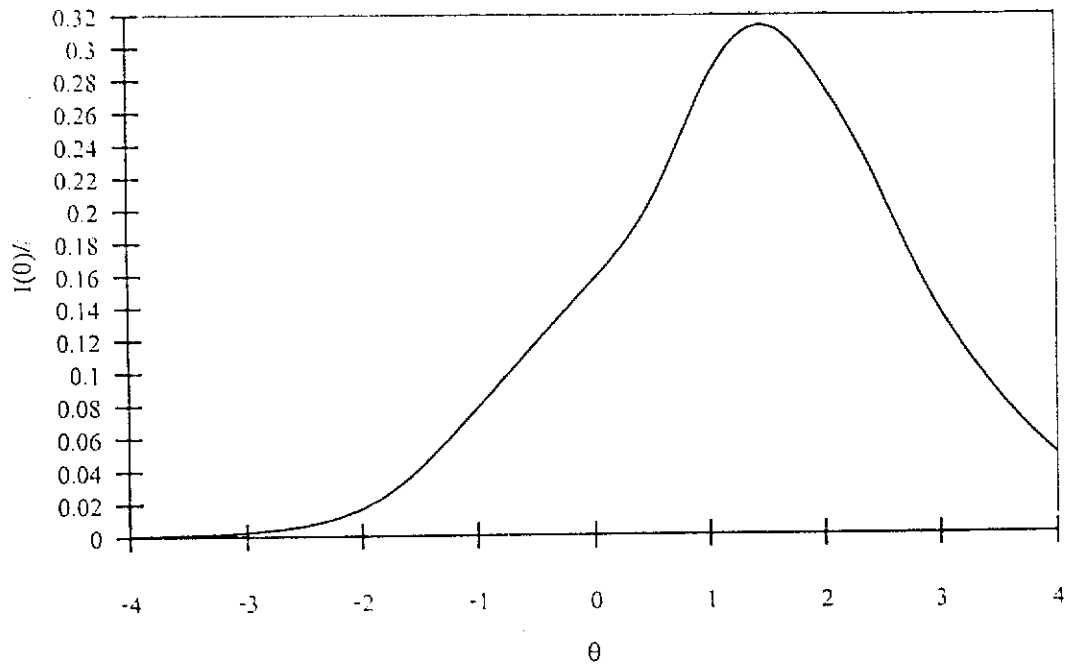
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

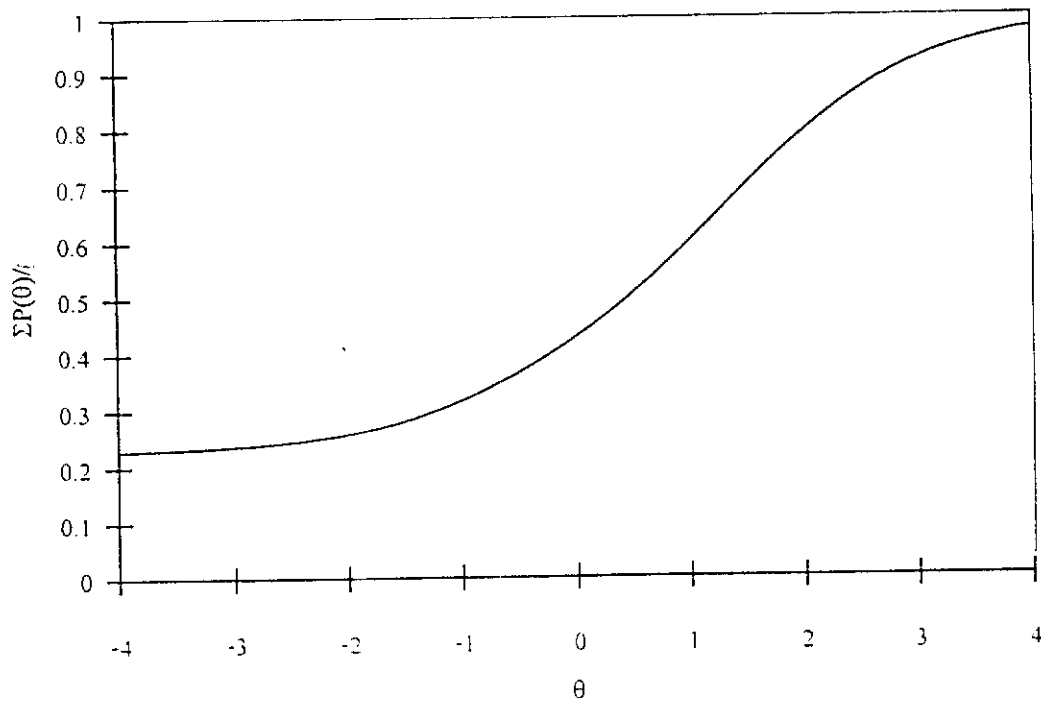
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 2 จากตาราง 14 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 3.334 และต่ำสุด -1.139 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .968 และ 1.212 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าสูงสุด 1.927 และต่ำสุด .420 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.041 และ .357 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ มีค่าสูงสุด .304 และต่ำสุด .144 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .224 และ .039 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ ระหว่าง -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .023 ถึง 12.494 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.45 และแบบทดสอบฉบับที่ 2 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 9.151 ถึง 39.085 (ดังตาราง 50 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 8 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพ ได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 8 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 8 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 8 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันซึ่งเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 8 (ก) โค้งการสั่นพ้องของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2



ภาพประกอบ 8 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2

ภาพประกอบ 8 โค้งการสั่นพ้องของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 2

ตาราง 15 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 3

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.852	1.804	.267
2	.708	1.502	.200
3	.950	.432	.245
4	.791	4.511 **	.277
5	1.644	1.898	.211
6	.852	1.122	.267
7	.543	- .601	.251
8	1.025	2.412	.126 *
9	.841	2.167	.290
10	.820	.221	.217
11	.940	- .026	.209
12	1.157	.525	.202
13	.769	-1.172	.221
14	.845	2.013	.165
15	.706	-1.625 *	.242
16	.573	- .714	.308
17	.464	- .801	.257
18	.983	1.288	.242
19	.544	3.050	.245
20	.342 *	1.702	.339
21	.446	2.432	.379 **
22	.653	-1.521	.250
23	.708	1.111	.174
24	.371	.317	.319
25	1.749	- .432	.219
26	1.935 **	- .481	.174

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.747	- .913	.224
28	.840	.149	.194
29	1.367	- .485	.260
30	.698	.326	.294
31	.803	2.762	.290
32	.847	2.937	.261
33	.730	3.320	.225
34	.755	3.900	.225
35	.863	2.978	.365
36	.869	1.175	.226
37	.888	3.091	.267
38	.573	.483	.258
39	.427	.293	.264
40	.625	.536	.179
ค่าเฉลี่ย	.831	1.042	.246
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.342	1.573	.053

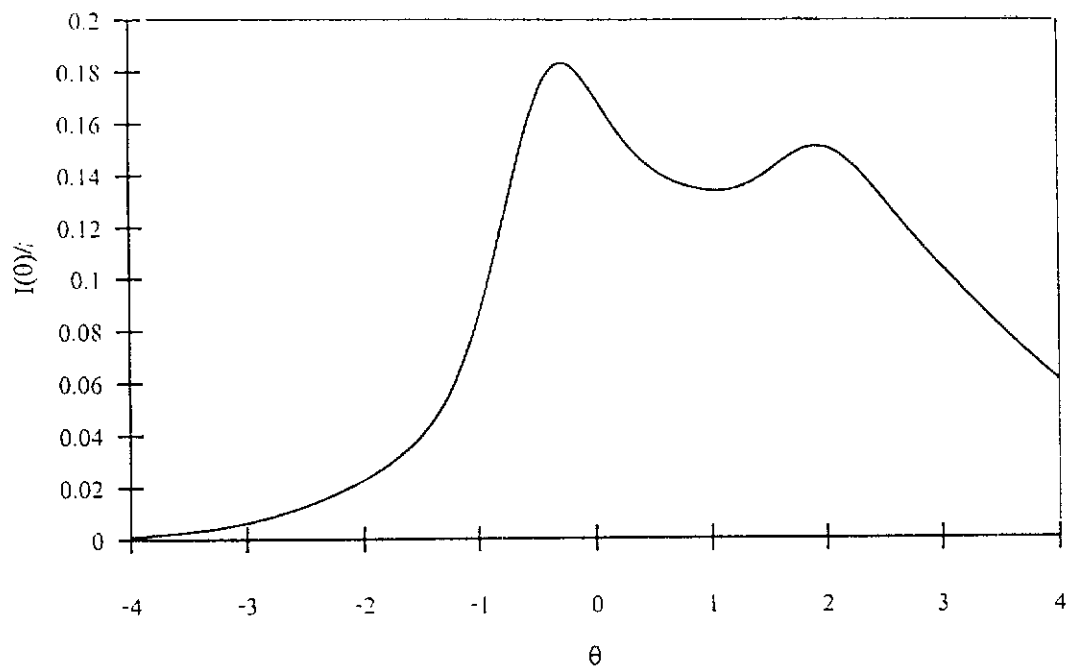
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

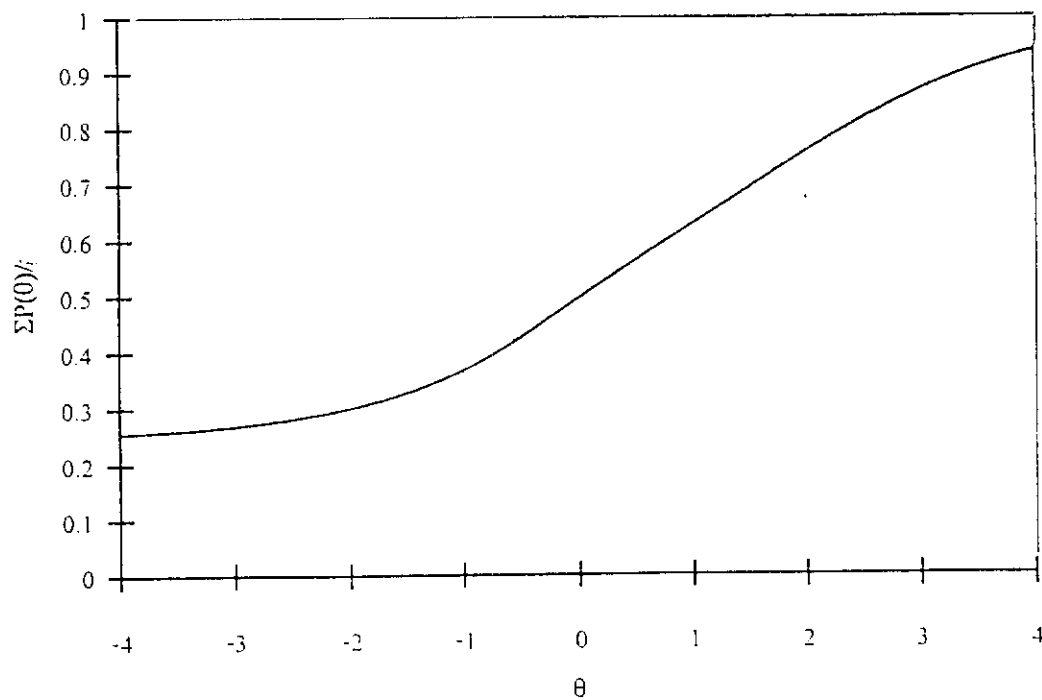
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 3 จากตาราง 15 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 4.511 และต่ำสุด -1.625 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.042 และ 1.573 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าสูงสุด 1.935 และต่ำสุด .342 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .831 และ .342 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ มีค่าสูงสุด .379 และต่ำสุด .126 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .246 และ .053 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ ระหว่าง -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.047$ ถึง 7.309 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ -0.30 และแบบทดสอบฉบับที่ 3 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 10.195 ถึง 37.432 (ดังตาราง 51 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 9 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพ ได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 9 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ฉบับที่ 3 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 9 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 3 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 9 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันซึ่งเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 9 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ฉบับที่ 3



ภาพประกอบ 9 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 3

ภาพประกอบ 9 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
ฉบับที่ 3

ตาราง 16 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 4

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.590	3.050 **	.330
2	.551	1.816	.305
3	.932	.893	.235 *
4	1.331	.990	.442 **
5	.773	-.690	.365
6	.641	1.418	.301
7	.862	1.689	.312
8	1.043	1.926	.258
9	.881	1.104	.290
10	.802	.016	.349
11	1.099	.340	.278
12	.691	1.875	.283
13	.876	.350	.432
14	.466	-1.321	.351
15	.234 *	-1.027	.385
16	.697	2.130	.344
17	.611	.429	.334
18	1.457 **	1.041	.254
19	.305	- .315	.383
20	.758	- .450	.276
21	.460	-2.052	.340
22	.797	.636	.292
23	.729	- .900	.373
24	.951	- .328	.304
25	.978	- .718	.299
26	.847	.305	.366

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.759	- .649	.306
28	.688	-1.268	.325
29	.594	-2.420 *	.326
30	.629	.683	.383
31	.778	1.454	.270
32	.759	2.917	.406
33	.315	- .314	.356
34	.794	.251	.329
35	.679	.703	.305
36	.908	1.785	.378
37	.534	1.458	.432
38	.933	.459	.333
39	.948	.658	.268
40	.619	1.735	.394
ค่าเฉลี่ย	.758	.489	.332
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.246	1.274	.051

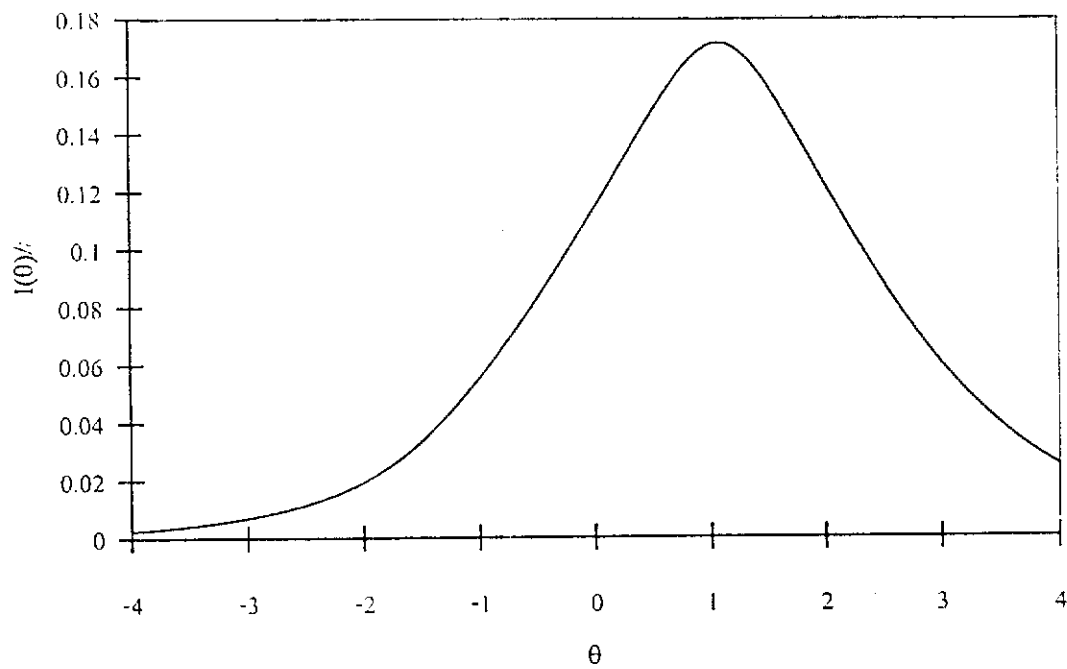
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

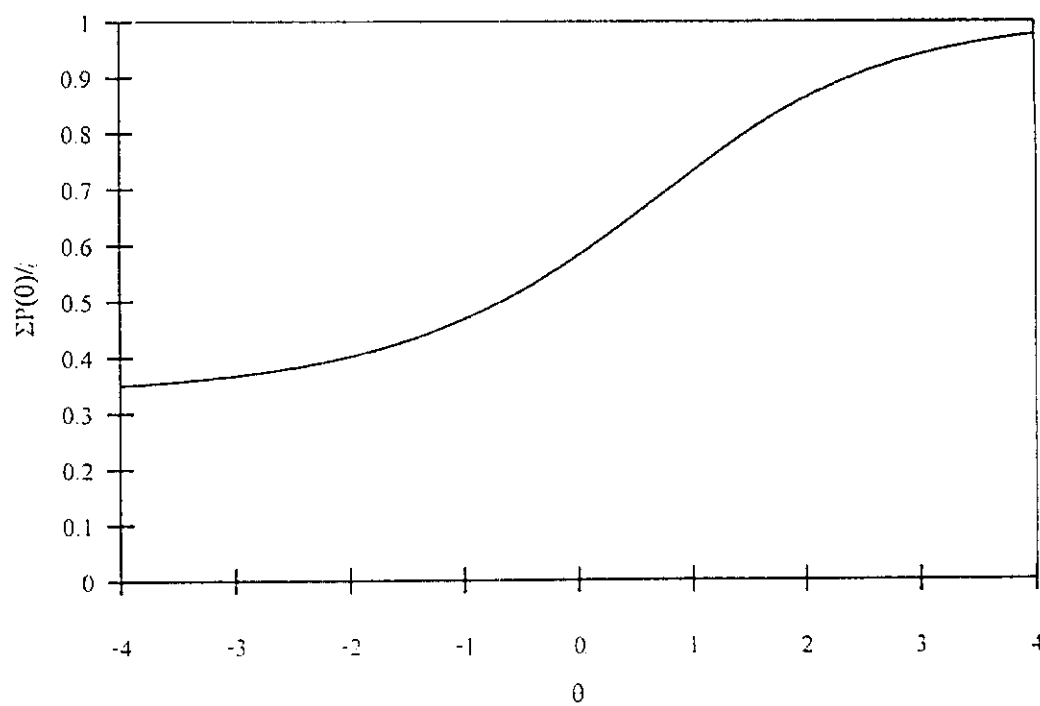
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 4 จากตาราง 16 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 3.050 และต่ำสุด -2.420 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .489 และ 1.274 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าสูงสุด 1.457 และต่ำสุด .234 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .758 และ .246 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ มีค่าสูงสุด .442 และต่ำสุด .235 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .332 และ .051 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ ระหว่าง -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .096 ถึง 6.833 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.10 และแบบทดสอบฉบับที่ 4 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 14.003 ถึง 38.965 (ดังตาราง 52 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 10 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพ ได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 10 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ฉบับที่ 4 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 10 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 4 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 10 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันซึ่งเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 10 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ฉบับที่ 4



ภาพประกอบ 10 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 4

ภาพประกอบ 10 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 4

ตาราง 17 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 5

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.266	- .506	.176
2	.431	1.070	.168
3	.610	- .114	.153
4	.278	3.750	.158
5	.796	.343	.117
6	.582	1.792	.201
7	.422	- .804	.161
8	.991	.643	.111
9	.240	4.550 **	.158
10	.835	1.382	.173
11	.222 *	3.250	.158
12	1.081	1.699	.112
13	.754	1.011	.168
14	.371	.722	.178
15	1.068	1.433	.054 *
16	.389	3.501	.197
17	.738	2.619	.236 **
18	.636	-2.131	.156
19	.555	.347	.154
20	.972	1.650	.207
21	.369	1.788	.193
22	.573	1.581	.179
23	.347	3.450	.158
24	.782	.342	.153
25	.503	- .424	.163
26	.466	- .638	.160

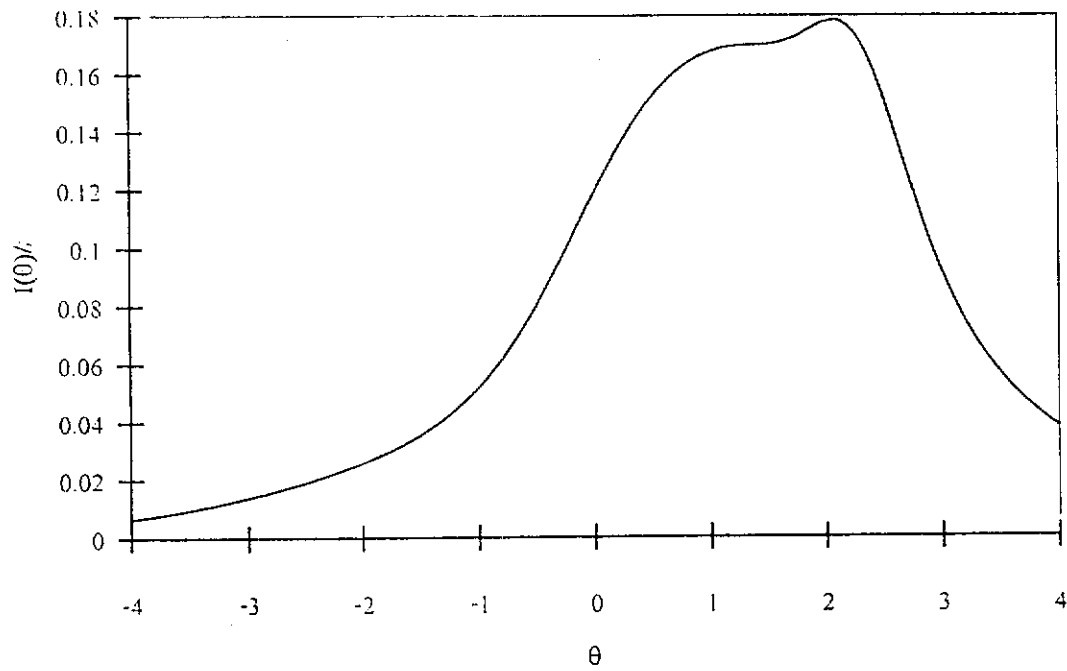
ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.578	3.441	.113
28	1.930 **	2.250	.125
29	.278	1.028	.204
30	.875	.754	.135
31	.905	.893	.152
32	.784	1.430	.122
33	.762	2.633	.165
34	.462	1.697	.166
35	1.183	.243	.090
36	.929	.140	.119
37	.309	- .687	.169
38	.742	- .913	.151
39	.499	-2.602	.158
40	.372	-3.479 *	.160
ค่าเฉลี่ย	.647	.978	.156
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.334	1.741	.034

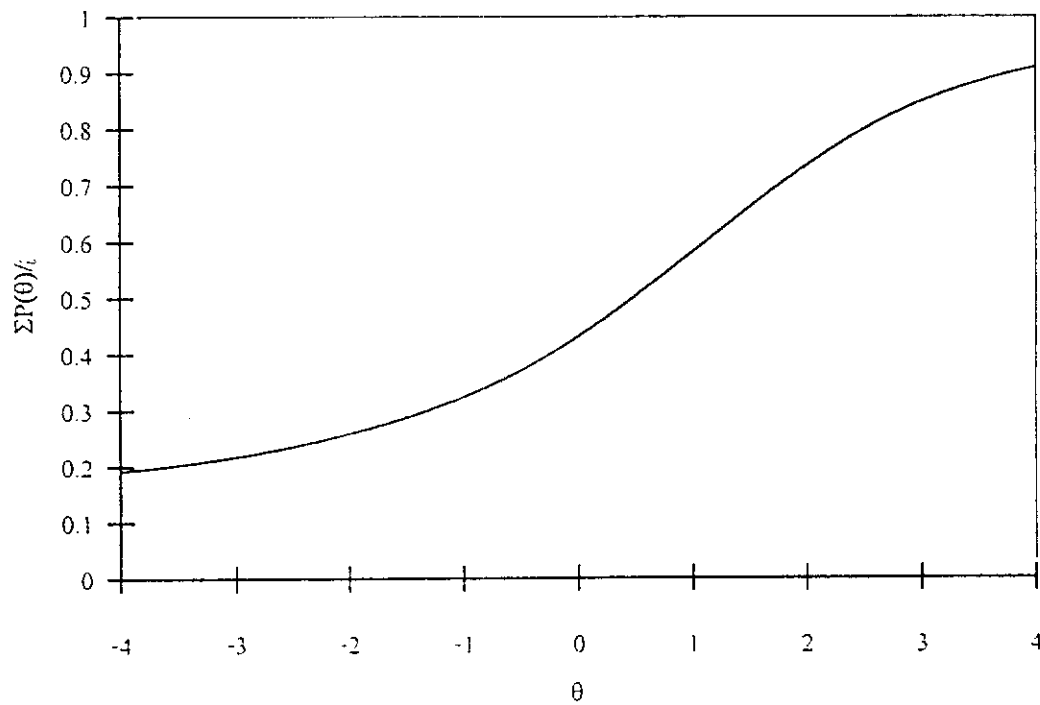
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 5 จากตาราง 17 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 4.550 และต่ำสุด -3.479 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .978 และ 1.741 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าสูงสุด 1.930 และต่ำสุด .222 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .647 และ .334 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ มีค่าสูงสุด .236 และต่ำสุด .054 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .156 และ .034 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 11 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5



ภาพประกอบ 11 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5

ภาพประกอบ 11 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 5

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ 5 ฉบับ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3.3728	4	.8432	7.6722*
ภายในกลุ่ม	21.4175	195	.1098	
รวม	24.7904	199		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 18 แสดงว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกเป็นรายคู่ได้ผลดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ 5 ฉบับ

แบบทดสอบ	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5
ฉบับที่ 1	-	.1801*	.0303	.1035	.2143*
ฉบับที่ 2		-	.2104*	.2836*	.3944*
ฉบับที่ 3			-	.0732	.1840*
ฉบับที่ 4				-	.1108
ฉบับที่ 5					-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทีละคู่ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ก็คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2, ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 5, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 4, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 5 และ ฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 5 ที่เหลือนอกนั้นค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของแบบทดสอบ 5 ฉบับ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	8.0283	4	2.0071	.9955
ภายในกลุ่ม	393.1349	195	2.0161	
รวม	401.1632	199		

จากตาราง 20 แสดงว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าความยากของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเดาของแบบทดสอบ 5 ฉบับ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	.6380	4	.1595	71.6801*
ภายในกลุ่ม	.4339	195	.0022	
รวม	1.0720	199		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 21 แสดงว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าการเดาของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าการเดาเป็นรายคู่ ได้ผลดังตาราง 22

ตาราง 22 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าการเจาะของแบบทดสอบ 5 ฉบับ

แบบทดสอบ	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5
ฉบับที่ 1	-	.0090	.0131	.0997*	.0768*
ฉบับที่ 2		-	.0221*	.1087*	.0678*
ฉบับที่ 3			-	.0866*	.0899*
ฉบับที่ 4				-	.1765*
ฉบับที่ 5					-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 22 แสดงว่าผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าการเจาะของแบบทดสอบทีละคู่ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ก็คือแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 4, ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 5, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 4, ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 5, ฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 4, ฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 5, ฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5 ที่เหลือนอกนั้นค่าการเจาะไม่แตกต่างกัน

1.4 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบ

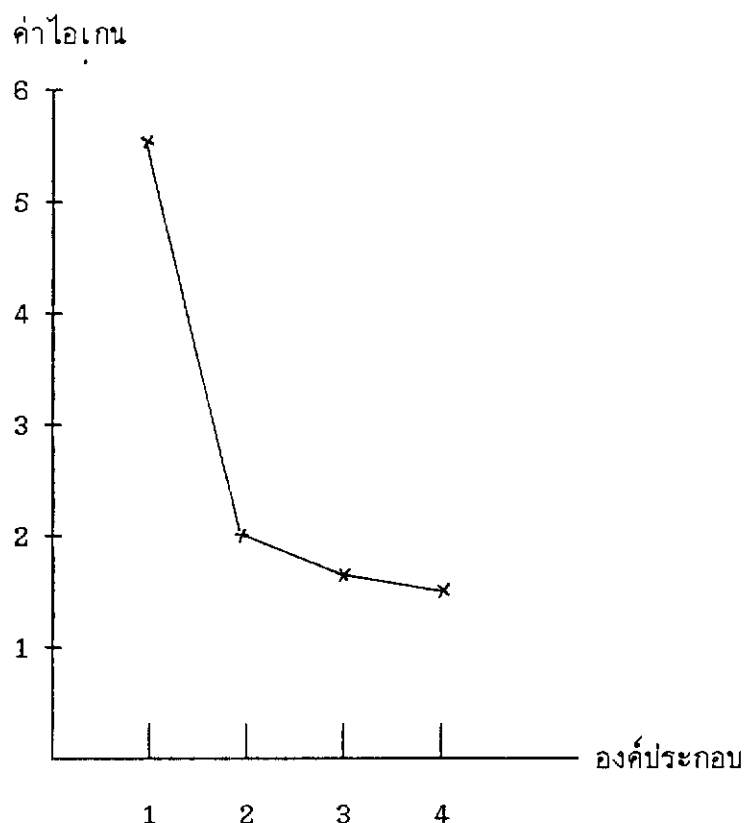
จากข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่กำหนดว่า แบบทดสอบต้องวัดเพียงมิติเดียวนั้น ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 5 ฉบับ มาตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก แล้วหมุนแกนด้วยวิธีแวนแมกซ์ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 23 - 28

ตาราง 23 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 1

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน
1	5.514
2	2.010
3	1.762
4	1.715
5	1.633
6	1.423
7	1.413
8	1.311
9	1.273
10	1.233
11	1.171
12	1.149
13	1.053
14	1.022

จากตาราง 23 แสดงว่าเมื่อนำข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 1 มาวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 14 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 5.514 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 2.010 1.762 และ 1.715 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุด 4 ค่าแรก มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกน ได้ภาพดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 1

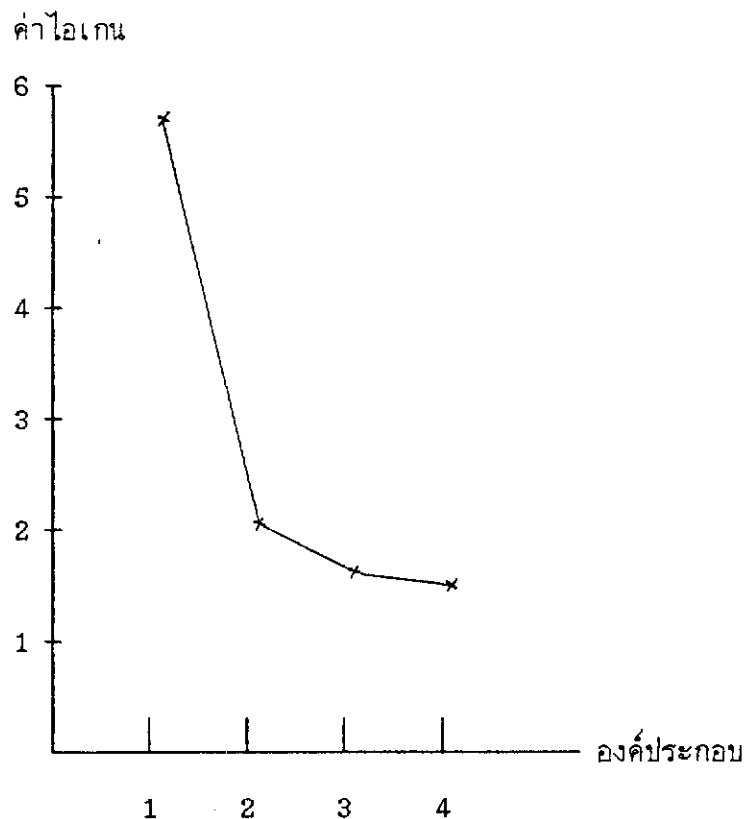
เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบของแบบทดสอบฉบับที่ 1 จากตาราง 23 ประกอบกับ ภาพประกอบ 12 จะเห็นว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 โดยมากกว่าประมาณ 3 เท่า แต่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบที่ 4 เพียงเล็กน้อย แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 40 ข้อ สามารถวัดคุณลักษณะที่เด่นเพียง 1 คุณลักษณะ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ตามข้อเสนอแนะของแฮมเบิลตัน (Hambleton and swaminathan. 1985 : 17 ; Lord. 1980 : 21)

ตาราง 24 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 2

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน
1	5.613
2	2.036
3	1.647
4	1.563
5	1.472
6	1.420
7	1.341
8	1.248
9	1.244
10	1.210
11	1.174
12	1.128
13	1.105
14	1.071

จากตาราง 24 แสดงว่าเมื่อนำข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 14 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 5.613 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 2.036 1.647 และ 1.563 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุด 4 ค่าแรก มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกน ได้ภาพดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 2

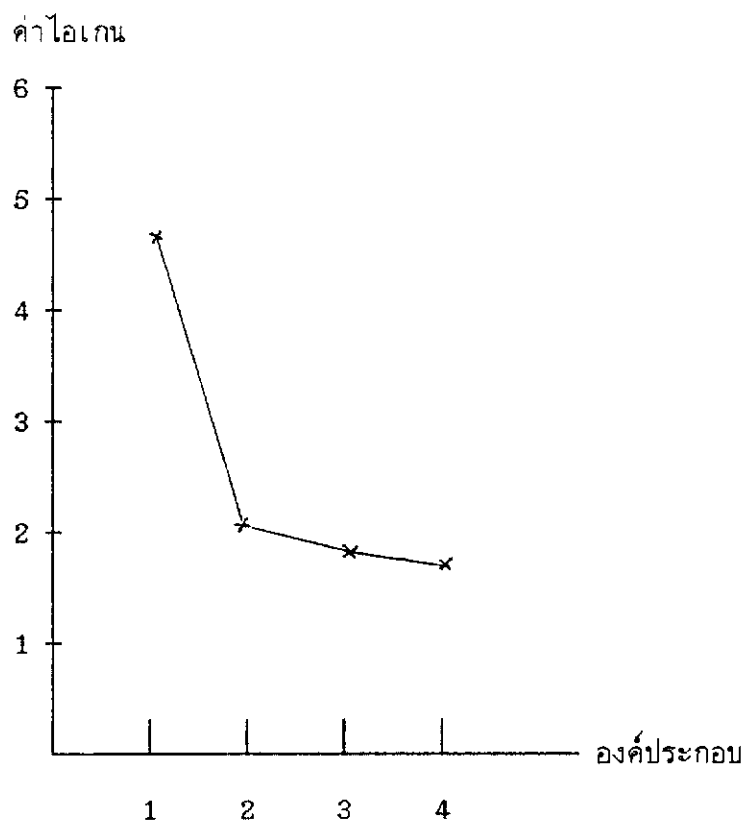
เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบของแบบทดสอบฉบับที่ 2 จากตาราง 24 ประกอบกับ ภาพประกอบ 13 จะเห็นว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 โดยมากกว่าประมาณ 3 เท่า แต่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบที่ 4 เพียงเล็กน้อย แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 40 ข้อ สามารถวัดคุณลักษณะที่เด่นเพียง 1 คุณลักษณะ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ตาราง 25 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 3

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน
1	4.690
2	1.946
3	1.839
4	1.790
5	1.570
6	1.545
7	1.452
8	1.373
9	1.308
10	1.234
11	1.223
12	1.147
13	1.130
14	1.096
15	1.070
16	1.024

จากตาราง 25 แสดงว่าเมื่อนำข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 16 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 4.690 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 1.946 1.839 และ 1.790 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุด 4 ค่าแรก มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกน ได้ภาพดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 3

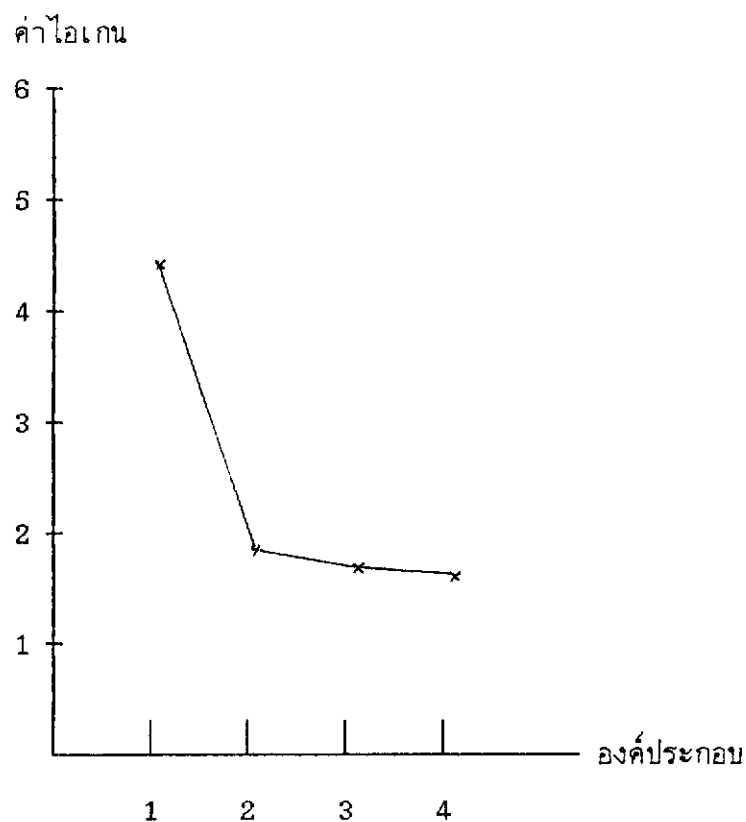
เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบของแบบทดสอบฉบับที่ 3 จากตาราง 25 ประกอบกับ ภาพประกอบ 14 จะเห็นว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 โดยมากกว่า 2 เท่า แต่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบที่ 4 เพียงเล็กน้อย แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 40 ข้อ สามารถวัดคุณลักษณะที่เด่นเพียง 1 คุณลักษณะ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ตาราง 26 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 4

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน
1	4.235
2	1.833
3	1.806
4	1.672
5	1.569
6	1.525
7	1.475
8	1.386
9	1.314
10	1.287
11	1.235
12	1.193
13	1.171
14	1.090
15	1.038
16	1.032
17	1.007

จากตาราง 26 แสดงว่าเมื่อนำข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 4 มาวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 17 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 4.235 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 1.833 1.806 และ 1.672 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุด 4 ค่าแรก มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกน ได้ภาพดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 4

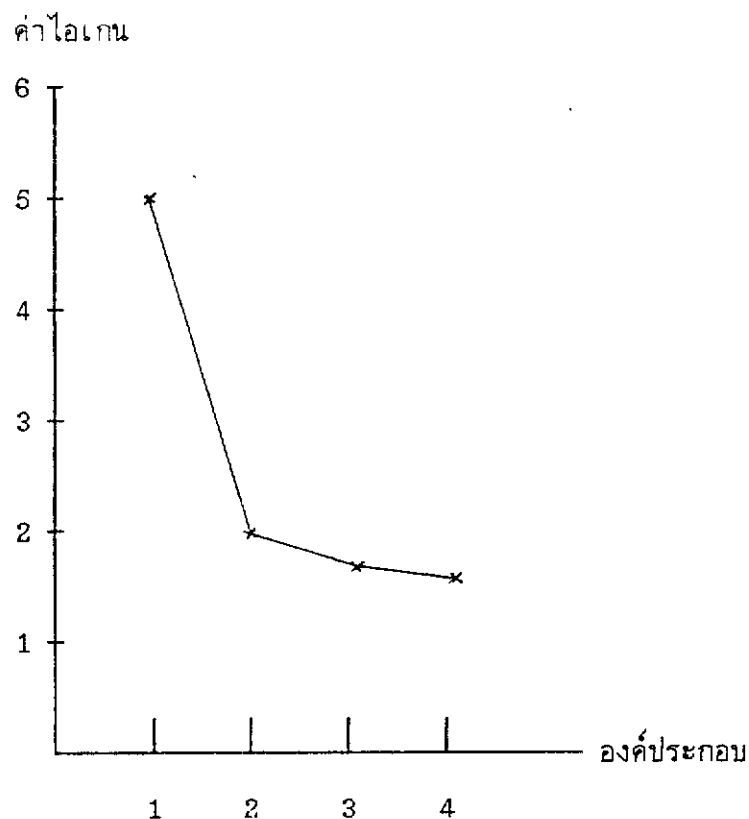
เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบของแบบทดสอบฉบับที่ 4 จากตาราง 26 ประกอบกับ ภาพประกอบ 15 จะเห็นว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 โดยมากกว่า 2 เท่า แต่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบที่ 4 เพียงเล็กน้อย แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 40 ข้อ สามารถวัดคุณลักษณะที่เด่นเพียง 1 คุณลักษณะ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ตาราง 27 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1.0 ของแบบทดสอบฉบับที่ 5

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน
1	4.958
2	2.071
3	1.728
4	1.699
5	1.504
6	1.457
7	1.410
8	1.378
9	1.363
10	1.300
11	1.216
12	1.173
13	1.113
14	1.061
15	1.003

จากตาราง 27 แสดงว่าเมื่อนำข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 5 มาวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 15 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 4.958 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 2.071 1.728 และ 1.699 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุด 4 ค่าแรก มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกน ได้ภาพดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 ค่าไอเกนขององค์ประกอบ 4 ค่าแรกของแบบทดสอบฉบับที่ 5

เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบของแบบทดสอบฉบับที่ 5 จากตาราง 27 ประกอบกับ ภาพประกอบ 16 จะเห็นว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 โดยมากกว่า 2 เท่า แต่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบที่ 4 เพียงเล็กน้อย แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 40 ข้อ สามารถวัดคุณลักษณะที่เด่นเพียง 1 คุณลักษณะ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำผลการตอบแบบทดสอบมาคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ตามวิธีการของวอร์มด้วยการหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ หาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ หาค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า และหาค่าความเชื่อมั่น ณ คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่นแสดงดังตาราง 28

ตาราง 28 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น 5 ฉบับ

แบบทดสอบ	ค่าความเชื่อมั่น
ฉบับที่ 1	.912
ฉบับที่ 2	.921
ฉบับที่ 3	.864
ฉบับที่ 4	.854
ฉบับที่ 5	.860

จากตาราง 28 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 5 ฉบับ แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุดคือ .921 และแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุดคือ .854

ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

จากการตรวจให้คะแนนผลการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดทำขึ้นตามคุณสมบัติของค่าความยาก โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความยากแบบลุ่ม แบบทดสอบที่มีค่าความยากต่ำ แบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลาง และแบบทดสอบที่มีค่าความยากสูง จากการสอบของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างการวิจัย สรุปค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ 12 ฉบับ ได้ผลแสดงดังตาราง 29 - 32

ตาราง 29 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีค่าความยากแบบลุ่ม

ค่าสถิติ	แบบทดสอบ		
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3
จำนวนข้อสอบ	20	30	40
จำนวนผู้สอบ	117	134	143
คะแนนเต็ม	20	30	40
คะแนนสูงสุด	12	20	24
คะแนนต่ำสุด	4	6	8
คะแนนเฉลี่ย	8.35	12.22	15.05
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.00	3.21	3.51

จากตาราง 29 แบบทดสอบที่มีค่าความยากแบบลุ่มมี 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 และฉบับที่ 3 มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ ตามลำดับ จำนวนผู้สอบ 117 คน 134 คน และ 143 คน ตามลำดับ ได้คะแนนสูงสุด 12 20 และ 24 ตามลำดับ คะแนนต่ำสุด 4 6 และ 8 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ย 8.35 12.22 และ 15.05 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.00 3.21 และ 3.57 ตามลำดับ

ตาราง 30 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีค่าความยากต่ำ

ค่าสถิติ	แบบทดสอบ		
	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5	ฉบับที่ 6
จำนวนข้อสอบ	20	30	40
จำนวนผู้สอบ	124	144	142
คะแนนเต็ม	20	30	40
คะแนนสูงสุด	19	27	34
คะแนนต่ำสุด	5	6	12
คะแนนเฉลี่ย	12.83	17.80	25.88
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.64	4.94	4.13

จากตาราง 30 แบบทดสอบที่มีค่าความยากต่ำ 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 5 และ ฉบับที่ 6 มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อตามลำดับ จำนวนผู้สอบ 124 คน 144 คน และ 142 คน ตามลำดับ ได้คะแนนสูงสุด 19 27 และ 34 ตามลำดับ คะแนนต่ำสุด 5 6 และ 12 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ย 12.83 17.80 และ 25.88 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.64 4.94 และ 4.13 ตามลำดับ

ตาราง 31 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลาง

ค่าสถิติ	แบบทดสอบ		
	ฉบับที่ 7	ฉบับที่ 8	ฉบับที่ 9
จำนวนข้อสอบ	20	30	40
จำนวนผู้สอบ	124	133	148
คะแนนเต็ม	20	30	40
คะแนนสูงสุด	17	25	36
คะแนนต่ำสุด	4	6	8
คะแนนเฉลี่ย	9.45	13.75	15.70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.01	5.26	4.82

จากตาราง 31 แบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลาง 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 7 ฉบับที่ 8 และฉบับที่ 9 มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อตามลำดับ จำนวนผู้สอบ 124 คน 133 คน และ 148 คน ตามลำดับ ได้คะแนนสูงสุด 17 25 และ 36 ตามลำดับ คะแนนต่ำสุด 4 6 และ 8 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ย 9.45 13.75 และ 15.70 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.01 5.26 และ 4.82 ตามลำดับ

ตาราง 32 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีค่าความยากสูง

ค่าสถิติ	แบบทดสอบ		
	ฉบับที่ 10	ฉบับที่ 11	ฉบับที่ 12
จำนวนข้อสอบ	20	30	40
จำนวนผู้สอบ	123	127	141
คะแนนเต็ม	20	30	40
คะแนนสูงสุด	14	24	31
คะแนนต่ำสุด	4	6	8
คะแนนเฉลี่ย	7.40	13.47	17.71
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.16	4.13	4.67

จากตาราง 32 แบบทดสอบที่มีค่าความยากสูง 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 10 ฉบับที่ 11 และฉบับที่ 12 มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อตามลำดับ จำนวนผู้สอบ 123 คน 127 คน และ 141 คน ตามลำดับ ได้คะแนนสูงสุด 14 24 และ 31 ตามลำดับ คะแนนต่ำสุด 4 6 และ 8 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ย 7.40 13.47 และ 17.71 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.16 4.13 และ 4.67 ตามลำดับ

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยนำผลการตอบแบบทดสอบมาวิเคราะห์ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบเป็นรายข้อก่อนที่จะนำค่าพารามิเตอร์ไปคำนวณหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏว่ามีข้อสอบบางข้อไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากได้ คือแบบทดสอบฉบับที่ 1 ข้อ 12 ถึง 20 แบบทดสอบฉบับที่ 2 ข้อ 4, 5, 11, 12, 14, 20, 26, 27 และ 28 แบบทดสอบฉบับที่ 3 ข้อ 12, 14, 15, 16, 19, 22, 23, 33, 38 และ 39 แบบทดสอบฉบับที่ 4 ข้อ 13 และ 15 แบบทดสอบฉบับที่ 5 ข้อ 15 แบบทดสอบฉบับที่ 6 ข้อ 21, 29, 30 และ 38 แบบทดสอบฉบับที่ 7 ข้อ 2, 10, 12 และ 19 แบบทดสอบฉบับที่ 8 ข้อ 10, 14 และ 29 แบบทดสอบฉบับที่ 9 ข้อ 14, 27, 29, 30 และ 40 แบบทดสอบฉบับที่ 10 ข้อ 1, 5, 12, 18, 19 และ 20 แบบทดสอบฉบับที่ 11 ข้อ 5, 6, 12 และ 29 แบบทดสอบฉบับที่ 12 ข้อ 5, 23, 29 และ 39 ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัย จึงประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากที่ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ ในแบบทดสอบและข้อดังกล่าวด้วยกราฟ ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากจากโปรแกรมสำเร็จรูป BILOG เวอร์ชัน 3.04 (Mislevy and Bock. 1990) กับ โปรแกรม BICAL เวอร์ชัน 3 (Wright and Mead. 1978) ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบแต่ละฉบับแสดงดังตาราง 33-44

ตาราง 33 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 1

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.418	.059	.251
2	.467	-.797	.256
3	.362	-1.772	.266
4	.320	1.522	.267
5	.310	1.508	.282 **
6	.293	2.232	.277
7	.342	2.793	.255
8	.337	5.520 **	.251
9	.255	-2.520	.273
10	.392	.460	.253
11	.408	1.890	.238 *
12	.329	3.150	.267
13	.328	2.050	.272
14	.279	3.650	.267
15	.161 *	2.950	.267
16	.323	2.950	.267
17	.324	3.650	.267
18	1.836 **	2.700	.263
19	.323	2.750	.267
20	.232	4.550	.265
ค่าเฉลี่ย	.402	1.965	.263
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.344	2.032	.010

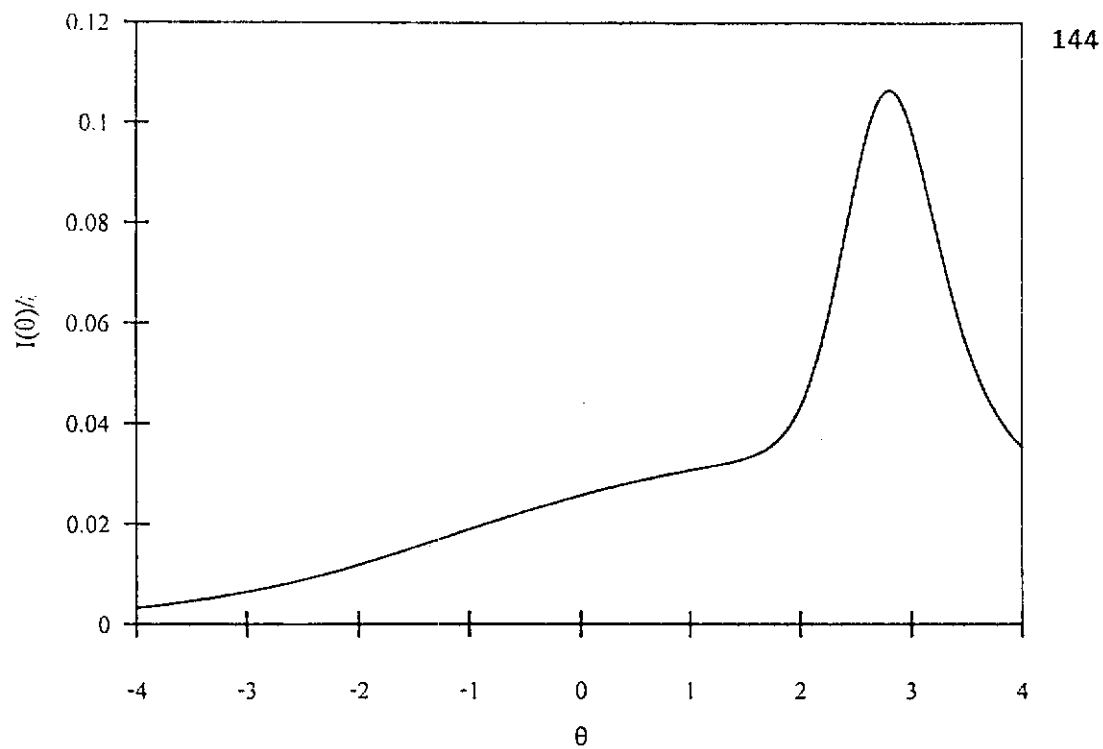
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

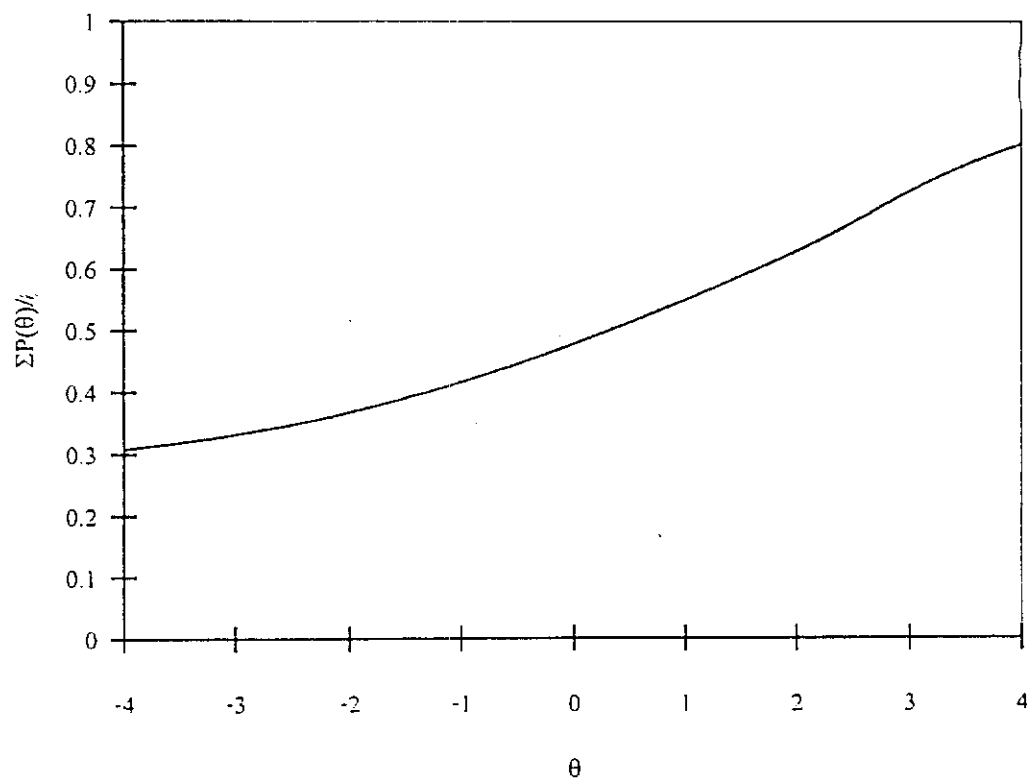
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 1 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความความยากแบบสุ่ม ความยาว 20 ข้อ จากตาราง 33 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด 5.520 และต่ำสุด -2.520 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.965 และ 2.032 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 1.863 และต่ำสุด .161 โดยมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .402 และ .344 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .282 และต่ำสุด .238 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .263 และ .010 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ ระหว่าง -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .066 ถึง 2.129 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 2.80 และแบบทดสอบฉบับที่ 1 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 6.153 ถึง 16.007 (ดังตาราง 54 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 17 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 17 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 17 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 17 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 17 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 1



ภาพประกอบ 17 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 1

ภาพประกอบ 17 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 1

ตาราง 34 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 2

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.335	-.686	.238
2	.323	.273	.234
3	.453	-.782	.240
4	2.741	.650	.505 **
5	.445	1.450	.238
6	.326	2.161	.287
7	.485	2.075	.225
8	.716	2.464	.179
9	.211	-4.166 *	.243
10	.159 *	-1.064	.274
11	.403	1.350	.350
12	.290	2.950	.236
13	.339	1.752	.264
14	2.974 **	2.250	.269
15	.864	1.795	.184
16	1.230	.349	.217
17	1.283	1.518	.147
18	.341	1.274	.264
19	1.011	.646	.228
20	.263	3.850	.235
21	.603	-.017	.228
22	1.081	1.581	.152
23	1.650	.753	.113
24	1.586	.356	.142
25	1.946	.890	.147
26	.265	3.350	.236

ตาราง 34 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.228	5.050 **	.232
28	.300	2.900	.236
29	.759	1.224	.119
30	.335	3.455	.372
ค่าเฉลี่ย	.800	1.322	.237
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.735	1.751	.067

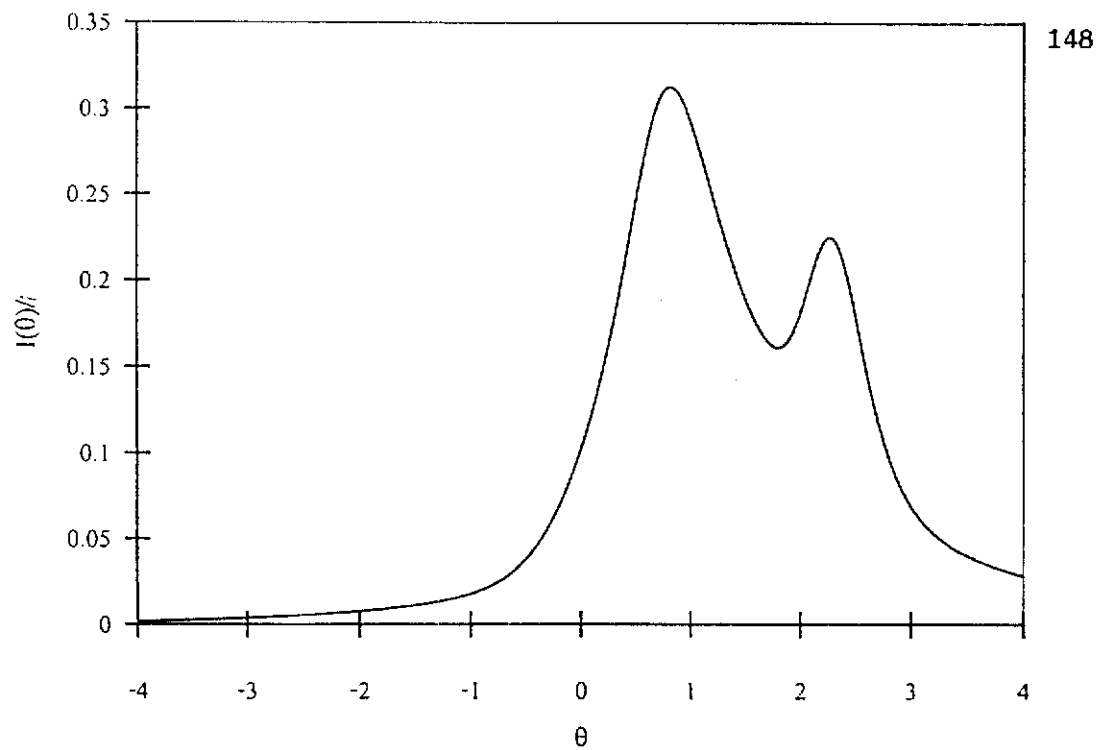
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

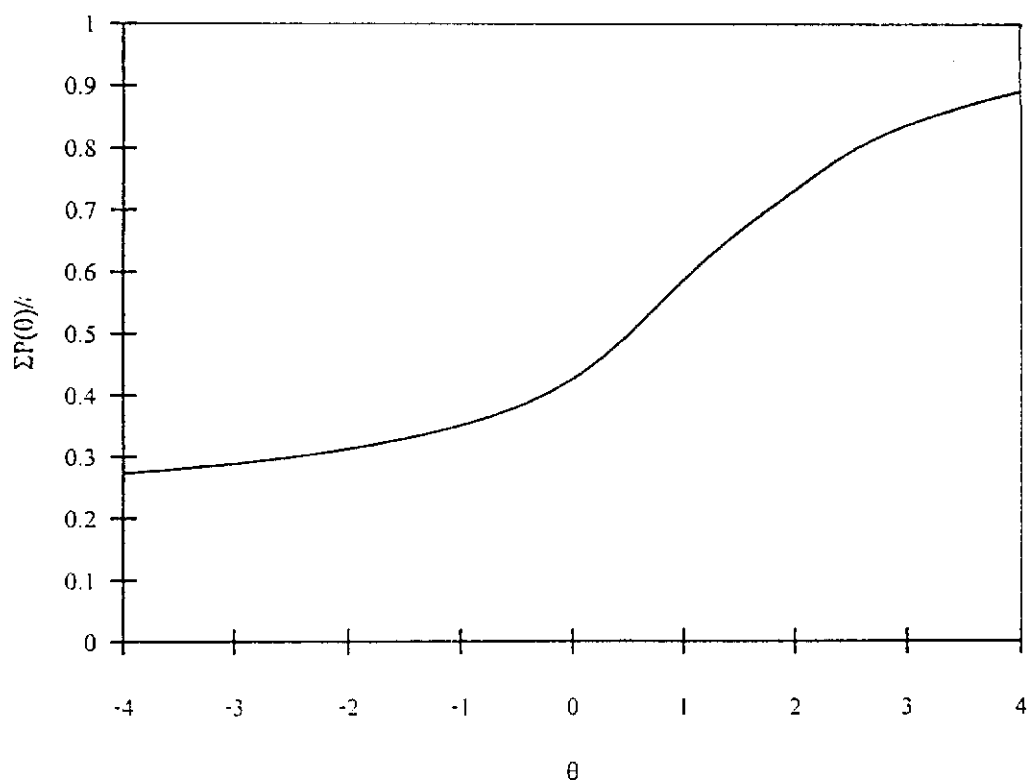
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความความยากแบบสุ่ม ความยาว 30 ข้อ จากตาราง 34 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด 5.050 และต่ำสุด -4.166 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.322 และ 1.757 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด 2.974 และต่ำสุด .159 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .800 และ .735 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมี ค่าสูงสุด .505 ต่ำสุด .113 โดยมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .237 และ .067 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ ระหว่าง -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .059 ถึง 9.362 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.80 และแบบทดสอบฉบับที่ 2 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 8.201 ถึง 26.716 (ดังตาราง 55 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 18 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 18 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 18 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 18 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 18 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 2



ภาพประกอบ 18 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 2

ภาพประกอบ 18 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 2

ตาราง 35 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 3

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.440	-.753	.227
2	.524	-1.013	.221
3	.494	-1.195	.225
4	.499	-.449	.221
5	.398	.902	.227
6	.266	.125	.244
7	.408	.844	.232
8	.333	3.244	.344
9	.373	-2.208	.224
10	.466	-1.050	.231
11	.462	.204	.213
12	.329	2.450	.207
13	.321	2.075	.265
14	.326	2.950	.227
15	.372	2.550	.210
16	.359	2.950	.227
17	.433	5.020	.133
18	.586	.464	.218
19	.265	2.250	.211
20	.515	3.819	.097
21	.572	.503	.240
22	.268	4.550	.227
23	.355	3.850	.227
24	.675	1.359	.162
25	.411	5.291 **	.267
26	.410	4.537	.244

ตาราง 35 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.380	-8.983 *	.227
28	.950	1.256	.146
29	.826	1.864	.128
30	.450	.441	.240
31	.431	1.709	.191
32	.439	3.327	.179
33	2.847 **	2.250	.373 **
34	.397	4.040	.230
35	.350	2.005	.277
36	.459	3.959	.172
37	.358	1.938	.243
38	.272	3.150	.227
39	.259 *	4.050	.227
40	.481	1.831	.176
ค่าเฉลี่ย	.494	1.653	.220
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.407	2.541	.050

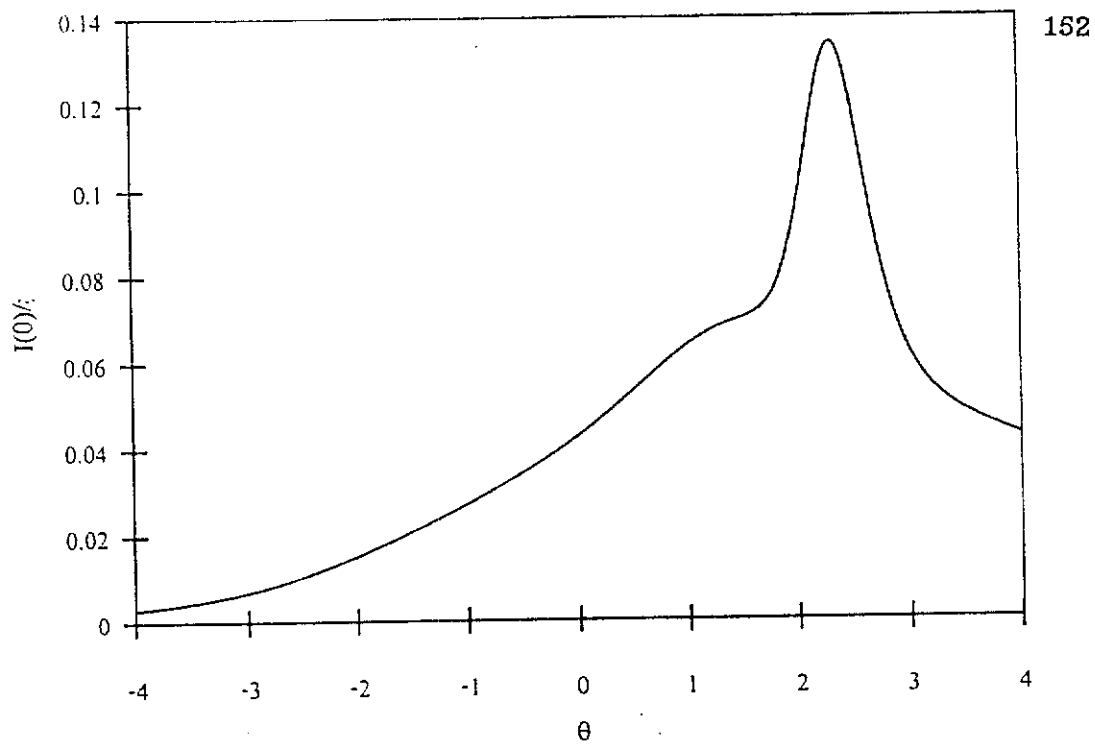
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

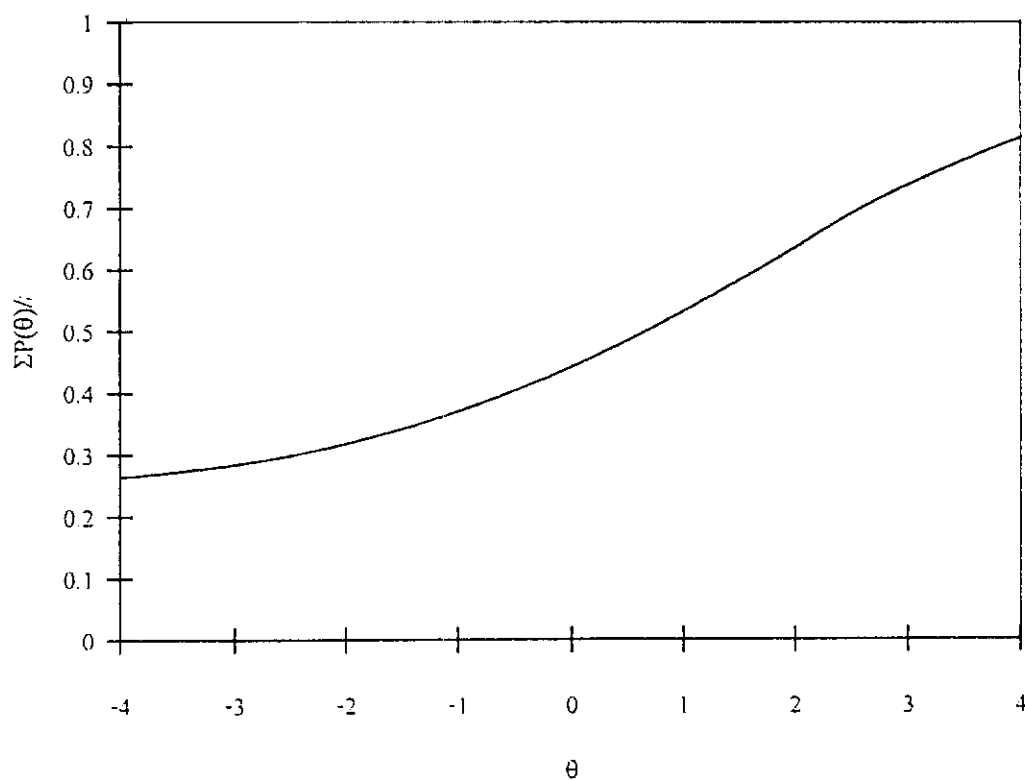
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 3 จากตารางที่ 35 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 5.291 และต่ำสุด -8.983 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.653 และ 2.541 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 2.847 และต่ำสุด .259 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .494 และ .407 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .373 และต่ำสุด .097 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .220 และ .050 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .116 ถึง 5.341 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 2.30 และแบบทดสอบฉบับที่ 3 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 10.535 ถึง 32.543 (ดังตาราง 56 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 19 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 19 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 3 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 19 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 3 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 19 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 19 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 3



ภาพประกอบ 19 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 3

ภาพประกอบ 19 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 3

ตาราง 36 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 4

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.308	.130	.274
2	.264	.217	.269
3	1.035 **	-.576	.209 *
4	.464	-.545	.247
5	.224 *	-.777	.276
6	.326	-3.644 *	.249
7	.429	-.307	.235
8	.458	-2.265	.247
9	.414	-1.422	.247
10	.545	-.738	.241
11	.605	-.728	.244
12	.405	-1.779	.245
13	.438	2.250	.240
14	.259	1.423	.310 **
15	.429	4.950 **	.236
16	.828	-.608	.229
17	.430	-1.334	.248
18	.626	.385	.213
19	.659	1.049	.222
20	.358	.249	.267
ค่าเฉลี่ย	.476	-.204	.247
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.202	1.782	.023

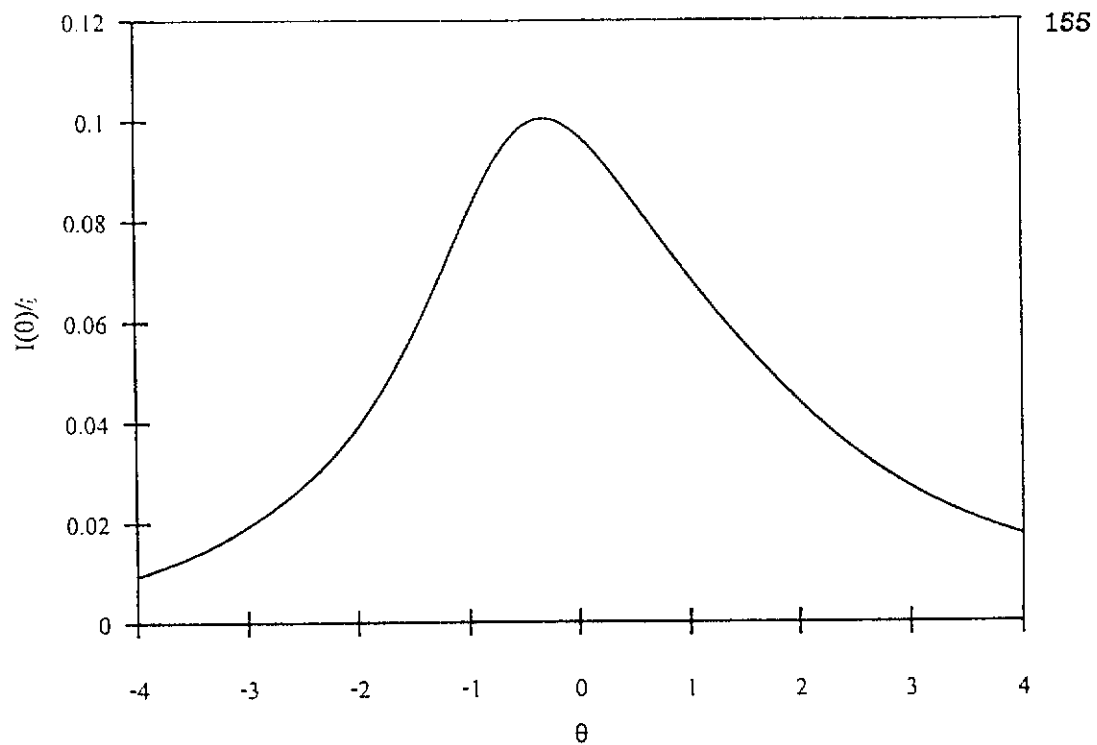
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

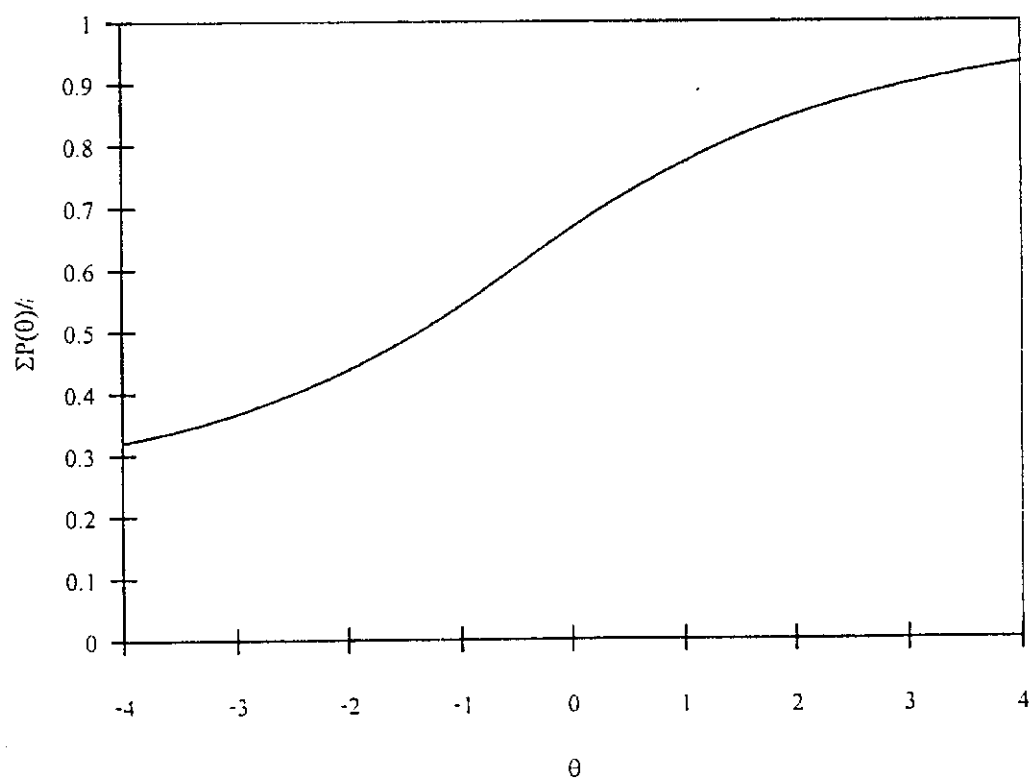
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 4 จากตารางที่ 36 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 4.950 และต่ำสุด -3.644 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน -.204 และ 1.782 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 1.053 และต่ำสุด .224 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .476 และ .202 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .310 และต่ำสุด .209 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .247 และ .023 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .188 ถึง 2.006 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ -0.30 และแบบทดสอบฉบับที่ 4 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 6.403 ถึง 18.620 (ดังตาราง 57 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 20 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 20 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 4 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 20 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 4 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 20 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 20 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 4



ภาพประกอบ 20 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 4

ภาพประกอบ 20 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 4

ตาราง 37 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 5

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.964	.191	.214
2	.678	.259	.259
3	1.039	.268	.237
4	.541	-1.334	.193
5	.731	-.905	.176
6	.306 *	-3.320 *	.198
7	.713	-.001	.195
8	.413	-.982	.194
9	.655	-1.397	.179
10	.613	-1.330	.187
11	.581	-.499	.179
12	.467	-1.267	.183
13	.658	2.745	.260
14	.377	-1.048	.196
15	.313	3.550 **	.192
16	.642	-.781	.171
17	.630	-1.053	.188
18	1.009	.746	.160
19	.639	.159	.203
20	.597	-.566	.182
21	.913	.840	.159
22	1.119 **	1.874	.060 *
23	.974	.406	.144
24	.492	-1.031	.175
25	.946	-.220	.166
26	.858	-.410	.173
27	.692	-1.261	.174

ตาราง 37 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเตา
28	1.070	1.243	.202
29	.733	1.827	.381 **
30	.938	.791	.172
ค่าเฉลี่ย	.710	-.084	.192
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.229	1.403	.050

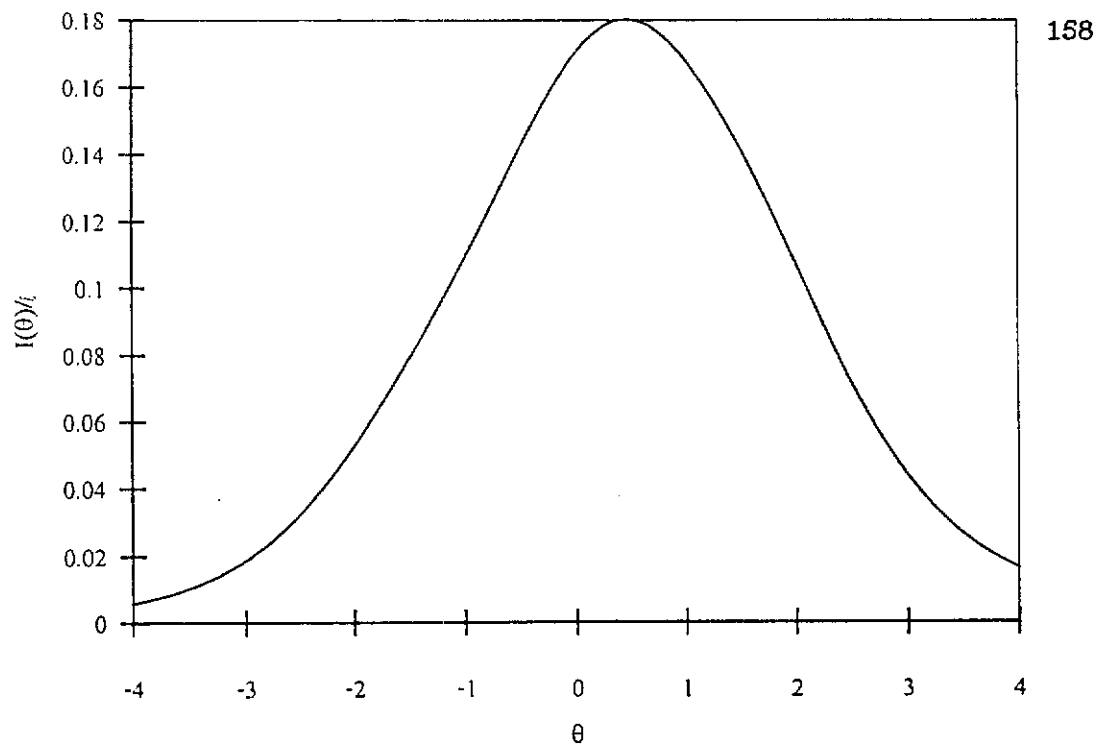
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

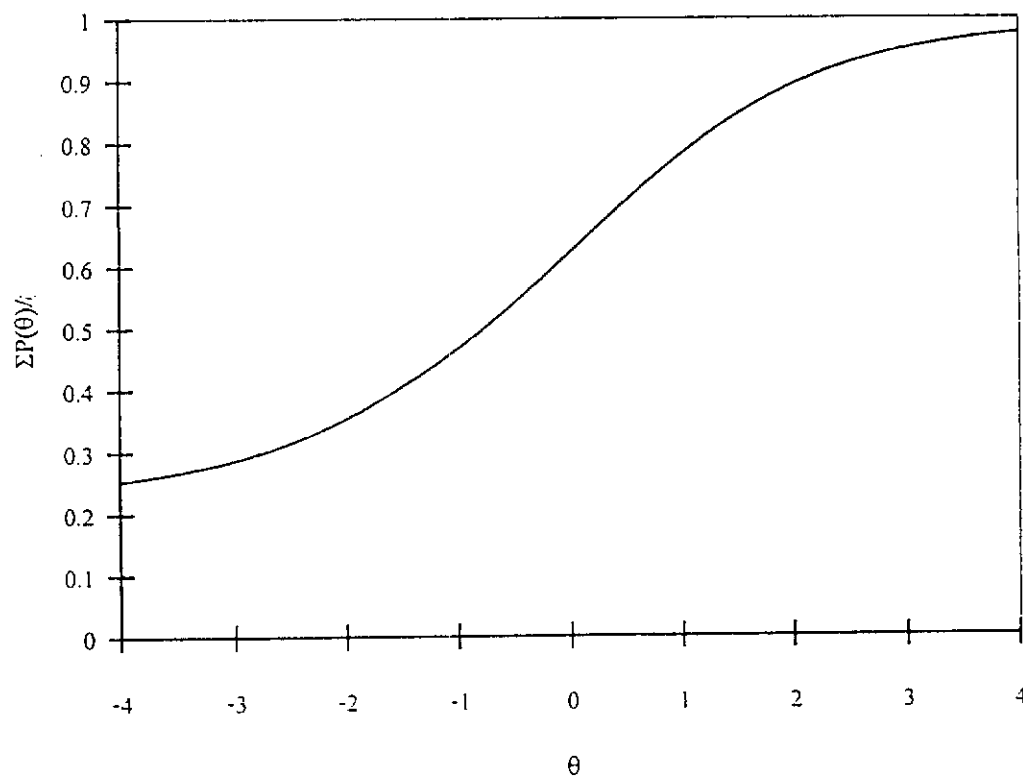
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 5 จากตารางที่ 37 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 3.550 และต่ำสุด -3.320 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน -.084 และ 1.403 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 1.119 และต่ำสุด .306 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .710 และ .229 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเตาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .381 และต่ำสุด .060 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .192 และ .050 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .173 ถึง 5.396 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.45 และแบบทดสอบฉบับที่ 5 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 7.607 ถึง 29.256 (ดังตาราง 58 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 21 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 21 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 5 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 21 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 5 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 21 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 21 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 5



ภาพประกอบ 21 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 5

ภาพประกอบ 21 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 5

ตาราง 38 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 6

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.457	-1.101	.236
2	.453	- .345	.254
3	.729	- .545	.222
4	.526	- .801	.243
5	.346	-1.300	.257
6	.305	-2.011	.251
7	.370	- .899	.241
8	.203	-2.981	.266
9	.446	-2.891	.249
10	.258	-1.487	.268
11	.515	-2.041	.242
12	.198	-1.224	.273
13	.295	2.434	.301 **
14	.332	-1.145	.261
15	.381	6.907 **	.221
16	.329	-1.594	.260
17	.502	-2.193	.241
18	.391	.301	.254
19	.373	1.421	.252
20	.290	-2.341	.264
21	.340	2.550	.253
22	.352	3.349	.204
23	.328	1.185	.257
24	.359	-1.419	.251
25	.402	-1.752	.257
26	.397	- .953	.267

ตาราง 38 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.551	-1.453	.241
28	.496	1.851	.209
29	.177 *	2.150	.251
30	.257	4.950	.253
31	.359	-4.892 *	.253
32	.437	- .439	.249
33	.624 **	.747	.233
34	.571	.084	.243
35	.483	3.051	.167 *
36	.260	.262	.274
37	.415	.170	.231
38	.348	2.650	.253
39	.407	-1.812	.247
40	.417	-2.812	.249
ค่าเฉลี่ย	.392	-.159	.247
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.116	2.353	.022

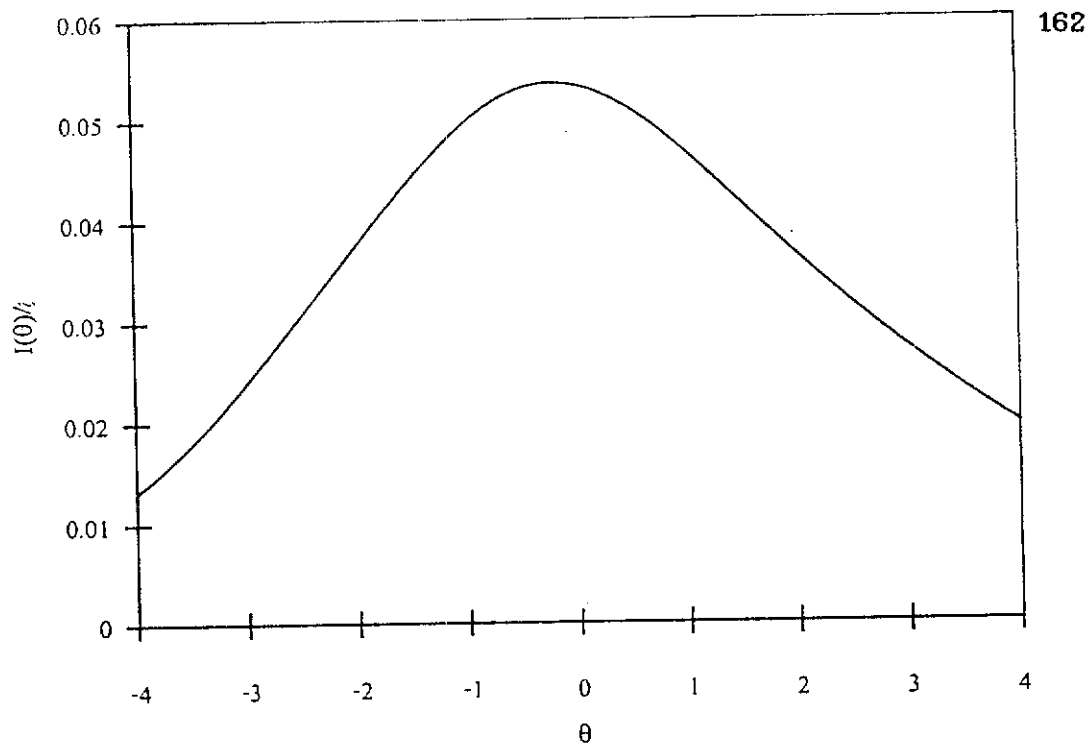
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

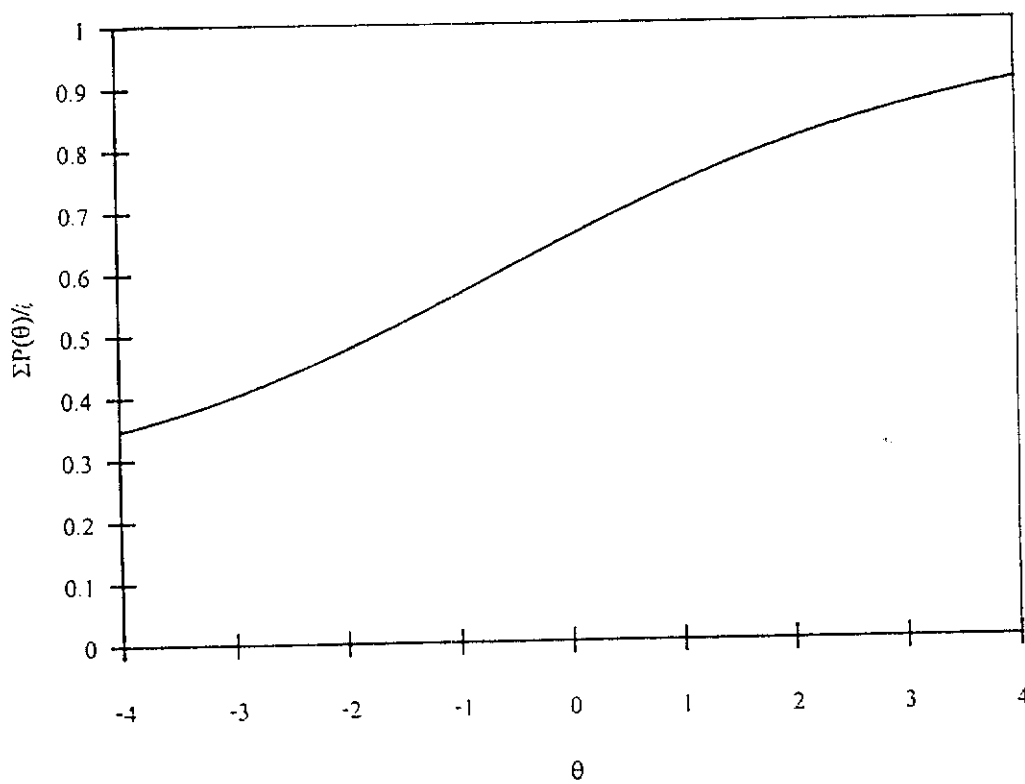
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 6 จากตารางที่ 38 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 6.907 และต่ำสุด -4.892 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน -.159 และ 2.353 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด .624 และต่ำสุด .177 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .392 และ .116 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .301 และต่ำสุด .167 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .247 และ .022 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .524 ถึง 2.147 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ -0.20 และแบบทดสอบฉบับที่ 6 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 13.889 ถึง 36.108 (ดังตาราง 59 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 22(ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 22 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 6 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 22 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 6 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 22 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 22 (ก) โค้งสสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 6



ภาพประกอบ 22 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 6

ภาพประกอบ 22 โค้งสสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 6

ตาราง 39 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 7

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	1.547	2.051	.244
2	1.109	1.550	.323
3	.729	- .368	.336
4	.851	- .326	.340
5	.649	- .310	.357
6	1.016	- .842 *	.329
7	1.392	.822	.392
8	1.589	.953	.286
9	1.035	.527	.419 **
10	.325 *	2.650 **	.320
11	1.210	.457	.331
12	1.105	1.350	.321
13	2.215 **	.876	.362
14	1.767	1.733	.204 *
15	1.794	.303	.287
16	1.978	.993	.322
17	1.816	1.861	.296
18	1.557	2.442	.261
19	1.123	1.550	.324
20	1.528	1.665	.427
ค่าเฉลี่ย	1.317	.997	.324
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.484	.983	.054

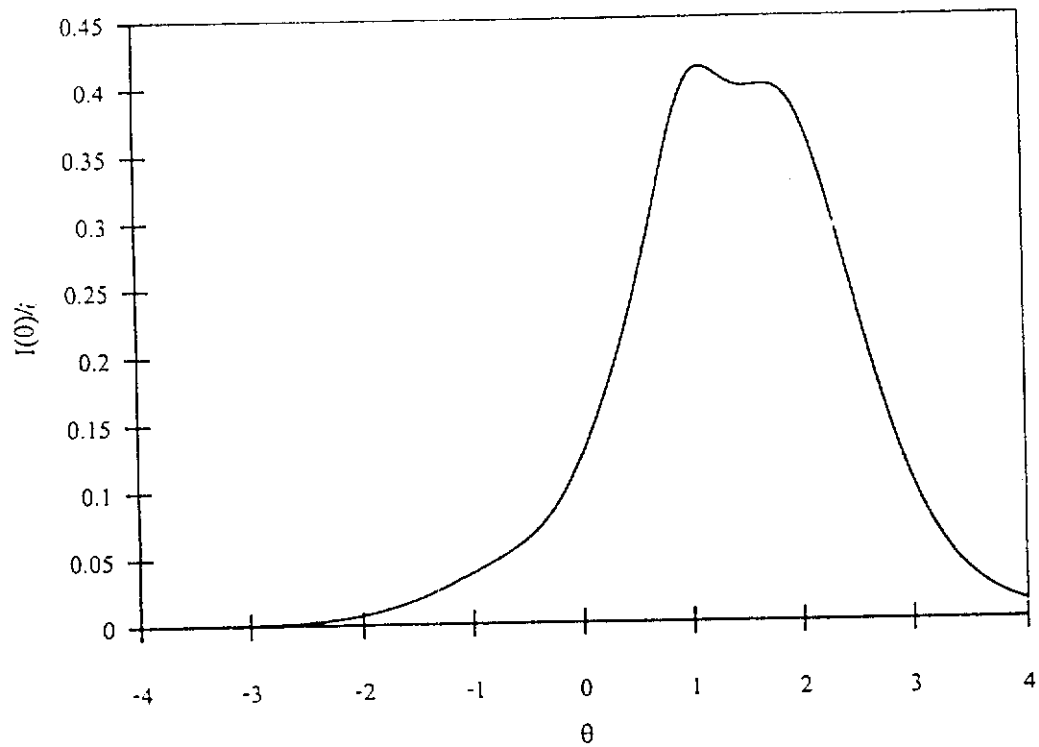
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 7 จากตารางที่ 39 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 2.650 และต่ำสุด -0.842 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .997 และ .983 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 2.215 และต่ำสุด .325 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.317 และ .484 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .419 และต่ำสุด .204 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .324 และ .054 ตามลำดับ

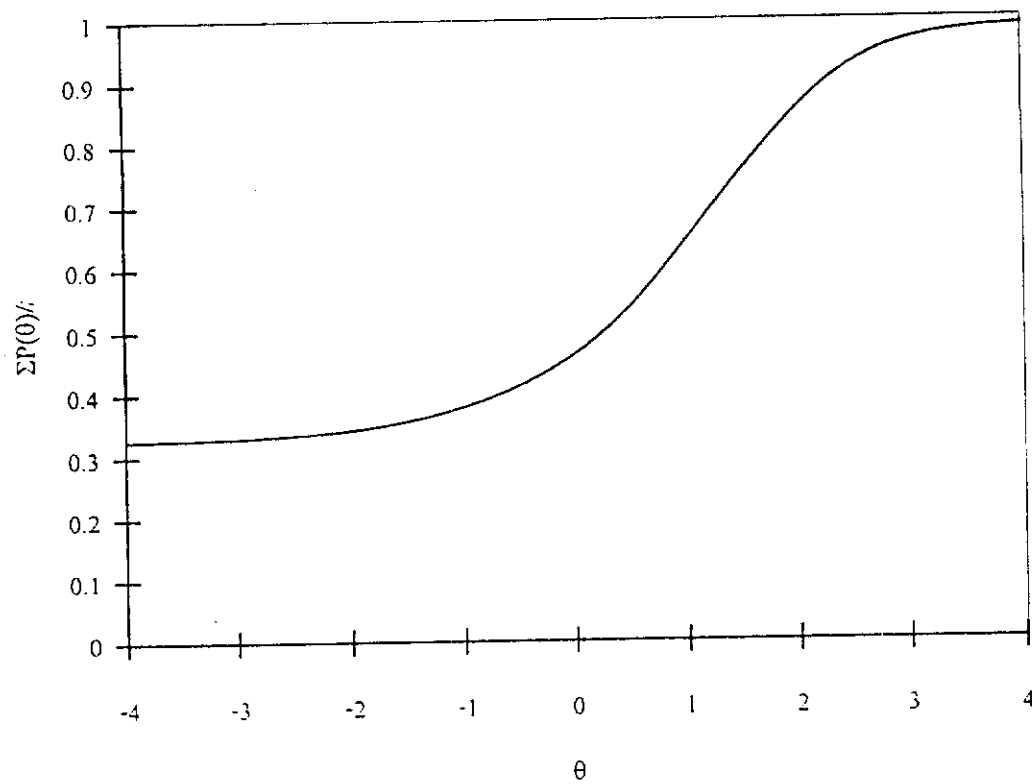
เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 7 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .002 ถึง 8.249 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.10 และแบบทดสอบฉบับที่ 7 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 6.522 ถึง 19.732 (ดังตาราง 60 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 23(ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 23 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 7 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 23 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 7 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 23 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



165

ภาพประกอบ 23 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 7



ภาพประกอบ 23 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 7

ภาพประกอบ 23 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 7

ตาราง 40 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 8

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	2.558 **	.058	.143
2	1.109	.011	.183
3	1.724	- .446	.207
4	.779	- .967 *	.249
5	.669	.167	.271
6	1.014	- .308	.210
7	.806	.327	.254
8	1.117	.597	.169
9	.653	.025	.248
10	.846	3.750 **	.235
11	.540	.345	.266
12	.955	.232	.233
13	1.061	.954	.418 **
14	.357 *	3.150	.237
15	.483	- .250	.280
16	1.205	.348	.193
17	1.602	.386	.189
18	1.573	.690	.189
19	1.003	1.861	.406
20	1.051	2.819	.380
21	.824	1.347	.174
22	.705	1.688	.201
23	.912	1.142	.183
24	1.364	1.272	.307
25	.752	2.389	.126 *
26	1.478	.312	.187
27	.759	1.893	.184

ตาราง 40 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
28	1.055	1.917	.173
29	.892	1.450	.237
30	.754	1.595	.389
ค่าเฉลี่ย	1.021	.958	.237
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.440	1.121	.076

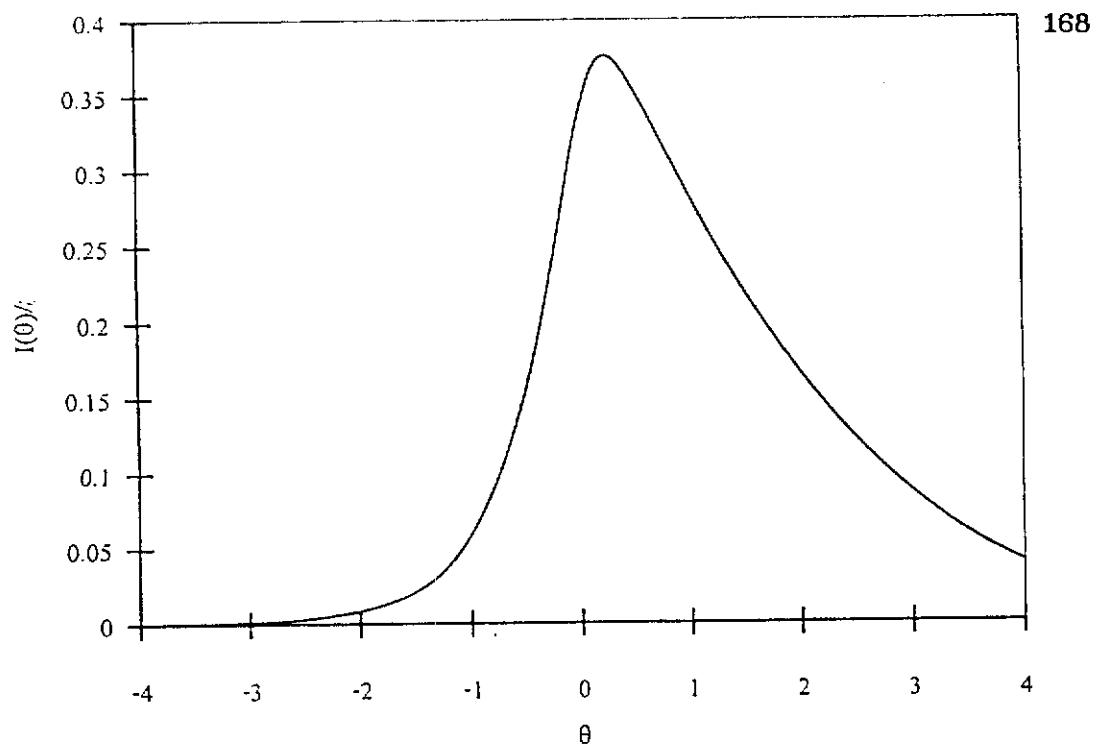
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

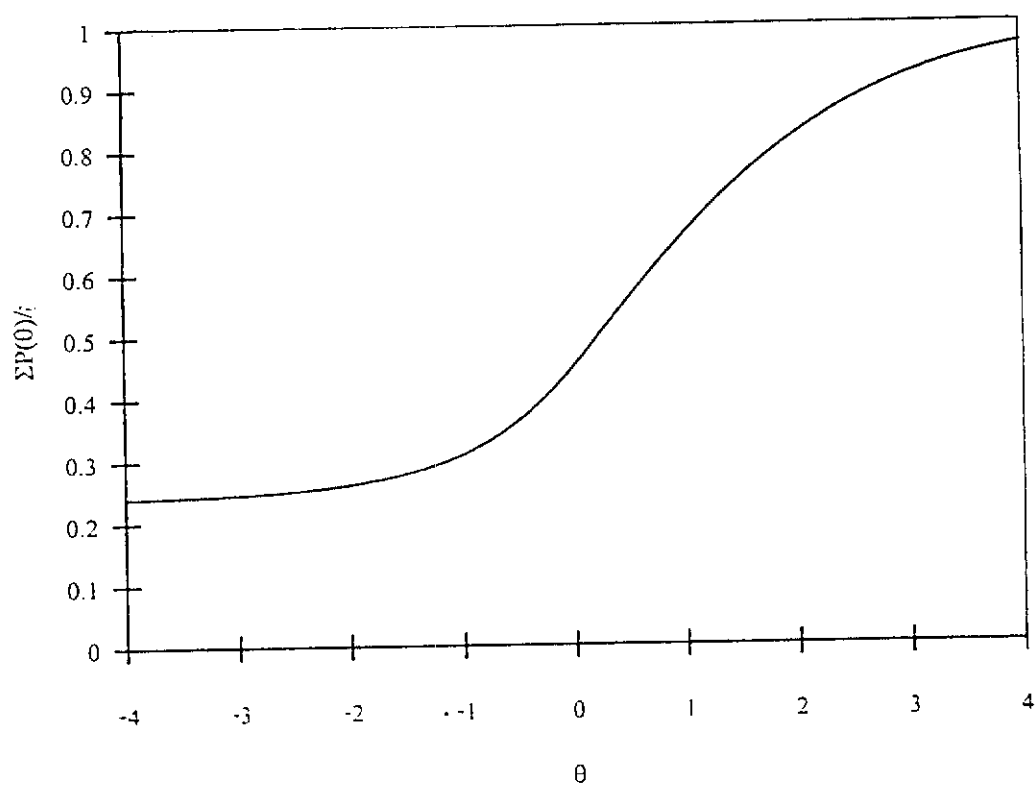
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 8 จากตารางที่ 40 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 3.750 และต่ำสุด -.967 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .958 และ 1.121 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 2.558 และต่ำสุด .357 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.021 และ .440 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .418 และต่ำสุด .126 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .237 และ .076 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 8 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .006 ถึง 11.272 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.25 และแบบทดสอบฉบับที่ 8 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 7.211 ถึง 28.953 (ดังตาราง 61 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 24(ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 24 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 8 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 24 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 8 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 24 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 24 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 8



ภาพประกอบ 24 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 8

ภาพประกอบ 24 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 8

ตาราง 41 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 9

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.881	1.740	.226
2	.563	.817	.253
3	.551	-1.410 *	.263
4	.424	- .844	.266
5	.319 *	.471	.309
6	.752	-- .754	.280
7	.551	.852	.323
8	1.249	.956	.174
9	.591	.638	.280
10	.790	2.909	.148 *
11	.599	.688	.269
12	.583	1.712	.365 **
13	.946	.835	.280
14	.650	2.450	.261
15	.734	.623	.253
16	.820	1.093	.260
17	1.252 **	1.308	.323
18	.835	1.819	.332
19	.673	.307	.269
20	.798	2.565	.292
21	.895	3.138	.278
22	.571	2.167	.281
23	.818	2.751	.244
24	.959	1.818	.191
25	.691	3.289	.291
26	1.019	.772	.263

ตาราง 41 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.530	2.400	.244
28	.810	3.805 **	.197
29	.594	2.350	.261
30	.817	2.683	.225
31	.712	2.150	.244
32	.920	1.978	.252
33	.915	2.707	.191
34	.679	3.055	.316
35	.927	1.631	.183
36	1.046	1.701	.262
37	.928	3.423	.251
38	.828	1.269	.174
39	.798	2.863	.150
40	.450	3.350	.261
ค่าเฉลี่ย	.762	1.694	.255
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.205	1.223	.049

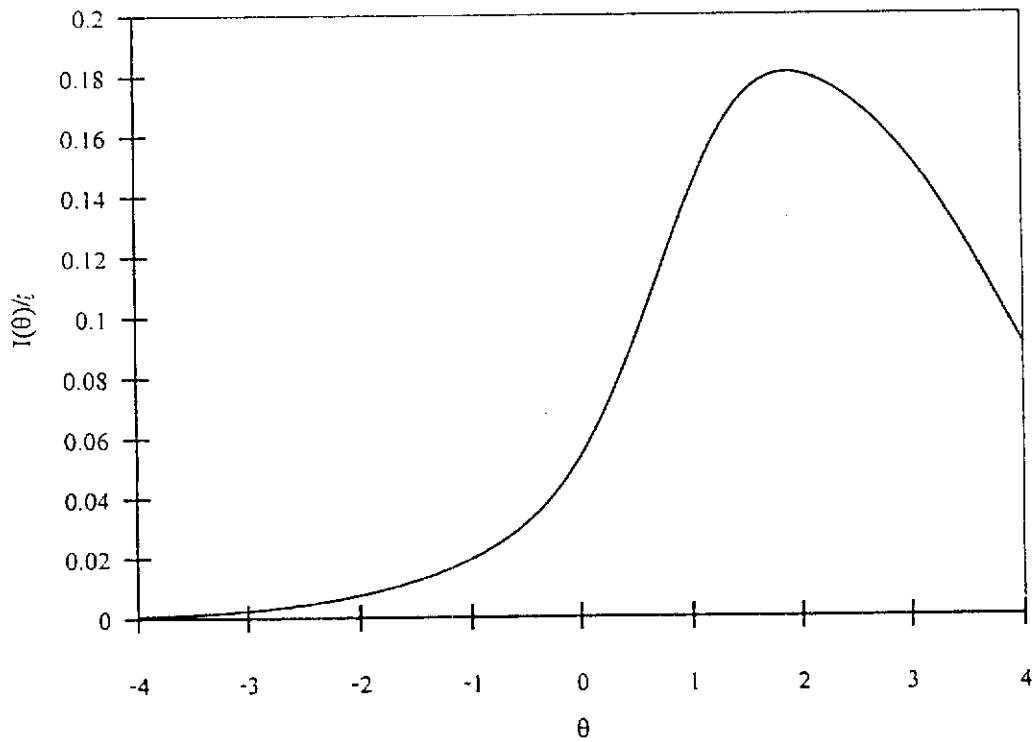
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

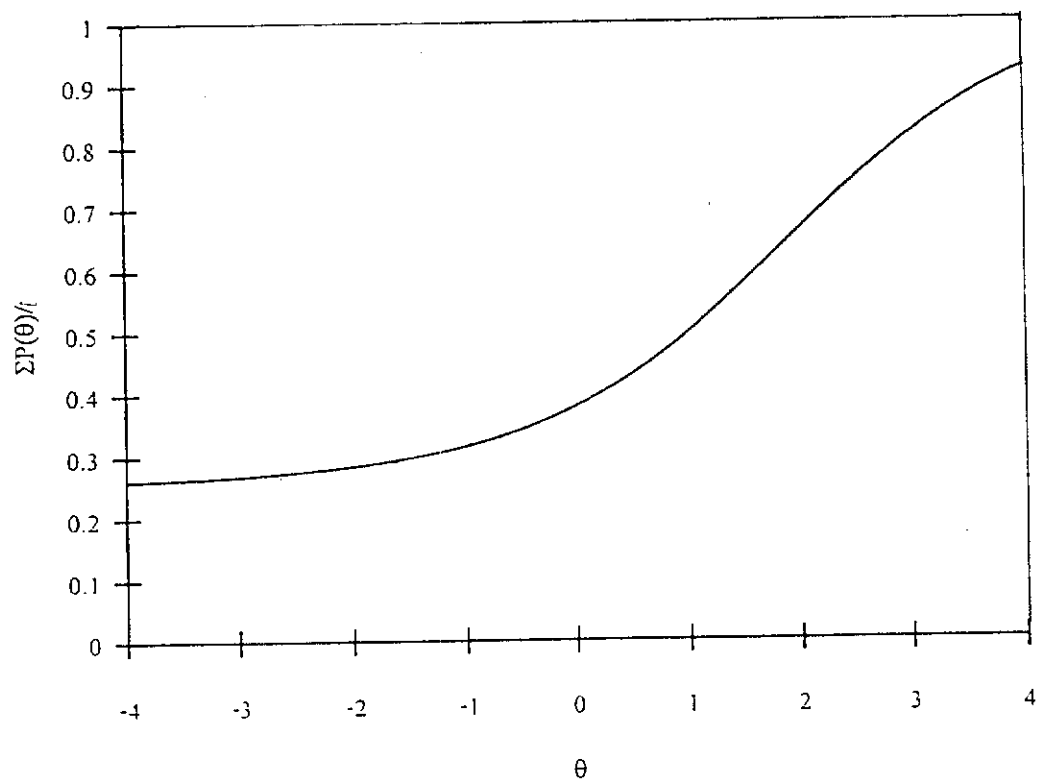
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 9 จากตารางที่ 41 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 3.805 และต่ำสุด -1.410 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.694 และ 1.223 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 1.252 และต่ำสุด .319 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .762 และ .205 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .365 และต่ำสุด .148 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .255 และ .049 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 9 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .027 ถึง 7.219 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.90 และแบบทดสอบฉบับที่ 9 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 10.430 ถึง 36.864 (ดังตาราง 62 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 25(ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 25 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 9 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 25 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 9 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 25 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 25 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 9



ภาพประกอบ 25 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 9

ภาพประกอบ 25 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 9

ตาราง 42 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 10

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.309	3.650	.229
2	.488	- .791	.218
3	.512	.809	.203
4	.287	1.405	.242
5	.335	3.050	.230
6	.339	9.657 **	.177 *
7	.316	.347	.236
8	.340	-3.083 *	.230
9	.333	2.680	.233
10	.370	1.458	.216
11	.336	8.215	.243
12	.268	3.400	.230
13	.349	5.193	.215
14	.270	2.928	.266
15	.326	3.792	.248
16	.444	2.327	.185
17	.315	4.886	.271
18	.267 *	3.450	.230
19	.335	3.850	.226
20	1.113 **	1.250	.286 **
ค่าเฉลี่ย	.383	2.923	.231
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.184	2.841	.026

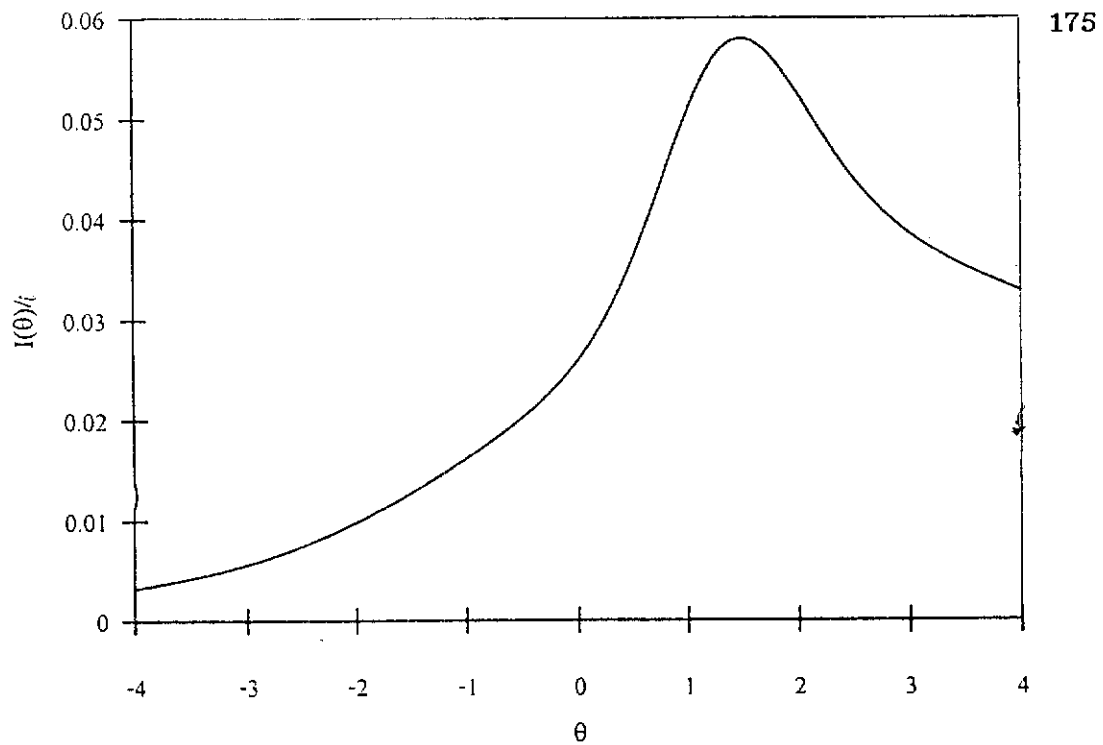
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

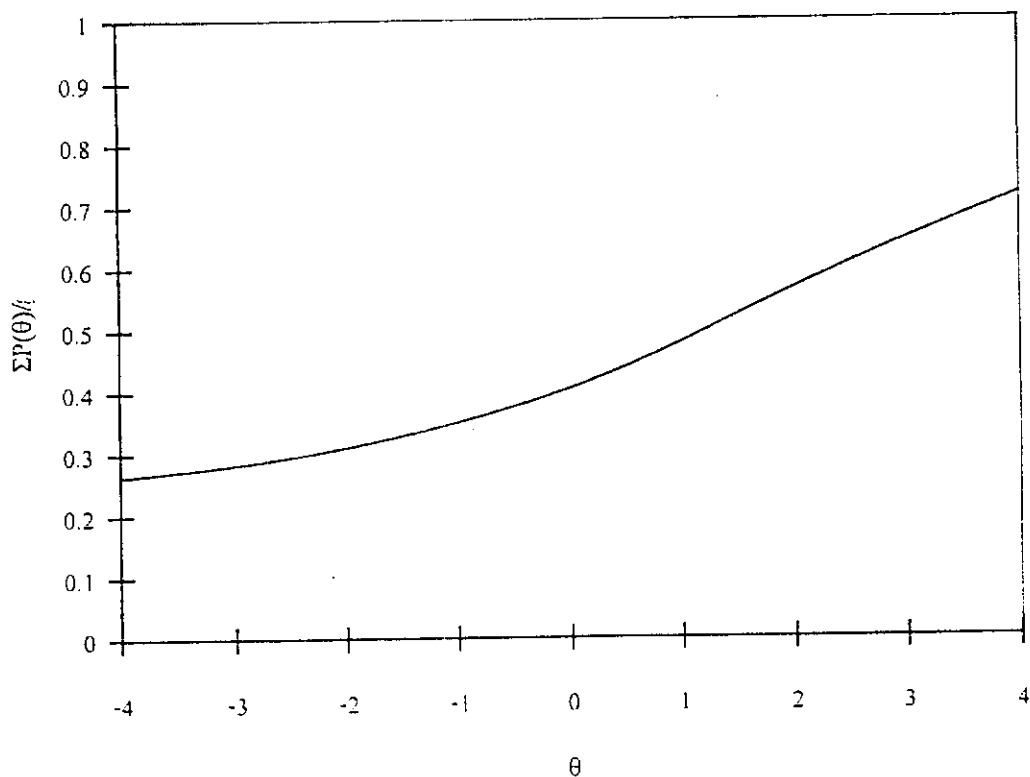
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 10 จากตารางที่ 42 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 9.657 และต่ำสุด -3.083 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.923 และ 2.841 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 1.113 และต่ำสุด .267 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .383 และ .184 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .286 และต่ำสุด .177 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .231 และ .026 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 10 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .064 ถึง 1.157 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.50 และแบบทดสอบฉบับที่ 10 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 5.265 ถึง 14.334 (ดังตาราง 63 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 26 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 26 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 10 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 26 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 10 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 26 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 26 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 10



ภาพประกอบ 26 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 10

ภาพประกอบ 26 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 10

ตาราง 43 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 11

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.326	1.751	.231
2	.548	- .807	.199
3	.710	.320	.176
4	.424	1.182	.213
5	.312	3.250	.195
6	.250	4.300 **	.195
7	.571	-1.083	.191
8	.332	-2.911 *	.199
9	.492	.433	.210
10	.318	2.132	.255
11	.622	.319	.190
12	2.978 **	2.850	.221
13	.490	2.566	.172
14	.359	- .491	.204
15	.421	.881	.211
16	.564	1.721	.170
17	.539	1.836	.159
18	.505	1.751	.161
19	1.580	.390	.160
20	.307	- .644	.214
21	.559	.578	.208
22	.468	3.083	.195
23	.427	.385	.192
24	.515	2.519	.160
25	.494	1.797	.179
26	.394	4.067	.296 **
27	.549	1.674	.204

ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
28	.780	1.115	.145 *
29	.287 *	3.050	.195
30	.697	.628	.159
ค่าเฉลี่ย	.594	1.288	.195
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.510	1.600	.031

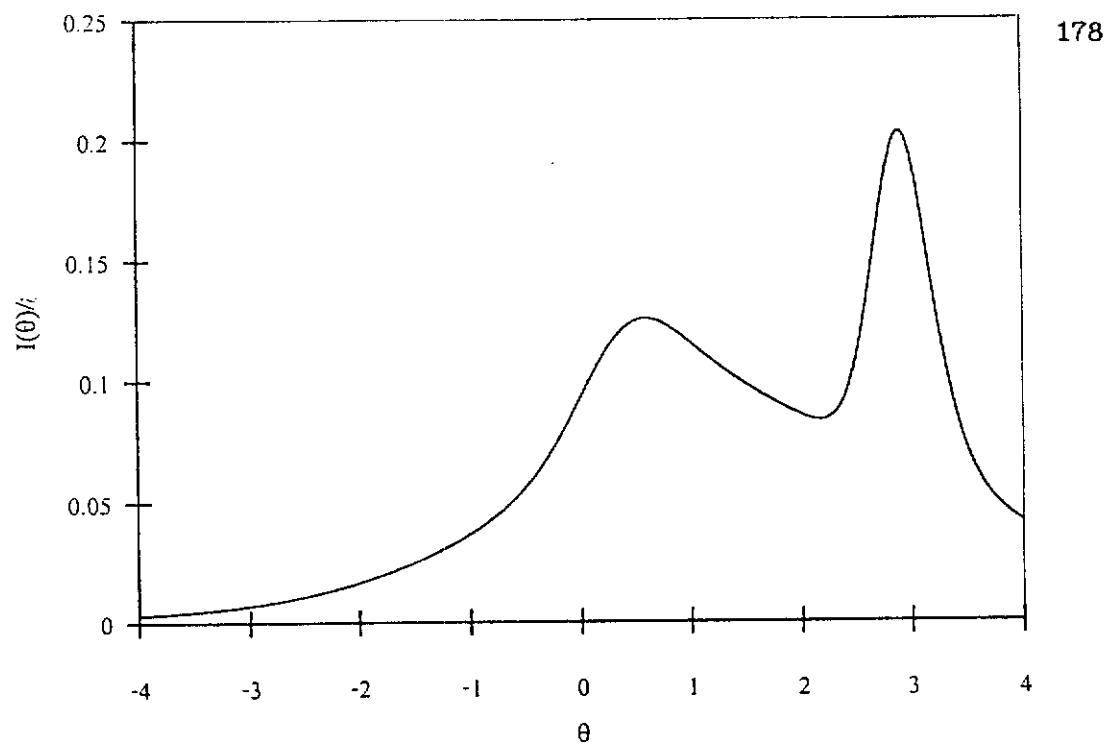
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

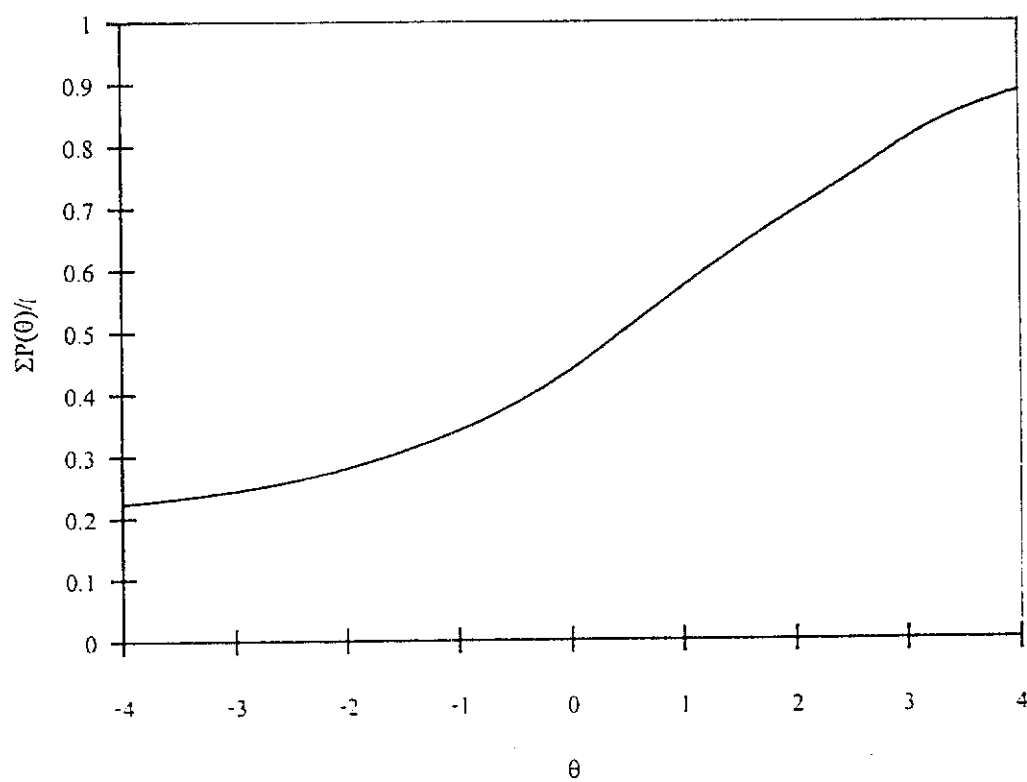
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 11 จากตารางที่ 43 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 4.300 และต่ำสุด -2.911 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.288 และ 1.600 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 2.978 และต่ำสุด .287 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .594 และ .510 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .296 และต่ำสุด .145 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .195 และ .031 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 11 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .094 ถึง 6.098 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 2.95 และแบบทดสอบฉบับที่ 11 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 6.698 ถึง 26.593 (ดังตาราง 64 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 27 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 27 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 11 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 27 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 11 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 27 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 27 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 11



ภาพประกอบ 27 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 11

ภาพประกอบ 27 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและโค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 11

ตาราง 44 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับที่ 12

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
1	.468	1.683	.241
2	.442	-2.384 *	.242
3	.564	.137	.239
4	.336	.686	.264
5	.260 *	4.850	.244
6	.522	4.944 **	.130 *
7	.750	- .705	.218
8	.582	-2.012	.244
9	.532	.134	.237
10	.344	1.280	.259
11	.575	.214	.225
12	.474	3.974	.214
13	.952	1.301	.256
14	.410	1.644	.299
15	.548	1.154	.253
16	.592	1.502	.247
17	.621	1.273	.252
18	.466	2.342	.285
19	.653	.702	.249
20	.410	- .258	.259
21	.425	.661	.231
22	.641	1.963	.233
23	2.642 **	.950	.461 **
24	.475	3.031	.286
25	.691	1.321	.163
26	.314	2.698	.311

ตาราง 44 (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าการเดา
27	.926	.852	.158
28	.538	1.870	.264
29	.324	4.300	.244
30	.512	1.463	.236
31	.340	2.640	.296
32	.414	.353	.251
33	.503	3.276	.374
34	.523	1.597	.200
35	.574	.658	.268
36	.519	2.910	.188
37	.706	.971	.189
38	.720	2.224	.184
39	.365	4.250	.244
40	.420	2.070	.242
ค่าเฉลี่ย	.577	1.562	.247
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.368	1.621	.056

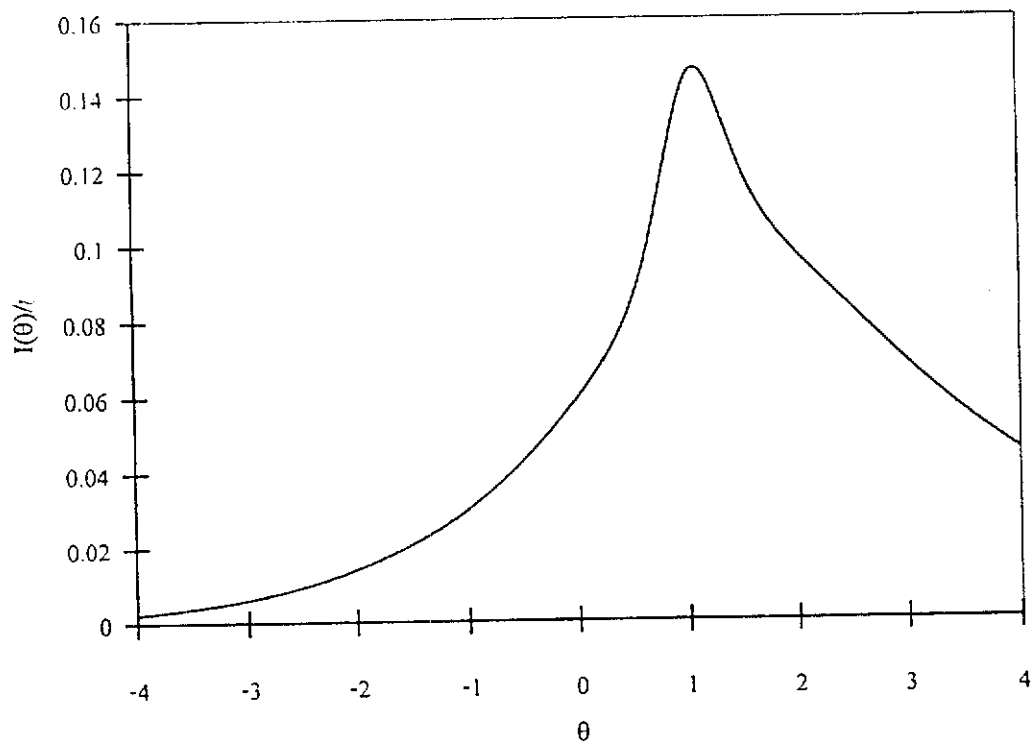
** หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าสูงสุด

* หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีค่าต่ำสุด

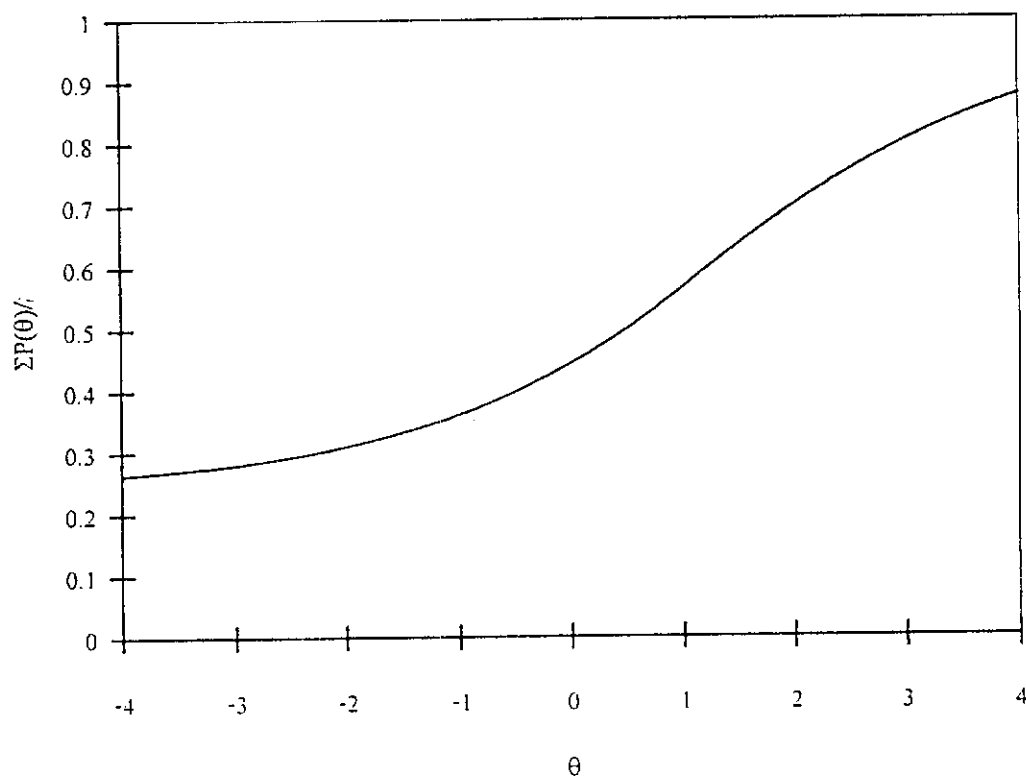
ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 12 จากตารางที่ 44 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีค่าสูงสุด 4.944 และต่ำสุด -2.384 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.562 และ 1.621 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงสุด 2.642 และต่ำสุด .260 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .577 และ .368 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบมีค่าสูงสุด .461 และต่ำสุด .130 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .247 และ .056 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบและค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถระหว่าง -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 12 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.092$ ถึง 5.861 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.10 และแบบทดสอบฉบับที่ 12 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 10.540 ถึง 34.984 (ดังตาราง 65 ในภาคผนวก) เมื่อนำค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 28 (ก) และนำค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบมาเขียนภาพได้โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 28 (ข)

อนึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 12 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 28 (ก) และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 12 ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 28 (ข) ใช้ค่าฟังก์ชันเฉลี่ยตามจำนวนข้อสอบเพื่อให้สเกลการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1



ภาพประกอบ 28 (ก) โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบฉบับที่ 12



ภาพประกอบ 28 (ข) โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบฉบับที่ 12

ภาพประกอบ 28 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบและ โค้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 12

2.3 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบทั้ง 12 ฉบับ มาวิเคราะห์ เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบตามวิธีการของวอร์ม ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 45

ตาราง 45 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย 12 ฉบับ

แบบทดสอบ	ชนิดของข้อสอบ	จำนวนข้อ	ค่าความเชื่อมั่น
ฉบับที่ 1	แบบสั้น	20	.531
ฉบับที่ 2	แบบสั้น	30	.894
ฉบับที่ 3	แบบสั้น	40	.813
ฉบับที่ 4	แบบง่าย	20	.503
ฉบับที่ 5	แบบง่าย	30	.815
ฉบับที่ 6	แบบง่าย	40	.535
ฉบับที่ 7	แบบยากปานกลาง	20	.879
ฉบับที่ 8	แบบยากปานกลาง	30	.911
ฉบับที่ 9	แบบยากปานกลาง	40	.862
ฉบับที่ 10	แบบยากมาก	20	.173
ฉบับที่ 11	แบบยากมาก	30	.837
ฉบับที่ 12	แบบยากมาก	40	.830

จากตาราง 45 พบว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลางที่มีความยาว 30 ข้อ มีความเชื่อมั่นสูงสุด คือ .911 และแบบทดสอบแบบยากมากที่มีความยาว 20 ข้อ มีความเชื่อมั่นต่ำสุดคือ .173

2.4 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบทั้ง 12 ฉบับ มาวิเคราะห์ เพื่อหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยกับคะแนนการสอบวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ได้ขนาดความสัมพันธ์ดังแสดงในตาราง 46

ตาราง 46 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย 12 ฉบับ

แบบทดสอบ	ชนิดของข้อสอบ	จำนวนข้อ	ค่าความเที่ยงตรง
ฉบับที่ 1	แบบสั้น	20	.172
ฉบับที่ 2	แบบสั้น	30	.322
ฉบับที่ 3	แบบสั้น	40	.239
ฉบับที่ 4	แบบง่าย	20	.393
ฉบับที่ 5	แบบง่าย	30	.371
ฉบับที่ 6	แบบง่าย	40	.512
ฉบับที่ 7	แบบยากปานกลาง	20	.226
ฉบับที่ 8	แบบยากปานกลาง	30	.823
ฉบับที่ 9	แบบยากปานกลาง	40	.587
ฉบับที่ 10	แบบยากมาก	20	.308
ฉบับที่ 11	แบบยากมาก	30	.620
ฉบับที่ 12	แบบยากมาก	40	.570

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 46 พบว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลางที่มีความยาว 30 ข้อ มีความเที่ยงตรงสูงสุดคือ .823 และแบบทดสอบแบบสั้นที่มีความยาว 20 ข้อ มีความเที่ยงตรงต่ำสุดคือ .172 แบบทดสอบทุกฉบับมีความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นแบบทดสอบฉบับที่ 1 ความเที่ยงตรงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

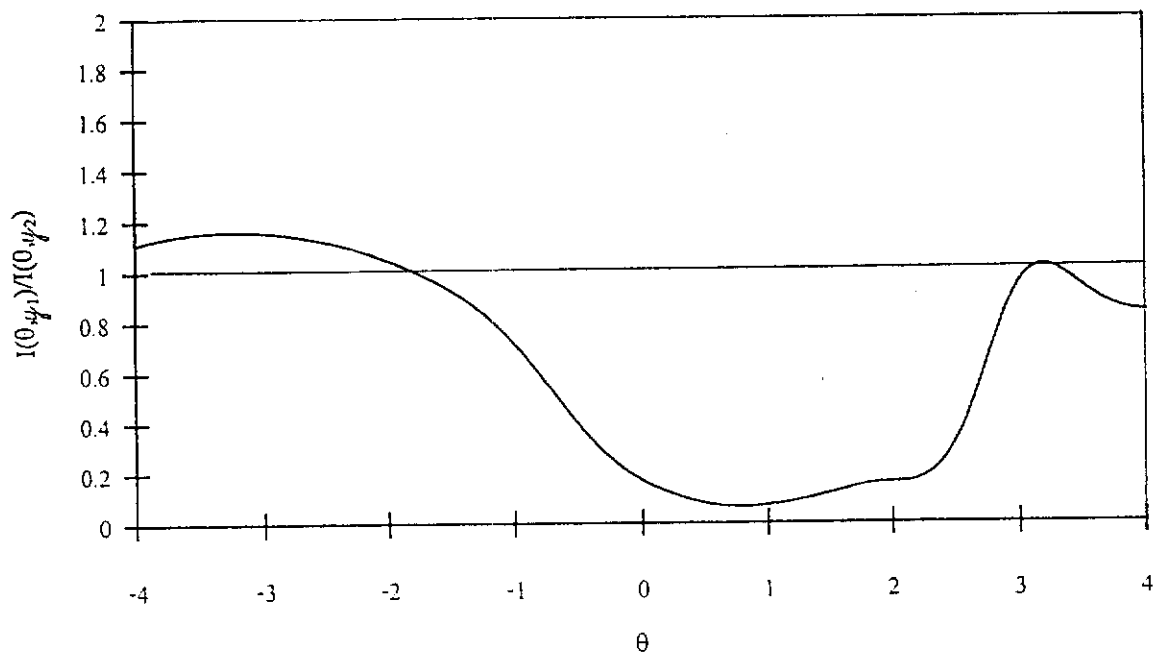
3.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสอบมาคำนวณหาค่าสารสนเทศของข้อสอบ และของแบบทดสอบ ณ ระดับความสามารถต่าง ๆ ซึ่งจะแบ่งระดับความสามารถออกเป็น 161 ระดับ คือ $-4.00, -3.95, -3.90, \dots, +4.00$ แล้วคำนวณดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) ของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 66-69 ในภาคผนวก

จากตาราง 66 พบว่าค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถตั้งแต่ประมาณ -1.80 ลงไป และที่ระดับความสามารถ 3.10 ถึง 3.30 ส่วนฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 ดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มีค่าต่ำกว่า 1 ทุกระดับความสามารถ สำหรับฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 ดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -0.40 ถึง 2.70

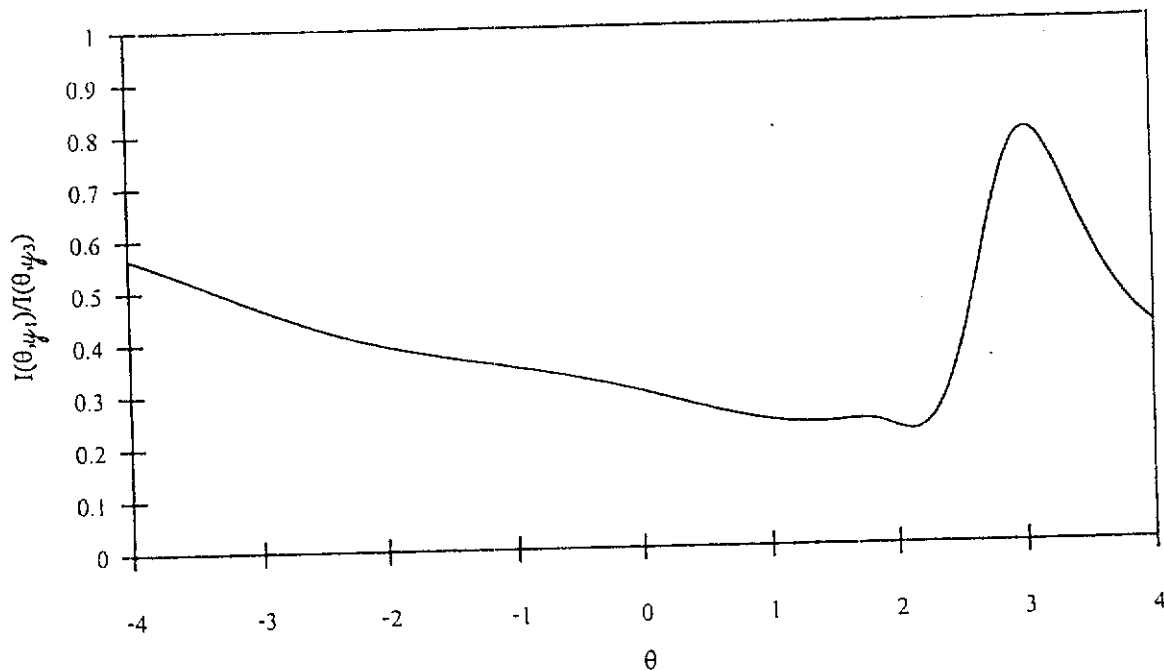
แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 เมื่อใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถในระดับต่ำ ($\theta < -1.80$) สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถในระดับปานกลางและระดับสูง ($-1.80 < \theta < 3.05$) และ ($\theta > 3.35$) แบบทดสอบฉบับที่ 2 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบฉบับที่ 3 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทุกระดับความสามารถ ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 3 เมื่อใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถระดับปานกลาง ($-0.40 < \theta < 2.70$) สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถระดับต่ำและระดับสูง ($2.70 < \theta < -0.40$) แบบทดสอบฉบับที่ 3 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 1.159 ที่ระดับความสามารถ -3.20 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.064 ที่ระดับความสามารถ 0.80 (ดังตาราง 66 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 29



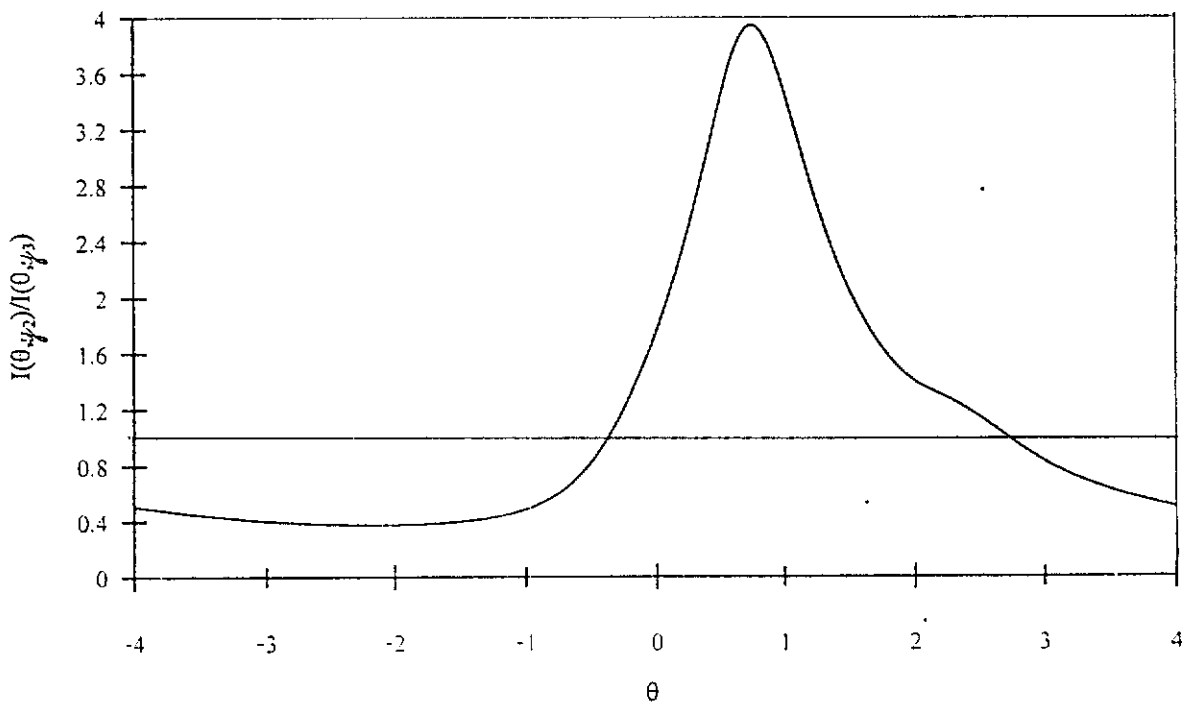
ภาพประกอบ 29 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 0.788 ที่ระดับความสามารถ 3.05 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.217 ที่ระดับความสามารถ 2.10 (ดังตาราง 66 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 30



ภาพประกอบ 30 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 3.945 ที่ระดับความสามารถ 0.75 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.374 ที่ระดับความสามารถ -2.15 (ดังตาราง 66 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 31

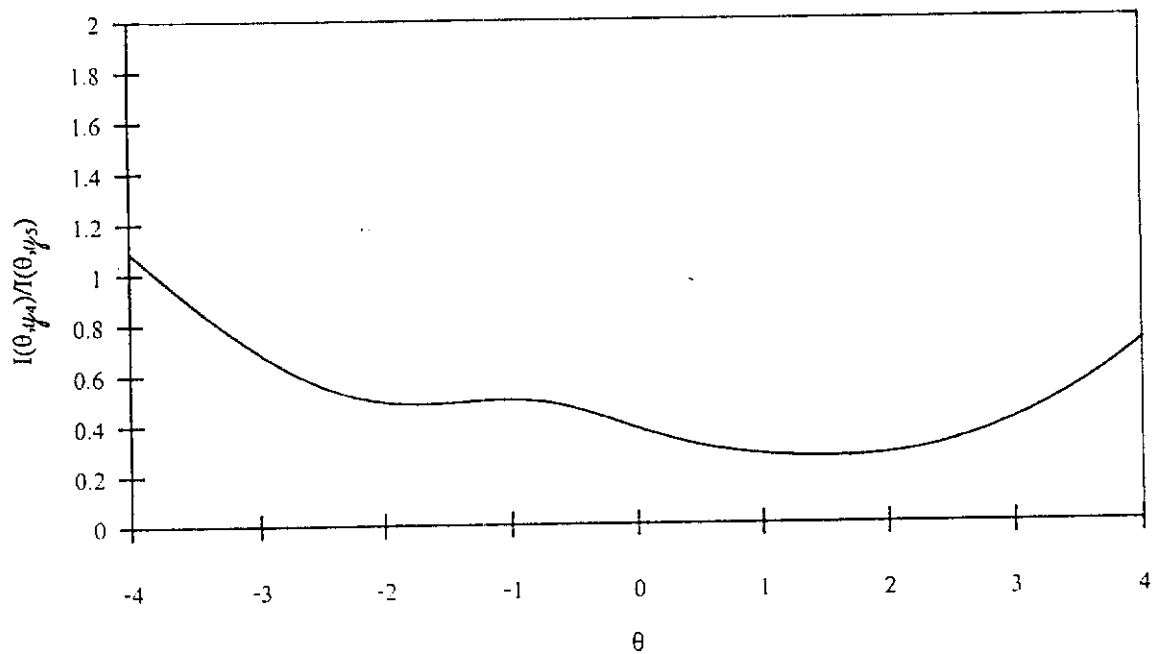


ภาพประกอบ 31 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3

จากตาราง 67 พบว่าค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถตั้งแต่ประมาณ -3.80 ลงไป ส่วนฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 6 ดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มีค่าต่ำกว่า 1 ทุกระดับความสามารถ สำหรับฉบับที่ 5 กับฉบับที่ 6 ดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -2.05 ถึง 3.25

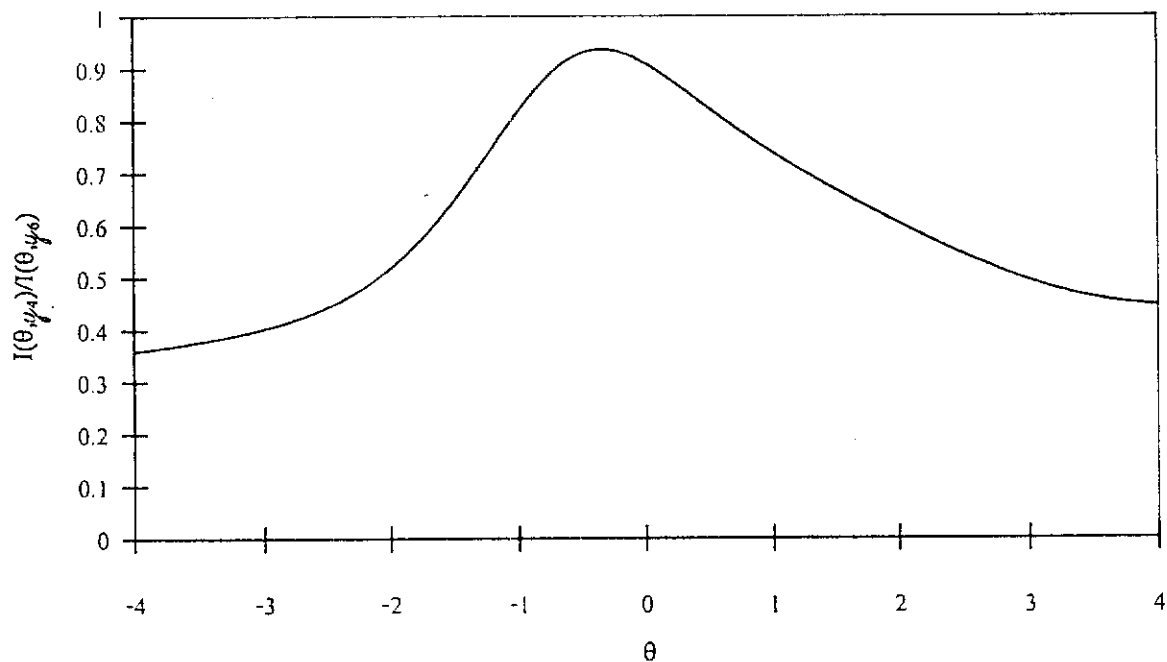
แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 4 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 5 เมื่อใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถในระดับต่ำมาก ($\theta < -3.80$) สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถเกือบทุกระดับความสามารถ ($\theta > -3.80$) แบบทดสอบฉบับที่ 5 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 4 แบบทดสอบฉบับที่ 6 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 4 ทุกระดับความสามารถ ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 5 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 6 เมื่อใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถระดับปานกลางและระดับสูง ($-2.05 < \theta < 3.25$) สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถระดับต่ำและระดับสูง ($3.25 < \theta < -2.05$) แบบทดสอบฉบับที่ 6 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 5

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 1.088 ที่ระดับความสามารถ -4.00 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.263 ที่ระดับความสามารถ 1.55 (ดังตาราง 67 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 32



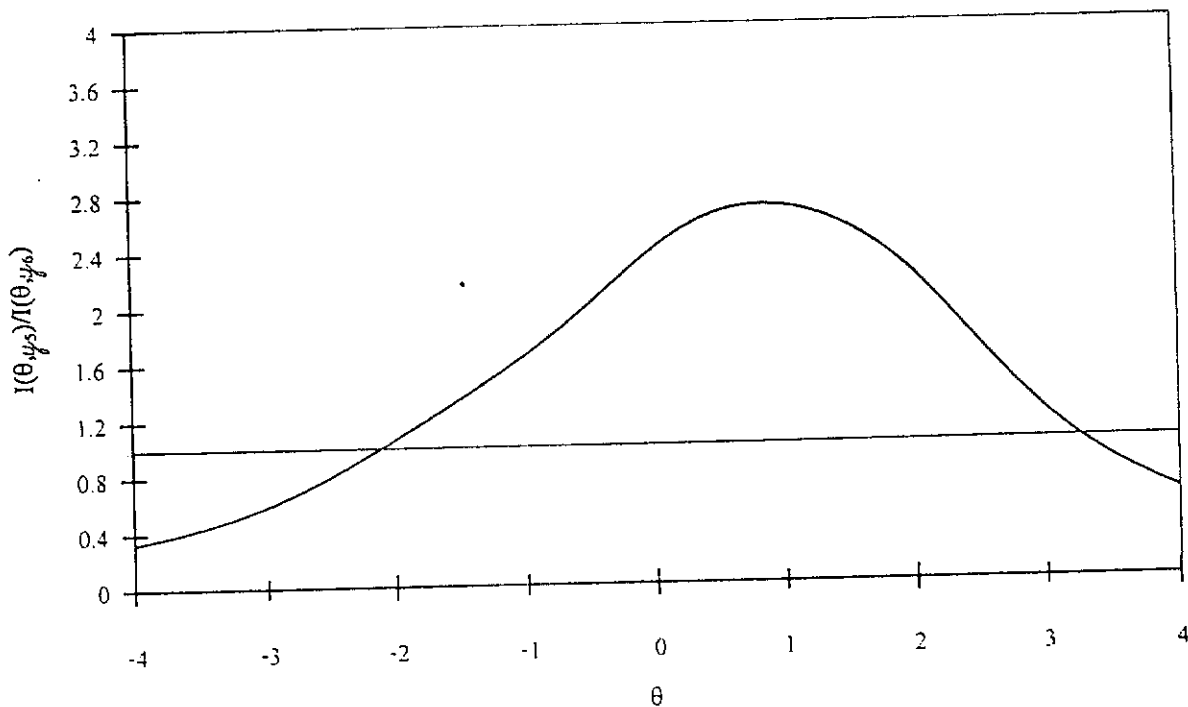
ภาพประกอบ 32 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 6 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 0.936 ที่ระดับความสามารถ -0.35 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.359 ที่ระดับความสามารถ -4.00 (ดังตาราง 67 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 33



ภาพประกอบ 33 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 6

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 5 กับฉบับที่ 6 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 2.696 ที่ระดับความสามารถ 0.85 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.330 ที่ระดับความสามารถ -4.00 (ดังตาราง 67 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 34

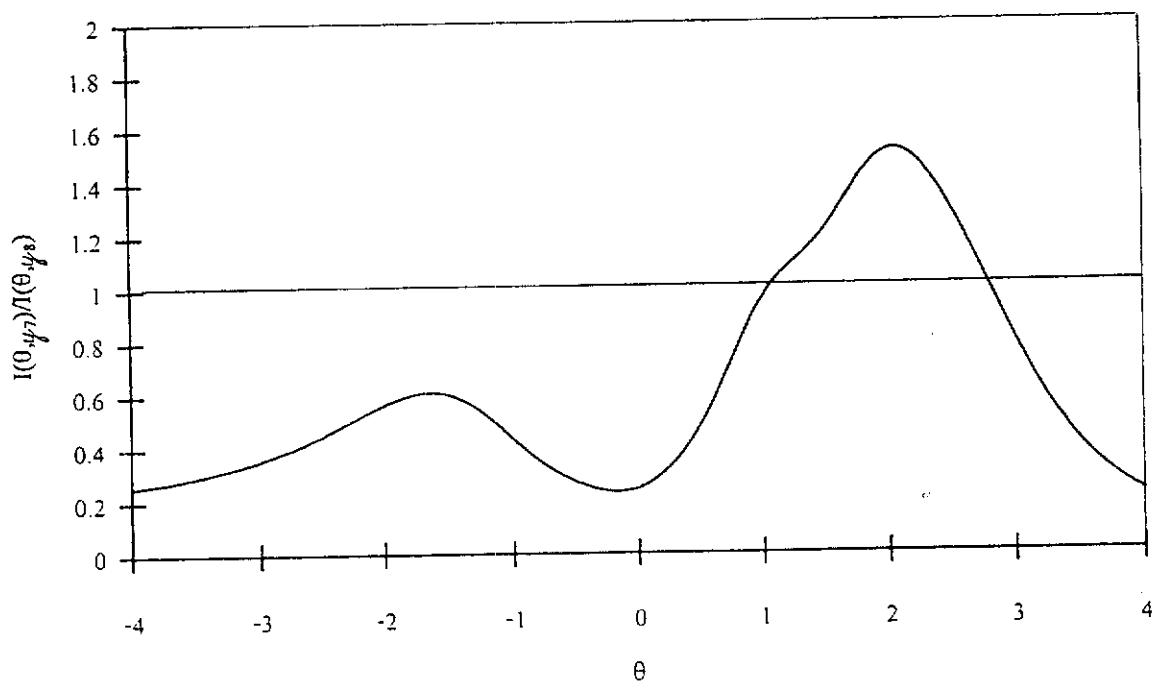


ภาพประกอบ 34 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 5 กับฉบับที่ 6

จากตาราง 68 พบว่าค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 8 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ 1.10 ถึง 2.80 ส่วนฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 9 ดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -0.80 ถึง 2.05 สำหรับฉบับที่ 8 กับฉบับที่ 9 ดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -1.80 ถึง 1.40

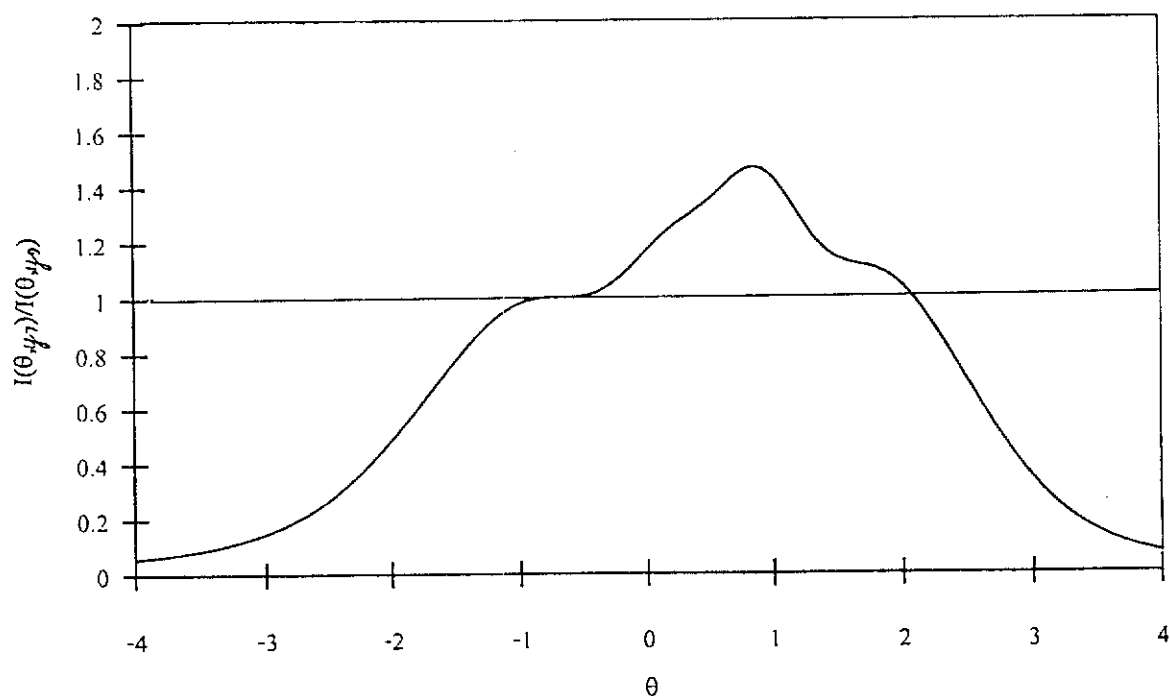
แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 7 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 8 เมื่อใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถในระดับปานกลางค่อนข้างสูง ($1.10 < \theta < 2.80$) สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถระดับปานกลางต่ำลงไป และระดับสูงมาก ($2.80 < \theta < 1.10$) แบบทดสอบฉบับที่ 8 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 7 แบบทดสอบฉบับที่ 7 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 9 เมื่อใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถในระดับปานกลาง ($-0.80 < \theta < 2.05$) สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถในระดับปานกลางต่ำลงไปและระดับสูง ($2.05 < \theta < -0.80$) แบบทดสอบฉบับที่ 9 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 7 ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 8 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 9 เมื่อประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถระดับต่ำและระดับสูง ($1.40 < \theta < -1.80$) แบบทดสอบฉบับที่ 9 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 8

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 8 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 1.516 ที่ระดับความสามารถ 2.05 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.232 ที่ระดับความสามารถ -0.15 (ดังตาราง 68 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 35



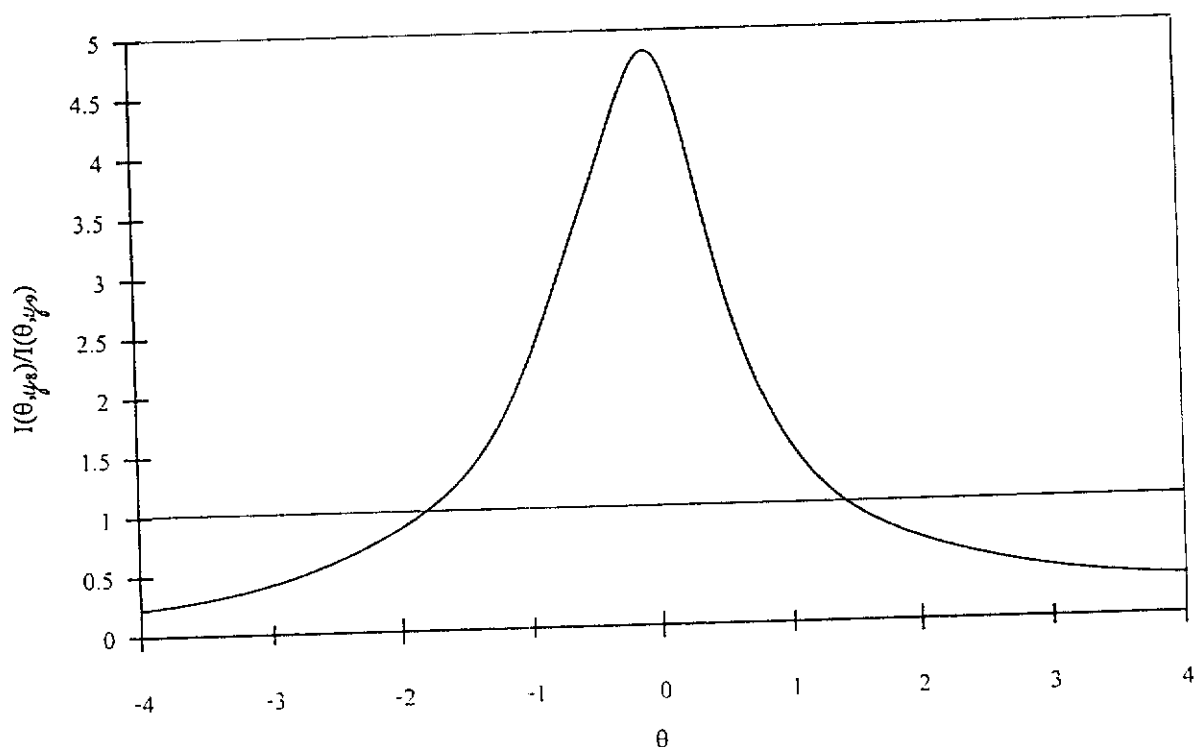
ภาพประกอบ 35 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 8

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 9 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 1.468 ที่ระดับความสามารถ 0.85 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.057 ที่ระดับความสามารถ 4.00 (ดังตาราง 68 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 36



ภาพประกอบ 36 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 9

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 8 กับฉบับที่ 9 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง $+4$ รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 4.819 ที่ระดับความสามารถ -0.05 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.223 ที่ระดับความสามารถ -4.00 (ดังตาราง 68 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 37

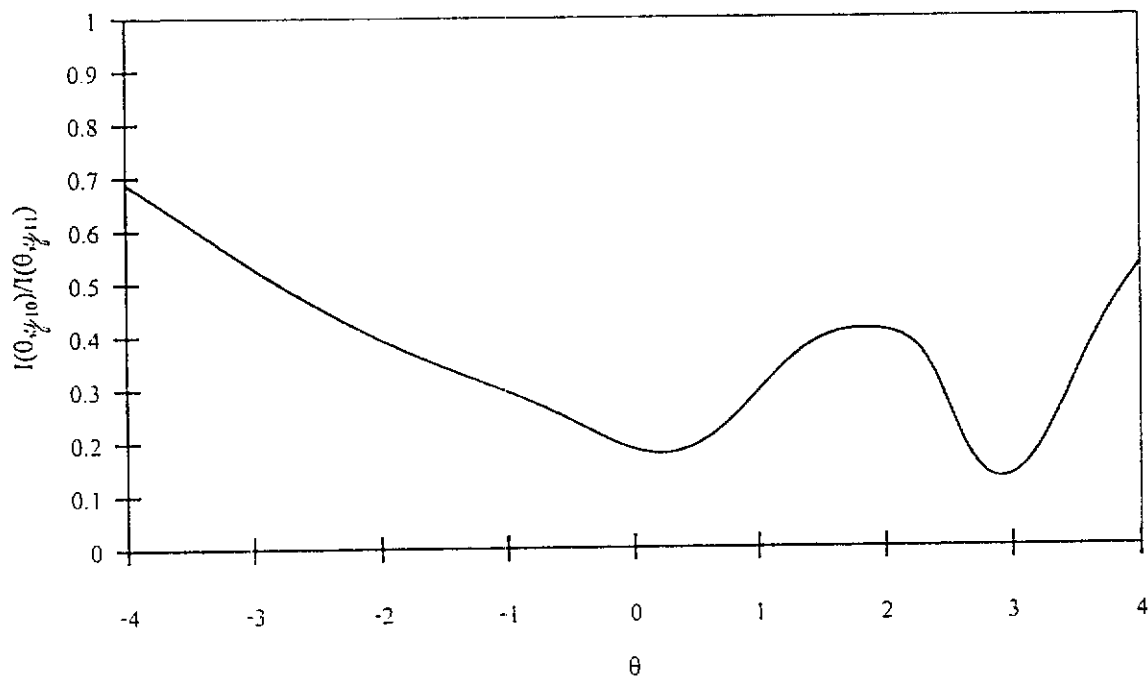


ภาพประกอบ 37 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 8 กับฉบับที่ 9

จากตาราง 69 พบว่าค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 11 และแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 12 มีค่าต่ำกว่า 1 ทุกระดับความสามารถ สำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 11 กับฉบับที่ 12 ดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -4.00 ถึง -3.95 และที่ระดับความสามารถ -0.45 ถึง 0.55 และที่ระดับความสามารถ 2.55 ถึง 3.45

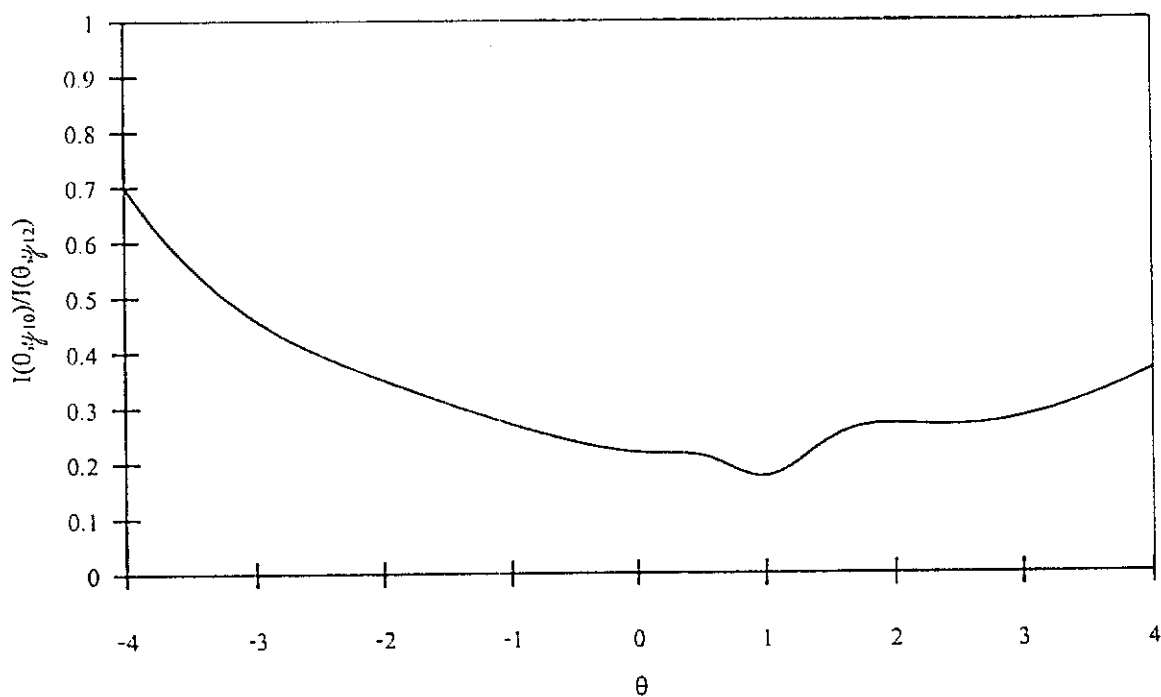
แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 11 และฉบับที่ 12 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 10 เมื่อใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถทุกระดับความสามารถ ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 11 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 12 เมื่อใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถในระดับปานกลางต่ำลงไป และระดับสูง ($-0.45 < \theta < 0.55$) และ ($2.55 < \theta < 3.45$) สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบที่มีความสามารถในระดับสูง ($\theta > 3.45$) แบบทดสอบฉบับที่ 12 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 11

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 11 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 0.688 ที่ระดับความสามารถ -4.00 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.129 ที่ระดับความสามารถ 2.90 (ดังตาราง 69 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 38



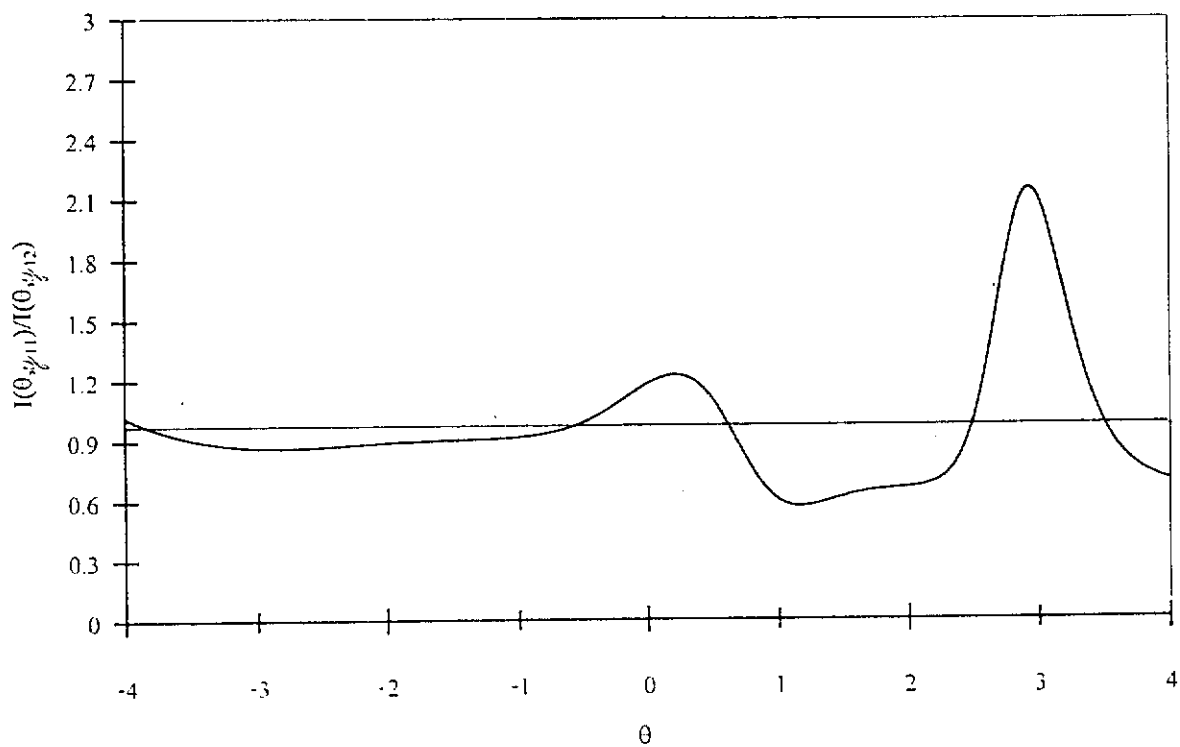
ภาพประกอบ 38 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 11

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 12 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 0.701 ที่ระดับความสามารถ -4.00 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.175 ที่ระดับความสามารถ 0.95 (ดังตาราง 69 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 39



ภาพประกอบ 39 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 12

เมื่อนำค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 11 กับฉบับที่ 12 ที่ระดับความสามารถ -4 ถึง +4 รวม 161 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 2.148 ที่ระดับความสามารถ 2.95 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.567 ที่ระดับความสามารถ 1.15 (ดังตาราง 69 ในภาคผนวก) มาเขียนภาพ ได้โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบดังภาพประกอบ 40



ภาพประกอบ 40 โค้งดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 11 กับฉบับที่ 12

3.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสอบมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ดังตาราง 30-33) และคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบ ของแบบทดสอบ (ดังตาราง 54-65 ในภาคผนวก) หาคะแนนโดเมนของแบบทดสอบ แล้วคำนวณ หาดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบของแบบทดสอบ (AAD/SD) ตามวิธีการของฮาลาไดนาและรอยด์ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 47

ตาราง 47 ค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบของแบบทดสอบ
12 ฉบับ

แบบทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนโดเมน	AAD/SD
ฉบับที่ 1	8.35	2.00	.432	3.959
ฉบับที่ 2	12.22	3.21	.361	3.694
ฉบับที่ 3	15.05	3.51	.366	4.183
ฉบับที่ 4	12.83	2.64	.779	4.565
ฉบับที่ 5	17.80	4.94	.736	3.454
ฉบับที่ 6	25.88	4.13	.750	6.085
ฉบับที่ 7	9.45	3.01	.433	2.996
ฉบับที่ 8	13.75	5.26	.385	2.541
ฉบับที่ 9	15.70	4.82	.319	3.191
ฉบับที่ 10	7.40	2.16	.345	3.266
ฉบับที่ 11	13.47	4.13	.388	3.167
ฉบับที่ 12	17.71	4.67	.397	3.707

จากตาราง 47 แบบทดสอบฉบับที่ 8 แบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบต่ำสุดคือ 2.541 และแบบทดสอบฉบับที่ 6 แบบง่าย ความยาว 40 ข้อ มีค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ สูงสุดคือ 6.085

ตอนที่ 4 การกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์เพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบ ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมาเขียนภาพ โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานหรือคะแนนจุดตัด (C_x) ที่จุดเปลี่ยนโค้ง และกำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านที่ π_1 ใช้สัญลักษณ์ P_1 และความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตกที่ π_u ใช้สัญลักษณ์ P_u จากการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบตามวิธีการของแอมป์เบลตัน และกรูเตอร์ กำหนดให้ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนสูงสุด $P^* = .20$ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 48

ตาราง 48 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านและผู้รอบรู้สอบตกของแบบทดสอบ 12 ฉบับ

แบบทดสอบ	ชนิดของข้อสอบ	จำนวนข้อ	C_x	P_1	P_u	P_m
ฉบับที่ 1	แบบสุ่ม	20	9	.450	.150	.450
ฉบับที่ 2	แบบสุ่ม	30	15	.167	.566	.566
ฉบับที่ 3	แบบสุ่ม	40	13	.425	.125	.425
ฉบับที่ 4	แบบง่าย	20	14	.700	.150	.700
ฉบับที่ 5	แบบง่าย	30	19	.167	.267	.267
ฉบับที่ 6	แบบง่าย	40	29	.175	.325	.325
ฉบับที่ 7	แบบยากปานกลาง	20	8	.200	.250	.250
ฉบับที่ 8	แบบยากปานกลาง	30	11	.033	.133	.133
ฉบับที่ 9	แบบยากปานกลาง	40	15	.275	.375	.375
ฉบับที่ 10	แบบยากมาก	20	7	.450	.650	.650
ฉบับที่ 11	แบบยากมาก	30	11	.600	.167	.600
ฉบับที่ 12	แบบยากมาก	40	11	.350	.050	.350

จากตาราง 47 แบบทดสอบแบบสุ่ม แบบง่ายและแบบยากมาก ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าความน่าจะเป็นที่ถือเป็นเกณฑ์ และแบบทดสอบแบบยากปานกลางค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าค่าความน่าจะเป็นที่ถือเป็นเกณฑ์ โดยที่แบบทดสอบฉบับที่ 8 แบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ .13

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อนำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่มีความยากและความยาวต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรณีที่มีความยากต่างกัน และความยาวของแบบทดสอบต่างกัน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรณีที่มีความยากต่างกัน และความยาวของแบบทดสอบต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

1. แบบทดสอบที่มีความยากปานกลาง มีความเที่ยงตรงมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยากแบบสลับ แบบง่าย และแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีความเที่ยงตรงมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ
2. แบบทดสอบที่มีความยากปานกลาง มีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยากแบบสลับ แบบง่าย และแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ
3. แบบทดสอบที่มีความยากปานกลางมีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงกว่าแบบทดสอบที่มีความยากแบบสลับ แบบง่าย และแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ
4. แบบทดสอบที่มีความยากปานกลาง มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบแบบสลับ แบบง่ายและแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ
5. แบบทดสอบที่มีความยากปานกลาง มีความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านและที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตกน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยากแบบสลับ แบบง่าย และแบบยากมาก โดยแบบทดสอบที่มีความยาว 40 ข้อ มีความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน และที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตกน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือกลุ่มตัวอย่าง ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการพิจารณาแบบทดสอบประมาณ 20 คนต่อแบบทดสอบ 1 ฉบับ กลุ่มที่สองคือกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เลื่อนชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนเลือก โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นคือสุ่มโรงเรียนและสุ่มห้องเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยนั้น ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำแบบทดสอบและแบบกรอกข้อมูลไปให้อาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นผู้ตอบให้

2. ข้อมูลจากนักเรียนในการทดลองเครื่องมือเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยและข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทำหนังสือขอความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมสามัญศึกษา เพื่อขอหนังสือราชการในการไปติดต่อขอความร่วมมือจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียนเพื่อกำหนดวันเวลาในการสอบ และดำเนินการจัดสอบร่วมกับหัวหน้าฝ่ายวิชาการและหัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ของโรงเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. การวิเคราะห์แบบทดสอบ

วิเคราะห์แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ค่าสถิติต่อไปนี้

- 1.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
- 1.2 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ
- 1.3 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ
- 1.4 ตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบ
- 1.5 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

- 2.1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

- 2.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ
- 2.3 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- 2.4 วิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

วิเคราะห์แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย เพื่อวิเคราะห์ค่าสถิติต่อไปนี้

 - 3.1 วิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ
 - 3.2 วิเคราะห์ค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ
4. การวิเคราะห์เพื่อกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

วิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน ที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน และที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตก เมื่อแบบทดสอบมีความยากต่างกันและความยาวต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

จากการตรวจสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อสอบแต่ละข้อ ว่าจะมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของโรวิเนลลีและแอมเบิลตัน ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยข้อสอบฉบับละ 40 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องสูงสุด 1.0 และต่ำสุด 0.6 แสดงว่าแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับดังกล่าวมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ตัดสินที่ว่า ถ้าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺ ได้ผลดังนี้

1.2.1 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 216 คน ได้คะแนนระหว่าง 5-37 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 20.26 และ 6.42 ตามลำดับ

1.2.2 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 2 ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 247 คน ได้คะแนนระหว่าง 5-38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 18.77 และ 6.46 ตามลำดับ

1.2.3 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 3 ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 222 คน ได้คะแนนระหว่าง 4-36 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 20.65 และ 5.63 ตามลำดับ

1.2.4 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 4 ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 215 คน ได้คะแนนระหว่าง 11-37 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 23.62 และ 5.63 ตามลำดับ

1.2.5 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 5 ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 196 คน ได้คะแนนระหว่าง 5.85-19.51 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 19.51 และ 5.85 ตามลำดับ

1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 5 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ ฉบับละ 40 ข้อ ด้วยโปรแกรม BILOG เวอร์ชัน 3.04 ปรากฏว่ามีข้อสอบบางข้อไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากได้ คือแบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 2 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 5 ข้อ ดังนั้นผู้วิจัยจึงประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากในแบบทดสอบและข้อดังกล่าวด้วยกราฟ ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากที่วิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูป BILOG เวอร์ชัน 3.04 กับโปรแกรม BICAL เวอร์ชัน 3 ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

1.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างขึ้นฉบับที่ 1 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -1.712 ถึง 3.450 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .794 และ 1.251 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .337 ถึง 1.966 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .861 และ .364 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง .080 และ .376 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .233 และ .055 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .058 ถึง 11.294 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.55 และแบบทดสอบฉบับที่ 1 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 9.757 ถึง 38.519

1.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างชั้นฉบับที่ 2 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -1.139 ถึง 3.334 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.968$ และ 1.212 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.420$ ถึง 1.927 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.041 และ $.357$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.144$ ถึง $.304$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.224$ และ $.039$ ตามลำดับ และเมื่อนำมาหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.023$ ถึง 12.494 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.45 และแบบทดสอบฉบับที่ 2 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 9.151 ถึง 39.085

1.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างชั้นฉบับที่ 3 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -1.625 ถึง 4.511 โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.042 และ 1.573 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.342$ ถึง 1.935 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.831$ และ $.342$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดา มีค่าระหว่าง $.126$ ถึง $.376$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.246$ และ $.053$ ตามลำดับ และเมื่อนำมาหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ปรากฏว่า แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.047$ ถึง 7.309 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ -0.30 และแบบทดสอบฉบับที่ 3 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 10.195 ถึง 37.432

1.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างชั้นฉบับที่ 4 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -2.420 ถึง 3.050 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.489$ และ 1.274 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.234$ ถึง 1.457 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.758$ และ $.246$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดา มีค่าระหว่าง $.235$ ถึง $.442$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.332$ และ $.051$ ตามลำดับ และเมื่อนำมาหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.096$ ถึง 6.833 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.10 และแบบทดสอบฉบับที่ 4 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 14.003 ถึง 38.965

1.3.5 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างขึ้นฉบับที่ 5 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -3.479 ถึง 4.550 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.978$ และ 1.741 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.222$ ถึง 1.930 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.647$ และ $.334$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดา มีค่าระหว่าง $.054$ ถึง $.236$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.156$ และ $.034$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.263$ ถึง 7.112 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 2.10 และแบบทดสอบฉบับที่ 5 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 7.646 ถึง 36.343

1.3.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับที่สร้างขึ้น ปรากฏว่า ค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับไม่แตกต่างกัน ซึ่งสรุปได้ว่าแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับมีความยากใกล้เคียงกัน

1.3.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับที่สร้างขึ้น ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ โดยที่แบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 แบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 5 แบบทดสอบฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 แบบทดสอบฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 4 แบบทดสอบฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 5 ฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 แบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 4 แบบทดสอบฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 4 และแบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5 ไม่แตกต่างกัน

1.3.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเดาของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับที่สร้างขึ้น ปรากฏว่าค่าการเดาของข้อสอบในแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ โดยที่แบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 4 แบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 5 แบบทดสอบฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 แบบทดสอบฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 4 แบบทดสอบฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 5 แบบทดสอบฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 4 แบบทดสอบฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 5 แบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 และแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 ไม่แตกต่างกัน

1.4 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับที่สร้างขึ้น ปรากฏว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับสามารถวัดคุณลักษณะที่เด่นเพียง 1 คุณลักษณะ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับมีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

1.4.1 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 14 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 5.514 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 2.010 1.762 และ 1.715 ตามลำดับ

1.4.2 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 14 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 5.613 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 2.036 1.647 และ 1.563 ตามลำดับ

1.4.3 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 3 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 16 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 4.690 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 1.946 1.839 และ 1.790 ตามลำดับ

1.4.4 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 4 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 17 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 4.235 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 1.833 1.806 และ 1.672 ตามลำดับ

1.4.5 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1.0 จำนวน 15 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุดคือ 4.958 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 3 และ 4 มีค่า 2.071 1.728 และ 1.699 ตามลำดับ

1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบตามวิธีการของวอร์ม ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 และฉบับที่ 5 .912 .921 .864 .854 และ .860 ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 12 ฉบับ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺ ได้ผลดังนี้

2.1.1 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 ที่มีค่าความยากแบบสุ่ม จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 117 คน ได้คะแนนระหว่าง 4-12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.35 และ 2.00 ตามลำดับ

2.1.2 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 2 ที่มีค่าความยากแบบสุ่ม จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 134 คน ได้คะแนนระหว่าง 6-20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 12.22 และ 3.21 ตามลำดับ

2.1.3 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 3 ที่มีค่าความยากแบบสุ่ม จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 143 คน ได้คะแนนระหว่าง 8-24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 15.05 และ 3.51 ตามลำดับ

2.1.4 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 4 ที่มีค่าความยากต่ำ จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 124 คน ได้คะแนนระหว่าง 5-19 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 12.83 และ 2.64 ตามลำดับ

2.1.5 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 5 ที่มีค่าความยากต่ำ จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 144 คน ได้คะแนนระหว่าง 6-27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 17.80 และ 4.94 ตามลำดับ

2.1.6 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 6 ที่มีค่าความยากต่ำ จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 142 คน ได้คะแนนระหว่าง 12-34 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 25.88 และ 4.13 ตามลำดับ

2.1.7 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 7 ที่มีค่าความยากปานกลาง จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 124 คน ได้คะแนนระหว่าง 4-17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 9.45 และ 3.01 ตามลำดับ

2.1.8 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 8 ที่มีค่าความยากปานกลาง จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 133 คน ได้คะแนนระหว่าง 6-25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 13.75 และ 5.26 ตามลำดับ

2.1.9 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 9 ที่มีค่าความยากปานกลาง จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 148 คน ได้คะแนนระหว่าง 8-36 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 15.70 และ 4.82 ตามลำดับ

2.1.10 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 10 ที่มีค่าความยากสูง จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 123 คน ได้คะแนนระหว่าง 4-14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 7.40 และ 2.16 ตามลำดับ

2.1.11 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 11 ที่มีค่าความยากสูง จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 127 คน ได้คะแนนระหว่าง 6-24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 13.47 และ 4.13 ตามลำดับ

2.1.12 จากการวิเคราะห์ผลการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 12 ที่มีค่าความยากสูง จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ปรากฏว่าจากจำนวนผู้สอบ 141 คน ได้คะแนนระหว่าง 8-31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 17.71 และ 4.67 ตามลำดับ

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 12 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความยากแบบสุ่ม 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ฉบับที่ 2 จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ฉบับที่ 3 จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความยากต่ำ 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 4 จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ฉบับที่ 5 จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ฉบับที่ 6 จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความยากปานกลาง 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 7 จำนวน

ข้อสอบ 20 ข้อ ฉบับที่ 8 จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ฉบับที่ 9 จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความยากสูง 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 10 จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ฉบับที่ 11 จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ และฉบับที่ 12 จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ

เมื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG เวอร์ชัน 3.04 ปรากฏว่ามีข้อสอบบางข้อไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากได้ คือแบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 9 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 9 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 2 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 4 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 4 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 8 จำนวน 3 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 9 จำนวน 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 10 จำนวน 6 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 11 จำนวน 4 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 12 จำนวน 4 ข้อ ดังนั้นผู้วิจัยจึงประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากในแบบทดสอบและข้อดังกล่าวด้วยกราฟ ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากที่วิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูป BILOG เวอร์ชัน 3.04 กับโปรแกรม BICAL เวอร์ชัน 3 ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 1 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -2.520 ถึง 5.520 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.965 และ 2.032 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.161$ ถึง 1.863 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.402$ และ $.344$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.238$ ถึง $.282$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.263$ และ $.010$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.066$ ถึง 2.129 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 2.80 และแบบทดสอบฉบับที่ 1 นี้มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 6.153 ถึง 16.007

2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 2 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -4.166 ถึง 5.050 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.322 และ 1.751 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.159$ ถึง 2.974 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.800$ และ $.735$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.113$ ถึง $.505$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.237$ และ $.067$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.059$ ถึง 9.362 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.80 และแบบทดสอบฉบับที่ 2 นี้มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 8.201 ถึง 26.716

2.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 3 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -8.983 ถึง 5.291 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.653 และ 2.541 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.259$ ถึง 2.847 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.494$ และ $.407$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.097$ ถึง $.373$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.220$ และ $.050$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.116$ ถึง 5.341 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 2.30 และแบบทดสอบฉบับที่ 3 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 10.535 ถึง 32.543

2.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 4 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -3.644 ถึง 4.950 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $-.204$ และ 1.782 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.224$ ถึง 1.053 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.476$ และ $.202$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.209$ ถึง $.310$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.247$ และ $.023$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.188$ ถึง 2.006 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ -0.30 และแบบทดสอบฉบับที่ 4 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 6.403 ถึง 18.620

2.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 5 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -3.320 ถึง 3.550 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $-.084$ และ 1.403 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง $.306$ ถึง 1.119 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.710$ และ $.229$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.060$ ถึง $.381$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.192$ และ $.050$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.173$ ถึง 5.396 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.45 และแบบทดสอบฉบับที่ 5 นี้มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 7.607 ถึง 29.259

2.2.6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 6 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -4.892 ถึง 6.907 โดยมีค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $-.159$ และ 2.353 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนก มีค่าระหว่าง $.177$ ถึง $.624$ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.392$ และ $.116$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.167$ ถึง $.301$ โดยมีค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.247$ และ $.022$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของ แบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าฟังก์ชัน สารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.524$ ถึง 2.147 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ -0.20 และแบบทดสอบฉบับที่ 6 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 13.889 ถึง 36.108

2.2.7 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 7 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง $-.842$ ถึง 2.650 โดยมีค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.997$ และ $.983$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนก มีค่าระหว่าง $.325$ ถึง 2.215 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.317 และ $.484$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.204$ ถึง $.419$ โดยมีค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.324$ และ $.054$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของ แบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 7 มีค่าฟังก์ชัน สารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.002$ ถึง 8.249 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.10 และแบบทดสอบฉบับที่ 7 นี้มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 6.522 ถึง 19.732

2.2.8 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 8 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง $-.967$ ถึง 3.750 โดยมีค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.958$ และ 1.121 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนก มีค่าระหว่าง $.357$ ถึง 2.558 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.021 และ $.440$ ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง $.126$ ถึง $.418$ โดยมีค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $.237$ และ $.078$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของ แบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 8 มีค่าฟังก์ชัน สารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง $.006$ ถึง 11.272 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.25 และแบบทดสอบฉบับที่ 8 นี้มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 7.211 ถึง 28.953

2.2.9 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 9 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -1.410 ถึง 3.805 โดยมีค่าเฉลี่ยและ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.694 และ 1.223 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .319 ถึง 1.252 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .762 และ .205 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง .148 ถึง .365 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .255 และ .049 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 9 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .027 ถึง 7.219 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.90 และแบบทดสอบฉบับที่ 9 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 10.430 ถึง 36.864

2.2.10 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 10 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -3.083 ถึง 9.657 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.923 และ 2.841 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .267 ถึง 1.113 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .383 และ .184 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง .177 ถึง .286 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .231 และ .026 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 10 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .064 ถึง 1.157 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.50 และแบบทดสอบฉบับที่ 10 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 5.265 ถึง 14.334

2.2.11 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 11 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -2.911 ถึง 4.300 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.288 และ 1.600 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .287 ถึง 2.978 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .594 และ .510 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง .145 ถึง .296 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .195 และ .031 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 11 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .094 ถึง 6.098 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 2.95 และแบบทดสอบฉบับที่ 11 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 6.698 ถึง 26.593

2.2.12 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย ฉบับที่ 12 ปรากฏว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากมีค่าระหว่าง -2.384 ถึง 4.944 โดยมีค่าเฉลี่ยและ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.562 และ 1.621 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .260 ถึง 2.642 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .577 และ .368 ตามลำดับ ค่าประมาณพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง .130 ถึง .461 โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .247 และ .056 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 12 มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่าง .092 ถึง 5.861 โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.10 และแบบทดสอบฉบับที่ 12 นี้ มีค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบระหว่าง 10.540 ถึง 34.984

2.3 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบตามวิธีการของวอร์ม ปรากฏว่าแบบทดสอบที่มีความยากปานกลางความยาว 30 ข้อ 20 มีความเชื่อมั่นสูงสุด คือ .911 และแบบทดสอบที่มีความยากสูงความยาว 20 ข้อ มีความเชื่อมั่นต่ำสุดคือ .173

2.3.1 จากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบสุ่ม ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบสุ่ม ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .531 .894 และ .813 ตามลำดับ

2.3.2 จากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบง่าย ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบง่าย ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .503 .815 และ .535 ตามลำดับ

2.3.3 จากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลางความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .879 .911 และ .862 ตามลำดับ

2.3.4 จากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบยากมาก ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบยากมากความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .173 .837 และ .830 ตามลำดับ

2.4 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัยกับคะแนนการสอบวิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 1 ปรากฏว่าแบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลางความยาว 30 ข้อ มีความเที่ยงตรงสูงสุดคือ .823 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบทดสอบที่มีค่าความยากแบบสุ่มความยาว 20 ข้อ มีความเที่ยงตรงต่ำสุดคือ .172 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4.1 จากการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบบสุ่มปรากฏว่าแบบทดสอบแบบสุ่ม ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ .172 .322 และ .239 ตามลำดับ

2.4.2 จากการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบบง่าย ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบง่าย ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ .393 .371 และ .512 ตามลำดับ

2.4.3 จากการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ .226 .823 และ .587 ตามลำดับ

2.4.4 จากการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบบยากมาก ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบยากมาก ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ .308 .620 และ .570 ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

3.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย โดยการคำนวณค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ ได้ผลดังนี้

3.1.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถตั้งแต่ประมาณ -1.80 ลงไป และที่ระดับความสามารถ 3.10 ถึง 3.30 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 1.159 ที่ระดับความสามารถ -3.20 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.064 ที่ระดับความสามารถ 0.80

3.1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 มีค่าต่ำกว่า 1 ทุกระดับความสามารถ โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 0.788 ที่ระดับความสามารถ 3.05 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.217 ที่ระดับความสามารถ 2.10

3.1.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -0.40 ถึง 2.70 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 3.945 ที่ระดับความสามารถ 0.75 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.375 ที่ระดับความสามารถ -2.15

3.1.6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5 กับฉบับที่ 6 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5 กับฉบับที่ 6 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -2.05 ถึง 3.25 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 2.696 ที่ระดับความสามารถ 0.85 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.330 ที่ระดับความสามารถ -4.00

3.1.8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 9 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 9 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -1.80 ถึง 2.05 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 1.468 ที่ระดับความสามารถ 0.85 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.057 ที่ระดับความสามารถ 4.00

3.1.9 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 8 กับฉบับที่ 9 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 8 กับฉบับที่ 9 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -1.80 ถึง 1.40 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 4.819 ที่ระดับความสามารถ -0.05 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.223 ที่ระดับความสามารถ -4.00

3.1.10 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 11 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 11 มีค่าต่ำกว่า 1 ทุกระดับความสามารถ โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 0.688 ที่ระดับความสามารถ -4.00 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.129 ที่ระดับความสามารถ 2.90

3.1.11 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 12 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 12 มีค่าต่ำกว่า 1 ทุกระดับความสามารถ โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 0.701 ที่ระดับความสามารถ -4.00 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.175 ที่ระดับความสามารถ 0.95

3.1.12 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 11 กับฉบับที่ 12 ปรากฏว่า ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 11 กับฉบับที่ 12 มีค่ามากกว่า 1 ที่ระดับความสามารถ -4.00 ถึง -3.95 และที่ระดับความสามารถ -0.45 ถึง 0.55 และที่ระดับความสามารถ 2.55 ถึง 3.45 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงสุด 2.148 ที่ระดับความสามารถ 2.95 และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ต่ำสุด 0.567 ที่ระดับความสามารถ 1.15

3.2 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ
จากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ตามวิธีการของฮาลาไดนาและรอยด์ ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 8 ซึ่งมีความยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบต่ำสุด คือ 2.541 และแบบทดสอบฉบับที่ 6 ซึ่งมีความยากต่ำ ความยาว 40 ข้อ มีค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบสูงสุดคือ 6.085

3.2.1 จากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในแบบทดสอบแบบสุ่ม ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบสุ่ม ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ 3.959 3.694 และ 4.183 ตามลำดับ

3.2.2 จากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในแบบทดสอบแบบง่าย ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบง่าย ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ 4.565 3.454 และ 6.085 ตามลำดับ

3.2.3 จากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ 2.996 2.541 และ 3.191 ตามลำดับ

3.2.4 จากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในแบบทดสอบแบบยากมาก ปรากฏว่าแบบทดสอบแบบยากมาก ความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ 3.266 3.167 และ 3.707 ตามลำดับ

4. ผลการกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน และความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตก โดยกำหนดช่วงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ถือเป็นเกณฑ์ตามวิธีการของวิลคอกซ์ และโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ตามวิธีของแอมเบิลตัน และกรูเจอร์ เพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบ

4.1 จากการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนของแบบทดสอบแบบง่าย ปรากฏว่าค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 20 ข้อ เท่ากับ .450 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 30 ข้อ เท่ากับ .566 และค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 40 ข้อ เท่ากับ .425

4.2 จากการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนของแบบทดสอบแบบง่าย ปรากฏว่าค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 20 ข้อ เท่ากับ .700 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 30 ข้อ เท่ากับ .267 และค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 40 ข้อ เท่ากับ .325

4.3 จากการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนของแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ปรากฏว่า ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 20 ข้อ เท่ากับ .250 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 30 ข้อ เท่ากับ .133 และค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 40 ข้อ เท่ากับ .375

4.4 จากการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนของแบบทดสอบแบบยากมาก ปรากฏว่าค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 20 ข้อ เท่ากับ .650 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 30 ข้อ เท่ากับ .600 และค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนเมื่อความยาว 40 ข้อ เท่ากับ .350

อภิปรายผลการวิจัย

การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีความยากและความยาวต่างกัน มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายดังนี้

1. ผลการศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ศึกษาเฉพาะเรื่องเศษส่วน ร้อยละ กราฟ ความคล้าย สามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ มุมแย้ง มุมตรงข้าม ซึ่งนักเรียนได้รับการสอนในภาคเรียนที่ 2 ดังนั้นผลสรุปจากการวิจัยจึงเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์บางส่วน มิใช่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งหมด

ผลการศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นพบว่าแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และมีความเชื่อมั่นสูงทุกฉบับ

2. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีแนวโน้มที่จะวัดคุณลักษณะเดียว การตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวนี้ ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบโดยศึกษาคุณลักษณะที่เด่นเพียงด้านเดียวของแบบทดสอบ การดำเนินการในครั้งนี้ไม่ได้ครอบคลุมไปถึงรายละเอียดของการวัดองค์ประกอบของแบบทดสอบแต่ละฉบับว่าวัดองค์ประกอบใด แต่อย่างไรก็ตามแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ สร้างจากจุดประสงค์เดียวกันและตามโครงสร้างของแบบทดสอบเดียวกันจากหลักสูตรเดียวกัน การตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับที่สร้างขึ้นมีคุณสมบัติพื้นฐานของการวัดสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

3. ผลการศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง มีความเที่ยงตรงมากกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยที่แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีความเที่ยงตรงมากที่สุด ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าแบบทดสอบยากปานกลาง ความยาว 40 ข้อ มีความเที่ยงตรงมากกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก ที่มี ความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ

แบบทดสอบแบบยากปานกลางมีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยที่แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีความเชื่อมั่นมากที่สุด ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 40 ข้อ มีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมากที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ แต่สอดคล้องกับความเห็นของ เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และเอนกกุล กริแสง ที่กล่าวว่า

ความยาวของแบบทดสอบ มีผลต่อค่าความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่ยาวจะมีความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่สั้น แต่การที่จะเพิ่มจำนวนข้อ เพื่อให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงนั้น จะทำได้ภายใต้ขีดจำกัด เช่น ช่วงเวลาที่สอบ คุณภาพของข้อสอบที่เพิ่มเข้าไป อีกทั้งสอดคล้องกับความเห็นของไลแมนที่ว่าแบบทดสอบที่ยาวความเชื่อมั่นจะสูง ถ้าเพิ่มความยาวของแบบทดสอบให้มากขึ้นค่าความเชื่อมั่นก็จะสูงขึ้นแต่องค์ประกอบด้านอื่น ๆ ต้องคงที่ เช่น กลุ่มตัวอย่าง คุณภาพของข้อสอบที่เพิ่มเข้าไปและการเพิ่มจำนวนข้อสอบนั้นจะต้องไม่มากเกินไปจนผู้สอบเกิดความเหนื่อยล้า

4. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัย

ผลการศึกษา พบว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลางมีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มากกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยที่แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มากกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ว่า แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 40 ข้อ มีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มากกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก ที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ

แบบทดสอบแบบยากปานกลาง มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยที่แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ว่า แบบทดสอบแบบยากปานกลางความยาว 40 ข้อ มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของฮาลาไดนา และรอยด์ที่ว่า การสอบที่จัดให้ข้อสอบมีค่าความยากตรงกับระดับความสามารถของผู้สอบ จะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบหรือค่าอัตราส่วน AAD/SD ต่ำสุด

5. ผลการศึกษาเพื่อกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

ผลการศึกษา พบว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ให้ผู้รอบรู้สอบตก และให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านน้อยกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก โดยที่แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ให้ผู้รอบรู้สอบตก และให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 40 ข้อ มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ให้ผู้รอบรู้สอบตกและให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านน้อยกว่าแบบทดสอบแบบลุ่ม แบบง่ายและแบบยากมากที่มีความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ และไม่สอดคล้องกับความเห็นของนอวิกและเลวิส (Novick and Levis.1974 : 31)

ซึ่งกล่าวไว้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ควรมีความยาวไม่เกิน 20 ข้อ แต่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิคิซรุ ตัททวนิช ที่พบว่าแบบทดสอบที่ใช้จัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ควรมีความยาวเริ่ม จากจำนวน 20 ข้อ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของมูแมน (Mooman. 1950) เคลียร์ ลินน์ และรอก (Cleary, Linn and Rock. 1968) ลินน์ รอก และ เคลียร์ (Linn, Rock and Cleary. 1972) พบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ สัดส่วนความถูกต้องในการตัดสินใจ จัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ก็จะสูงตามไปด้วย แต่ทั้งนี้ถ้าใช้จำนวนข้อสอบที่น้อยจนเกินไป คือประมาณไม่เกิน 10 ข้อ การตัดสินใจจัดประเภทบุคคลตามระดับการรอบรู้ก็ยังคงมีความคลาดเคลื่อนสูง

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพและ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีความยากและความยาวต่างกัน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับ ผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ และผู้ที่คิดจะทำการวิจัยเรื่องทำนองนี้ต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของแบบทดสอบ

1.1.1 จากผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบที่มีความยากปานกลางความยาว 30 ข้อ มีความเที่ยงตรงมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยาก แบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก ความยาว 20 ข้อ และ 30 ข้อ

1.1.2 จากผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบที่มีความยากปานกลางความยาว 30 ข้อ มีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยาก แบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ

ดังนั้นในการออกข้อสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ถ้าต้องการให้แบบ ทดสอบมีคุณภาพสูง จึงควรคำนึงถึงเนื้อหาวิชาความยากของข้อสอบ และความยาวของจำนวน ข้อสอบด้วย

1.2 ผลการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

1.2.1 จากผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบที่มีความยากปานกลางความยาว 30 ข้อ มีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์สูงกว่าแบบทดสอบที่มีความยาก แบบลุ่ม แบบง่าย และแบบ ยากมาก ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ

1.2.2 จากผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบที่มีความยากปานกลางความยาว 30 ข้อ มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความ ยาก แบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ

ดังนั้นในการออกข้อสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ถ้าต้องการให้แบบทดสอบ

สอบมีประสิทธิภาพสูง จึงควรคำนึงถึงเนื้อหาวิชาความยากของข้อสอบและความยาวของข้อสอบด้วย

1.3 ผลการวิจัยเกี่ยวกับการกำหนดความยาวที่เหมาะสมของแบบทดสอบ

จากผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบที่มีความยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่ใช้ในการตัดสินให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่าน และให้ผู้รอบรู้สอบตกน้อยกว่าแบบทดสอบที่มีความยากแบบลุ่ม แบบง่าย และแบบยากมาก ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ

ดังนั้นในการออกข้อสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนของนักเรียน หรือใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินผลการเรียนของนักเรียน จึงควรคำนึงถึงเนื้อหาวิชาความยากของข้อสอบและความยาวของข้อสอบด้วยเช่นเดียวกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะทำการวิจัยเรื่องทำนองนี้ต่อไป

2.1 การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่มีความยากและความยาวต่างกัน ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1.1 เนื้อหาวิชาที่ศึกษามีโครงสร้างการวัดเดียวกัน หรือมีลักษณะเนื้อหาวิชาต่อเนื่องกัน

2.1.2 คุณภาพของแบบทดสอบต้องมีคุณภาพสูง เพื่อให้ผลการวิจัยมีความถูกต้อง แม่นยำ

2.1.3 จำนวนข้อสอบควรมีจำนวนมากๆ เพื่อความสะดวกในการคัดเลือกข้อสอบตามคุณสมบัติที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ต่าง ๆ กัน

2.1.4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยควรมีขนาดใหญ่ เพื่อให้ผลการวิจัยมีความถูกต้อง แม่นยำ

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีความยากและความยาวต่างกัน จากนักเรียนระดับชั้นอื่น

2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีความยากและความยาวต่างกัน จากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่กว่านี้

2.4 ควรมีการศึกษาวิจัยโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีความยากและความยาวต่างกัน จากกลุ่มตัวอย่างในทันทีที่ศึกษาเนื้อหาวิชาที่จะทำการวิจัยจบ

2.5 ควรมีการศึกษาวิจัยโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบจากวิชาอื่น ตัวแปรอื่น ๆ เช่น อำนาจจำแนกของข้อสอบ แรงจูงใจในการสอบ และเวลาที่ใช้ในการสอบ

บรรณานุกรม

- กาญจนา วัฒนสุนทร. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา.
- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิพิสัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างการใช้กลวิธีการเรียนรู้ของบลูมกับแผนการเรียนการสอนของเคลเลอร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- เกศริน บุญเกิด. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาภาษาไทยเรื่อง การเขียนสะกดคำชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- โกวิท ประวาลพุกษ์. "การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์," เอกสารประกอบคำบรรยายในการอบรมวิทยากรของจังหวัด (ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) : 113 - 130 ; มีนาคม 2522.
 _____. "การทดสอบแบบอิงเกณฑ์," วารสารการวัดผลการศึกษา 1(3) : 16 - 25 ; มกราคม - เมษายน 2523.
- โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ ลินธุระเวชย์. การประเมินในชั้นเรียน. วัฒนาพานิช, 2523.
- กำจิต เกตุสุวรรณ. การสร้างแบบทดสอบอิงโดเมนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องค่าลำดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ชวาล แพร่ตกุล. เทคนิคการวัดผล. ไทยวัฒนาพานิช, 2516.
- ชมภู จันทอมวรพร. การใช้กระบวนการตัดสินใจของทฤษฎีการตัดสินใจของเบส์ในการกำหนดจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.
- ดุขฎิ ทหาราวานิช. การเปรียบเทียบการสอนโดยวิธีการให้การบ้าน ไม่ให้การบ้านและให้การบ้านตามระดับความสามารถในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดสุพรรณบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- นิพนธ์ ศุภปริดี. วารสารทางวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2 : มิถุนายน - ตุลาคม 2525.
- บุญเชิด ภิญโญนันตพงศ์. การทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. โอเดียนสโตร์, 2527.

- บุญเลิศ คำหอม. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เรื่องสมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
 ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2525. อัดสำเนา.
- ประเทือง ทาสีแดง. การสร้างแบบทดสอบอิงโดเมนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องคู่ลำดับและกราฟ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ประนอม พันธุ์ไธว. การศึกษาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ประเภทเลือกตอบ ตอบสั้น
และถูกผิด วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของเบส์และวิธีของกลาส.
 ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
 อัดสำเนา.
- ประภา แก่นเพิ่ม. ความถูกต้องในการกำหนดจุดตัดด้วยวิธีการกำหนดเกณฑ์ระดับผ่านต่ำสุด.
 วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- ผจงจิต อินทสุวรรณ. "Latent Trait Theory," วารสารการวัดผลการศึกษา.
 3 : 51 - 59 ; มีนาคม 2525.
- พรวณี ช.เจนจิต. "การเรียนรู้แบบรู้งิจริงทำได้จริง," สารานุกรมศึกษา. 2 : 88 - 91 ;
 ตุลาคม - ธันวาคม 2528.
- พิศิษฐ ดัฒนวิช. การประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นเพื่อกำหนดความยาวของแบบ
ทดสอบอิงเกณฑ์. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
 อัดสำเนา.
- ไพฑูรย์ เวทการ. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
 ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2524. อัดสำเนา.
- ภัทรกุล จริยวิทยานนท์. ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทย
เทียบกับนานาชาติ, สสวท. 15(2) : 11-14 ; เมษายน - มิถุนายน 2530.
- มณฑินี อินทะนา. การวัดและการประเมินผลในโรงเรียน. โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
- มัทนี เพื่อนน้อย. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4. ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2526. อัดสำเนา.

มาลี จิตติวุฒิการ. ผลของวิธีการหาคะแนนจุดตัด คะแนนโตเมน และความยาวของแบบทดสอบ
ที่มีต่อความน่าจะเป็นในการจำแนกความรอบรู้และความเที่ยงในการตัดสินใจ.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533. อัดสำเนา.

รังสรรค์ มณีเล็ก. การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยใช้วิธีการกำหนด
จุดตัดที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

อัดสำเนา.

วิชาการ, กรม. รายงานการประเมินมาตรฐานการศึกษาระดับชาติ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ประจำปีการศึกษา 2525. สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ, 2527.

_____. คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533).

กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2534.

วุฒิคุณ เสาวรัตน์. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

ศิริชัย กาญจนวาสี. "ทฤษฎีการทดสอบ," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการพัฒนาแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน. นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,
2535.

ศิริชัย กาญจนวาสี และคณิต ไชมุขต์. "การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับวิเคราะห์
ข้อสอบและประมาณค่าความสามารถของผู้สอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วยวิธี
ของเบย์ส์," วารสารครุศาสตร์. 2533.

ศึกษานิเทศก์, กรมสามัญศึกษา. หน่วย. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ,"
วารสารการวัดผลการศึกษา. 14(1) : 79 - 98 ; มกราคม - มีนาคม 2527.

ส.วาสนา ประवालพฤษ์. "NR versus CR Measurement," พัฒนาวัดผล. 10 :
80 - 85 ; กรกฎาคม 2517.

สงบบ ลักษณะ. "ปัญหามาตรฐานและเกณฑ์," วารสารการวัดผลการศึกษา. 1(2) :
48 - 55 กันยายน 2522.

_____. "การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์," วารสารการวัดผลการศึกษา.
1(3) : 36 - 45 ; มกราคม - เมษายน 2523.

- สวัสด์ ประทุมราช. "แนวการปรับปรุงการวัดผลและประเมินผลการศึกษา," วารสารแนะแนว. 8(34) : 32 - 34 ; สิงหาคม - กันยายน 2517.
- สุโชติ สันตติวงศ์ไชย. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- สุทธวรรณ พรศักดิ์โสภณ. การศึกษาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบซ้อน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- สุธรรม จันทร์หอม. "การเรียนรู้แบบผ่านเกณฑ์หรือแบบรอบรู้," การวัดผลการศึกษา. 6(17) : 1 - 10 ; กันยายน - ธันวาคม 2527.
- สุภาพ วาดเขียน. มาตรการและประเมินพฤติกรรม. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 1 - 35 ; มีนาคม 2529.
- สุพล เกียนวัฒนา. "เมื่อมอง Learning for Mastery กันอย่างกว้าง ๆ," ศึกษาศาสตร์สาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 7(3) : 1 - 5 ; กันยายน 2521.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. ทฤษฎีทางการทดสอบ. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการทดสอบและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2530.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และอนุสรณ์ สกุลคง การประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2522.
- สุรินทร์ แฉ่งจันทิก. การเปรียบเทียบคะแนนจุดตัดและความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ระหว่างแบบทดสอบประเภทเลือกตอบกับตอบสั้นจากการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของกลาส. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- สมถวิล วิจิตรวรรณ. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- สมบุญ ภู่นวล. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. สำนักพิมพ์ไอดีเอ็นเอสไตร์, กรุงเทพฯ : 2525.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

- สมหวัง นิธิยานูวัฒน์. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา เรื่อง "จุดแบ่งที่พอดีของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ทางสถิติศาสตร์. การศึกษาเบื้องต้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520, 13 หน้า อัดสำเนา.
- เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และเอนกกุล กริแสง. หลักเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา. โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์, 2519.
- อนันต์ ศรีโสภณ. การพัฒนาการทดสอบ. โรงพิมพ์จุฬารัตน์, 2515.
- อังคณา สายยศ. "การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์," วารสารการวัดผลการศึกษา. 3 (3) : 70 - 84 ; มกราคม - เมษายน 2525.
- อุทัย เพชรช่วย. "จะลดจำนวนนักเรียนที่อ่อนคณิตศาสตร์ลงได้อย่างไร," มิตรครู. 28(8) : 22 - 25 ; เมษายน 2529.
- Alkin, M.C. "Criterion - Referenced Measurement and Other Such Terms," in Problems in Criterion - Referenced Measurement. Los Angeles : University of California, 1974.
- Airasian, P.W. and G.F. Maduas. "Criterion - References Testing in Classroom," Measurement in Education. 15 : 1 - 8 ; Summer, 1972.
- Berk, R.A. Determination of Optimal Cutting Scores in Criterion - Referenced Measurement." Journal of Experimental Education 45(2) : 4 - 9 ; Winter, 1976.
- _____. Criterion - Referenced Measurement : The State of the Art. Baltimor and London : The John Hopkins University Press, 1980 (a).
- _____. "A Consumer Guide to Criterion - Referenced Test Reliability," Journal of Educational Measurement 17 : 323 - 340 (d) ; Winter, 1980.
- Block, J.H. Mastery Learning : Theory and Practices. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1971.
- _____. "The Effects of Variance of Performance on Selected Cognitive, Affectives and Time Variables," In Mastery Learning : Theory and Practice. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1970.

- Bloom, B.S. Human Characteristics and School Learning. New York : Mc.Graw - Hill Inc., 1976.
- Bloom, B.S. and J.H. Block. "Mastery Learning," Mastery Learning Theory and Practice. New York : Holt Rinehart and Winston, 1971.
- Brennan, R.L. "Some Statistical Procedure for Domain - Referenced Testing," A Handbook for Practitioners : ACT Technical Bulletin. No. 38: 1 - 109; January, 1987.
- Brennan, R.L. and M.T. Kane. "An Index of Dependability for Mastery Tests," Journal of Educational Measurement. 14 : Fall, 1977.
- Brennan, R.L. and M.T. Kane "Signal / Choice Ratio for Domain - Referenced Test," Psychometrika 42 ; December, 1977.
- Carroll, J.B. "A Model of School Learning," Teacher Collage Record. 64 : 723 - 733 ; May, 1963.
- Crehen, K.D. "Item Analysis for Teacher - Made Mastery Test," Journal of Educational Measurement. 11 : 255 - 262 ; Winter, 1974.
- Downie, N.M. and R.W. Heath Basic Statistic Method. 2nd.ed. New York : Harper & Row Publisher, 1970.
- Ebel, R.L. Essentials of Education Measurement. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice hall Inc., 1972.
- Glaser, R. "Instructional Technology and the Measurement of Learning Outcomes," American Psychologist. 18 : 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, G.V. "Standard and Criteria," Journal of Educational Measurement 15 : 237 - 261 ; Winter, 1978.

- Gronlund, N.E. Constructing Achievement Test. 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, 1982.
- _____. Measurement and Evaluation in Testing. 3 rd.ed., New York : The Macmillan Publishing Company, 1976.
- _____. Preparing Criterion - Referenced Tests For Classroom Instruction. New york : The Macmillan Publishing Company, 1973.
- Haladyna, T.M. and G.H. Roid. "A Comparison of Two Approached to Criterion - Referenced Test Construction," Journal of Educational Measurement. 20 : 271 - 282 ; Fall, 1983.
- Haladyna, T.M. "Effect of Different Sample on Item and Test Characteristics of Criterion - Referenced Test," Journal of Educational Measurement. 11 : 93 -99 ; Summer, 1974.
- Haladyna, T.M. and G.H. Roid. "Reviewing Criterion-Referenced Test Items," Educational Technology. 36 - 38 (b) ; August, 1983.
- Haladyna, T.M. and G.H. Roid. "The Role of Instructional Sensivity in the Empirical Review of Criterion - Referenced Test Items," Journal of Educational Measurement. 18 : 39 - 53 ; Spring, 1981.
- Hambleton, R.K. "On the Use of Cut-off Scores with Criterion-Referenced Tests in Instructional Settings," Journal of Educational Measurement. 15(4) : 278 - 290; Winter, 1978.
- Hambleton, R.K. and H. Swaminathan. Item Response Theory Principle and Applications. 2 nd.ed. Boston : Kluwer - Nijhoff Publishing, 1985.
- Hambleton, R.K. and M.P. Novick "Toward an Integration of Theory and Method for Criterion-Feferenced Test," Journal of Educational Measurement. 10 : 159 - 170 ; Fall, 1973.
- Hambleton, R.K. and D.N.M. Gruijter "Application of Response Models to Criterion - Referenced Test Item Selection," Journal of Educational Measurement. 20 : 355 - 367 ; Winter, 1983.

- Hambleton. R.K. and others. "Criterion - Referenced Testing and Measurement : A Review of Technical Issues and Developments," Review of Educational Research. 48(1) : 1 - 47; Winter, 1978.
- Hively, W. "Introduction to Domain - Referenced Testing," Educational Technology. 14 : 5 - 10 ; June, 1984.
- Horner, D.M. "A Canonical Analysis of a Criterion - Referenced Test and Norm - Referenced Test in Mathematics," Dissertation Abstracts. 39(7) : 4193 - A ; January, 1977.
- Hopkins, K.D. and J.C. Stanley. Educational Psychological Measurement and Evaluation. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall, 1981.
- Huynh, H. "On the Reliability of Decision in Domain - Referenced Testing," Journal of Educational Measurement. 13 : 253 - 254 ; Winter, 1976.
- Huynh, H. and J.C. Saunders. "Accuracy of Two Procedures for Estimating Reliability of Mastery Tests," Journal of Educational Measurement. 17 : 351 - 358 ; Winter, 1980.
- Karmel, L.J. Measurement and Evaluation in the School. London : The Macmillan Publishing Company, 1970.
- Livingston, S.A. "Reply to Shavelson, Block and Ravitch's Criterion - Referenced Testing : Comment on Reliability," Journal of Educational Measurement. 9 : 138 ; Summer, 1972.
- Livingston, S.A. "Criterion - Referenced Applications on Classical Test Theory," Journal of Educational Measurement. 9 : 13 - 26 ; Summer, 1972.
- Livingston, S.A. and M.J.Zieky. Passing Scores : A Manual for Setting Standards of Performance on Educational and Occupational Tests. New Jersey : Educational Testing Service, 1982.
- Lord R.M. Application of Item Response Theory to Practical Testing Problem. New Jersey : Hillsdale New Jersey Erlbaum, 1980.

- Lyman, H.B. Test Scores and What They Mean. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall Inc., 1963.
- Magnusson, D. Test Theory. California : Adison - Vesley Publishing Company, 1967.
- Malech, A.R. "A Comparitive 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.
- Mills, C.N. "A Comparison of Three Methods of Establishing Cut-off Scores on Criterion - Referenced Tests," Journal of Educational Measurement. 20(3) : 283 - 292; Fall, 1983.
- Millman, J. "Criterion - Referenced Measurement," Evaluation in Education p. 307 - 397, 1974.
- _____. "Passing Scores and Test Length for Domain - Reference Measure," Review of Educational Research. 43 : 205 - 215 ; Spring, 1973.
- Millman, J. and W.J. Popham. "The Issue of Item and Test Variance for Criterion-Referenced Tests : A Clarification," Journal of Educational Measurement. 11 : 137 - 138 ; Summer, 1974.
- Mislevy, R.J. and R.K.Bock. BILOG 3 Item Analysis and Test Scoring with Binary Logistic Models. Mooresville IN : Scientific Software, Inc.
- Nitko, A. "Distinguishing the Many Varieties of Criterion - Referenced Tests," Review of Educational Research. 50 : 461 - 485 ; Fall, 1980.
- Novick, M.R. and H. Lewis. "Precribing Test Length for Criterion - Referenced Measurement," ACT Technical Bulletin. No.18 : 1 - 33 ; January, 1974.

- Osburn, H.G. "Item Sampling for Achievement Testing," Educational and Psychological Measurement. 28 : 95 - 104 ; Spring, 1968.
- Popham, W.J. Criterion - Referenced Measurement. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall. Inc., 1978.
- _____. Educational Evaluation. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - hall Inc., 1975.
- Popham, W.J. and T.R. Husek. "Implications of Criterion - Referenced Measurement," Journal of Educational Measurement. 6 : 1 - 9 ; Spring, 1969.
- Roid, G.H. and T. Haladyna. A Technology for Test - Item Writing. New Jersey : Academic Press, 1982.
- Rowley, G.L. "Historical Antecedents of the Standard - Setting Debate: An Inside Account of the Minimal - Beardedness Controversy," Journal of Educational Measurement. 19(2) : 87-95; Summer, 1982.
- Shavelson, R.J. and J.H. Block. and M. Ravitch. "Criterion - Referenced Testing : comment on Reliability," Journal of Educational Measurement. 9 : 133 - 137 ; Summer, 1972.
- Subkoviak, M.J. "Estimating Reliability a Single Administration of Criterion - Referenced Test," Journal of Educational Measurement. 13(4) : 265 - 276 ; Winter, 1976.
- Swaminathan, H., R.K. Hambleton and J. Algina. "Reliability of Criterion-Referenced Test:A Decision Theoretic Formulation," Journal of Educational Measurement. 11 : 263 - 267 ; Winter, 1974.
- _____. "A Bayesian Decision Theoretic Procedures of Use with Criterion - Referenced Tests," Journal of Educational Measurement. 12 : 87 - 98 ; Summer, 1975.
- Tyler, R.W. Perspective of Curriculum Evaluation. Chicaco : Rand Manally Company, 1967.
- Urry, V.W. "Tailored Testing : A Succesfull Application of Latent Trait Theory," Journal of Educational Measurement. 14 : 181 - 196 ; Summer, 1977.

- Van der Linden, W.J. "A Latent Trait Look at Pretest - Posttest Validation of Criterion - Referenced Test Items," Review of Educational Research. 51 : 379 - 402 , 1981.
- Warm, T.A. A Primer of Item Response Theory. Oklahoma : US. Coast Guard Institute, 1978.
- Wilcox, R. "A Note on the Length and Passing score of A Mastery Tests," Journal of Educational Statistics. 4 : 359 - 364 ; Spring, 1976.
- _____. "On False - Positive Decisions with A Mastery Test," Journal of Educational Statistics. 4 : 59 - 73 ; Spring, 1979.
- _____. "Applying Banking and Selection Techniques to Determine The Length of a Mastery Test," Educational and Psychological Measurement. 39 : 13 - 22 ; 1979.
- _____. "Determining the Length of a Criterion - Referenced Tests," Applies Psychological Measurement. 4 : 425 - 446 ; Fall, 1980.
- Wright, B.D. and R.J. Mead. BICAL Calibrating Item and Scales with the Rasch Model Research Memorandum No.23A. Chicago : Statistical Laboratory, University of Chicago, 1978.
- Zieky, M. Methods of Setting Standards of Performance on Criterion - Referenced Tests. Paper Presented at the 13 th International Conference of International Association for Education Assessment, Bangkok, Thailand, November, 1987.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาตัดสินความตรงตามจุดมุ่งหมายของข้อสอบ

1. นางสาวสุวิจนา เล็กสมบุรณ์	โรงเรียนศรีประจันต์
2. นางพรเพ็ญ หิรัญสาย	โรงเรียนศรีประจันต์
3. นางมณีรัตน์ พันธุ์พชรรัตน์	โรงเรียนศรีประจันต์
4. นางรวงทอง นาควงษ์	โรงเรียนศรีประจันต์
5. นายเจษฎา เรืองวิเศษ	โรงเรียนดลิ่งชันวิทยา
6. นายชินทร์ นิลดี	โรงเรียนดลิ่งชันวิทยา
7. นางนุชนาฏ อินทร์สุข	โรงเรียนดลิ่งชันวิทยา
8. นางสาวรรณี เกิดสาย	โรงเรียนอุทุมทอง
9. นางสาวลาลี แผนสมบุรณ์	โรงเรียนอุทุมทอง
10. นางสาวกัญญา กรนิพัฒน์	โรงเรียนอุทุมทอง
11. นางวิไลวรรณ ดอกลำไย	โรงเรียนอุทุมทอง
12. นางสาวรักชนก คูห์เทวารัตน์	โรงเรียนอุทุมทอง
13. นายชจรศักดิ์ พุ่มขจร	โรงเรียนอุทุมทองศึกษาลัย
14. นางสาวนทราภรณ์ อุ่นวรรณธรรม	โรงเรียนอุทุมทองศึกษาลัย
15. นางสาวกองแก้ว คัมภรพันธ์	โรงเรียนอุทุมทองศึกษาลัย
16. นางฉัตรจุมมา ประทีปทอง	โรงเรียนสวนแตงวิทยา
17. นายบุญเอื้อ อรุณศรีมี	โรงเรียนสวนแตงวิทยา
18. นายวิชา อุ่นวรรณธรรม	โรงเรียนสวนแตงวิทยา
19. นางสาวจินตนา ถาวร	โรงเรียนบางปลาม้า
20. นางอำไพ แยมประสวน	โรงเรียนบางปลาม้า
21. นางวาสนา ยันทวีชัย	โรงเรียนบางปลาม้า
22. นางนฤมล จันทร์โอกุล	โรงเรียนบางปลาม้า
23. นางสาวสุทรรษา คงมีชนม์	โรงเรียนบางปลาม้า
24. นายอรัญ ศรีชนะ	โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย
25. นายยุทธนา สุธาสันติรักษ์	โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย
26. นายวันชัย วงษ์จันทร์	โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย
27. นางบุบผา เลือสกุล	โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย
28. นางสาวสุนัตรา ประมวลวุฒิธร	โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย

29. นางละเอียด ชุนสังวาลย์	โรงเรียนสงวนหญิง
30. นางทรายทอง ชัยการนาวิ	โรงเรียนสงวนหญิง
31. นางนิสสัย ทองพันธ์พาน	โรงเรียนสงวนหญิง
32. นางสุนันท์ ไพชนนต์	โรงเรียนสงวนหญิง
33. นางเรวดี บุญจันทร์	โรงเรียนสงวนหญิง
34. นางวราภรณ์ มาป้อง	โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน
35. นายสมศักดิ์ นาคชำนาญ	โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน

รายชื่อผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

1. นายนพดล วัฒนา	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนศรีประจันต์
2. นายหลวง บุญชูตระกูล	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนศรีประจันต์
3. นางสุภัทรา ปรีชาเกษตรกิจ	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์	โรงเรียนศรีประจันต์
4. นายสมชาย วงศ์สวัสดิ์สกุล	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนดลิ่งชันวิทยา
5. นายนิรมิตร ภักธสุวรรณกิจ	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนดลิ่งชันวิทยา
6. นางกมลทิพย์ ธิตานนท์	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์	โรงเรียนดลิ่งชันวิทยา
7. นายประดิษฐ์ พลายจัน	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนอู่ทอง
8. นายนพดล เกิดสาย	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนอู่ทอง
9. นายอดิศักดิ์ ยงนิศาลภพ	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์	โรงเรียนอู่ทอง
10. นายสันติ ธนาวรรณ	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนอู่ทองศึกษาลัย
11. นางศุภวรรณ นิตสุวรรณ	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนอู่ทองศึกษาลัย
12. นายทริฏฐ ประสงค์เงิน	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์	โรงเรียนอู่ทองศึกษาลัย
13. นายประจักษ์ ปานอินทร์	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนสวนแตงวิทยา
14. นางสาวนันทา เจริญมี	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนสวนแตงวิทยา
15. นางฉัตรจума ประทีปทอง	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์	โรงเรียนสวนแตงวิทยา
16. นายจรัญ ผดุงศรี	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนบางปลาม้า
17. นางชมภู เกษมสุข	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนบางปลาม้า
18. นางเพ็ญจันทร์ มงคลรัตนาลิทธิ	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์	โรงเรียนบางปลาม้า
19. นายวิบูลย์ จันทรฉาย	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย
20. นายชาติ สว่างศรี	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย
21. นายอุบล เรืองทริฏฐ	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์	โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย
22. นางนลินี ไกรคุณาคัย	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนสงวนหญิง
23. นางศรีส้าง อินทร์ใจเอื้อ	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนสงวนหญิง
24. นางนิศมัย ทองพันธ์พาน	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์	โรงเรียนสงวนหญิง
25. นายชาญชัย ทิพนเตร	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนบรรหารแจ่มใส 1
26. นางล้นทม พุ่มจันทร์	หัวหน้าฝ่ายวิชาการ	โรงเรียนบรรหารแจ่มใส 1

ז חכמתארת

ตาราง 49 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 1

ลำดับที่	θ	$P(\theta)$	$P(\theta)/I$	$I(\theta)$	$I(\theta)/I$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	9.7574	0.2439	0.0578	0.0014	4.1596
2	-3.95	9.7742	0.2443	0.0615	0.0015	4.0303
3	-3.90	9.7917	0.2447	0.0655	0.0016	3.9047
4	-3.85	9.8098	0.2452	0.0698	0.0017	3.7828
5	-3.80	9.8286	0.2457	0.0744	0.0018	3.6644
6	-3.75	9.8482	0.2462	0.0793	0.0019	3.5495
7	-3.70	9.8685	0.2467	0.0845	0.0021	3.4382
8	-3.65	9.8897	0.2472	0.0901	0.0022	3.3304
9	-3.60	9.9117	0.2477	0.0960	0.0024	3.2259
10	-3.55	9.9345	0.2483	0.1024	0.0025	3.1248
11	-3.50	9.9583	0.2489	0.1091	0.0027	3.0271
12	-3.45	9.9830	0.2495	0.1162	0.0029	2.9326
13	-3.40	10.0086	0.2502	0.1238	0.0031	2.8413
14	-3.35	10.0353	0.2508	0.1319	0.0033	2.7532
15	-3.30	10.0630	0.2515	0.1404	0.0035	2.6682
16	-3.25	10.0918	0.2523	0.1495	0.0037	2.5863
17	-3.20	10.1217	0.2530	0.1590	0.0039	2.5073
18	-3.15	10.1529	0.2538	0.1691	0.0042	2.4312
19	-3.10	10.1852	0.2546	0.1798	0.0045	2.3579
20	-3.05	10.2188	0.2554	0.1911	0.0047	2.2874
21	-3.00	10.2537	0.2563	0.2029	0.0050	2.2196
22	-2.95	10.2900	0.2572	0.2154	0.0053	2.1544
23	-2.90	10.3277	0.2581	0.2285	0.0057	2.0917
24	-2.85	10.3669	0.2591	0.2423	0.0060	2.0315
25	-2.80	10.4076	0.2601	0.2567	0.0064	1.9736

ตาราง 49 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$P(\theta)$	$P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	10.4499	0.2612	0.2718	0.0068	1.9180
27	-2.70	10.4938	0.2623	0.2876	0.0071	1.8645
28	-2.65	10.5394	0.2634	0.3041	0.0076	1.8131
29	-2.60	10.5868	0.2646	0.3214	0.0080	1.7638
30	-2.55	10.6360	0.2659	0.3394	0.0084	1.7163
31	-2.50	10.6871	0.2671	0.3582	0.0089	1.6706
32	-2.45	10.7402	0.2685	0.3779	0.0094	1.6266
33	-2.40	10.7954	0.2698	0.3983	0.0099	1.5843
34	-2.35	10.8526	0.2713	0.4197	0.0104	1.5434
35	-2.30	10.9121	0.2728	0.4420	0.0110	1.5040
36	-2.25	10.9739	0.2743	0.4653	0.0116	1.4658
37	-2.20	11.0380	0.2759	0.4897	0.0122	1.4288
38	-2.15	11.1047	0.2776	0.5153	0.0128	1.3930
39	-2.10	11.1739	0.2793	0.5421	0.0135	1.3581
40	-2.05	11.2459	0.2811	0.5703	0.0142	1.3240
41	-2.00	11.3206	0.2830	0.6001	0.0150	1.2908
42	-1.95	11.3983	0.2849	0.6316	0.0157	1.2582
43	-1.90	11.4791	0.2869	0.6651	0.0166	1.2261
44	-1.85	11.5631	0.2890	0.7008	0.0175	1.1945
45	-1.80	11.6505	0.2912	0.7390	0.0184	1.1632
46	-1.75	11.7414	0.2935	0.7801	0.0195	1.1321
47	-1.70	11.8360	0.2959	0.8245	0.0206	1.1012
48	-1.65	11.9345	0.2983	0.8727	0.0218	1.0704
49	-1.60	12.0371	0.3009	0.9251	0.0231	1.0396
50	-1.55	12.1440	0.3036	0.9826	0.0245	1.0088
51	-1.50	12.2555	0.3063	1.0457	0.0261	0.9778

ตาราง 49 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$P(\theta)$	$P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	12.3717	0.3092	1.1152	0.0278	0.9469
53	-1.40	12.4929	0.3123	1.1921	0.0298	0.9158
54	-1.35	12.6194	0.3154	1.2772	0.0319	0.8848
55	-1.30	12.7515	0.3187	1.3716	0.0342	0.8538
56	-1.25	12.8894	0.3222	1.4763	0.0369	0.8230
57	-1.20	13.0336	0.3258	1.5925	0.0398	0.7924
58	-1.15	13.1842	0.3296	1.7212	0.0430	0.7622
59	-1.10	13.3417	0.3335	1.8635	0.0465	0.7325
60	-1.05	13.5063	0.3376	2.0205	0.0505	0.7035
61	-1.00	13.6784	0.3419	2.1930	0.0548	0.6752
62	-0.95	13.8584	0.3464	2.3820	0.0595	0.6479
63	-0.90	14.0465	0.3511	2.5880	0.0647	0.6216
64	-0.85	14.2431	0.3560	2.8114	0.0702	0.5964
65	-0.80	14.4485	0.3612	3.0523	0.0763	0.5723
66	-0.75	14.6630	0.3665	3.3106	0.0827	0.5496
67	-0.70	14.8868	0.3721	3.5859	0.0896	0.5280
68	-0.65	15.1201	0.3780	3.8775	0.0969	0.5078
69	-0.60	15.3631	0.3840	4.1845	0.1046	0.4888
70	-0.55	15.6160	0.3904	4.5056	0.1126	0.4711
71	-0.50	15.8788	0.3969	4.8394	0.1209	0.4545
72	-0.45	16.1516	0.4037	5.1845	0.1296	0.4391
73	-0.40	16.4343	0.4108	5.5393	0.1384	0.4248
74	-0.35	16.7269	0.4181	5.9023	0.1475	0.4116
75	-0.30	17.0292	0.4257	6.2719	0.1568	0.3993
76	-0.25	17.3411	0.4335	6.6467	0.1661	0.3878
77	-0.20	17.6622	0.4415	7.0253	0.1756	0.3772

ตาราง 49 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$P(\theta)$	$P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	17.9924	0.4498	7.4063	0.1851	0.3674
79	-0.10	18.3312	0.4582	7.7882	0.1947	0.3583
80	-0.05	18.6784	0.4669	8.1694	0.2042	0.3498
81	-0.00	19.0334	0.4758	8.5478	0.2137	0.3420
82	0.05	19.3959	0.4849	8.9208	0.2230	0.3348
83	0.1	19.7651	0.4941	9.2850	0.2321	0.3281
84	0.15	20.1407	0.5035	9.6364	0.2409	0.3221
85	0.20	20.5218	0.5130	9.9698	0.2492	0.3167
86	0.25	20.9078	0.5227	10.2795	0.2569	0.3119
87	0.30	21.2979	0.5324	10.5590	0.2639	0.3077
88	0.35	21.6912	0.5422	10.8018	0.2700	0.3042
89	0.40	22.0868	0.5521	11.0014	0.2750	0.3014
90	0.45	22.4837	0.5620	11.1524	0.2788	0.2994
91	0.50	22.8809	0.5720	11.2506	0.2812	0.2981
92	0.55	23.2773	0.5819	11.2937	0.2823	0.2975
93	0.60	23.6720	0.5918	11.2813	0.2820	0.2977
94	0.65	24.0640	0.6016	11.2154	0.2803	0.2986
95	0.70	24.4523	0.6113	11.0996	0.2774	0.3001
96	0.75	24.8362	0.6209	10.9394	0.2734	0.3023
97	0.80	25.2149	0.6303	10.7411	0.2685	0.3051
98	0.85	25.5880	0.6397	10.5116	0.2627	0.3084
99	0.90	25.9550	0.6488	10.2581	0.2564	0.3122
100	0.95	26.3155	0.6578	9.9872	0.2496	0.3164
101	1.0	26.6692	0.6667	9.7053	0.2426	0.3209
102	1.05	27.0162	0.6754	9.4181	0.2354	0.3258
103	1.10	27.3563	0.6839	9.1302	0.2282	0.3309

ตาราง 49 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$P(\theta)$	$P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	34.5041	0.8626	4.9424	0.1235	0.4498
131	2.50	34.7045	0.8676	4.8225	0.1205	0.4553
132	2.55	34.8999	0.8725	4.6997	0.1174	0.4612
133	2.60	35.0903	0.8772	4.5745	0.1143	0.4675
134	2.65	35.2756	0.8818	4.4473	0.1111	0.4741
135	2.70	35.4558	0.8864	4.3188	0.1079	0.4811
136	2.75	35.6308	0.8907	4.1896	0.1047	0.4885
137	2.80	35.8008	0.8950	4.0603	0.1015	0.4962
138	2.85	35.9657	0.8991	3.9314	0.0982	0.5043
139	2.90	36.1255	0.9031	3.8034	0.0950	0.5127
140	2.95	36.2803	0.9070	3.6768	0.0919	0.5215
141	3.00	36.4301	0.9107	3.5518	0.0888	0.5306
142	3.05	36.5751	0.9143	3.4290	0.0857	0.5400
143	3.10	36.7152	0.9178	3.3084	0.0827	0.5497
144	3.15	36.8506	0.9212	3.1902	0.0797	0.5598
145	3.20	36.9814	0.9245	3.0748	0.0768	0.5702
146	3.25	37.1076	0.9276	2.9620	0.0740	0.5810
147	3.30	37.2293	0.9307	2.8520	0.0713	0.5921
148	3.35	37.3467	0.9336	2.7448	0.0686	0.6035
149	3.40	37.4597	0.9364	2.6404	0.0660	0.6154
150	3.45	37.5687	0.9392	2.5388	0.0634	0.6275
151	3.50	37.6735	0.9418	2.4400	0.0610	0.6401
152	3.55	37.7743	0.9443	2.3439	0.0586	0.6531
153	3.60	37.8713	0.9467	2.2504	0.0562	0.6666
154	3.65	37.9645	0.9491	2.1595	0.0539	0.6804
155	3.70	38.0540	0.9513	2.0712	0.0517	0.6948

ตาราง 49 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	38.1399	0.9535	1.9854	0.0496	0.7096
157	3.80	38.2224	0.9555	1.9021	0.0475	0.7250
158	3.85	38.3015	0.9575	1.8213	0.0455	0.7409
159	3.90	38.3773	0.9594	1.7428	0.0435	0.7574
160	3.95	38.4499	0.9612	1.6668	0.0416	0.7745
161	4.00	38.5194	0.9629	1.5931	0.0398	0.7922

ตาราง 50 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 2

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	9.1514	0.2287	0.0235	0.0005	6.5117
2	-3.95	9.1608	0.2290	0.0254	0.0006	6.2739
3	-3.90	9.1707	0.2292	0.0273	0.0006	6.0445
4	-3.85	9.1810	0.2295	0.0294	0.0007	5.8231
5	-3.80	9.1918	0.2298	0.0317	0.0007	5.6094
6	-3.75	9.2031	0.2300	0.0342	0.0008	5.4031
7	-3.70	9.2150	0.2303	0.0369	0.0009	5.2039
8	-3.65	9.2275	0.2306	0.0398	0.001	5.0116
9	-3.60	9.2406	0.2310	0.0429	0.0010	4.8258
10	-3.55	9.2543	0.2313	0.0463	0.0011	4.6464
11	-3.50	9.2687	0.2317	0.0499	0.0012	4.4730
12	-3.45	9.2839	0.2321	0.0539	0.0013	4.3054
13	-3.40	9.2997	0.2324	0.0582	0.0014	4.1434
14	-3.35	9.3164	0.2329	0.0629	0.0015	3.9866
15	-3.30	9.3339	0.2333	0.0679	0.0017	3.8351
16	-3.25	9.3523	0.2338	0.0735	0.0018	3.6884
17	-3.20	9.3717	0.2342	0.0795	0.0019	3.5463
18	-3.15	9.3920	0.2348	0.0860	0.0021	3.4088
19	-3.10	9.4134	0.2353	0.0932	0.0023	3.2756
20	-3.05	9.4359	0.2359	0.1010	0.0025	3.1465
21	-3.00	9.4595	0.2364	0.1095	0.0027	3.0214
22	-2.95	9.4844	0.2371	0.1189	0.0029	2.9001
23	-2.90	9.5106	0.2377	0.1291	0.0032	2.7824
24	-2.85	9.5382	0.2384	0.1404	0.0035	2.6683
25	-2.80	9.5672	0.2391	0.1528	0.0038	2.5576

ตาราง 50 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	9.5978	0.2399	0.1665	0.0041	2.4503
27	-2.70	9.6301	0.2407	0.1816	0.0045	2.3462
28	-2.65	9.6641	0.2416	0.1983	0.0049	2.2452
29	-2.60	9.6999	0.2425	0.2168	0.0054	2.1474
30	-2.55	9.7377	0.2434	0.2373	0.0059	2.0527
31	-2.50	9.7775	0.2444	0.2600	0.0065	1.9610
32	-2.45	9.8195	0.2454	0.2852	0.0071	1.8724
33	-2.40	9.8638	0.2466	0.3131	0.0078	1.7869
34	-2.35	9.9106	0.2477	0.3442	0.0086	1.7044
35	-2.30	9.9600	0.2490	0.3786	0.0094	1.6251
36	-2.25	10.0120	0.2503	0.4168	0.0104	1.5489
37	-2.20	10.0670	0.2516	0.4590	0.0114	1.4758
38	-2.15	10.1250	0.2531	0.5058	0.0126	1.4060
39	-2.10	10.1862	0.2546	0.5574	0.0139	1.3393
40	-2.05	10.2507	0.2562	0.6142	0.0153	1.2759
41	-2.00	10.3188	0.2579	0.6766	0.0169	1.2157
42	-1.95	10.3905	0.2597	0.7448	0.0186	1.1586
43	-1.90	10.4662	0.2616	0.8192	0.0204	1.1048
44	-1.85	10.5459	0.2636	0.9001	0.0225	1.0540
45	-1.80	10.6298	0.2657	0.9875	0.0246	1.0062
46	-1.75	10.7182	0.2679	1.0816	0.0270	0.9615
47	-1.70	10.8110	0.2702	1.1824	0.0295	0.9196
48	-1.65	10.9087	0.2727	1.2898	0.0322	0.8805
49	-1.60	11.0111	0.2752	1.4036	0.0350	0.8440
50	-1.55	11.1186	0.2779	1.5236	0.0380	0.8101
51	-1.50	11.2312	0.2807	1.6494	0.0412	0.7786

ตาราง 50 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	11.3491	0.2837	1.7806	0.0445	0.7493
53	-1.40	11.4723	0.2868	1.9166	0.0479	0.7223
54	-1.35	11.6010	0.2900	2.0570	0.0514	0.6972
55	-1.30	11.7351	0.2933	2.2010	0.0550	0.6740
56	-1.25	11.8749	0.2968	2.3482	0.0587	0.6525
57	-1.20	12.0203	0.3005	2.4979	0.0624	0.6327
58	-1.15	12.1713	0.3042	2.6497	0.0662	0.6143
59	-1.10	12.3279	0.3082	2.8030	0.0700	0.5972
60	-1.05	12.4903	0.3122	2.9574	0.0739	0.5814
61	-1.00	12.6583	0.3164	3.1127	0.0778	0.5668
62	-0.95	12.8320	0.3208	3.2685	0.0817	0.5531
63	-0.90	13.0113	0.3252	3.4248	0.0856	0.5403
64	-0.85	13.1962	0.3299	3.5813	0.0895	0.5284
65	-0.80	13.3868	0.3346	3.7383	0.0934	0.5172
66	-0.75	13.5829	0.3395	3.8955	0.0973	0.5066
67	-0.70	13.7847	0.3446	4.0531	0.1013	0.4967
68	-0.65	13.9919	0.3498	4.2112	0.1052	0.4873
69	-0.60	14.2048	0.3551	4.3697	0.1092	0.4783
70	-0.55	14.4231	0.3605	4.5285	0.1132	0.4699
71	-0.50	14.6470	0.3661	4.6877	0.1171	0.4618
72	-0.45	14.8764	0.3719	4.8470	0.1211	0.4542
73	-0.40	15.1112	0.3777	5.0063	0.1251	0.4469
74	-0.35	15.3516	0.3837	5.1653	0.1291	0.4400
75	-0.30	15.5974	0.3899	5.3237	0.1330	0.4334
76	-0.25	15.8487	0.3962	5.4812	0.1370	0.4271
77	-0.20	16.1054	0.4026	5.6378	0.1409	0.4211

ตาราง 50 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	16.3676	0.4091	5.7933	0.1448	0.4154
79	-0.10	16.6352	0.4158	5.9478	0.1486	0.4100
80	-0.05	16.9083	0.4227	6.1016	0.1525	0.4048
81	-0.00	17.1867	0.4296	6.2555	0.1563	0.3998
82	0.05	17.4707	0.4367	6.4104	0.1602	0.3949
83	0.1	17.7602	0.4440	6.5676	0.1641	0.3902
84	0.15	18.0552	0.4513	6.7289	0.1682	0.3855
85	0.20	18.3559	0.4589	6.8963	0.1724	0.3807
86	0.25	18.6623	0.4665	7.0721	0.1768	0.3760
87	0.30	18.9746	0.4743	7.2589	0.1814	0.3711
88	0.35	19.2928	0.4823	7.4591	0.1864	0.3661
89	0.40	19.6171	0.4904	7.6751	0.1918	0.3609
90	0.45	19.9477	0.4986	7.9087	0.1977	0.3555
91	0.50	20.2846	0.5071	8.1611	0.2040	0.3500
92	0.55	20.6280	0.5157	8.4325	0.2108	0.3443
93	0.60	20.9779	0.5244	8.7221	0.2180	0.3386
94	0.65	21.3343	0.5333	9.0276	0.2256	0.3328
95	0.70	21.6971	0.5424	9.3455	0.2336	0.3271
96	0.75	22.0662	0.5516	9.6710	0.2417	0.3215
97	0.80	22.4414	0.5610	9.9986	0.2499	0.3162
98	0.85	22.8222	0.5705	10.3222	0.2580	0.3112
99	0.90	23.2082	0.5802	10.6356	0.2658	0.3066
100	0.95	23.5991	0.5899	10.9335	0.2733	0.3024
101	1.0	23.9941	0.5998	11.2111	0.2802	0.2986
102	1.05	24.3926	0.6098	11.4648	0.2866	0.2953
103	1.10	24.7940	0.6198	11.6924	0.2923	0.2924

ตาราง 50 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	25.1975	0.6299	11.8924	0.2973	0.2899
105	1.20	25.6025	0.6400	12.0644	0.3016	0.2879
106	1.25	26.0083	0.6502	12.2081	0.3052	0.2862
107	1.30	26.4142	0.6603	12.3234	0.3080	0.2848
108	1.35	26.8195	0.6704	12.4099	0.3102	0.2838
109	1.40	27.2235	0.6805	12.4671	0.3116	0.2832
110	1.45	27.6256	0.6906	12.4942	0.3123	0.2829
111	1.50	28.0249	0.7006	12.4904	0.3122	0.2829
112	1.55	28.4210	0.7105	12.4554	0.3113	0.2833
113	1.60	28.8131	0.7203	12.3892	0.3097	0.2841
114	1.65	29.2007	0.7300	12.2930	0.3073	0.2852
115	1.70	29.5831	0.7395	12.1689	0.3042	0.2866
116	1.75	29.9598	0.7490	12.0199	0.3005	0.2884
117	1.80	30.3304	0.7582	11.8497	0.2962	0.2905
118	1.85	30.6944	0.7673	11.6625	0.2915	0.2928
119	1.90	31.0516	0.7762	11.4625	0.2865	0.2953
120	1.95	31.4016	0.7850	11.2532	0.2813	0.2981
121	2.00	31.7441	0.7936	11.0372	0.2759	0.3010
122	2.05	32.0791	0.8019	10.8159	0.2704	0.3040
123	2.10	32.4063	0.8101	10.5897	0.2647	0.3073
124	2.15	32.7256	0.8181	10.3574	0.2589	0.3107
125	2.20	33.0368	0.8259	10.1176	0.2529	0.3143
126	2.25	33.3397	0.8334	9.8684	0.2467	0.3183
127	2.30	33.6343	0.8408	9.6082	0.2402	0.3226
128	2.35	33.9203	0.8480	9.3359	0.2334	0.3272
129	2.40	34.1977	0.8549	9.0517	0.2262	0.3323

ตาราง 50 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	34.4662	0.8616	8.7566	0.2189	0.3379
131	2.50	34.7260	0.8681	8.4525	0.2113	0.3439
132	2.55	34.9769	0.8744	8.1424	0.2035	0.3504
133	2.60	35.2190	0.8804	7.8293	0.1957	0.3573
134	2.65	35.4523	0.8863	7.5165	0.1879	0.3647
135	2.70	35.6770	0.8919	7.2071	0.1801	0.3724
136	2.75	35.8932	0.8973	6.9038	0.1726	0.3805
137	2.80	36.1011	0.9025	6.6087	0.1652	0.3889
138	2.85	36.3008	0.9075	6.3233	0.1580	0.3976
139	2.90	36.4927	0.9123	6.0485	0.1512	0.4066
140	2.95	36.6768	0.9169	5.7847	0.1446	0.4157
141	3.00	36.8535	0.9213	5.5318	0.1383	0.4251
142	3.05	37.0229	0.9255	5.2895	0.1322	0.4348
143	3.10	37.1852	0.9296	5.0571	0.1264	0.4446
144	3.15	37.3407	0.9335	4.8339	0.1208	0.4548
145	3.20	37.4894	0.9372	4.6191	0.1154	0.4652
146	3.25	37.6315	0.9407	4.4119	0.1103	0.4760
147	3.30	37.7673	0.9441	4.2115	0.1052	0.4872
148	3.35	37.8969	0.9474	4.0173	0.1004	0.4989
149	3.40	38.0203	0.9505	3.8287	0.0957	0.5110
150	3.45	38.1379	0.9534	3.6452	0.0911	0.5237
151	3.50	38.2497	0.9562	3.4666	0.0866	0.5370
152	3.55	38.3558	0.9589	3.2927	0.0823	0.5510
153	3.60	38.4565	0.9614	3.1234	0.0780	0.5658
154	3.65	38.5519	0.9638	2.9587	0.0739	0.5813
155	3.70	38.6421	0.9660	2.7986	0.0699	0.5977

ตาราง 50 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	38.7274	0.9681	2.6433	0.0660	0.6150
157	3.80	38.8078	0.9702	2.4929	0.0623	0.6333
158	3.85	38.8837	0.9720	2.3477	0.0586	0.6526
159	3.90	38.9550	0.9738	2.2077	0.0551	0.6730
160	3.95	39.0221	0.9755	2.0732	0.0518	0.6945
161	4.00	39.0852	0.9771	1.9442	0.0486	0.7171

ตาราง 51 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่สร้างชั้น ฉบับที่ 3

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	10.1950	0.2548	0.0475	0.0011	4.5863
2	-3.95	10.2119	0.2553	0.0519	0.0013	4.3886
3	-3.90	10.2296	0.2557	0.0566	0.0014	4.2001
4	-3.85	10.2481	0.2562	0.0618	0.0015	4.0202
5	-3.80	10.2676	0.2566	0.0675	0.0016	3.8488
6	-3.75	10.2879	0.2572	0.0736	0.0018	3.6854
7	-3.70	10.3092	0.2577	0.0802	0.0020	3.5296
8	-3.65	10.3315	0.2582	0.0874	0.0021	3.3813
9	-3.60	10.3548	0.2588	0.0952	0.0023	3.2399
10	-3.55	10.3792	0.2594	0.1036	0.0025	3.1054
11	-3.50	10.4047	0.2601	0.1128	0.0028	2.9773
12	-3.45	10.4315	0.2607	0.1226	0.0030	2.8553
13	-3.40	10.4594	0.2614	0.1332	0.0033	2.7393
14	-3.35	10.4887	0.2622	0.1446	0.0036	2.6289
15	-3.30	10.5192	0.2629	0.1569	0.0039	2.5239
16	-3.25	10.5512	0.2637	0.1701	0.0042	2.4241
17	-3.20	10.5846	0.2646	0.1843	0.0046	2.3291
18	-3.15	10.6195	0.2654	0.1994	0.0049	2.2389
19	-3.10	10.6560	0.2664	0.2157	0.0053	2.1531
20	-3.05	10.6941	0.2673	0.2330	0.0058	2.0715
21	-3.00	10.7338	0.2683	0.2514	0.0062	1.9940
22	-2.95	10.7754	0.2693	0.2711	0.0067	1.9204
23	-2.90	10.8187	0.2704	0.2920	0.0073	1.8505
24	-2.85	10.8639	0.2716	0.3141	0.0078	1.7840
25	-2.80	10.9111	0.2727	0.3376	0.0084	1.7209

ตาราง 51 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	10.9603	0.2740	0.3624	0.0090	1.6610
27	-2.70	11.0115	0.2752	0.3886	0.0097	1.6041
28	-2.65	11.0650	0.2766	0.4162	0.0104	1.5500
29	-2.60	11.1206	0.2780	0.4452	0.0111	1.4987
30	-2.55	11.1786	0.2794	0.4756	0.0118	1.4499
31	-2.50	11.2389	0.2809	0.5076	0.0126	1.4035
32	-2.45	11.3016	0.2825	0.5410	0.0135	1.3595
33	-2.40	11.3669	0.2841	0.5759	0.0144	1.3176
34	-2.35	11.4348	0.2858	0.6123	0.0153	1.2778
35	-2.30	11.5054	0.2876	0.6503	0.0162	1.2400
36	-2.25	11.5788	0.2894	0.6898	0.0172	1.2039
37	-2.20	11.6550	0.2913	0.7310	0.0182	1.1696
38	-2.15	11.7342	0.2933	0.7737	0.0193	1.1368
39	-2.10	11.8164	0.2954	0.8182	0.0204	1.1055
40	-2.05	11.9017	0.2975	0.8644	0.0216	1.0755
41	-2.00	11.9903	0.2997	0.9126	0.0228	1.0467
42	-1.95	12.0823	0.3020	0.9628	0.0240	1.0191
43	-1.90	12.1777	0.3044	1.0152	0.0253	0.9924
44	-1.85	12.2767	0.3069	1.0702	0.0267	0.9666
45	-1.80	12.3795	0.3094	1.1281	0.0282	0.9414
46	-1.75	12.4861	0.3121	1.1894	0.0297	0.9169
47	-1.70	12.5968	0.3149	1.2546	0.0313	0.8927
48	-1.65	12.7116	0.3177	1.3246	0.0331	0.8688
49	-1.60	12.8309	0.3207	1.4003	0.0350	0.8450
50	-1.55	12.9548	0.3238	1.4828	0.0370	0.8212
51	-1.50	13.0835	0.3270	1.5735	0.0393	0.7972

ตาราง 51 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	13.2172	0.3304	1.6741	0.0418	0.7728
53	-1.40	13.3562	0.3339	1.7865	0.0446	0.7481
54	-1.35	13.5009	0.3375	1.9129	0.0478	0.7230
55	-1.30	13.6514	0.3412	2.0558	0.0514	0.6974
56	-1.25	13.8081	0.3452	2.2177	0.0554	0.6714
57	-1.20	13.9713	0.3492	2.4013	0.0600	0.6453
58	-1.15	14.1414	0.3535	2.6091	0.0652	0.6190
59	-1.10	14.3186	0.3579	2.8431	0.0710	0.5930
60	-1.05	14.5032	0.3625	3.1048	0.0776	0.5675
61	-1.00	14.6955	0.3673	3.3946	0.0848	0.5427
62	-0.95	14.8958	0.3723	3.7117	0.0927	0.5190
63	-0.90	15.1041	0.3776	4.0634	0.1013	0.4966
64	-0.85	15.3206	0.3830	4.4155	0.1103	0.4758
65	-0.80	15.5452	0.3886	4.7915	0.1197	0.4568
66	-0.75	15.7778	0.3944	5.1734	0.1293	0.4396
67	-0.70	16.0181	0.4004	5.5513	0.1387	0.4244
68	-0.65	16.2657	0.4066	5.9146	0.1478	0.4111
69	-0.60	16.5199	0.4130	6.2525	0.1563	0.3999
70	-0.55	16.7801	0.4195	6.5546	0.1638	0.3905
71	-0.50	17.0455	0.4261	6.8122	0.1703	0.3831
72	-0.45	17.3152	0.4328	7.0186	0.1754	0.3774
73	-0.40	17.5882	0.4397	7.1703	0.1792	0.3734
74	-0.35	17.8638	0.4466	7.2663	0.1816	0.3709
75	-0.30	18.1410	0.4535	7.3089	0.1827	0.3698
76	-0.25	18.4190	0.4604	7.3027	0.1825	0.3700
77	-0.20	18.6972	0.4674	7.2541	0.1813	0.3712

ตาราง 51 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	18.9749	0.4743	7.1709	0.1792	0.3734
79	-0.10	19.2518	0.4813	7.0614	0.1765	0.3763
80	-0.05	19.5275	0.4881	6.9336	0.1733	0.3797
81	-0.00	19.8019	0.4950	6.7948	0.1698	0.3836
82	0.05	20.0747	0.5018	6.6515	0.1662	0.3877
83	0.1	20.3461	0.5086	6.5090	0.1627	0.3919
84	0.15	20.6160	0.5154	6.3713	0.1592	0.3961
85	0.20	20.8846	0.5221	6.2413	0.1560	0.4002
86	0.25	21.1518	0.5288	6.1208	0.1530	0.4042
87	0.30	21.4179	0.5354	6.0109	0.1502	0.4078
88	0.35	21.6830	0.5420	5.9117	0.1477	0.4112
89	0.40	21.9471	0.5486	5.8233	0.1455	0.4143
90	0.45	22.2105	0.5552	5.7449	0.1436	0.4172
91	0.50	22.4731	0.5618	5.6758	0.1419	0.4197
92	0.55	22.7351	0.5683	5.6151	0.1403	0.4220
93	0.60	22.9966	0.5749	5.5620	0.1390	0.4240
94	0.65	23.2576	0.5814	5.5156	0.1378	0.4258
95	0.70	23.5182	0.5879	5.4753	0.1368	0.4273
96	0.75	23.7784	0.5944	5.4404	0.1360	0.4287
97	0.80	24.0382	0.6009	5.4108	0.1352	0.4299
98	0.85	24.2977	0.6074	5.3861	0.1346	0.4308
99	0.90	24.5570	0.6139	5.3664	0.1341	0.4316
100	0.95	24.8160	0.6204	5.3518	0.1338	0.4322
101	1.0	25.0748	0.6268	5.3428	0.1335	0.4326
102	1.05	25.3334	0.6333	5.3396	0.1334	0.4327
103	1.10	25.5920	0.6398	5.3429	0.1335	0.4326

ตาราง 51 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	25.8505	0.6462	5.3530	0.1338	0.4322
105	1.20	26.1091	0.6527	5.3706	0.1342	0.4315
106	1.25	26.3677	0.6591	5.3959	0.1349	0.4304
107	1.30	26.6264	0.6656	5.4291	0.1357	0.4291
108	1.35	26.8852	0.6721	5.4700	0.1367	0.4275
109	1.40	27.1442	0.6786	5.5182	0.1379	0.4257
110	1.45	27.4034	0.6850	5.5728	0.1393	0.4236
111	1.50	27.6627	0.6915	5.6323	0.1408	0.4213
112	1.55	27.9221	0.6980	5.6951	0.1423	0.4190
113	1.60	28.1814	0.7045	5.7589	0.1439	0.4167
114	1.65	28.4407	0.7110	5.8212	0.1455	0.4144
115	1.70	28.6997	0.7174	5.8792	0.1469	0.4124
116	1.75	28.9582	0.7239	5.9301	0.1482	0.4106
117	1.80	29.2160	0.7304	5.9714	0.1492	0.4092
118	1.85	29.4728	0.7368	6.0006	0.1500	0.4082
119	1.90	29.7283	0.7432	6.0159	0.1504	0.4077
120	1.95	29.9822	0.7495	6.0161	0.1504	0.4077
121	2.00	30.2343	0.7558	6.0004	0.1500	0.4082
122	2.05	30.4842	0.7621	5.9690	0.1492	0.4093
123	2.10	30.7316	0.7682	5.9225	0.1480	0.4109
124	2.15	30.9763	0.7744	5.8621	0.1465	0.4130
125	2.20	31.2180	0.7804	5.7895	0.1447	0.4156
126	2.25	31.4566	0.7864	5.7064	0.1426	0.4186
127	2.30	31.6918	0.7923	5.6149	0.1403	0.4220
128	2.35	31.9235	0.7980	5.5169	0.1379	0.4257
129	2.40	32.1516	0.8037	5.4141	0.1353	0.4297

ตาราง 51 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	32.3760	0.8094	5.3083	0.1327	0.4340
131	2.50	32.5967	0.8149	5.2008	0.1300	0.4384
132	2.55	32.8136	0.8203	5.0928	0.1273	0.4431
133	2.60	33.0267	0.8256	4.9850	0.1246	0.4478
134	2.65	33.2359	0.8309	4.8782	0.1219	0.4527
135	2.70	33.4413	0.8360	4.7727	0.1193	0.4577
136	2.75	33.6428	0.8410	4.6688	0.1167	0.4628
137	2.80	33.8405	0.8460	4.5665	0.1141	0.4679
138	2.85	34.0343	0.8508	4.4660	0.1116	0.4731
139	2.90	34.2242	0.8556	4.3671	0.1091	0.4785
140	2.95	34.4102	0.8602	4.2697	0.1067	0.4839
141	3.00	34.5924	0.8648	4.1736	0.1043	0.4894
142	3.05	34.7707	0.8692	4.0787	0.1019	0.4951
143	3.10	34.9451	0.8736	3.9848	0.0996	0.5009
144	3.15	35.1156	0.8778	3.8919	0.0973	0.5069
145	3.20	35.2822	0.8820	3.7997	0.0949	0.5130
146	3.25	35.4450	0.8861	3.7083	0.0927	0.5192
147	3.30	35.6038	0.8901	3.6175	0.0904	0.5257
148	3.35	35.7588	0.8939	3.5273	0.0881	0.5324
149	3.40	35.9100	0.8977	3.4377	0.0859	0.5393
150	3.45	36.0572	0.9014	3.3488	0.0837	0.5464
151	3.50	36.2007	0.9050	3.2605	0.0815	0.5538
152	3.55	36.3404	0.9085	3.1729	0.0793	0.5613
153	3.60	36.4763	0.9119	3.0861	0.0771	0.5692
154	3.65	36.6084	0.9152	3.0002	0.0750	0.5773
155	3.70	36.7368	0.9184	2.9151	0.0728	0.5856

ตาราง 51 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	36.8616	0.9215	2.8311	0.0707	0.5943
157	3.80	36.9827	0.9245	2.7482	0.0687	0.6032
158	3.85	37.1003	0.9275	2.6864	0.0666	0.6124
159	3.90	37.2143	0.9303	2.5858	0.0646	0.6218
160	3.95	37.3248	0.9331	2.5065	0.0626	0.6316
161	4.00	37.4319	0.9358	2.4285	0.0607	0.6416

ตาราง 52 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 4

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	14.0026	0.3500	0.0960	0.0024	3.2270
2	-3.95	14.0263	0.3506	0.1017	0.0025	3.1353
3	-3.90	14.0509	0.3512	0.1077	0.0026	3.0468
4	-3.85	14.0763	0.3519	0.1140	0.0028	2.9615
5	-3.80	14.1026	0.3525	0.1206	0.0030	2.8792
6	-3.75	14.1299	0.3532	0.1275	0.0031	2.7999
7	-3.70	14.1581	0.3539	0.1348	0.0033	2.7233
8	-3.65	14.1874	0.3546	0.1424	0.0035	2.6495
9	-3.60	14.2176	0.3554	0.1504	0.0037	2.5783
10	-3.55	14.2490	0.3562	0.1587	0.0039	2.5096
11	-3.50	14.2814	0.3570	0.1675	0.0041	2.4432
12	-3.45	14.3150	0.3578	0.1766	0.0044	2.3792
13	-3.40	14.3498	0.3587	0.1862	0.0046	2.3173
14	-3.35	14.3858	0.3596	0.1962	0.0049	2.2576
15	-3.30	14.4231	0.3605	0.2066	0.0051	2.1998
16	-3.25	14.4617	0.3615	0.2175	0.0054	2.1439
17	-3.20	14.5017	0.3625	0.2289	0.0057	2.0898
18	-3.15	14.5431	0.3635	0.2409	0.0060	2.0373
19	-3.10	14.5859	0.3646	0.2533	0.0063	1.9865
20	-3.05	14.6302	0.3657	0.2664	0.0066	1.9372
21	-3.00	14.6761	0.3669	0.2801	0.0070	1.8894
22	-2.95	14.7236	0.3680	0.2944	0.0073	1.8428
23	-2.90	14.7728	0.3693	0.3094	0.0077	1.7976
24	-2.85	14.8237	0.3705	0.3252	0.0081	1.7535
25	-2.80	14.8764	0.3719	0.3417	0.0085	1.7106

ตาราง 52 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	14.9309	0.3732	0.3591	0.0089	1.6687
27	-2.70	14.9874	0.3746	0.3773	0.0094	1.6278
28	-2.65	15.0459	0.3761	0.3966	0.0099	1.5878
29	-2.60	15.1064	0.3776	0.4169	0.0104	1.5487
30	-2.55	15.1691	0.3792	0.4383	0.0109	1.5104
31	-2.50	15.2340	0.3808	0.4609	0.0115	1.4729
32	-2.45	15.3011	0.3825	0.4848	0.0121	1.4361
33	-2.40	15.3707	0.3842	0.5100	0.0127	1.4001
34	-2.35	15.4427	0.3860	0.5368	0.0134	1.3647
35	-2.30	15.5172	0.3879	0.5652	0.0141	1.3301
36	-2.25	15.5944	0.3898	0.5953	0.0148	1.2960
37	-2.20	15.6744	0.3918	0.6272	0.0156	1.2626
38	-2.15	15.7571	0.3939	0.6611	0.0165	1.2298
39	-2.10	15.8428	0.3960	0.6970	0.0174	1.1977
40	-2.05	15.9315	0.3982	0.7352	0.0183	1.1662
41	-2.00	16.0233	0.4005	0.7757	0.0193	1.1353
42	-1.95	16.1183	0.4029	0.8187	0.0204	1.1051
43	-1.90	16.2167	0.4054	0.8642	0.0216	1.0756
44	-1.85	16.3185	0.4079	0.9125	0.0228	1.0468
45	-1.80	16.4238	0.4106	0.9637	0.0240	1.0186
46	-1.75	16.5328	0.4133	1.0177	0.0254	0.9912
47	-1.70	16.6455	0.4161	1.0748	0.0268	0.9645
48	-1.65	16.7621	0.4190	1.1351	0.0283	0.9385
49	-1.60	16.8827	0.4220	1.1985	0.0299	0.9134
50	-1.55	17.0073	0.4251	1.2652	0.0316	0.8890
51	-1.50	17.1360	0.4284	1.3352	0.0333	0.8654

ตาราง 52 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	17.2690	0.4317	1.4085	0.0352	0.8425
53	-1.40	17.4064	0.4351	1.4850	0.0371	0.8205
54	-1.35	17.5482	0.4387	1.5649	0.0391	0.7993
55	-1.30	17.6944	0.4423	1.6479	0.0412	0.7789
56	-1.25	17.8453	0.4461	1.7340	0.0433	0.7593
57	-1.20	18.0008	0.4500	1.8232	0.0455	0.7405
58	-1.15	18.1610	0.4540	1.9153	0.0478	0.7225
59	-1.10	18.3260	0.4581	2.0102	0.0502	0.7053
60	-1.05	18.4957	0.4623	2.1077	0.0526	0.6887
61	-1.00	18.6704	0.4667	2.2078	0.0552	0.6730
62	-0.95	18.8499	0.4712	2.3102	0.0577	0.6579
63	-0.90	19.0343	0.4758	2.4148	0.0603	0.6435
64	-0.85	19.2237	0.4805	2.5215	0.0630	0.6297
65	-0.80	19.4180	0.4854	2.6301	0.0657	0.6166
66	-0.75	19.6172	0.4904	2.7405	0.0685	0.6040
67	-0.70	19.8214	0.4955	2.8526	0.0713	0.5920
68	-0.65	20.0304	0.5007	2.9663	0.0741	0.5806
69	-0.60	20.2444	0.5061	3.0815	0.0770	0.5696
70	-0.55	20.4633	0.5115	3.1982	0.0799	0.5591
71	-0.50	20.6869	0.5171	3.3162	0.0829	0.5491
72	-0.45	20.9154	0.5228	3.4355	0.0858	0.5395
73	-0.40	21.1487	0.5287	3.5561	0.0889	0.5302
74	-0.35	21.3867	0.5346	3.6780	0.0919	0.5214
75	-0.30	21.6293	0.5407	3.8011	0.0950	0.5129
76	-0.25	21.8765	0.5469	3.9253	0.0981	0.5047
77	-0.20	22.1282	0.5532	4.0506	0.1012	0.4968

ตาราง 52 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	22.3844	0.5596	4.1771	0.1044	0.4892
79	-0.10	22.6449	0.5661	4.3045	0.1076	0.4819
80	-0.05	22.9097	0.5727	4.4329	0.1108	0.4749
81	-0.00	23.1786	0.5794	4.5623	0.1140	0.4681
82	0.05	23.4516	0.5862	4.6925	0.1173	0.4616
83	0.1	23.7285	0.5932	4.8235	0.1205	0.4553
84	0.15	24.0091	0.6002	4.9553	0.1238	0.4492
85	0.20	24.2934	0.6073	5.0878	0.1272	0.4433
86	0.25	24.5812	0.6145	5.2208	0.1305	0.4376
87	0.30	24.8722	0.6218	5.3541	0.1338	0.4321
88	0.35	25.1664	0.6291	5.4876	0.1371	0.4268
89	0.40	25.4634	0.6365	5.6207	0.1405	0.4218
90	0.45	25.7631	0.6440	5.7530	0.1438	0.4169
91	0.50	26.0651	0.6516	5.8837	0.1470	0.4122
92	0.55	26.3693	0.6592	6.0119	0.1503	0.4078
93	0.60	26.6752	0.6668	6.1364	0.1534	0.4036
94	0.65	26.9827	0.6745	6.2559	0.1564	0.3998
95	0.70	27.2912	0.6822	6.3689	0.1592	0.3962
96	0.75	27.6004	0.6900	6.4735	0.1618	0.3930
97	0.80	27.9100	0.6977	6.5681	0.1642	0.3901
98	0.85	28.2195	0.7054	6.6507	0.1662	0.3877
99	0.90	28.5284	0.7132	6.7197	0.1679	0.3857
100	0.95	28.8362	0.7209	6.7735	0.1693	0.3842
101	1.0	29.1426	0.7285	6.8108	0.1702	0.3831
102	1.05	29.4469	0.7361	6.8307	0.1707	0.3826
103	1.10	29.7489	0.7437	6.8327	0.1708	0.3825

ตาราง 52 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	30.0480	0.7512	6.8166	0.1704	0.3830
105	1.20	30.3437	0.7585	6.7829	0.1695	0.3839
106	1.25	30.6357	0.7658	6.7322	0.1683	0.3854
107	1.30	30.9237	0.7730	6.6656	0.1666	0.3873
108	1.35	31.2072	0.7801	6.5846	0.1646	0.3897
109	1.40	31.4861	0.7871	6.4907	0.1622	0.3925
110	1.45	31.7599	0.7940	6.3856	0.1596	0.3957
111	1.50	32.0286	0.8007	6.2710	0.1567	0.3993
112	1.55	32.2920	0.8073	6.1485	0.1537	0.4032
113	1.60	32.5498	0.8137	6.0197	0.1504	0.4075
114	1.65	32.8021	0.8200	5.8860	0.1471	0.4121
115	1.70	33.0486	0.8262	5.7486	0.1437	0.4170
116	1.75	33.2894	0.8322	5.6086	0.1402	0.4222
117	1.80	33.5244	0.8381	5.4670	0.1366	0.4276
118	1.85	33.7536	0.8438	5.3243	0.1331	0.4333
119	1.90	33.9770	0.8494	5.1812	0.1295	0.4393
120	1.95	34.1945	0.8548	5.0382	0.1259	0.4455
121	2.00	34.4062	0.8601	4.8956	0.1223	0.4519
122	2.05	34.6121	0.8653	4.7537	0.1188	0.4586
123	2.10	34.8123	0.8703	4.6127	0.1153	0.4656
124	2.15	35.0067	0.8751	4.4729	0.1118	0.4728
125	2.20	35.1954	0.8798	4.3344	0.1083	0.4803
126	2.25	35.3786	0.8844	4.1973	0.1049	0.4881
127	2.30	35.5561	0.8889	4.0618	0.1015	0.4961
128	2.35	35.7282	0.8932	3.9281	0.0982	0.5045
129	2.40	35.8948	0.8973	3.7963	0.0949	0.5132

ตาราง 52 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	36.0560	0.9014	3.6666	0.0916	0.5222
131	2.50	36.2120	0.9053	3.5390	0.0884	0.5315
132	2.55	36.3628	0.9090	3.4138	0.0853	0.5412
133	2.60	36.5085	0.9127	3.2911	0.0822	0.5512
134	2.65	36.6492	0.9162	3.1710	0.0792	0.5615
135	2.70	36.7850	0.9196	3.0536	0.0763	0.5722
136	2.75	36.9160	0.9229	2.9390	0.0734	0.5833
137	2.80	37.0423	0.9260	2.8273	0.0706	0.5947
138	2.85	37.1640	0.9291	2.7185	0.0679	0.6065
139	2.90	37.2813	0.9320	2.6127	0.0653	0.6186
140	2.95	37.3943	0.9348	2.5100	0.0627	0.6311
141	3.00	37.5031	0.9375	2.4103	0.0602	0.6441
142	3.05	37.6077	0.9401	2.3137	0.0578	0.6574
143	3.10	37.7084	0.9427	2.2202	0.0555	0.6711
144	3.15	37.8052	0.9451	2.1296	0.0532	0.6852
145	3.20	37.8982	0.9474	2.0421	0.0510	0.6997
146	3.25	37.9876	0.9496	1.9574	0.0489	0.7147
147	3.30	38.0735	0.9518	1.8757	0.0468	0.7301
148	3.35	38.1559	0.9539	1.7969	0.0449	0.7460
149	3.40	38.2351	0.9558	1.7208	0.0430	0.7623
150	3.45	38.3110	0.9577	1.6474	0.0411	0.7791
151	3.50	38.3839	0.9596	1.5767	0.0394	0.7963
152	3.55	38.4538	0.9613	1.5086	0.0377	0.8141
153	3.60	38.5208	0.9630	1.4430	0.0360	0.8324
154	3.65	38.5850	0.9646	1.3799	0.0345	0.8512
155	3.70	38.6465	0.9661	1.3191	0.0329	0.8706

ตาราง 52 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	38.7055	0.9676	1.2607	0.0315	0.8906
157	3.80	38.7619	0.9690	1.2045	0.0301	0.9111
158	3.85	38.8160	0.9704	1.1505	0.0287	0.9322
159	3.90	38.8678	0.9716	1.0987	0.0274	0.9540
160	3.95	38.9173	0.9729	1.0489	0.0262	0.9764
161	4.00	38.9647	0.9741	1.0011	0.0250	0.9994

ตาราง 53 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 5

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/I$	$I(\theta)$	$I(\theta)/I$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	7.6461	0.1911	0.2627	0.0065	1.9508
2	-3.95	7.6859	0.1921	0.2734	0.0068	1.9122
3	-3.90	7.7268	0.1931	0.2845	0.0071	1.8746
4	-3.85	7.7688	0.1942	0.2960	0.0074	1.8379
5	-3.80	7.8119	0.1953	0.3078	0.0077	1.8023
6	-3.75	7.8562	0.1964	0.3200	0.0080	1.7675
7	-3.70	7.9016	0.1975	0.3326	0.0083	1.7337
8	-3.65	7.9482	0.1987	0.3457	0.0086	1.7007
9	-3.60	7.9960	0.1999	0.3591	0.0089	1.6687
10	-3.55	8.0450	0.2011	0.3729	0.0093	1.6375
11	-3.50	8.0953	0.2023	0.3871	0.0096	1.6071
12	-3.45	8.1469	0.2036	0.4017	0.0100	1.5776
13	-3.40	8.1997	0.2049	0.4168	0.0104	1.5489
14	-3.35	8.2540	0.2063	0.4322	0.0108	1.5209
15	-3.30	8.3095	0.2077	0.4481	0.0112	1.4937
16	-3.25	8.3665	0.2091	0.4644	0.0116	1.4673
17	-3.20	8.4249	0.2106	0.4811	0.0120	1.4416
18	-3.15	8.4847	0.2121	0.4983	0.0124	1.4166
19	-3.10	8.5460	0.2136	0.5158	0.0129	1.3923
20	-3.05	8.6088	0.2152	0.5338	0.0133	1.3686
21	-3.00	8.6731	0.2168	0.5522	0.0138	1.3456
22	-2.95	8.7390	0.2184	0.5711	0.0142	1.3232
23	-2.90	8.8065	0.2201	0.5904	0.0147	1.3014
24	-2.85	8.8755	0.2218	0.6101	0.0152	1.2801
25	-2.80	8.9463	0.2236	0.6303	0.0157	1.2594

ตาราง 53 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	9.0187	0.2254	0.6510	0.0162	1.2393
27	-2.70	9.0927	0.2273	0.6722	0.0168	1.2197
28	-2.65	9.1686	0.2292	0.6938	0.0173	1.2005
29	-2.60	9.2462	0.2311	0.7159	0.0179	1.1818
30	-2.55	9.3256	0.2331	0.7386	0.0184	1.1635
31	-2.50	9.4068	0.2351	0.7618	0.0190	1.1457
32	-2.45	9.4899	0.2372	0.7856	0.0196	1.1282
33	-2.40	9.5749	0.2393	0.8099	0.0202	1.1111
34	-2.35	9.6619	0.2415	0.8349	0.0208	1.0943
35	-2.30	9.7508	0.2437	0.8606	0.0215	1.0779
36	-2.25	9.8418	0.2460	0.8870	0.0221	1.0617
37	-2.20	9.9349	0.2483	0.9142	0.0228	1.0458
38	-2.15	10.0301	0.2507	0.9421	0.0235	1.0302
39	-2.10	10.1274	0.2531	0.9710	0.0242	1.0148
40	-2.05	10.2270	0.2556	1.0008	0.0250	0.9995
41	-2.00	10.3289	0.2582	1.0316	0.0257	0.9845
42	-1.95	10.4330	0.2608	1.0635	0.0265	0.9696
43	-1.90	10.5396	0.2634	1.0966	0.0274	0.9549
44	-1.85	10.6486	0.2662	1.1310	0.0282	0.9402
45	-1.80	10.7601	0.2690	1.1668	0.0291	0.9257
46	-1.75	10.8742	0.2718	1.2042	0.0301	0.9112
47	-1.70	10.9909	0.2747	1.2432	0.0310	0.8968
48	-1.65	11.1104	0.2777	1.2840	0.0321	0.8824
49	-1.60	11.2327	0.2808	1.3269	0.0331	0.8681
50	-1.55	11.3578	0.2839	1.3718	0.0343	0.8537
51	-1.50	11.4860	0.2871	1.4192	0.0354	0.8394

ตาราง 53 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	11.6171	0.2904	1.4690	0.0367	0.8250
53	-1.40	11.7514	0.2937	1.5217	0.0380	0.8106
54	-1.35	11.8890	0.2972	1.5774	0.0394	0.7962
55	-1.30	12.0299	0.3007	1.6363	0.0409	0.7817
56	-1.25	12.1743	0.3043	1.6987	0.0424	0.7672
57	-1.20	12.3222	0.3080	1.7648	0.0441	0.7527
58	-1.15	12.4738	0.3118	1.8350	0.0458	0.7382
59	-1.10	12.6291	0.3157	1.9094	0.0477	0.7236
60	-1.05	12.7884	0.3197	1.9884	0.0497	0.7091
61	-1.00	12.9517	0.3237	2.0722	0.0518	0.6946
62	-0.95	13.1191	0.3279	2.1610	0.0540	0.6802
63	-0.90	13.2908	0.3322	2.2551	0.0563	0.6659
64	-0.85	13.4669	0.3366	2.3546	0.0588	0.6516
65	-0.80	13.6475	0.3411	2.4596	0.0614	0.6376
66	-0.75	13.8327	0.3458	2.5704	0.0642	0.6237
67	-0.70	14.0226	0.3505	2.6868	0.0671	0.6100
68	-0.65	14.2174	0.3554	2.8089	0.0702	0.5966
69	-0.60	14.4172	0.3604	2.9366	0.0734	0.5835
70	-0.55	14.6220	0.3655	3.0697	0.0767	0.5707
71	-0.50	14.8320	0.3708	3.2080	0.0802	0.5583
72	-0.45	15.0472	0.3761	3.3512	0.0837	0.5462
73	-0.40	15.2677	0.3816	3.4987	0.0874	0.5346
74	-0.35	15.4936	0.3873	3.6501	0.0912	0.5234
75	-0.30	15.7247	0.3931	3.8047	0.0951	0.5126
76	-0.25	15.9613	0.3990	3.9618	0.0990	0.5024
77	-0.20	16.2032	0.4050	4.1207	0.1030	0.4926

ตาราง 53 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	16.4504	0.4112	4.2806	0.1070	0.4833
79	-0.10	16.7029	0.4175	4.4405	0.1110	0.4745
80	-0.05	16.9605	0.4240	4.5996	0.1149	0.4662
81	-0.00	17.2232	0.4305	4.7569	0.1189	0.4585
82	0.05	17.4909	0.4372	4.9115	0.1227	0.4512
83	0.1	17.7633	0.4440	5.0626	0.1265	0.4444
84	0.15	18.0402	0.4510	5.2094	0.1302	0.4381
85	0.20	18.3216	0.4580	5.3511	0.1337	0.4322
86	0.25	18.6071	0.4651	5.4870	0.1371	0.4269
87	0.30	18.8966	0.4724	5.6167	0.1404	0.4219
88	0.35	19.1897	0.4797	5.7396	0.1434	0.4174
89	0.40	19.4862	0.4871	5.8555	0.1463	0.4132
90	0.45	19.7859	0.4946	5.9641	0.1491	0.4094
91	0.50	20.0884	0.5022	6.0653	0.1516	0.4060
92	0.55	20.3936	0.5098	6.1590	0.1539	0.4029
93	0.60	20.7011	0.5175	6.2452	0.1561	0.4001
94	0.65	21.0106	0.5252	6.3241	0.1581	0.3976
95	0.70	21.3219	0.5330	6.3958	0.1599	0.3954
96	0.75	21.6346	0.5408	6.4604	0.1615	0.3934
97	0.80	21.9487	0.5487	6.5181	0.1629	0.3916
98	0.85	22.2637	0.5565	6.5691	0.1642	0.3901
99	0.90	22.5795	0.5644	6.6136	0.1653	0.3888
100	0.95	22.8958	0.5724	6.6518	0.1663	0.3877
101	1.0	23.2123	0.5803	6.6840	0.1671	0.3867
102	1.05	23.5289	0.5882	6.7105	0.1677	0.3860
103	1.10	23.8453	0.5961	6.7315	0.1682	0.3854

ตาราง 53 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	24.1612	0.6040	6.7475	0.1686	0.3849
105	1.20	24.4766	0.6119	6.7591	0.1689	0.3846
106	1.25	24.7912	0.6197	6.7670	0.1691	0.3844
107	1.30	25.1048	0.6276	6.7719	0.1693	0.3842
108	1.35	25.4172	0.6354	6.7750	0.1693	0.3841
109	1.40	25.7283	0.6432	6.7775	0.1694	0.3841
110	1.45	26.0380	0.6509	6.7807	0.1695	0.3840
111	1.50	26.3460	0.6586	6.7862	0.1696	0.3838
112	1.55	26.6524	0.6663	6.7953	0.1698	0.3836
113	1.60	26.9568	0.6739	6.8095	0.1702	0.3832
114	1.65	27.2594	0.6814	6.8298	0.1707	0.3826
115	1.70	27.5599	0.6890	6.8568	0.1714	0.3818
116	1.75	27.8584	0.6964	6.8905	0.1722	0.3809
117	1.80	28.1546	0.7038	6.9300	0.1732	0.3798
118	1.85	28.4485	0.7112	6.9733	0.1743	0.3786
119	1.90	28.7398	0.7185	7.0175	0.1754	0.3774
120	1.95	29.0285	0.7257	7.0586	0.1764	0.3763
121	2.00	29.3143	0.7328	7.0918	0.1773	0.3755
122	2.05	29.5969	0.7399	7.1116	0.1777	0.3749
123	2.10	29.8759	0.7469	7.1123	0.1778	0.3749
124	2.15	30.1510	0.7537	7.0888	0.1772	0.3755
125	2.20	30.4217	0.7605	7.0365	0.1759	0.3769
126	2.25	30.6874	0.7671	6.9525	0.1738	0.3792
127	2.30	30.9478	0.7737	6.8353	0.1708	0.3824
128	2.35	31.2024	0.7800	6.6853	0.1671	0.3867
129	2.40	31.4508	0.7862	6.5049	0.1626	0.3920

ตาราง 53 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	31.6925	0.7923	6.2978	0.1574	0.3984
131	2.50	31.9274	0.7981	6.0689	0.1517	0.4059
132	2.55	32.1552	0.8038	5.8239	0.1456	0.4143
133	2.60	32.3759	0.8094	5.5683	0.1392	0.4237
134	2.65	32.5893	0.8147	5.3079	0.1327	0.4340
135	2.70	32.7956	0.8198	5.0474	0.1261	0.4451
136	2.75	32.9949	0.8248	4.7911	0.1197	0.4568
137	2.80	33.1873	0.8296	4.5423	0.1135	0.4692
138	2.85	33.3732	0.8343	4.3035	0.1075	0.4820
139	2.90	33.5526	0.8388	4.0763	0.1019	0.4953
140	2.95	33.7260	0.8431	3.8617	0.0965	0.5088
141	3.00	33.8934	0.8473	3.6601	0.0915	0.5227
142	3.05	34.0553	0.8513	3.4716	0.0867	0.5367
143	3.10	34.2119	0.8553	3.2957	0.0823	0.5508
144	3.15	34.3634	0.8590	3.1320	0.0783	0.5650
145	3.20	34.5100	0.8627	2.9796	0.0744	0.5793
146	3.25	34.6521	0.8663	2.8379	0.0709	0.5936
147	3.30	34.7897	0.8697	2.7060	0.0676	0.6079
148	3.35	34.9231	0.8730	2.5830	0.0645	0.6222
149	3.40	35.0525	0.8763	2.4683	0.0617	0.6365
150	3.45	35.1780	0.8794	2.3611	0.0590	0.6507
151	3.50	35.2998	0.8825	2.2606	0.0565	0.6650
152	3.55	35.4181	0.8854	2.1664	0.0541	0.6794
153	3.60	35.5329	0.8883	2.0778	0.0519	0.6937
154	3.65	35.6445	0.8911	1.9943	0.0498	0.7081
155	3.70	35.7529	0.8938	1.9155	0.0478	0.7225

ตาราง 53 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	35.8582	0.8964	1.8410	0.0460	0.7370
157	3.80	35.9607	0.8990	1.7704	0.0442	0.7515
158	3.85	36.0602	0.9015	1.7034	0.0425	0.7662
159	3.90	36.1570	0.9039	1.6397	0.0409	0.7809
160	3.95	36.2512	0.9062	1.5790	0.0394	0.7957
161	4.00	36.3428	0.9085	1.5212	0.0380	0.8107

ตาราง 54 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 1

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	6.1533	0.3076	0.0656	0.0032	3.9020
2	-3.95	6.1730	0.3086	0.0680	0.0034	3.8347
3	-3.90	6.1930	0.3096	0.0704	0.0035	3.7687
4	-3.85	6.2135	0.3106	0.0728	0.0036	3.7040
5	-3.80	6.2344	0.3117	0.0754	0.0037	3.6405
6	-3.75	6.2557	0.3127	0.0781	0.0039	3.5782
7	-3.70	6.2775	0.3138	0.0808	0.0040	3.5171
8	-3.65	6.2998	0.3149	0.0836	0.0041	3.4573
9	-3.60	6.3225	0.3161	0.0865	0.0043	3.3986
10	-3.55	6.3457	0.3172	0.0895	0.0044	3.3410
11	-3.50	6.3694	0.3184	0.0926	0.0046	3.2846
12	-3.45	6.3936	0.3196	0.0958	0.0047	3.2293
13	-3.40	6.4182	0.3209	0.0991	0.0049	3.1752
14	-3.35	6.4434	0.3221	0.1025	0.0051	3.1221
15	-3.30	6.4691	0.3234	0.1060	0.0053	3.0701
16	-3.25	6.4953	0.3247	0.1097	0.0054	3.0192
17	-3.20	6.5220	0.3261	0.1134	0.0056	2.9693
18	-3.15	6.5493	0.3274	0.1172	0.0058	2.9205
19	-3.10	6.5771	0.3288	0.1211	0.0060	2.8727
20	-3.05	6.6055	0.3302	0.1252	0.0062	2.8259
21	-3.00	6.6344	0.3317	0.1293	0.0064	2.7801
22	-2.95	6.6639	0.3332	0.1336	0.0066	2.7353
23	-2.90	6.6940	0.3347	0.1380	0.0069	2.6914
24	-2.85	6.7246	0.3362	0.1425	0.0071	2.6486
25	-2.80	6.7558	0.3377	0.1471	0.0073	2.6066

ตาราง 54 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	6.7877	0.3393	0.1519	0.0076	2.5657
27	-2.70	6.8201	0.3410	0.1567	0.0078	2.5256
28	-2.65	6.8531	0.3426	0.1617	0.0080	2.4865
29	-2.60	6.8868	0.3443	0.1668	0.0083	2.4482
30	-2.55	6.9210	0.3460	0.1720	0.0086	2.4109
31	-2.50	6.9559	0.3478	0.1773	0.0088	2.3744
32	-2.45	6.9915	0.3495	0.1828	0.0091	2.3388
33	-2.40	7.0276	0.3513	0.1883	0.0094	2.3040
34	-2.35	7.0644	0.3532	0.1940	0.0097	2.2701
35	-2.30	7.1019	0.3551	0.1998	0.0099	2.2370
36	-2.25	7.1400	0.3570	0.2057	0.0102	2.2048
37	-2.20	7.1788	0.3589	0.2117	0.0105	2.1733
38	-2.15	7.2182	0.3609	0.2178	0.0108	2.1426
39	-2.10	7.2583	0.3629	0.2240	0.0112	2.1127
40	-2.05	7.2991	0.3649	0.2303	0.0115	2.0836
41	-2.00	7.3405	0.3670	0.2367	0.0118	2.0553
42	-1.95	7.3826	0.3691	0.2432	0.0121	2.0277
43	-1.90	7.4254	0.3712	0.2498	0.0124	2.0008
44	-1.85	7.4689	0.3734	0.2564	0.0128	1.9746
45	-1.80	7.5131	0.3756	0.2632	0.0131	1.9491
46	-1.75	7.5579	0.3779	0.2700	0.0135	1.9244
47	-1.70	7.6034	0.3801	0.2769	0.0138	1.9003
48	-1.65	7.6496	0.3824	0.2838	0.0141	1.8769
49	-1.60	7.6965	0.3848	0.2908	0.0145	1.8541
50	-1.55	7.7441	0.3872	0.2979	0.0149	1.8320
51	-1.50	7.7924	0.3896	0.3050	0.0152	1.8105

ตาราง 54 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	7.8413	0.3920	0.3122	0.0156	1.7896
53	-1.40	7.8910	0.3945	0.3194	0.0159	1.7694
54	-1.35	7.9413	0.3970	0.3266	0.0163	1.7497
55	-1.30	7.9923	0.3996	0.3338	0.0166	1.7306
56	-1.25	8.0440	0.4022	0.3411	0.0170	1.7121
57	-1.20	8.0963	0.4048	0.3484	0.0174	1.6941
58	-1.15	8.1493	0.4074	0.3556	0.0177	1.6767
59	-1.10	8.2030	0.4101	0.3629	0.0181	1.6598
60	-1.05	8.2573	0.4128	0.3702	0.0185	1.6434
61	-1.00	8.3123	0.4156	0.3775	0.0188	1.6275
62	-0.95	8.3679	0.4184	0.3847	0.0192	1.6121
63	-0.90	8.4242	0.4212	0.3919	0.0196	1.5972
64	-0.85	8.4811	0.4240	0.3991	0.0199	1.5827
65	-0.80	8.5387	0.4269	0.4063	0.0203	1.5687
66	-0.75	8.5969	0.4298	0.4134	0.0206	1.5552
67	-0.70	8.6557	0.4327	0.4205	0.0210	1.5420
68	-0.65	8.7151	0.4357	0.4275	0.0213	1.5293
69	-0.60	8.7751	0.4387	0.4345	0.0217	1.5170
70	-0.55	8.8357	0.4417	0.4414	0.0220	1.5051
71	-0.50	8.8969	0.4448	0.4482	0.0224	1.4935
72	-0.45	8.9586	0.4479	0.4550	0.0227	1.4824
73	-0.40	9.0210	0.4510	0.4617	0.0230	1.4715
74	-0.35	9.0839	0.4542	0.4684	0.0234	1.4611
75	-0.30	9.1473	0.4573	0.4749	0.0237	1.4510
76	-0.25	9.2113	0.4605	0.4814	0.0240	1.4412
77	-0.20	9.2759	0.4638	0.4878	0.0243	1.4317

ตาราง 54 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	9.3409	0.4670	0.4941	0.0247	1.4225
79	-0.10	9.4065	0.4703	0.5003	0.0250	1.4136
80	-0.05	9.4725	0.4736	0.5065	0.0253	1.4051
81	-0.00	9.5391	0.4769	0.5125	0.0256	1.3968
82	0.05	9.6061	0.4803	0.5184	0.0259	1.3887
83	0.1	9.6736	0.4836	0.5243	0.0262	1.3810
84	0.15	9.7416	0.4870	0.5300	0.0265	1.3734
85	0.20	9.8100	0.4905	0.5357	0.0267	1.3662
86	0.25	9.8789	0.4939	0.5412	0.0270	1.3592
87	0.30	9.9482	0.4974	0.5467	0.0273	1.3524
88	0.35	10.0179	0.5009	0.5520	0.0276	1.3458
89	0.40	10.0880	0.5044	0.5573	0.0278	1.3395
90	0.45	10.1585	0.5079	0.5624	0.0281	1.3333
91	0.50	10.2294	0.5114	0.5675	0.0283	1.3274
92	0.55	10.3007	0.5150	0.5724	0.0286	1.3217
93	0.60	10.3724	0.5186	0.5772	0.0288	1.3161
94	0.65	10.4444	0.5222	0.5820	0.0291	1.3108
95	0.70	10.5168	0.5258	0.5866	0.0293	1.3056
96	0.75	10.5895	0.5294	0.5911	0.0295	1.3006
97	0.80	10.6625	0.5331	0.5955	0.0297	1.2958
98	0.85	10.7359	0.5368	0.5998	0.0299	1.2911
99	0.90	10.8096	0.5404	0.6041	0.0302	1.2866
100	0.95	10.8837	0.5441	0.6082	0.0304	1.2822
101	1.0	10.9580	0.5479	0.6123	0.0306	1.2779
102	1.05	11.0327	0.5516	0.6163	0.0308	1.2737
103	1.10	11.1077	0.5553	0.6203	0.0310	1.2696

ตาราง 54 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	11.1830	0.5591	0.6243	0.0312	1.2656
105	1.20	11.2586	0.5629	0.6283	0.0314	1.2615
106	1.25	11.3346	0.5667	0.6323	0.0316	1.2575
107	1.30	11.4109	0.5705	0.6366	0.0318	1.2533
108	1.35	11.4876	0.5743	0.6410	0.0320	1.2489
109	1.40	11.5646	0.5782	0.6458	0.0322	1.2442
110	1.45	11.6421	0.5821	0.6512	0.0325	1.2392
111	1.50	11.7200	0.5860	0.6572	0.0328	1.2335
112	1.55	11.7984	0.5899	0.6642	0.0332	1.2269
113	1.60	11.8773	0.5938	0.6725	0.0336	1.2193
114	1.65	11.9568	0.5978	0.6825	0.0341	1.2104
115	1.70	12.0369	0.6018	0.6947	0.0347	1.1997
116	1.75	12.1176	0.6058	0.7098	0.0354	1.1868
117	1.80	12.1992	0.6099	0.7285	0.0364	1.1715
118	1.85	12.2816	0.6140	0.7516	0.0375	1.1534
119	1.90	12.3650	0.6182	0.7802	0.0390	1.1320
120	1.95	12.4493	0.6224	0.8153	0.0407	1.1074
121	2.00	12.5349	0.6267	0.8580	0.0429	1.0795
122	2.05	12.6216	0.6310	0.9093	0.0454	1.0486
123	2.10	12.7097	0.6354	0.9702	0.0485	1.0152
124	2.15	12.7993	0.6399	1.0413	0.0520	0.9799
125	2.20	12.8903	0.6445	1.1229	0.0561	0.9436
126	2.25	12.9829	0.6491	1.2146	0.0607	0.9073
127	2.30	13.0770	0.6538	1.3154	0.0657	0.8718
128	2.35	13.1727	0.6586	1.4234	0.0711	0.8381
129	2.40	13.2700	0.6635	1.5358	0.0767	0.8069

ตาราง 54 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	13.3686	0.6684	1.6493	0.0824	0.7786
131	2.50	13.4684	0.6734	1.7597	0.0879	0.7538
132	2.55	13.5693	0.6784	1.8625	0.0931	0.7327
133	2.60	13.6709	0.6835	1.9534	0.0976	0.7154
134	2.65	13.7730	0.6886	2.0283	0.1014	0.7021
135	2.70	13.8751	0.6937	2.0839	0.1042	0.6927
136	2.75	13.9769	0.6988	2.1180	0.1059	0.6871
137	2.80	14.0782	0.7039	2.1294	0.1064	0.6852
138	2.85	14.1784	0.7089	2.1185	0.1059	0.6870
139	2.90	14.2774	0.7138	2.0866	0.1043	0.6922
140	2.95	14.3748	0.7187	2.0362	0.1018	0.7007
141	3.00	14.4704	0.7235	1.9703	0.0985	0.7124
142	3.05	14.5641	0.7282	1.8923	0.0946	0.7269
143	3.10	14.6557	0.7327	1.8057	0.0902	0.7441
144	3.15	14.7453	0.7372	1.7140	0.0857	0.7638
145	3.20	14.8327	0.7416	1.6202	0.0810	0.7856
146	3.25	14.9180	0.7459	1.5267	0.0763	0.8093
147	3.30	15.0014	0.7500	1.4356	0.0717	0.8345
148	3.35	15.0827	0.7541	1.3486	0.0674	0.8611
149	3.40	15.1622	0.7581	1.2666	0.0633	0.8885
150	3.45	15.2400	0.7620	1.1903	0.0595	0.9165
151	3.50	15.3161	0.7658	1.1201	0.0560	0.9448
152	3.55	15.3907	0.7695	1.0560	0.0528	0.9730
153	3.60	15.4638	0.7731	0.9980	0.0499	1.0009
154	3.65	15.5356	0.7767	0.9457	0.0472	1.0283
155	3.70	15.6061	0.7803	0.8987	0.0449	1.0548

ตาราง 54 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	15.6755	0.7837	0.8567	0.0428	1.0803
157	3.80	15.7437	0.7871	0.8192	0.0409	1.1047
158	3.85	15.8110	0.7905	0.7858	0.0392	1.1280
159	3.90	15.8772	0.7938	0.7561	0.0378	1.1500
160	3.95	15.9425	0.7971	0.7295	0.0364	1.1707
161	4.00	16.0069	0.8003	0.7058	0.0352	1.1902

ตาราง 55 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 2

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	8.2006	0.2733	0.0592	0.0019	4.1083
2	-3.95	8.2194	0.2739	0.0610	0.0020	4.0488
3	-3.90	8.2385	0.2746	0.0628	0.0020	3.9895
4	-3.85	8.2581	0.2752	0.0647	0.0021	3.9304
5	-3.80	8.2780	0.2759	0.0667	0.0022	3.8716
6	-3.75	8.2983	0.2766	0.0687	0.0022	3.8131
7	-3.70	8.3191	0.2773	0.0709	0.0023	3.7550
8	-3.65	8.3403	0.2780	0.0731	0.0024	3.6972
9	-3.60	8.3619	0.2787	0.0754	0.0025	3.6397
10	-3.55	8.3840	0.2794	0.0779	0.0026	3.5826
11	-3.50	8.4065	0.2802	0.0804	0.0026	3.5260
12	-3.45	8.4295	0.2809	0.0830	0.0027	3.4698
13	-3.40	8.4530	0.2817	0.0857	0.0028	3.4141
14	-3.35	8.4770	0.2825	0.0886	0.0029	3.3588
15	-3.30	8.5015	0.2833	0.0916	0.0030	3.3041
16	-3.25	8.5265	0.2842	0.0946	0.0031	3.2498
17	-3.20	8.5520	0.2850	0.0978	0.0032	3.1962
18	-3.15	8.5781	0.2859	0.1012	0.0033	3.1431
19	-3.10	8.6048	0.2868	0.1046	0.0034	3.0905
20	-3.05	8.6320	0.2877	0.1083	0.0036	3.0386
21	-3.00	8.6598	0.2886	0.1120	0.0037	2.9873
22	-2.95	8.6882	0.2896	0.1159	0.0038	2.9366
23	-2.90	8.7172	0.2905	0.1200	0.0040	2.8865
24	-2.85	8.7469	0.2915	0.1242	0.0041	2.8371
25	-2.80	8.7772	0.2925	0.1286	0.0042	2.7884

ตาราง 55 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	8.8081	0.2936	0.1331	0.0044	2.7403
27	-2.70	8.8398	0.2946	0.1379	0.0046	2.6929
28	-2.65	8.8721	0.2957	0.1428	0.0047	2.6461
29	-2.60	8.9052	0.2968	0.1479	0.0049	2.6001
30	-2.55	8.9389	0.2979	0.1532	0.0051	2.5547
31	-2.50	8.9735	0.2991	0.1587	0.0052	2.5100
32	-2.45	9.0088	0.3002	0.1644	0.0054	2.4661
33	-2.40	9.0449	0.3015	0.1703	0.0056	2.4227
34	-2.35	9.0818	0.3027	0.1765	0.0058	2.3801
35	-2.30	9.1196	0.3039	0.1829	0.0061	2.3381
36	-2.25	9.1582	0.3052	0.1895	0.0063	2.2968
37	-2.20	9.1977	0.3065	0.1964	0.0065	2.2562
38	-2.15	9.2381	0.3079	0.2036	0.0067	2.2162
39	-2.10	9.2795	0.3093	0.2110	0.0070	2.1768
40	-2.05	9.3218	0.3107	0.2187	0.0072	2.1380
41	-2.00	9.3651	0.3121	0.2267	0.0075	2.0998
42	-1.95	9.4094	0.3136	0.2351	0.0078	2.0621
43	-1.90	9.4548	0.3151	0.2438	0.0081	2.0250
44	-1.85	9.5012	0.3167	0.2529	0.0084	1.9884
45	-1.80	9.5488	0.3183	0.2623	0.0087	1.9522
46	-1.75	9.5976	0.3199	0.2722	0.0090	1.9164
47	-1.70	9.6476	0.3215	0.2826	0.0094	1.8809
48	-1.65	9.6988	0.3232	0.2935	0.0097	1.8458
49	-1.60	9.7513	0.3250	0.3049	0.0101	1.8109
50	-1.55	9.8052	0.3268	0.3169	0.0105	1.7761
51	-1.50	9.8605	0.3286	0.3297	0.0109	1.7414

ตาราง 55 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	9.9172	0.3305	0.3432	0.0114	1.7067
53	-1.40	9.9755	0.3325	0.3577	0.0119	1.6719
54	-1.35	10.0354	0.3345	0.3731	0.0124	1.6369
55	-1.30	10.0969	0.3365	0.3898	0.0129	1.6015
56	-1.25	10.1603	0.3386	0.4078	0.0136	1.5658
57	-1.20	10.2254	0.3408	0.4274	0.0142	1.5294
58	-1.15	10.2925	0.3430	0.4489	0.0149	1.4924
59	-1.10	10.3617	0.3453	0.4726	0.0157	1.4546
60	-1.05	10.4330	0.3477	0.4987	0.0166	1.4159
61	-1.00	10.5066	0.3502	0.5279	0.0176	1.3763
62	-0.95	10.5827	0.3527	0.5605	0.0186	1.3356
63	-0.90	10.6613	0.3553	0.5971	0.0199	1.2940
64	-0.85	10.7427	0.3580	0.6385	0.0212	1.2514
65	-0.80	10.8269	0.3609	0.6853	0.0228	1.2079
66	-0.75	10.9143	0.3638	0.7384	0.0246	1.1636
67	-0.70	11.0049	0.3668	0.7988	0.0266	1.1188
68	-0.65	11.0991	0.3699	0.8675	0.0289	1.0736
69	-0.60	11.1970	0.3732	0.9455	0.0315	1.0283
70	-0.55	11.2989	0.3766	1.0341	0.0344	0.9833
71	-0.50	11.4050	0.3801	1.1345	0.0378	0.9388
72	-0.45	11.5157	0.3838	1.2478	0.0415	0.8952
73	-0.40	11.6312	0.3877	1.3752	0.0458	0.8527
74	-0.35	11.7519	0.3917	1.5180	0.0506	0.8116
75	-0.30	11.8780	0.3959	1.6772	0.0559	0.7721
76	-0.25	12.0099	0.4003	1.8538	0.0617	0.7344
77	-0.20	12.1479	0.4049	2.0485	0.0682	0.6986

ตาราง 55 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	12.2924	0.4097	2.2623	0.0754	0.6648
79	-0.10	12.4438	0.4147	2.4957	0.0831	0.6329
80	-0.05	12.6023	0.4200	2.7496	0.0916	0.6030
81	-0.00	12.7683	0.4256	3.0250	0.1008	0.5749
82	0.05	12.9421	0.4314	3.3229	0.1107	0.5485
83	0.1	13.1242	0.4374	3.6453	0.1215	0.5237
84	0.15	13.3147	0.4438	3.9943	0.1331	0.5003
85	0.20	13.5139	0.4504	4.3728	0.1457	0.4782
86	0.25	13.7221	0.4574	4.7838	0.1594	0.4572
87	0.30	13.9393	0.4646	5.2296	0.1743	0.4372
88	0.35	14.1656	0.4721	5.7105	0.1903	0.4184
89	0.40	14.4008	0.4800	6.2233	0.2074	0.4008
90	0.45	14.6447	0.4881	6.7588	0.2253	0.3846
91	0.50	14.8965	0.4965	7.3015	0.2433	0.3700
92	0.55	15.1554	0.5051	7.8288	0.2609	0.3574
93	0.60	15.4205	0.5140	8.3139	0.2771	0.3468
94	0.65	15.6903	0.5230	8.7290	0.2909	0.3384
95	0.70	15.9634	0.5321	9.0507	0.3016	0.3324
96	0.75	16.2383	0.5412	9.2636	0.3087	0.3285
97	0.80	16.5134	0.5504	9.3625	0.3120	0.3268
98	0.85	16.7874	0.5595	9.3520	0.3117	0.3270
99	0.90	17.0590	0.5686	9.2443	0.3081	0.3289
100	0.95	17.3273	0.5775	9.0564	0.3018	0.3322
101	1.0	17.5914	0.5863	8.8066	0.2935	0.3369
102	1.05	17.8507	0.5950	8.5127	0.2837	0.3427
103	1.10	18.1050	0.6035	8.1904	0.2730	0.3494

ตาราง 55 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	18.3538	0.6117	7.8531	0.2617	0.3568
105	1.20	18.5971	0.6199	7.5114	0.2503	0.3648
106	1.25	18.8350	0.6278	7.1736	0.2391	0.3733
107	1.30	19.0675	0.6355	6.8458	0.2282	0.3822
108	1.35	19.2949	0.6431	6.5326	0.2177	0.3912
109	1.40	19.5173	0.6505	6.2370	0.2079	0.4004
110	1.45	19.7352	0.6578	5.9612	0.1987	0.4095
111	1.50	19.9487	0.6649	5.7071	0.1902	0.4185
112	1.55	20.1583	0.6719	5.4766	0.1825	0.4273
113	1.60	20.3643	0.6788	5.2723	0.1757	0.4355
114	1.65	20.5673	0.6855	5.0981	0.1699	0.4428
115	1.70	20.7677	0.6922	4.9599	0.1653	0.4490
116	1.75	20.9660	0.6988	4.8654	0.1621	0.4533
117	1.80	21.1627	0.7054	4.8247	0.1608	0.4552
118	1.85	21.3584	0.7119	4.8485	0.1616	0.4541
119	1.90	21.5537	0.7184	4.9464	0.1648	0.4496
120	1.95	21.7491	0.7249	5.1232	0.1707	0.4418
121	2.00	21.9448	0.7314	5.3746	0.1791	0.4313
122	2.05	22.1410	0.7380	5.6837	0.1894	0.4194
123	2.10	22.3376	0.7445	6.0186	0.2006	0.4076
124	2.15	22.5340	0.7511	6.3357	0.2111	0.3972
125	2.20	22.7293	0.7576	6.5860	0.2195	0.3896
126	2.25	22.9224	0.7640	6.7254	0.2241	0.3856
127	2.30	23.1118	0.7704	6.7253	0.2241	0.3856
128	2.35	23.2963	0.7765	6.5780	0.2192	0.3899
129	2.40	23.4746	0.7824	6.2974	0.2099	0.3984

ตาราง 55 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	23.6459	0.7882	5.9136	0.1971	0.4112
131	2.50	23.8096	0.7936	5.4640	0.1821	0.4278
132	2.55	23.9657	0.7988	4.9859	0.1662	0.4478
133	2.60	24.1143	0.8038	4.5103	0.1503	0.4708
134	2.65	24.2557	0.8085	4.0596	0.1353	0.4963
135	2.70	24.3905	0.8130	3.6477	0.1215	0.5235
136	2.75	24.5192	0.8173	3.2809	0.1093	0.5520
137	2.80	24.6423	0.8214	2.9603	0.0986	0.5812
138	2.85	24.7606	0.8253	2.6835	0.0894	0.6104
139	2.90	24.8743	0.8291	2.4464	0.0815	0.6393
140	2.95	24.9840	0.8328	2.2440	0.0748	0.6675
141	3.00	25.0900	0.8363	2.0712	0.0690	0.6948
142	3.05	25.1926	0.8397	1.9233	0.0641	0.7210
143	3.10	25.2921	0.8430	1.7962	0.0598	0.7461
144	3.15	25.3888	0.8463	1.6861	0.0562	0.7701
145	3.20	25.4829	0.8494	1.5902	0.0530	0.7929
146	3.25	25.5744	0.8524	1.5058	0.0502	0.8149
147	3.30	25.6636	0.8554	1.4310	0.0477	0.8359
148	3.35	25.7506	0.8583	1.3641	0.0454	0.8561
149	3.40	25.8355	0.8611	1.3038	0.0434	0.8757
150	3.45	25.9183	0.8639	1.2489	0.0416	0.8948
151	3.50	25.9992	0.8666	1.1986	0.0399	0.9133
152	3.55	26.0783	0.8692	1.1522	0.0384	0.9315
153	3.60	26.1555	0.8718	1.1092	0.0369	0.9494
154	3.65	26.2311	0.8743	1.0691	0.0356	0.9671
155	3.70	26.3049	0.8768	1.0316	0.0343	0.9845

ตาราง 55 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	26.3772	0.8792	0.9962	0.0332	1.0018
157	3.80	26.4478	0.8816	0.9629	0.0321	1.0190
158	3.85	26.5170	0.8839	0.9313	0.0310	1.0362
159	3.90	26.5847	0.8861	0.9014	0.0300	1.0532
160	3.95	26.6509	0.8883	0.8729	0.0291	1.0703
161	4.00	26.7158	0.8905	0.8457	0.0281	1.0873

ตาราง 56 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 3

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	10.5354	0.2633	0.1163	0.0029	2.9311
2	-3.95	10.5664	0.2641	0.1214	0.0030	2.8699
3	-3.90	10.5984	0.2649	0.1266	0.0031	2.8095
4	-3.85	10.6312	0.2657	0.1322	0.0033	2.7498
5	-3.80	10.6649	0.2666	0.1380	0.0034	2.6911
6	-3.75	10.6996	0.2674	0.1442	0.0036	2.6333
7	-3.70	10.7352	0.2683	0.1506	0.0037	2.5766
8	-3.65	10.7718	0.2693	0.1573	0.0039	2.5208
9	-3.60	10.8095	0.2702	0.1644	0.0041	2.4661
10	-3.55	10.8481	0.2712	0.1718	0.0043	2.4125
11	-3.50	10.8879	0.2722	0.1795	0.0044	2.3599
12	-3.45	10.9287	0.2732	0.1876	0.0046	2.3086
13	-3.40	10.9706	0.2742	0.1960	0.0049	2.2583
14	-3.35	11.0137	0.2753	0.2048	0.0051	2.2092
15	-3.30	11.0580	0.2764	0.2140	0.0053	2.1612
16	-3.25	11.1034	0.2775	0.2236	0.0055	2.1144
17	-3.20	11.1501	0.2787	0.2336	0.0058	2.0688
18	-3.15	11.1980	0.2799	0.2440	0.0061	2.0243
19	-3.10	11.2472	0.2811	0.2548	0.0063	1.9809
20	-3.05	11.2977	0.2824	0.2660	0.0066	1.9387
21	-3.00	11.3496	0.2837	0.2776	0.0069	1.8976
22	-2.95	11.4028	0.2850	0.2897	0.0072	1.8577
23	-2.90	11.4574	0.2864	0.3022	0.0075	1.8188
24	-2.85	11.5134	0.2878	0.3152	0.0078	1.7810
25	-2.80	11.5708	0.2892	0.3286	0.0082	1.7443

ตาราง 56 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$P(\theta)$	$P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	11.6297	0.2907	0.3425	0.0085	1.7086
27	-2.70	11.6901	0.2922	0.3568	0.0089	1.6740
28	-2.65	11.7521	0.2938	0.3716	0.0092	1.6403
29	-2.60	11.8155	0.2953	0.3868	0.0096	1.6077
30	-2.55	11.8806	0.2970	0.4025	0.0100	1.5761
31	-2.50	11.9472	0.2986	0.4187	0.0104	1.5454
32	-2.45	12.0155	0.3003	0.4353	0.0108	1.5156
33	-2.40	12.0854	0.3021	0.4523	0.0113	1.4867
34	-2.35	12.1570	0.3039	0.4698	0.0117	1.4588
35	-2.30	12.2302	0.3057	0.4878	0.0122	1.4317
36	-2.25	12.3052	0.3076	0.5062	0.0126	1.4054
37	-2.20	12.3819	0.3095	0.5250	0.0131	1.3800
38	-2.15	12.4603	0.3115	0.5443	0.0136	1.3554
39	-2.10	12.5405	0.3135	0.5640	0.0141	1.3315
40	-2.05	12.6225	0.3155	0.5841	0.0146	1.3084
41	-2.00	12.7064	0.3176	0.6046	0.0151	1.2860
42	-1.95	12.7920	0.3198	0.6254	0.0156	1.2644
43	-1.90	12.8795	0.3219	0.6467	0.0161	1.2434
44	-1.85	12.9688	0.3242	0.6683	0.0167	1.2231
45	-1.80	13.0600	0.3265	0.6904	0.0172	1.2035
46	-1.75	13.1531	0.3288	0.7127	0.0178	1.1844
47	-1.70	13.2481	0.3312	0.7354	0.0183	1.1660
48	-1.65	13.3450	0.3336	0.7584	0.0189	1.1482
49	-1.60	13.4438	0.3361	0.7818	0.0195	1.1309
50	-1.55	13.5446	0.3386	0.8054	0.0201	1.1142
51	-1.50	13.6472	0.3411	0.8294	0.0207	1.0980

ตาราง 56 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	13.7519	0.3438	0.8536	0.0213	1.0823
53	-1.40	13.8584	0.3464	0.8782	0.0219	1.0670
54	-1.35	13.9670	0.3491	0.9030	0.0225	1.0523
55	-1.30	14.0775	0.3519	0.9281	0.0232	1.0380
56	-1.25	14.1900	0.3547	0.9534	0.0238	1.0241
57	-1.20	14.3044	0.3576	0.9791	0.0244	1.0106
58	-1.15	14.4208	0.3605	1.0050	0.0251	0.9975
59	-1.10	14.5392	0.3634	1.0311	0.0257	0.9847
60	-1.05	14.6596	0.3664	1.0576	0.0264	0.9723
61	-1.00	14.7820	0.3695	1.0843	0.0271	0.9603
62	-0.95	14.9063	0.3726	1.1113	0.0277	0.9485
63	-0.90	15.0327	0.3758	1.1386	0.0284	0.9371
64	-0.85	15.1610	0.3790	1.1662	0.0291	0.9259
65	-0.80	15.2913	0.3822	1.1942	0.0298	0.9150
66	-0.75	15.4236	0.3855	1.2225	0.0305	0.9044
67	-0.70	15.5579	0.3889	1.2512	0.0312	0.8940
68	-0.65	15.6941	0.3923	1.2802	0.0320	0.8837
69	-0.60	15.8324	0.3958	1.3097	0.0327	0.8737
70	-0.55	15.9726	0.3993	1.3397	0.0334	0.8639
71	-0.50	16.1148	0.4028	1.3702	0.0342	0.8542
72	-0.45	16.2590	0.4064	1.4012	0.0350	0.8447
73	-0.40	16.4052	0.4101	1.4328	0.0358	0.8354
74	-0.35	16.5534	0.4138	1.4650	0.0366	0.8261
75	-0.30	16.7035	0.4175	1.4978	0.0374	0.8170
76	-0.25	16.8556	0.4213	1.5314	0.0382	0.8080
77	-0.20	17.0097	0.4252	1.5656	0.0391	0.7991

ตาราง 56 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	17.1657	0.4291	1.6007	0.0400	0.7904
79	-0.10	17.3238	0.4330	1.6365	0.0409	0.7817
80	-0.05	17.4837	0.4370	1.6731	0.0418	0.7730
81	-0.00	17.6456	0.4411	1.7106	0.0427	0.7645
82	0.05	17.8095	0.4452	1.7490	0.0437	0.7561
83	0.1	17.9753	0.4493	1.7882	0.0447	0.7478
84	0.15	18.1430	0.4535	1.8282	0.0457	0.7395
85	0.20	18.3127	0.4578	1.8691	0.0467	0.7314
86	0.25	18.4842	0.4621	1.9107	0.0477	0.7234
87	0.30	18.6577	0.4664	1.9530	0.0488	0.7155
88	0.35	18.8330	0.4708	1.9960	0.0499	0.7078
89	0.40	19.0101	0.4752	2.0396	0.0509	0.7002
90	0.45	19.1891	0.4797	2.0836	0.0520	0.6927
91	0.50	19.3698	0.4842	2.1279	0.0532	0.6855
92	0.55	19.5523	0.4888	2.1724	0.0543	0.6784
93	0.60	19.7365	0.4934	2.2168	0.0554	0.6716
94	0.65	19.9223	0.4980	2.2611	0.0565	0.6650
95	0.70	20.1098	0.5027	2.3049	0.0576	0.6586
96	0.75	20.2988	0.5074	2.3481	0.0587	0.6525
97	0.80	20.4893	0.5122	2.3905	0.0597	0.6467
98	0.85	20.6812	0.5170	2.4317	0.0607	0.6412
99	0.90	20.8745	0.5218	2.4717	0.0617	0.6360
100	0.95	21.0690	0.5267	2.5100	0.0627	0.6311
101	1.0	21.2648	0.5316	2.5466	0.0636	0.6266
102	1.05	21.4617	0.5365	2.5811	0.0645	0.6224
103	1.10	21.6597	0.5414	2.6134	0.0653	0.6185

ตาราง 56 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	21.8586	0.5464	2.6433	0.0660	0.6150
105	1.20	22.0584	0.5514	2.6708	0.0667	0.6118
106	1.25	22.2591	0.5564	2.6958	0.0674	0.6090
107	1.30	22.4605	0.5615	2.7183	0.0679	0.6065
108	1.35	22.6627	0.5665	2.7386	0.0684	0.6042
109	1.40	22.8655	0.5716	2.7571	0.0689	0.6022
110	1.45	23.0691	0.5767	2.7745	0.0693	0.6003
111	1.50	23.2734	0.5818	2.7919	0.0698	0.5984
112	1.55	23.4784	0.5869	2.8111	0.0702	0.5964
113	1.60	23.6843	0.5921	2.8347	0.0708	0.5939
114	1.65	23.8912	0.5972	2.8662	0.0716	0.5906
115	1.70	24.0993	0.6024	2.9107	0.0727	0.5861
116	1.75	24.3087	0.6077	2.9745	0.0743	0.5798
117	1.80	24.5199	0.6130	3.0654	0.0766	0.5711
118	1.85	24.7329	0.6183	3.1918	0.0798	0.5597
119	1.90	24.9481	0.6237	3.3614	0.0840	0.5454
120	1.95	25.1658	0.6291	3.5791	0.0894	0.5285
121	2.00	25.3859	0.6346	3.8441	0.0961	0.5100
122	2.05	25.6084	0.6402	4.1469	0.1036	0.4910
123	2.10	25.8331	0.6458	4.4684	0.1117	0.4730
124	2.15	26.0593	0.6514	4.7802	0.1195	0.4573
125	2.20	26.2864	0.6571	5.0492	0.1262	0.4450
126	2.25	26.5132	0.6628	5.2439	0.1311	0.4366
127	2.30	26.7387	0.6684	5.3410	0.1335	0.4327
128	2.35	26.9618	0.6740	5.3309	0.1332	0.4331
129	2.40	27.1814	0.6795	5.2188	0.1304	0.4377

ตาราง 56 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	27.3968	0.6849	5.0219	0.1255	0.4462
131	2.50	27.6075	0.6901	4.7643	0.1191	0.4581
132	2.55	27.8133	0.6953	4.4721	0.1118	0.4728
133	2.60	28.0141	0.7003	4.1686	0.1042	0.4897
134	2.65	28.2101	0.7052	3.8718	0.0968	0.5082
135	2.70	28.4017	0.7100	3.5943	0.0898	0.5274
136	2.75	28.5891	0.7147	3.3430	0.0835	0.5469
137	2.80	28.7727	0.7193	3.1210	0.0780	0.5660
138	2.85	28.9528	0.7238	2.9281	0.0732	0.5843
139	2.90	29.1299	0.7282	2.7625	0.0690	0.6016
140	2.95	29.3042	0.7326	2.6215	0.0655	0.6176
141	3.00	29.4759	0.7369	2.5018	0.0625	0.6322
142	3.05	29.6453	0.7411	2.4002	0.0600	0.6454
143	3.10	29.8126	0.7453	2.3139	0.0578	0.6573
144	3.15	29.9778	0.7494	2.2402	0.0560	0.6681
145	3.20	30.1412	0.7535	2.1768	0.0544	0.6777
146	3.25	30.3028	0.7575	2.1219	0.0530	0.6864
147	3.30	30.4626	0.7615	2.0739	0.0518	0.6943
148	3.35	30.6209	0.7655	2.0315	0.0507	0.7015
149	3.40	30.7776	0.7694	1.9937	0.0498	0.7082
150	3.45	30.9327	0.7733	1.9595	0.0489	0.7143
151	3.50	31.0864	0.7771	1.9283	0.0482	0.7201
152	3.55	31.2385	0.7809	1.8996	0.0474	0.7255
153	3.60	31.3892	0.7847	1.8729	0.0468	0.7307
154	3.65	31.5384	0.7884	1.8478	0.0462	0.7356
155	3.70	31.6863	0.7921	1.8240	0.0456	0.7404

ตาราง 56 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	31.8327	0.7958	1.8013	0.0450	0.7450
157	3.80	31.9776	0.7994	1.7795	0.0444	0.7496
158	3.85	32.1212	0.8030	1.7584	0.0439	0.7541
159	3.90	32.2633	0.8065	1.7380	0.0434	0.7585
160	3.95	32.4040	0.8101	1.7180	0.0429	0.7629
161	4.00	32.5433	0.8135	1.6984	0.0424	0.7673

ตาราง 57 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 4

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	6.4026	0.3201	0.1882	0.0094	2.3050
2	-3.95	6.4393	0.3219	0.1953	0.0097	2.2625
3	-3.90	6.4768	0.3238	0.2027	0.0101	2.2209
4	-3.85	6.5152	0.3257	0.2103	0.0105	2.1803
5	-3.80	6.5546	0.3277	0.2182	0.0109	2.1406
6	-3.75	6.5948	0.3297	0.2263	0.0113	2.1018
7	-3.70	6.6360	0.3318	0.2347	0.0117	2.0639
8	-3.65	6.6781	0.3339	0.2434	0.0121	2.0269
9	-3.60	6.7212	0.3360	0.2523	0.0126	1.9906
10	-3.55	6.7653	0.3382	0.2615	0.0130	1.9552
11	-3.50	6.8103	0.3405	0.2710	0.0135	1.9206
12	-3.45	6.8564	0.3428	0.2809	0.0140	1.8867
13	-3.40	6.9036	0.3451	0.2910	0.0145	1.8536
14	-3.35	6.9518	0.3475	0.3014	0.0150	1.8212
15	-3.30	7.0011	0.3500	0.3122	0.0156	1.7895
16	-3.25	7.0514	0.3525	0.3233	0.0161	1.7585
17	-3.20	7.1029	0.3551	0.3348	0.0167	1.7281
18	-3.15	7.1556	0.3577	0.3466	0.0173	1.6983
19	-3.10	7.2094	0.3604	0.3589	0.0179	1.6692
20	-3.05	7.2643	0.3632	0.3715	0.0185	1.6406
21	-3.00	7.3205	0.3660	0.3845	0.0192	1.6126
22	-2.95	7.3779	0.3689	0.3979	0.0199	1.5851
23	-2.90	7.4365	0.3718	0.4118	0.0205	1.5581
24	-2.85	7.4964	0.3748	0.4262	0.0213	1.5316
25	-2.80	7.5576	0.3778	0.4411	0.0220	1.5056

ตาราง 57 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	7.6201	0.3810	0.4565	0.0228	1.4800
27	-2.70	7.6840	0.3842	0.4724	0.0236	1.4548
28	-2.65	7.7492	0.3874	0.4890	0.0244	1.4300
29	-2.60	7.8157	0.3907	0.5061	0.0253	1.4055
30	-2.55	7.8837	0.3941	0.5240	0.0262	1.3814
31	-2.50	7.9531	0.3976	0.5425	0.0271	1.3576
32	-2.45	8.0240	0.4012	0.5618	0.0280	1.3341
33	-2.40	8.0963	0.4048	0.5818	0.0290	1.3109
34	-2.35	8.1701	0.4085	0.6028	0.0301	1.2879
35	-2.30	8.2455	0.4122	0.6246	0.0312	1.2652
36	-2.25	8.3224	0.4161	0.6474	0.0323	1.2428
37	-2.20	8.4009	0.4200	0.6712	0.0335	1.2205
38	-2.15	8.4810	0.4240	0.6962	0.0348	1.1984
39	-2.10	8.5628	0.4281	0.7223	0.0361	1.1766
40	-2.05	8.6461	0.4323	0.7496	0.0374	1.1549
41	-2.00	8.7312	0.4365	0.7783	0.0389	1.1335
42	-1.95	8.8180	0.4409	0.8083	0.0404	1.1122
43	-1.90	8.9064	0.4453	0.8397	0.0419	1.0912
44	-1.85	8.9967	0.4498	0.8726	0.0436	1.0704
45	-1.80	9.0886	0.4544	0.9071	0.0453	1.0499
46	-1.75	9.1824	0.4591	0.9432	0.0471	1.0296
47	-1.70	9.2779	0.4639	0.9808	0.0490	1.0097
48	-1.65	9.3753	0.4687	1.0201	0.0510	0.9900
49	-1.60	9.4744	0.4737	1.0610	0.0530	0.9708
50	-1.55	9.5754	0.4787	1.1034	0.0551	0.9519
51	-1.50	9.6781	0.4839	1.1473	0.0573	0.9335

ตาราง 57 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	9.7827	0.4891	1.1927	0.0596	0.9156
53	-1.40	9.8891	0.4944	1.2393	0.0619	0.8982
54	-1.35	9.9972	0.4998	1.2870	0.0643	0.8814
55	-1.30	10.1070	0.5053	1.3356	0.0667	0.8652
56	-1.25	10.2186	0.5109	1.3850	0.0692	0.8497
57	-1.20	10.3318	0.5165	1.4347	0.0717	0.8348
58	-1.15	10.4466	0.5223	1.4846	0.0742	0.8207
59	-1.10	10.5629	0.5281	1.5342	0.0767	0.8073
60	-1.05	10.6807	0.5340	1.5832	0.0791	0.7947
61	-1.00	10.7999	0.5400	1.6312	0.0815	0.7829
62	-0.95	10.9204	0.5460	1.6779	0.0839	0.7719
63	-0.90	11.0420	0.5521	1.7228	0.0861	0.7618
64	-0.85	11.1648	0.5582	1.7655	0.0882	0.7526
65	-0.80	11.2885	0.5644	1.8056	0.0902	0.7442
66	-0.75	11.4130	0.5706	1.8428	0.0921	0.7366
67	-0.70	11.5383	0.5769	1.8767	0.0938	0.7299
68	-0.65	11.6641	0.5832	1.9070	0.0953	0.7241
69	-0.60	11.7903	0.5895	1.9336	0.0966	0.7191
70	-0.55	11.9168	0.5958	1.9561	0.0978	0.7149
71	-0.50	12.0434	0.6021	1.9746	0.0987	0.7116
72	-0.45	12.1700	0.6085	1.9888	0.0994	0.7090
73	-0.40	12.2964	0.6148	1.9988	0.0999	0.7073
74	-0.35	12.4226	0.6211	2.0047	0.1002	0.7062
75	-0.30	12.5483	0.6274	2.0064	0.1003	0.7059
76	-0.25	12.6734	0.6336	2.0043	0.1002	0.7063
77	-0.20	12.7979	0.6399	1.9985	0.0999	0.7073

ตาราง 57 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	12.9215	0.6460	1.9892	0.0994	0.7090
79	-0.10	13.0443	0.6522	1.9766	0.0988	0.7112
80	-0.05	13.1660	0.6583	1.9611	0.0980	0.7140
81	-0.00	13.2866	0.6643	1.9430	0.0971	0.7174
82	0.05	13.4061	0.6703	1.9225	0.0961	0.7212
83	0.1	13.5243	0.6762	1.8999	0.0950	0.7254
84	0.15	13.6412	0.6820	1.8756	0.0937	0.7301
85	0.20	13.7568	0.6878	1.8497	0.0924	0.7352
86	0.25	13.8709	0.6935	1.8226	0.0911	0.7407
87	0.30	13.9836	0.6991	1.7946	0.0897	0.7464
88	0.35	14.0948	0.7047	1.7657	0.0882	0.7525
89	0.40	14.2045	0.7102	1.7362	0.0868	0.7589
90	0.45	14.3127	0.7156	1.7064	0.0853	0.7655
91	0.50	14.4194	0.7209	1.6763	0.0838	0.7723
92	0.55	14.5245	0.7262	1.6460	0.0823	0.7794
93	0.60	14.6280	0.7314	1.6157	0.0807	0.7867
94	0.65	14.7300	0.7365	1.5855	0.0792	0.7941
95	0.70	14.8304	0.7415	1.5554	0.0777	0.8018
96	0.75	14.9292	0.7464	1.5255	0.0762	0.8096
97	0.80	15.0265	0.7513	1.4959	0.0748	0.8176
98	0.85	15.1222	0.7561	1.4666	0.0733	0.8257
99	0.90	15.2164	0.7608	1.4375	0.0718	0.8340
100	0.95	15.3090	0.7654	1.4088	0.0704	0.8425
101	1.0	15.4001	0.7700	1.3804	0.0690	0.8511
102	1.05	15.4896	0.7744	1.3523	0.0676	0.8599
103	1.10	15.5776	0.7788	1.3246	0.0662	0.8688

ตาราง 57 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	15.6641	0.7832	1.2972	0.0648	0.8779
105	1.20	15.7491	0.7874	1.2702	0.0635	0.8872
106	1.25	15.8326	0.7916	1.2435	0.0621	0.8967
107	1.30	15.9146	0.7957	1.2171	0.0608	0.9064
108	1.35	15.9951	0.7997	1.1911	0.0595	0.9162
109	1.40	16.0742	0.8037	1.1653	0.0582	0.9263
110	1.45	16.1518	0.8075	1.1400	0.0570	0.9365
111	1.50	16.2279	0.8114	1.1149	0.0557	0.9470
112	1.55	16.3027	0.8151	1.0902	0.0545	0.9577
113	1.60	16.3760	0.8188	1.0658	0.0532	0.9686
114	1.65	16.4479	0.8224	1.0417	0.0520	0.9797
115	1.70	16.5185	0.8259	1.0180	0.0509	0.9911
116	1.75	16.5877	0.8293	0.9946	0.0497	1.0026
117	1.80	16.6555	0.8327	0.9716	0.0485	1.0144
118	1.85	16.7221	0.8361	0.9489	0.0474	1.0265
119	1.90	16.7873	0.8393	0.9266	0.0463	1.0388
120	1.95	16.8512	0.8425	0.9047	0.0452	1.0513
121	2.00	16.9138	0.8456	0.8831	0.0441	1.0640
122	2.05	16.9752	0.8487	0.8620	0.0431	1.0770
123	2.10	17.0354	0.8517	0.8412	0.0420	1.0902
124	2.15	17.0943	0.8547	0.8208	0.0410	1.1037
125	2.20	17.1521	0.8576	0.8009	0.0400	1.1173
126	2.25	17.2087	0.8604	0.7813	0.0390	1.1312
127	2.30	17.2642	0.8632	0.7622	0.0381	1.1453
128	2.35	17.3185	0.8659	0.7435	0.0371	1.1596
129	2.40	17.3717	0.8685	0.7252	0.0362	1.1742

ตาราง 57 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	17.4239	0.8711	0.7074	0.0353	1.1889
131	2.50	17.4749	0.8737	0.6900	0.0345	1.2038
132	2.55	17.5250	0.8762	0.6730	0.0336	1.2189
133	2.60	17.5740	0.8787	0.6564	0.0328	1.2342
134	2.65	17.6221	0.8811	0.6403	0.0320	1.2496
135	2.70	17.6692	0.8834	0.6246	0.0312	1.2652
136	2.75	17.7153	0.8857	0.6094	0.0304	1.2809
137	2.80	17.7605	0.8880	0.5945	0.0297	1.2968
138	2.85	17.8048	0.8902	0.5801	0.0290	1.3129
139	2.90	17.8483	0.8924	0.5661	0.0283	1.3290
140	2.95	17.8909	0.8945	0.5525	0.0276	1.3453
141	3.00	17.9326	0.8966	0.5393	0.0269	1.3616
142	3.05	17.9735	0.8986	0.5265	0.0263	1.3781
143	3.10	18.0136	0.9006	0.5141	0.0257	1.3946
144	3.15	18.0530	0.9026	0.5021	0.0251	1.4112
145	3.20	18.0916	0.9045	0.4904	0.0245	1.4279
146	3.25	18.1294	0.9064	0.4791	0.0239	1.4446
147	3.30	18.1666	0.9083	0.4682	0.0234	1.4613
148	3.35	18.2030	0.9101	0.4576	0.0228	1.4781
149	3.40	18.2388	0.9119	0.4474	0.0223	1.4950
150	3.45	18.2738	0.9136	0.4375	0.0218	1.5118
151	3.50	18.3083	0.9154	0.4279	0.0214	1.5287
152	3.55	18.3421	0.9171	0.4186	0.0209	1.5455
153	3.60	18.3752	0.9187	0.4096	0.0204	1.5623
154	3.65	18.4078	0.9203	0.4009	0.0200	1.5792
155	3.70	18.4398	0.9219	0.3925	0.0196	1.5960

ตาราง 57 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	18.4712	0.9235	0.3844	0.0192	1.6127
157	3.80	18.5021	0.9251	0.3765	0.0188	1.6295
158	3.85	18.5324	0.9266	0.3689	0.0184	1.6462
159	3.90	18.5622	0.9281	0.3616	0.0180	1.6629
160	3.95	18.5914	0.9295	0.3544	0.0177	1.6796
161	4.00	18.6202	0.9310	0.3475	0.0173	1.6962

ตาราง 58 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 5

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	7.6070	0.2535	0.1730	0.0057	2.4039
2	-3.95	7.6415	0.2547	0.1832	0.0061	2.3361
3	-3.90	7.6773	0.2559	0.1941	0.0064	2.2698
4	-3.85	7.7145	0.2571	0.2056	0.0068	2.2049
5	-3.80	7.7530	0.2584	0.2180	0.0072	2.1415
6	-3.75	7.7929	0.2597	0.2312	0.0077	2.0796
7	-3.70	7.8343	0.2611	0.2452	0.0081	2.0193
8	-3.65	7.8772	0.2625	0.2601	0.0086	1.9605
9	-3.60	7.9217	0.2640	0.2760	0.0092	1.9033
10	-3.55	7.9679	0.2656	0.2929	0.0097	1.8476
11	-3.50	8.0157	0.2671	0.3109	0.0103	1.7934
12	-3.45	8.0653	0.2688	0.3299	0.0110	1.7408
13	-3.40	8.1168	0.2705	0.3502	0.0116	1.6897
14	-3.35	8.1701	0.2723	0.3717	0.0123	1.6401
15	-3.30	8.2254	0.2741	0.3944	0.0131	1.5921
16	-3.25	8.2827	0.2760	0.4186	0.0139	1.5456
17	-3.20	8.3421	0.2780	0.4441	0.0148	1.5005
18	-3.15	8.4037	0.2801	0.4710	0.0157	1.4569
19	-3.10	8.4675	0.2822	0.4995	0.0166	1.4148
20	-3.05	8.5336	0.2844	0.5296	0.0176	1.3741
21	-3.00	8.6021	0.2867	0.5612	0.0187	1.3348
22	-2.95	8.6730	0.2891	0.5945	0.0198	1.2968
23	-2.90	8.7464	0.2915	0.6296	0.0209	1.2602
24	-2.85	8.8224	0.2940	0.6663	0.0222	1.2250
25	-2.80	8.9011	0.2967	0.7049	0.0235	1.1910

ตาราง 58 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	8.9825	0.2994	0.7453	0.0248	1.1582
27	-2.70	9.0667	0.3022	0.7876	0.0262	1.1267
28	-2.65	9.1538	0.3051	0.8318	0.0277	1.0964
29	-2.60	9.2438	0.3081	0.8778	0.0292	1.0672
30	-2.55	9.3369	0.3112	0.9258	0.0308	1.0392
31	-2.50	9.4330	0.3144	0.9758	0.0325	1.0123
32	-2.45	9.5323	0.3177	1.0277	0.0342	0.9864
33	-2.40	9.6348	0.3211	1.0815	0.0360	0.9615
34	-2.35	9.7406	0.3246	1.1373	0.0379	0.9376
35	-2.30	9.8497	0.3283	1.1951	0.0398	0.9147
36	-2.25	9.9623	0.3320	1.2547	0.0418	0.8927
37	-2.20	10.0783	0.3359	1.3163	0.0438	0.8716
38	-2.15	10.1978	0.3399	1.3797	0.0459	0.8513
39	-2.10	10.3209	0.3440	1.4450	0.0481	0.8318
40	-2.05	10.4476	0.3482	1.5122	0.0504	0.8131
41	-2.00	10.5780	0.3526	1.5811	0.0527	0.7952
42	-1.95	10.7120	0.3570	1.6517	0.0550	0.7780
43	-1.90	10.8498	0.3616	1.7241	0.0574	0.7615
44	-1.85	10.9913	0.3663	1.7981	0.0599	0.7457
45	-1.80	11.1366	0.3712	1.8738	0.0624	0.7305
46	-1.75	11.2858	0.3761	1.9510	0.0650	0.7159
47	-1.70	11.4387	0.3812	2.0298	0.0676	0.7018
48	-1.65	11.5955	0.3865	2.1102	0.0703	0.6884
49	-1.60	11.7561	0.3918	2.1919	0.0730	0.6754
50	-1.55	11.9206	0.3973	2.2751	0.0758	0.6629
51	-1.50	12.0889	0.4029	2.3598	0.0786	0.6509

ตาราง 58 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	12.2610	0.4087	2.4457	0.0815	0.6394
53	-1.40	12.4370	0.4145	2.5331	0.0844	0.6283
54	-1.35	12.6168	0.4205	2.6217	0.0873	0.6176
55	-1.30	12.8003	0.4266	2.7116	0.0903	0.6072
56	-1.25	12.9876	0.4329	2.8027	0.0934	0.5973
57	-1.20	13.1787	0.4392	2.8950	0.0965	0.5877
58	-1.15	13.3734	0.4457	2.9885	0.0996	0.5784
59	-1.10	13.5717	0.4523	3.0832	0.1027	0.5695
60	-1.05	13.7737	0.4591	3.1788	0.1059	0.5608
61	-1.00	13.9791	0.4659	3.2755	0.1091	0.5525
62	-0.95	14.1880	0.4729	3.3731	0.1124	0.5444
63	-0.90	14.4004	0.4800	3.4715	0.1157	0.5367
64	-0.85	14.6160	0.4872	3.5705	0.1190	0.5292
65	-0.80	14.8348	0.4945	3.6702	0.1223	0.5219
66	-0.75	15.0568	0.5018	3.7702	0.1256	0.5150
67	-0.70	15.2818	0.5093	3.8703	0.1290	0.5083
68	-0.65	15.5097	0.5169	3.9705	0.1323	0.5018
69	-0.60	15.7404	0.5246	4.0703	0.1356	0.4956
70	-0.55	15.9737	0.5324	4.1695	0.1389	0.4897
71	-0.50	16.2096	0.5403	4.2678	0.1422	0.4840
72	-0.45	16.4478	0.5482	4.3648	0.1454	0.4786
73	-0.40	16.6883	0.5562	4.4600	0.1486	0.4735
74	-0.35	16.9307	0.5643	4.5532	0.1517	0.4686
75	-0.30	17.1750	0.5725	4.6438	0.1547	0.4640
76	-0.25	17.4209	0.5807	4.7313	0.1577	0.4597
77	-0.20	17.6683	0.5889	4.8154	0.1605	0.4557

ตาราง 58 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	17.9169	0.5972	4.8954	0.1631	0.4519
79	-0.10	18.1664	0.6055	4.9709	0.1657	0.4485
80	-0.05	18.4167	0.6138	5.0415	0.1680	0.4453
81	-0.00	18.6676	0.6222	5.1066	0.1702	0.4425
82	0.05	18.9187	0.6306	5.1659	0.1722	0.4399
83	0.1	19.1698	0.6389	5.2190	0.1739	0.4377
84	0.15	19.4206	0.6473	5.2655	0.1755	0.4357
85	0.20	19.6710	0.6557	5.3052	0.1768	0.4341
86	0.25	19.9205	0.6640	5.3379	0.1779	0.4328
87	0.30	20.1691	0.6723	5.3634	0.1787	0.4318
88	0.35	20.4163	0.6805	5.3817	0.1793	0.4310
89	0.40	20.6620	0.6887	5.3927	0.1797	0.4306
90	0.45	20.9059	0.6968	5.3965	0.1798	0.4304
91	0.50	21.1478	0.7049	5.3933	0.1797	0.4306
92	0.55	21.3874	0.7129	5.3832	0.1794	0.4310
93	0.60	21.6246	0.7208	5.3663	0.1788	0.4316
94	0.65	21.8591	0.7286	5.3431	0.1781	0.4326
95	0.70	22.0907	0.7363	5.3138	0.1771	0.4338
96	0.75	22.3192	0.7439	5.2786	0.1759	0.4352
97	0.80	22.5446	0.7514	5.2379	0.1746	0.4369
98	0.85	22.7665	0.7588	5.1920	0.1730	0.4388
99	0.90	22.9850	0.7661	5.1413	0.1713	0.4410
100	0.95	23.1999	0.7733	5.0860	0.1695	0.4434
101	1.0	23.4110	0.7803	5.0264	0.1675	0.4460
102	1.05	23.6182	0.7872	4.9628	0.1654	0.4488
103	1.10	23.8216	0.7940	4.8954	0.1631	0.4519

ตาราง 58 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	24.0209	0.8007	4.8246	0.1608	0.4552
105	1.20	24.2162	0.8072	4.7504	0.1583	0.4588
106	1.25	24.4073	0.8135	4.6730	0.1557	0.4625
107	1.30	24.5943	0.8198	4.5927	0.1530	0.4666
108	1.35	24.7771	0.8259	4.5094	0.1503	0.4709
109	1.40	24.9556	0.8318	4.4235	0.1474	0.4754
110	1.45	25.1298	0.8376	4.3349	0.1445	0.4802
111	1.50	25.2998	0.8433	4.2438	0.1414	0.4854
112	1.55	25.4655	0.8488	4.1503	0.1383	0.4908
113	1.60	25.6268	0.8542	4.0544	0.1351	0.4966
114	1.65	25.7838	0.8594	3.9563	0.1318	0.5027
115	1.70	25.9365	0.8645	3.8561	0.1285	0.5092
116	1.75	26.0848	0.8695	3.7538	0.1251	0.5161
117	1.80	26.2288	0.8743	3.6497	0.1216	0.5234
118	1.85	26.3685	0.8789	3.5440	0.1181	0.5311
119	1.90	26.5039	0.8834	3.4368	0.1145	0.5394
120	1.95	26.6350	0.8878	3.3284	0.1109	0.5481
121	2.00	26.7618	0.8920	3.2190	0.1073	0.5573
122	2.05	26.8844	0.8961	3.1090	0.1036	0.5671
123	2.10	27.0028	0.9001	2.9987	0.0999	0.5774
124	2.15	27.1171	0.9039	2.8884	0.0962	0.5883
125	2.20	27.2272	0.9075	2.7786	0.0926	0.5999
126	2.25	27.3334	0.9111	2.6694	0.0889	0.6120
127	2.30	27.4355	0.9145	2.5615	0.0853	0.6248
128	2.35	27.5338	0.9178	2.4550	0.0818	0.6382
129	2.40	27.6283	0.9209	2.3503	0.0783	0.6522

ตาราง 58 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	27.7190	0.9239	2.2477	0.0749	0.6670
131	2.50	27.8062	0.9268	2.1475	0.0715	0.6823
132	2.55	27.8898	0.9296	2.0500	0.0683	0.6984
133	2.60	27.9700	0.9323	1.9553	0.0651	0.7151
134	2.65	28.0469	0.9349	1.8637	0.0621	0.7325
135	2.70	28.1207	0.9373	1.7752	0.0591	0.7505
136	2.75	28.1913	0.9397	1.6900	0.0563	0.7692
137	2.80	28.2590	0.9419	1.6082	0.0536	0.7885
138	2.85	28.3238	0.9441	1.5297	0.0509	0.8085
139	2.90	28.3860	0.9462	1.4546	0.0484	0.8291
140	2.95	28.4455	0.9481	1.3829	0.0461	0.8503
141	3.00	28.5024	0.9500	1.3144	0.0438	0.8722
142	3.05	28.5570	0.9519	1.2492	0.0416	0.8947
143	3.10	28.6093	0.9536	1.1871	0.0395	0.9177
144	3.15	28.6594	0.9553	1.1281	0.0376	0.9414
145	3.20	28.7074	0.9569	1.0721	0.0357	0.9657
146	3.25	28.7533	0.9584	1.0189	0.0339	0.9906
147	3.30	28.7974	0.9599	0.9684	0.0322	1.0161
148	3.35	28.8396	0.9613	0.9206	0.0306	1.0422
149	3.40	28.8801	0.9626	0.8752	0.0291	1.0688
150	3.45	28.9189	0.9639	0.8322	0.0277	1.0961
151	3.50	28.9562	0.9652	0.7915	0.0263	1.1240
152	3.55	28.9919	0.9664	0.7529	0.0251	1.1524
153	3.60	29.0262	0.9675	0.7163	0.0238	1.1815
154	3.65	29.0591	0.9686	0.6816	0.0227	1.2111
155	3.70	29.0907	0.9696	0.6488	0.0216	1.2414

ตาราง 58 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	29.1210	0.9707	0.6177	0.0205	1.2723
157	3.80	29.1501	0.9716	0.5882	0.0196	1.3038
158	3.85	29.1781	0.9726	0.5602	0.0186	1.3359
159	3.90	29.2049	0.9735	0.5337	0.0177	1.3687
160	3.95	29.2308	0.9743	0.5086	0.0169	1.4021
161	4.00	29.2556	0.9751	0.4848	0.0161	1.4362

ตาราง 59 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 6

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	13.8888	0.3472	0.5239	0.0131	1.3814
2	-3.95	13.9788	0.3494	0.5414	0.0135	1.3589
3	-3.90	14.0706	0.3517	0.5594	0.0139	1.3370
4	-3.85	14.1641	0.3541	0.5778	0.0144	1.3155
5	-3.80	14.2595	0.3564	0.5966	0.0149	1.2946
6	-3.75	14.3567	0.3589	0.6159	0.0154	1.2741
7	-3.70	14.4557	0.3613	0.6357	0.0158	1.2542
8	-3.65	14.5566	0.3639	0.6559	0.0164	1.2347
9	-3.60	14.6594	0.3664	0.6765	0.0169	1.2157
10	-3.55	14.7640	0.3691	0.6976	0.0174	1.1972
11	-3.50	14.8705	0.3717	0.7191	0.0179	1.1792
12	-3.45	14.9790	0.3744	0.7410	0.0185	1.1616
13	-3.40	15.0893	0.3772	0.7634	0.0190	1.1444
14	-3.35	15.2016	0.3800	0.7862	0.0196	1.1278
15	-3.30	15.3158	0.3829	0.8093	0.0202	1.1115
16	-3.25	15.4320	0.3858	0.8329	0.0208	1.0957
17	-3.20	15.5501	0.3887	0.8568	0.0214	1.0803
18	-3.15	15.6702	0.3917	0.8811	0.0220	1.0653
19	-3.10	15.7922	0.3948	0.9057	0.0226	1.0507
20	-3.05	15.9162	0.3979	0.9307	0.0232	1.0365
21	-3.00	16.0422	0.4010	0.9560	0.0239	1.0227
22	-2.95	16.1701	0.4042	0.9816	0.0245	1.0093
23	-2.90	16.2999	0.4075	1.0075	0.0251	0.9962
24	-2.85	16.4317	0.4107	1.0336	0.0258	0.9835
25	-2.80	16.5655	0.4141	1.0601	0.0265	0.9712

ตาราง 59 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	16.7012	0.4175	1.0867	0.0271	0.9592
27	-2.70	16.8388	0.4209	1.1136	0.0278	0.9476
28	-2.65	16.9784	0.4244	1.1407	0.0285	0.9362
29	-2.60	17.1198	0.4280	1.1680	0.0292	0.9252
30	-2.55	17.2631	0.4315	1.1954	0.0298	0.9146
31	-2.50	17.4083	0.4352	1.2230	0.0305	0.9042
32	-2.45	17.5554	0.4388	1.2507	0.0312	0.8941
33	-2.40	17.7043	0.4426	1.2785	0.0319	0.8843
34	-2.35	17.8550	0.4463	1.3064	0.0326	0.8749
35	-2.30	18.0075	0.4501	1.3343	0.0333	0.8656
36	-2.25	18.1617	0.4540	1.3623	0.0340	0.8567
37	-2.20	18.3177	0.4579	1.3904	0.0347	0.8480
38	-2.15	18.4754	0.4618	1.4184	0.0354	0.8396
39	-2.10	18.6348	0.4658	1.4464	0.0361	0.8314
40	-2.05	18.7958	0.4699	1.4743	0.0368	0.8235
41	-2.00	18.9585	0.4739	1.5022	0.0375	0.8158
42	-1.95	19.1227	0.4780	1.5300	0.0382	0.8084
43	-1.90	19.2885	0.4822	1.5577	0.0389	0.8012
44	-1.85	19.4557	0.4863	1.5852	0.0396	0.7942
45	-1.80	19.6244	0.4906	1.6125	0.0403	0.7874
46	-1.75	19.7946	0.4948	1.6396	0.0409	0.7809
47	-1.70	19.9661	0.4991	1.6665	0.0416	0.7746
48	-1.65	20.1389	0.5034	1.6931	0.0423	0.7685
49	-1.60	20.3130	0.5078	1.7194	0.0429	0.7626
50	-1.55	20.4883	0.5122	1.7453	0.0436	0.7569
51	-1.50	20.6648	0.5166	1.7708	0.0442	0.7514

ตาราง 59 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	20.8425	0.5210	1.7959	0.0449	0.7462
53	-1.40	21.0212	0.5255	1.8205	0.0455	0.7411
54	-1.35	21.2009	0.5300	1.8446	0.0461	0.7362
55	-1.30	21.3815	0.5345	1.8681	0.0467	0.7316
56	-1.25	21.5630	0.5390	1.8909	0.0472	0.7272
57	-1.20	21.7454	0.5436	1.9131	0.0478	0.7229
58	-1.15	21.9285	0.5482	1.9346	0.0483	0.7189
59	-1.10	22.1124	0.5528	1.9552	0.0488	0.7151
60	-1.05	22.2968	0.5574	1.9751	0.0493	0.7115
61	-1.00	22.4818	0.5620	1.9941	0.0498	0.7081
62	-0.95	22.6673	0.5666	2.0121	0.0503	0.7049
63	-0.90	22.8533	0.5713	2.0292	0.0507	0.7020
64	-0.85	23.0395	0.5759	2.0452	0.0511	0.6992
65	-0.80	23.2261	0.5806	2.0602	0.0515	0.6967
66	-0.75	23.4128	0.5853	2.0740	0.0518	0.6943
67	-0.70	23.5997	0.5899	2.0868	0.0521	0.6922
68	-0.65	23.7867	0.5946	2.0983	0.0524	0.6903
69	-0.60	23.9736	0.5993	2.1087	0.0527	0.6886
70	-0.55	24.1605	0.6040	2.1178	0.0529	0.6871
71	-0.50	24.3472	0.6086	2.1257	0.0531	0.6858
72	-0.45	24.5336	0.6133	2.1324	0.0533	0.6848
73	-0.40	24.7197	0.6179	2.1377	0.0534	0.6839
74	-0.35	24.9055	0.6226	2.1419	0.0535	0.6832
75	-0.30	25.0908	0.6272	2.1448	0.0536	0.6828
76	-0.25	25.2756	0.6318	2.1464	0.0536	0.6825
77	-0.20	25.4598	0.6365	2.1468	0.0536	0.6825

ตาราง 59 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	25.6434	0.6410	2.1460	0.0536	0.6826
79	-0.10	25.8262	0.6456	2.1440	0.0536	0.6829
80	-0.05	26.0083	0.6502	2.1408	0.0535	0.6834
81	-0.00	26.1895	0.6547	2.1365	0.0534	0.6841
82	0.05	26.3699	0.6592	2.1310	0.0532	0.6850
83	0.1	26.5492	0.6637	2.1245	0.0531	0.6860
84	0.15	26.7276	0.6681	2.1170	0.0529	0.6872
85	0.20	26.9050	0.6726	2.1085	0.0527	0.6886
86	0.25	27.0812	0.6770	2.0990	0.0524	0.6902
87	0.30	27.2563	0.6814	2.0885	0.0522	0.6919
88	0.35	27.4301	0.6857	2.0773	0.0519	0.6938
89	0.40	27.6028	0.6900	2.0651	0.0516	0.6958
90	0.45	27.7741	0.6943	2.0522	0.0513	0.6980
91	0.50	27.9442	0.6986	2.0386	0.0509	0.7003
92	0.55	28.1129	0.7028	2.0242	0.0506	0.7028
93	0.60	28.2803	0.7070	2.0092	0.0502	0.7054
94	0.65	28.4462	0.7111	1.9936	0.0498	0.7082
95	0.70	28.6107	0.7152	1.9773	0.0494	0.7111
96	0.75	28.7737	0.7193	1.9606	0.0490	0.7141
97	0.80	28.9353	0.7233	1.9433	0.0485	0.7173
98	0.85	29.0953	0.7273	1.9255	0.0481	0.7206
99	0.90	29.2538	0.7313	1.9074	0.0476	0.7240
100	0.95	29.4108	0.7352	1.8888	0.0472	0.7276
101	1.0	29.5662	0.7391	1.8699	0.0467	0.7312
102	1.05	29.7200	0.7430	1.8507	0.0462	0.7350
103	1.10	29.8723	0.7468	1.8312	0.0457	0.7389

ตาราง 59 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	30.0230	0.7505	1.8114	0.0452	0.7430
105	1.20	30.1720	0.7543	1.7914	0.0447	0.7471
106	1.25	30.3195	0.7579	1.7712	0.0442	0.7513
107	1.30	30.4653	0.7616	1.7509	0.0437	0.7557
108	1.35	30.6096	0.7652	1.7304	0.0432	0.7601
109	1.40	30.7522	0.7688	1.7098	0.0427	0.7647
110	1.45	30.8931	0.7723	1.6891	0.0422	0.7694
111	1.50	31.0325	0.7758	1.6684	0.0417	0.7741
112	1.55	31.1702	0.7792	1.6477	0.0411	0.7790
113	1.60	31.3064	0.7826	1.6269	0.0406	0.7839
114	1.65	31.4409	0.7860	1.6062	0.0401	0.7890
115	1.70	31.5738	0.7893	1.5854	0.0396	0.7941
116	1.75	31.7051	0.7926	1.5648	0.0391	0.7994
117	1.80	31.8348	0.7958	1.5442	0.0386	0.8047
118	1.85	31.9629	0.7990	1.5236	0.0380	0.8101
119	1.90	32.0894	0.8022	1.5032	0.0375	0.8156
120	1.95	32.2144	0.8053	1.4829	0.0370	0.8211
121	2.00	32.3377	0.8084	1.4626	0.0365	0.8268
122	2.05	32.4595	0.8114	1.4426	0.0360	0.8325
123	2.10	32.5798	0.8145	1.4226	0.0355	0.8384
124	2.15	32.6985	0.8174	1.4028	0.0350	0.8443
125	2.20	32.8157	0.8203	1.3831	0.0345	0.8502
126	2.25	32.9314	0.8232	1.3636	0.0340	0.8563
127	2.30	33.0456	0.8261	1.3443	0.0336	0.8624
128	2.35	33.1582	0.8289	1.3251	0.0331	0.8687
129	2.40	33.2694	0.8317	1.3060	0.0326	0.8750

ตาราง 59 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	33.3791	0.8344	1.2872	0.0321	0.8814
131	2.50	33.4873	0.8371	1.2685	0.0317	0.8878
132	2.55	33.5941	0.8398	1.2499	0.0312	0.8944
133	2.60	33.6995	0.8424	1.2316	0.0307	0.9010
134	2.65	33.8034	0.8450	1.2134	0.0303	0.9078
135	2.70	33.9059	0.8476	1.1953	0.0298	0.9146
136	2.75	34.0069	0.8501	1.1774	0.0294	0.9215
137	2.80	34.1066	0.8526	1.1597	0.0289	0.9285
138	2.85	34.2049	0.8551	1.1422	0.0285	0.9356
139	2.90	34.3018	0.8575	1.1248	0.0281	0.9428
140	2.95	34.3973	0.8599	1.1076	0.0276	0.9501
141	3.00	34.4915	0.8622	1.0905	0.0272	0.9575
142	3.05	34.5843	0.8646	1.0736	0.0268	0.9651
143	3.10	34.6758	0.8669	1.0568	0.0264	0.9727
144	3.15	34.7660	0.8691	1.0402	0.0260	0.9804
145	3.20	34.8549	0.8713	1.0238	0.0256	0.9883
146	3.25	34.9425	0.8735	1.0075	0.0251	0.9962
147	3.30	35.0288	0.8757	0.9913	0.0247	1.0043
148	3.35	35.1138	0.8778	0.9753	0.0243	1.0125
149	3.40	35.1975	0.8799	0.9595	0.0239	1.0208
150	3.45	35.2800	0.8820	0.9438	0.0236	1.0293
151	3.50	35.3612	0.8840	0.9283	0.0232	1.0379
152	3.55	35.4412	0.8860	0.9129	0.0228	1.0466
153	3.60	35.5200	0.8880	0.8976	0.0224	1.0554
154	3.65	35.5976	0.8899	0.8826	0.0220	1.0644
155	3.70	35.6740	0.8918	0.8676	0.0216	1.0735

ตาราง 59 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	35.7492	0.8937	0.8529	0.0213	1.0827
157	3.80	35.8232	0.8955	0.8383	0.0209	1.0921
158	3.85	35.8961	0.8974	0.8238	0.0206	1.1017
159	3.90	35.9678	0.8992	0.8096	0.0202	1.1113
160	3.95	36.0384	0.9009	0.7965	0.0198	1.1211
161	4.00	36.1078	0.9027	0.7815	0.0195	1.1311

ตาราง 60 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 7

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	6.5223	0.3261	0.0015	0.0000	25.6846
2	-3.95	6.5243	0.3262	0.0016	0.0000	24.3861
3	-3.90	6.5265	0.3263	0.0018	0.0000	23.1423
4	-3.85	6.5288	0.3264	0.0020	0.0001	21.9517
5	-3.80	6.5312	0.3265	0.0023	0.0001	20.8129
6	-3.75	6.5338	0.3266	0.0025	0.0001	19.7244
7	-3.70	6.5365	0.3268	0.0028	0.0001	18.6848
8	-3.65	6.5394	0.3269	0.0031	0.0001	17.6926
9	-3.60	6.5425	0.3271	0.0035	0.0001	16.7462
10	-3.55	6.5457	0.3272	0.0039	0.0002	15.8442
11	-3.50	6.5491	0.3274	0.0044	0.0002	14.9851
12	-3.45	6.5527	0.3276	0.0049	0.0002	14.1673
13	-3.40	6.5566	0.3278	0.0055	0.0002	13.3895
14	-3.35	6.5607	0.3280	0.0062	0.0003	12.6500
15	-3.30	6.5650	0.3282	0.0070	0.0003	11.9476
16	-3.25	6.5696	0.3284	0.0078	0.0003	11.2807
17	-3.20	6.5745	0.3287	0.0088	0.0004	10.6480
18	-3.15	6.5797	0.3289	0.0099	0.0005	10.0481
19	-3.10	6.5851	0.3292	0.0111	0.0005	9.4797
20	-3.05	6.5910	0.3295	0.0125	0.0006	8.9413
21	-3.00	6.5972	0.3298	0.0140	0.0007	8.4319
22	-2.95	6.6037	0.3301	0.0158	0.0007	7.9500
23	-2.90	6.6107	0.3305	0.0178	0.0008	7.4945
24	-2.85	6.6181	0.3309	0.0200	0.0010	7.0643
25	-2.80	6.6260	0.3313	0.0225	0.0011	6.6581

ตาราง 60 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	6.6343	0.3317	0.0254	0.0012	6.2749
27	-2.70	6.6432	0.3321	0.0285	0.0014	5.9136
28	-2.65	6.6526	0.3326	0.0321	0.0016	5.5732
29	-2.60	6.6626	0.3331	0.0362	0.0018	5.2526
30	-2.55	6.6732	0.3336	0.0408	0.0020	4.9510
31	-2.50	6.6845	0.3342	0.0459	0.0023	4.6673
32	-2.45	6.6965	0.3348	0.0516	0.0025	4.4007
33	-2.40	6.7092	0.3354	0.0580	0.0029	4.1504
34	-2.35	6.7227	0.3361	0.0652	0.0032	3.9154
35	-2.30	6.7370	0.3368	0.0732	0.0036	3.6951
36	-2.25	6.7521	0.3376	0.0821	0.0041	3.4886
37	-2.20	6.7682	0.3384	0.0920	0.0046	3.2952
38	-2.15	6.7852	0.3392	0.1031	0.0051	3.1143
39	-2.10	6.8033	0.3401	0.1152	0.0057	2.9451
40	-2.05	6.8224	0.3411	0.1287	0.0064	2.7870
41	-2.00	6.8426	0.3421	0.1435	0.0071	2.6393
42	-1.95	6.8640	0.3432	0.1597	0.0079	2.5016
43	-1.90	6.8866	0.3443	0.1775	0.0088	2.3732
44	-1.85	6.9105	0.3455	0.1968	0.0098	2.2536
45	-1.80	6.9357	0.3467	0.2178	0.0108	2.1423
46	-1.75	6.9623	0.3481	0.2405	0.0120	2.0387
47	-1.70	6.9903	0.3495	0.2650	0.0132	1.9425
48	-1.65	7.0198	0.3509	0.2911	0.0145	1.8532
49	-1.60	7.0508	0.3525	0.3190	0.0159	1.7703
50	-1.55	7.0835	0.3541	0.3487	0.0174	1.6934
51	-1.50	7.1177	0.3558	0.3799	0.0190	1.6222

ตาราง 60 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	7.1537	0.3576	0.4128	0.0206	1.5563
53	-1.40	7.1913	0.3595	0.4472	0.0223	1.4953
54	-1.35	7.2308	0.3615	0.4829	0.0241	1.4389
55	-1.30	7.2720	0.3636	0.5199	0.0260	1.3868
56	-1.25	7.3151	0.3657	0.5579	0.0279	1.3387
57	-1.20	7.3601	0.3680	0.5969	0.0298	1.2942
58	-1.15	7.4070	0.3703	0.6367	0.0318	1.2531
59	-1.10	7.4558	0.3727	0.6772	0.0338	1.2151
60	-1.05	7.5067	0.3753	0.7182	0.0359	1.1799
61	-1.00	7.5596	0.3779	0.7596	0.0379	1.1473
62	-0.95	7.6146	0.3807	0.8016	0.0400	1.1169
63	-0.90	7.6717	0.3835	0.8441	0.0422	1.0884
64	-0.85	7.7311	0.3865	0.8872	0.0443	1.0616
65	-0.80	7.7927	0.3896	0.9313	0.0465	1.0362
66	-0.75	7.8567	0.3928	0.9767	0.0488	1.0118
67	-0.70	7.9231	0.3961	1.0239	0.0512	0.9882
68	-0.65	7.9922	0.3996	1.0737	0.0536	0.9650
69	-0.60	8.0639	0.4032	1.1269	0.0563	0.9419
70	-0.55	8.1384	0.4069	1.1846	0.0592	0.9187
71	-0.50	8.2160	0.4108	1.2479	0.0624	0.8951
72	-0.45	8.2967	0.4148	1.3183	0.0659	0.8709
73	-0.40	8.3809	0.4190	1.3971	0.0698	0.8460
74	-0.35	8.4686	0.4234	1.4859	0.0743	0.8203
75	-0.30	8.5603	0.4280	1.5862	0.0793	0.7939
76	-0.25	8.6560	0.4328	1.6993	0.0849	0.7671
77	-0.20	8.7561	0.4378	1.8264	0.0913	0.7399

ตาราง 60 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	8.8609	0.4430	1.9682	0.0984	0.7128
79	-0.10	8.9705	0.4485	2.1250	0.1062	0.6859
80	-0.05	9.0853	0.4542	2.2968	0.1148	0.6598
81	-0.00	9.2055	0.4602	2.4829	0.1241	0.6346
82	0.05	9.3313	0.4665	2.6824	0.1341	0.6105
83	0.1	9.4629	0.4731	2.8941	0.1447	0.5878
84	0.15	9.6005	0.4800	3.1172	0.1558	0.5663
85	0.20	9.7442	0.4872	3.3508	0.1675	0.5462
86	0.25	9.8942	0.4947	3.5950	0.1797	0.5274
87	0.30	10.0505	0.5025	3.8507	0.1925	0.5096
88	0.35	10.2132	0.5106	4.1195	0.2059	0.4926
89	0.40	10.3825	0.5191	4.4036	0.2201	0.4765
90	0.45	10.5583	0.5279	4.7056	0.2352	0.4609
91	0.50	10.7407	0.5370	5.0270	0.2513	0.4460
92	0.55	10.9296	0.5464	5.3682	0.2684	0.4316
93	0.60	11.1248	0.5562	5.7269	0.2863	0.4178
94	0.65	11.3261	0.5663	6.0978	0.3048	0.4049
95	0.70	11.5332	0.5766	6.4724	0.3236	0.3930
96	0.75	11.7456	0.5872	6.8391	0.3419	0.3823
97	0.80	11.9627	0.5981	7.1847	0.3592	0.3730
98	0.85	12.1837	0.6091	7.4956	0.3747	0.3652
99	0.90	12.4077	0.6203	7.7599	0.3880	0.3589
100	0.95	12.6340	0.6317	7.9690	0.3984	0.3542
101	1.0	12.8615	0.6430	8.1188	0.4059	0.3509
102	1.05	13.0896	0.6544	8.2104	0.4105	0.3489
103	1.10	13.3174	0.6658	8.2493	0.4124	0.3481

ตาราง 60 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	13.5443	0.6772	8.2452	0.4122	0.3482
105	1.20	13.7700	0.6885	8.2099	0.4105	0.3490
106	1.25	13.9940	0.6997	8.1563	0.4078	0.3501
107	1.30	14.2163	0.7108	8.0963	0.4048	0.3514
108	1.35	14.4369	0.7218	8.0402	0.4020	0.3526
109	1.40	14.6556	0.7327	7.9953	0.3997	0.3536
110	1.45	14.8726	0.7436	7.9658	0.3982	0.3543
111	1.50	15.0879	0.7544	7.9524	0.3976	0.3546
112	1.55	15.3014	0.7650	7.9528	0.3976	0.3546
113	1.60	15.5130	0.7756	7.9619	0.3981	0.3544
114	1.65	15.7226	0.7861	7.9730	0.3986	0.3541
115	1.70	15.9298	0.7964	7.9780	0.3989	0.3540
116	1.75	16.1342	0.8067	7.9691	0.3984	0.3542
117	1.80	16.3353	0.8167	7.9387	0.3969	0.3549
118	1.85	16.5325	0.8266	7.8807	0.3940	0.3562
119	1.90	16.7254	0.8362	7.7909	0.3895	0.3582
120	1.95	16.9132	0.8456	7.6669	0.3833	0.3611
121	2.00	17.0955	0.8547	7.5085	0.3754	0.3649
122	2.05	17.2716	0.8635	7.3170	0.3658	0.3696
123	2.10	17.4412	0.8720	7.0955	0.3547	0.3754
124	2.15	17.6038	0.8801	6.8477	0.3423	0.3821
125	2.20	17.7592	0.8879	6.5781	0.3289	0.3898
126	2.25	17.9071	0.8953	6.2915	0.3145	0.3986
127	2.30	18.0475	0.9023	5.9922	0.2996	0.4085
128	2.35	18.1802	0.9090	5.6845	0.2842	0.4194
129	2.40	18.3054	0.9152	5.3720	0.2686	0.4314

ตาราง 60 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	18.4230	0.9211	5.0581	0.2529	0.4446
131	2.50	18.5333	0.9266	4.7456	0.2372	0.4590
132	2.55	18.6363	0.9318	4.4369	0.2218	0.4747
133	2.60	18.7323	0.9366	4.1341	0.2067	0.4918
134	2.65	18.8216	0.9410	3.8391	0.1919	0.5103
135	2.70	18.9043	0.9452	3.5533	0.1776	0.5305
136	2.75	18.9809	0.9490	3.2782	0.1639	0.5523
137	2.80	19.0515	0.9525	3.0150	0.1507	0.5759
138	2.85	19.1165	0.9558	2.7647	0.1382	0.6014
139	2.90	19.1763	0.9588	2.5279	0.1264	0.6289
140	2.95	19.2311	0.9615	2.3052	0.1152	0.6586
141	3.00	19.2813	0.9640	2.0968	0.1048	0.6905
142	3.05	19.3273	0.9663	1.9030	0.0951	0.7248
143	3.10	19.3693	0.9684	1.7235	0.0861	0.7617
144	3.15	19.4077	0.9703	1.5581	0.0779	0.8011
145	3.20	19.4427	0.9721	1.4064	0.0703	0.8432
146	3.25	19.4747	0.9737	1.2676	0.0633	0.8881
147	3.30	19.5039	0.9752	1.1413	0.0570	0.9360
148	3.35	19.5306	0.9765	1.0267	0.0513	0.9869
149	3.40	19.5550	0.9777	0.9229	0.0461	1.0409
150	3.45	19.5773	0.9788	0.8293	0.0414	1.0981
151	3.50	19.5977	0.9798	0.7449	0.0372	1.1585
152	3.55	19.6165	0.9808	0.6692	0.0334	1.2224
153	3.60	19.6337	0.9816	0.6012	0.0300	1.2896
154	3.65	19.6496	0.9824	0.5403	0.0270	1.3603
155	3.70	19.6642	0.9832	0.4859	0.0243	1.4345

ตาราง 60 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	19.6777	0.9838	0.4372	0.0218	1.5122
157	3.80	19.6902	0.9845	0.3938	0.0196	1.5934
158	3.85	19.7018	0.9850	0.3551	0.0177	1.6780
159	3.90	19.7126	0.9856	0.3205	0.0160	1.7661
160	3.95	19.7227	0.9861	0.2897	0.0144	1.8576
161	4.00	19.7321	0.9866	0.2623	0.0131	1.9523

ตาราง 61 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 8

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	7.2106	0.2403	0.0059	0.0002	12.9809
2	-3.95	7.2151	0.2405	0.0065	0.0002	12.3935
3	-3.90	7.2198	0.2406	0.0071	0.0002	11.8309
4	-3.85	7.2247	0.2408	0.0078	0.0002	11.2919
5	-3.80	7.2300	0.2410	0.0086	0.0002	10.7759
6	-3.75	7.2355	0.2411	0.0094	0.0003	10.2819
7	-3.70	7.2413	0.2413	0.0103	0.0003	9.8091
8	-3.65	7.2474	0.2415	0.0114	0.0003	9.3567
9	-3.60	7.2538	0.2418	0.0125	0.0004	8.9240
10	-3.55	7.2606	0.2420	0.0138	0.0004	8.5102
11	-3.50	7.2678	0.2422	0.0151	0.0005	8.1147
12	-3.45	7.2754	0.2425	0.0167	0.0005	7.7367
13	-3.40	7.2833	0.2427	0.0183	0.0006	7.3756
14	-3.35	7.2918	0.2430	0.0202	0.0006	7.0307
15	-3.30	7.3006	0.2433	0.0222	0.0007	6.7015
16	-3.25	7.3100	0.2436	0.0245	0.0008	6.3874
17	-3.20	7.3199	0.2440	0.0269	0.0009	6.0877
18	-3.15	7.3303	0.2443	0.0297	0.0009	5.8020
19	-3.10	7.3413	0.2447	0.0327	0.0010	5.5296
20	-3.05	7.3530	0.2451	0.0360	0.0012	5.2700
21	-3.00	7.3652	0.2455	0.0396	0.0013	5.0227
22	-2.95	7.3782	0.2459	0.0436	0.0014	4.7873
23	-2.90	7.3919	0.2464	0.0480	0.0016	4.5632
24	-2.85	7.4063	0.2468	0.0528	0.0017	4.3500
25	-2.80	7.4216	0.2473	0.0581	0.0019	4.1471

ตาราง 61 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	7.4377	0.2479	0.0639	0.0021	3.9542
27	-2.70	7.4548	0.2484	0.0703	0.0023	3.7708
28	-2.65	7.4728	0.2490	0.0773	0.0025	3.5965
29	-2.60	7.4918	0.2497	0.0849	0.0028	3.4309
30	-2.55	7.5119	0.2504	0.0933	0.0031	3.2735
31	-2.50	7.5331	0.2511	0.1024	0.0034	3.1239
32	-2.45	7.5555	0.2518	0.1124	0.0037	2.9819
33	-2.40	7.5793	0.2526	0.1233	0.0041	2.8469
34	-2.35	7.6043	0.2534	0.1352	0.0045	2.7187
35	-2.30	7.6308	0.2543	0.1482	0.0049	2.5968
36	-2.25	7.6588	0.2553	0.1624	0.0054	2.4810
37	-2.20	7.6884	0.2562	0.1779	0.0059	2.3708
38	-2.15	7.7198	0.2573	0.1947	0.0064	2.2660
39	-2.10	7.7529	0.2584	0.2130	0.0071	2.1663
40	-2.05	7.7879	0.2596	0.2330	0.0077	2.0712
41	-2.00	7.8249	0.2608	0.2549	0.0085	1.9806
42	-1.95	7.8641	0.2621	0.2787	0.0092	1.8941
43	-1.90	7.9055	0.2635	0.3047	0.0101	1.8114
44	-1.85	7.9494	0.2649	0.3332	0.0111	1.7323
45	-1.80	7.9958	0.2665	0.3644	0.0121	1.6565
46	-1.75	8.0449	0.2681	0.3987	0.0132	1.5837
47	-1.70	8.0969	0.2699	0.4364	0.0145	1.5136
48	-1.65	8.1520	0.2717	0.4781	0.0159	1.4462
49	-1.60	8.2103	0.2736	0.5242	0.0174	1.3811
50	-1.55	8.2720	0.2757	0.5754	0.0191	1.3182
51	-1.50	8.3375	0.2779	0.6324	0.0210	1.2574

ตาราง 61 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	8.4068	0.2802	0.6961	0.0232	1.1985
53	-1.40	8.4804	0.2826	0.7674	0.0255	1.1415
54	-1.35	8.5583	0.2852	0.8473	0.0282	1.0863
55	-1.30	8.6410	0.2880	0.9372	0.0312	1.0329
56	-1.25	8.7287	0.2909	1.0381	0.0346	0.9814
57	-1.20	8.8217	0.2940	1.1515	0.0383	0.9318
58	-1.15	8.9204	0.2973	1.2786	0.0426	0.8843
59	-1.10	9.0250	0.3008	1.4207	0.0473	0.8389
60	-1.05	9.1361	0.3045	1.5790	0.0526	0.7957
61	-1.00	9.2538	0.3084	1.7546	0.0584	0.7549
62	-0.95	9.3787	0.3126	1.9482	0.0649	0.7164
63	-0.90	9.5110	0.3170	2.1606	0.0720	0.6803
64	-0.85	9.6511	0.3217	2.3921	0.0797	0.6465
65	-0.80	9.7994	0.3266	2.6434	0.0881	0.6150
66	-0.75	9.9563	0.3318	2.9147	0.0971	0.5857
67	-0.70	10.1220	0.3374	3.2072	0.1069	0.5583
68	-0.65	10.2969	0.3432	3.5222	0.1174	0.5328
69	-0.60	10.4813	0.3493	3.8620	0.1287	0.5088
70	-0.55	10.6756	0.3558	4.2300	0.1410	0.4862
71	-0.50	10.8800	0.3626	4.6301	0.1543	0.4647
72	-0.45	11.0948	0.3698	5.0668	0.1689	0.4442
73	-0.40	11.3203	0.3773	5.5441	0.1848	0.4247
74	-0.35	11.5568	0.3852	6.0644	0.2021	0.4060
75	-0.30	11.8043	0.3934	6.6267	0.2208	0.3884
76	-0.25	12.0631	0.4021	7.2255	0.2408	0.3720
77	-0.20	12.3331	0.4111	7.8495	0.2616	0.3569

ตาราง 61 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	12.6140	0.4204	8.4813	0.2827	0.3433
79	-0.10	12.9054	0.4301	9.0980	0.3032	0.3315
80	-0.05	13.2066	0.4402	9.6741	0.3224	0.3215
81	-0.00	13.5165	0.4505	10.1839	0.3394	0.3133
82	0.05	13.8340	0.4611	10.6060	0.3535	0.3070
83	0.1	14.1578	0.4719	10.9264	0.3642	0.3025
84	0.15	14.4862	0.4828	11.1401	0.3713	0.2996
85	0.20	14.8180	0.4939	11.2513	0.3750	0.2981
86	0.25	15.1519	0.5050	11.2717	0.3757	0.2978
87	0.30	15.4865	0.5162	11.2175	0.3739	0.2985
88	0.35	15.8211	0.5273	11.1064	0.3702	0.3000
89	0.40	16.1546	0.5384	10.9548	0.3651	0.3021
90	0.45	16.4865	0.5495	10.7766	0.3592	0.3046
91	0.50	16.8163	0.5605	10.5821	0.3527	0.3074
92	0.55	17.1434	0.5714	10.3783	0.3459	0.3104
93	0.60	17.4675	0.5822	10.1696	0.3389	0.3135
94	0.65	17.7883	0.5929	9.9584	0.3319	0.3168
95	0.70	18.1055	0.6035	9.7459	0.3248	0.3203
96	0.75	18.4188	0.6139	9.5326	0.3177	0.3238
97	0.80	18.7279	0.6242	9.3188	0.3106	0.3275
98	0.85	19.0327	0.6344	9.1049	0.3035	0.3314
99	0.90	19.3329	0.6444	8.8915	0.2963	0.3353
100	0.95	19.6284	0.6542	8.6791	0.2893	0.3394
101	1.0	19.9190	0.6639	8.4683	0.2822	0.3436
102	1.05	20.2046	0.6734	8.2601	0.2753	0.3479
103	1.10	20.4853	0.6828	8.0548	0.2684	0.3523

ตาราง 61 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	20.7608	0.6920	7.8531	0.2617	0.3568
105	1.20	21.0313	0.7010	7.6553	0.2551	0.3614
106	1.25	21.2966	0.7098	7.4616	0.2487	0.3660
107	1.30	21.5567	0.7185	7.2722	0.2424	0.3708
108	1.35	21.8117	0.7270	7.0868	0.2362	0.3756
109	1.40	22.0616	0.7353	6.9053	0.2301	0.3805
110	1.45	22.3064	0.7435	6.7277	0.2242	0.3855
111	1.50	22.5461	0.7515	6.5535	0.2184	0.3906
112	1.55	22.7807	0.7593	6.3827	0.2127	0.3958
113	1.60	23.0102	0.7670	6.2149	0.2071	0.4011
114	1.65	23.2346	0.7744	6.0501	0.2016	0.4065
115	1.70	23.4540	0.7818	5.8881	0.1962	0.4121
116	1.75	23.6684	0.7889	5.7287	0.1909	0.4178
117	1.80	23.8778	0.7959	5.5720	0.1857	0.4236
118	1.85	24.0823	0.8027	5.4177	0.1805	0.4296
119	1.90	24.2818	0.8093	5.2660	0.1755	0.4357
120	1.95	24.4764	0.8158	5.1168	0.1705	0.4420
121	2.00	24.6661	0.8222	4.9701	0.1656	0.4485
122	2.05	24.8509	0.8283	4.8259	0.1608	0.4552
123	2.10	25.0310	0.8343	4.6843	0.1561	0.4620
124	2.15	25.2063	0.8402	4.5452	0.1515	0.4690
125	2.20	25.3769	0.8459	4.4089	0.1469	0.4762
126	2.25	25.5428	0.8514	4.2752	0.1425	0.4836
127	2.30	25.7041	0.8568	4.1442	0.1381	0.4912
128	2.35	25.8608	0.8620	4.0161	0.1338	0.4989
129	2.40	26.0130	0.8671	3.8908	0.1296	0.5069

ตาราง 61 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	26.1607	0.8720	3.7683	0.1256	0.5151
131	2.50	26.3041	0.8768	3.6487	0.1216	0.5235
132	2.55	26.4432	0.8814	3.5319	0.1177	0.5321
133	2.60	26.5780	0.8859	3.4180	0.1139	0.5409
134	2.65	26.7087	0.8902	3.3068	0.1102	0.5499
135	2.70	26.8353	0.8945	3.1984	0.1066	0.5591
136	2.75	26.9578	0.8986	3.0927	0.1030	0.5686
137	2.80	27.0765	0.9025	2.9896	0.0996	0.5783
138	2.85	27.1912	0.9063	2.8890	0.0963	0.5883
139	2.90	27.3022	0.9100	2.7910	0.0930	0.5985
140	2.95	27.4095	0.9136	2.6953	0.0898	0.6091
141	3.00	27.5131	0.9171	2.6021	0.0867	0.6199
142	3.05	27.6132	0.9204	2.5111	0.0837	0.6310
143	3.10	27.7099	0.9236	2.4224	0.0807	0.6424
144	3.15	27.8032	0.9267	2.3360	0.0778	0.6542
145	3.20	27.8931	0.9297	2.2518	0.0750	0.6663
146	3.25	27.9799	0.9326	2.1698	0.0723	0.6788
147	3.30	28.0636	0.9354	2.0900	0.0696	0.6917
148	3.35	28.1442	0.9381	2.0123	0.0670	0.7049
149	3.40	28.2219	0.9407	1.9368	0.0645	0.7185
150	3.45	28.2967	0.9432	1.8634	0.0621	0.7325
151	3.50	28.3687	0.9456	1.7921	0.0597	0.7469
152	3.55	28.4380	0.9479	1.7229	0.0574	0.7618
153	3.60	28.5047	0.9501	1.6557	0.0551	0.7771
154	3.65	28.5688	0.9523	1.5906	0.0530	0.7929
155	3.70	28.6305	0.9543	1.5274	0.0509	0.8091

ตาราง 61 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	28.6898	0.9563	1.4661	0.0488	0.8258
157	3.80	28.7467	0.9582	1.4068	0.0468	0.8431
158	3.85	28.8014	0.9600	1.3492	0.0449	0.8609
159	3.90	28.8539	0.9618	1.2935	0.0431	0.8792
160	3.95	28.9043	0.9634	1.2394	0.0413	0.8982
161	4.00	28.9526	0.9650	1.1871	0.0395	0.9178

ตาราง 62 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 9

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	10.4298	0.2607	0.0266	0.0006	6.1256
2	-3.95	10.4394	0.2609	0.0284	0.0007	5.9246
3	-3.90	10.4494	0.2612	0.0304	0.0007	5.7310
4	-3.85	10.4598	0.2615	0.0325	0.0008	5.5444
5	-3.80	10.4706	0.2617	0.0347	0.0008	5.3646
6	-3.75	10.4818	0.2620	0.0371	0.0009	5.1915
7	-3.70	10.4935	0.2623	0.0396	0.0009	5.0246
8	-3.65	10.5057	0.2626	0.0422	0.0010	4.8639
9	-3.60	10.5183	0.2629	0.0450	0.0011	4.7091
10	-3.55	10.5315	0.2632	0.0480	0.0012	4.5599
11	-3.50	10.5452	0.2636	0.0512	0.0012	4.4162
12	-3.45	10.5594	0.2639	0.0546	0.0013	4.2778
13	-3.40	10.5742	0.2643	0.0582	0.0014	4.1444
14	-3.35	10.5896	0.2647	0.0620	0.0015	4.0159
15	-3.30	10.6056	0.2651	0.0660	0.0016	3.8921
16	-3.25	10.6223	0.2655	0.0702	0.0017	3.7727
17	-3.20	10.6396	0.2659	0.0747	0.0018	3.6577
18	-3.15	10.6576	0.2664	0.0794	0.0019	3.5469
19	-3.10	10.6763	0.2669	0.0845	0.0021	3.4401
20	-3.05	10.6957	0.2673	0.0898	0.0022	3.3371
21	-3.00	10.7159	0.2679	0.0953	0.0023	3.2377
22	-2.95	10.7369	0.2684	0.1012	0.0025	3.1420
23	-2.90	10.7587	0.2689	0.1075	0.0026	3.0496
24	-2.85	10.7813	0.2695	0.1140	0.0028	2.9605
25	-2.80	10.8049	0.2701	0.1210	0.0030	2.8745

ตาราง 62 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	10.8293	0.2707	0.1283	0.0032	2.7916
27	-2.70	10.8547	0.2713	0.1360	0.0034	2.7116
28	-2.65	10.8811	0.2720	0.1441	0.0036	2.6343
29	-2.60	10.9085	0.2727	0.1526	0.0038	2.5597
30	-2.55	10.9369	0.2734	0.1615	0.0040	2.4877
31	-2.50	10.9665	0.2741	0.1710	0.0042	2.4182
32	-2.45	10.9971	0.2749	0.1809	0.0045	2.3511
33	-2.40	11.0289	0.2757	0.1913	0.0047	2.2862
34	-2.35	11.0620	0.2765	0.2022	0.0050	2.2236
35	-2.30	11.0963	0.2774	0.2137	0.0053	2.1631
36	-2.25	11.1318	0.2783	0.2257	0.0056	2.1047
37	-2.20	11.1687	0.2792	0.2383	0.0059	2.0482
38	-2.15	11.2070	0.2801	0.2515	0.0062	1.9937
39	-2.10	11.2467	0.2811	0.2654	0.0066	1.9410
40	-2.05	11.2878	0.2822	0.2799	0.0070	1.8901
41	-2.00	11.3305	0.2832	0.2950	0.0073	1.8409
42	-1.95	11.3748	0.2843	0.3108	0.0077	1.7934
43	-1.90	11.4207	0.2855	0.3274	0.0081	1.7475
44	-1.85	11.4682	0.2867	0.3447	0.0086	1.7032
45	-1.80	11.5175	0.2879	0.3627	0.0090	1.6603
46	-1.75	11.5685	0.2892	0.3815	0.0095	1.6190
47	-1.70	11.6214	0.2905	0.4010	0.0100	1.5790
48	-1.65	11.6762	0.2919	0.4214	0.0105	1.5403
49	-1.60	11.7330	0.2933	0.4426	0.0110	1.5030
50	-1.55	11.7917	0.2947	0.4647	0.0116	1.4669
51	-1.50	11.8526	0.2963	0.4876	0.0121	1.4319

ตาราง 62 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	11.9156	0.2978	0.5115	0.0127	1.3981
53	-1.40	11.9808	0.2995	0.5363	0.0134	1.3654
54	-1.35	12.0484	0.3012	0.5621	0.0140	1.3337
55	-1.30	12.1183	0.3029	0.5889	0.0147	1.3030
56	-1.25	12.1906	0.3047	0.6168	0.0154	1.2732
57	-1.20	12.2655	0.3066	0.6458	0.0161	1.2443
58	-1.15	12.3430	0.3085	0.6761	0.0169	1.2161
59	-1.10	12.4232	0.3105	0.7076	0.0176	1.1887
60	-1.05	12.5061	0.3126	0.7405	0.0185	1.1620
61	-1.00	12.5920	0.3148	0.7749	0.0193	1.1359
62	-0.95	12.6808	0.3170	0.8110	0.0202	1.1104
63	-0.90	12.7728	0.3193	0.8488	0.0212	1.0853
64	-0.85	12.8679	0.3217	0.8886	0.0222	1.0608
65	-0.80	12.9663	0.3241	0.9304	0.0232	1.0366
66	-0.75	13.0682	0.3267	0.9746	0.0243	1.0129
67	-0.70	13.1736	0.3293	1.0214	0.0255	0.9894
68	-0.65	13.2828	0.3320	1.0710	0.0267	0.9662
69	-0.60	13.3957	0.3348	1.1236	0.0280	0.9433
70	-0.55	13.5126	0.3378	1.1797	0.0294	0.9206
71	-0.50	13.6337	0.3408	1.2395	0.0309	0.8981
72	-0.45	13.7590	0.3439	1.3034	0.0325	0.8759
73	-0.40	13.8887	0.3472	1.3717	0.0342	0.8538
74	-0.35	14.0231	0.3505	1.4449	0.0361	0.8319
75	-0.30	14.1622	0.3540	1.5233	0.0380	0.8102
76	-0.25	14.3062	0.3576	1.6073	0.0401	0.7887
77	-0.20	14.4554	0.3613	1.6973	0.0424	0.7675

ตาราง 62 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	14.6098	0.3652	1.7938	0.0448	0.7466
79	-0.10	14.7697	0.3692	1.8970	0.0474	0.7260
80	-0.05	14.9353	0.3733	2.0073	0.0501	0.7058
81	-0.00	15.1067	0.3776	2.1251	0.0531	0.6859
82	0.05	15.2841	0.3821	2.2504	0.0562	0.6666
83	0.1	15.4677	0.3866	2.3836	0.0595	0.6477
84	0.15	15.6575	0.3914	2.5247	0.0631	0.6293
85	0.20	15.8539	0.3963	2.6737	0.0668	0.6115
86	0.25	16.0568	0.4014	2.8304	0.0707	0.5943
87	0.30	16.2664	0.4066	2.9947	0.0748	0.5778
88	0.35	16.4828	0.4120	3.1662	0.0791	0.5619
89	0.40	16.7062	0.4176	3.3443	0.0836	0.5468
90	0.45	16.9364	0.4234	3.5285	0.0882	0.5323
91	0.50	17.1737	0.4293	3.7180	0.0929	0.5186
92	0.55	17.4178	0.4354	3.9120	0.0978	0.5055
93	0.60	17.6689	0.4417	4.1094	0.1027	0.4933
94	0.65	17.9269	0.4481	4.3092	0.1077	0.4817
95	0.70	18.1916	0.4547	4.5101	0.1127	0.4708
96	0.75	18.4629	0.4615	4.7109	0.1177	0.4607
97	0.80	18.7407	0.4685	4.9104	0.1227	0.4512
98	0.85	19.0247	0.4756	5.1073	0.1276	0.4424
99	0.90	19.3148	0.4828	5.3002	0.1325	0.4343
100	0.95	19.6106	0.4902	5.4879	0.1372	0.4268
101	1.0	19.9119	0.4978	5.6692	0.1417	0.4199
102	1.05	20.2183	0.5054	5.8431	0.1460	0.4136
103	1.10	20.5295	0.5132	6.0086	0.1502	0.4079

ตาราง 62 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	20.8453	0.5211	6.1647	0.1541	0.4027
105	1.20	21.1651	0.5291	6.3108	0.1577	0.3980
106	1.25	21.4886	0.5372	6.4462	0.1611	0.3938
107	1.30	21.8154	0.5453	6.5706	0.1642	0.3901
108	1.35	22.1453	0.5536	6.6836	0.1670	0.3868
109	1.40	22.4776	0.5619	6.7852	0.1696	0.3839
110	1.45	22.8122	0.5703	6.8752	0.1718	0.3813
111	1.50	23.1486	0.5787	6.9539	0.1738	0.3792
112	1.55	23.4864	0.5871	7.0215	0.1755	0.3773
113	1.60	23.8252	0.5956	7.0782	0.1769	0.3758
114	1.65	24.1649	0.6041	7.1246	0.1781	0.3746
115	1.70	24.5049	0.6126	7.1611	0.1790	0.3736
116	1.75	24.8449	0.6211	7.1882	0.1797	0.3729
117	1.80	25.1848	0.6296	7.2064	0.1801	0.3725
118	1.85	25.5241	0.6381	7.2165	0.1804	0.3722
119	1.90	25.8627	0.6465	7.2189	0.1804	0.3721
120	1.95	26.2002	0.6550	7.2141	0.1803	0.3723
121	2.00	26.5363	0.6634	7.2029	0.1800	0.3726
122	2.05	26.8709	0.6717	7.1856	0.1796	0.3730
123	2.10	27.2037	0.6800	7.1627	0.1790	0.3736
124	2.15	27.5346	0.6883	7.1348	0.1783	0.3743
125	2.20	27.8632	0.6965	7.1022	0.1775	0.3752
126	2.25	28.1894	0.7047	7.0652	0.1766	0.3762
127	2.30	28.5130	0.7128	7.0242	0.1756	0.3773
128	2.35	28.8338	0.7208	6.9794	0.1744	0.3785
129	2.40	29.1517	0.7287	6.9309	0.1732	0.3798

ตาราง 62 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	29.4664	0.7366	6.8789	0.1719	0.3812
131	2.50	29.7778	0.7444	6.8235	0.1705	0.3828
132	2.55	30.0857	0.7521	6.7648	0.1691	0.3844
133	2.60	30.3901	0.7597	6.7027	0.1675	0.3862
134	2.65	30.6905	0.7672	6.6372	0.1659	0.3881
135	2.70	30.9870	0.7746	6.5683	0.1642	0.3901
136	2.75	31.2794	0.7819	6.4958	0.1624	0.3923
137	2.80	31.5675	0.7891	6.4197	0.1604	0.3946
138	2.85	31.8511	0.7962	6.3400	0.1585	0.3971
139	2.90	32.1301	0.8032	6.2565	0.1564	0.3997
140	2.95	32.4043	0.8101	6.1691	0.1542	0.4026
141	3.00	32.6736	0.8168	6.0778	0.1519	0.4056
142	3.05	32.9379	0.8234	5.9825	0.1495	0.4088
143	3.10	33.1969	0.8299	5.8833	0.1470	0.4122
144	3.15	33.4506	0.8362	5.7802	0.1445	0.4159
145	3.20	33.6988	0.8424	5.6731	0.1418	0.4198
146	3.25	33.9414	0.8485	5.5623	0.1390	0.4240
147	3.30	34.1783	0.8544	5.4478	0.1362	0.4284
148	3.35	34.4094	0.8602	5.3298	0.1332	0.4331
149	3.40	34.6346	0.8658	5.2085	0.1302	0.4381
150	3.45	34.8539	0.8713	5.0841	0.1271	0.4435
151	3.50	35.0671	0.8766	4.9570	0.1239	0.4491
152	3.55	35.2742	0.8818	4.8273	0.1206	0.4551
153	3.60	35.4752	0.8868	4.6955	0.1173	0.4614
154	3.65	35.6701	0.8917	4.5618	0.1140	0.4682
155	3.70	35.8589	0.8964	4.4267	0.1106	0.4752

ตาราง 62 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$P(\theta)$	$P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	36.0415	0.9010	4.2905	0.1072	0.4827
157	3.80	36.2179	0.9054	4.1535	0.1038	0.4906
158	3.85	36.3883	0.9097	4.0162	0.1004	0.4989
159	3.90	36.5527	0.9138	3.8790	0.0969	0.5077
160	3.95	36.7111	0.9177	3.7422	0.0935	0.5169
161	4.00	36.8635	0.9215	3.6062	0.0901	0.5265

ตาราง 63 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 10

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	5.2654	0.2632	0.0643	0.0032	3.9410
2	-3.95	5.2808	0.2640	0.0662	0.0033	3.8858
3	-3.90	5.2966	0.2648	0.0681	0.0034	3.8315
4	-3.85	5.3126	0.2656	0.0700	0.0035	3.7780
5	-3.80	5.3290	0.2664	0.0720	0.0036	3.7255
6	-3.75	5.3458	0.2672	0.0740	0.0037	3.6737
7	-3.70	5.3629	0.2681	0.0761	0.0038	3.6228
8	-3.65	5.3803	0.2690	0.0783	0.0039	3.5726
9	-3.60	5.3981	0.2699	0.0805	0.0040	3.5232
10	-3.55	5.4163	0.2708	0.0828	0.0041	3.4745
11	-3.50	5.4348	0.2717	0.0851	0.0042	3.4265
12	-3.45	5.4537	0.2726	0.0875	0.0043	3.3791
13	-3.40	5.4730	0.2736	0.0900	0.0045	3.3324
14	-3.35	5.4927	0.2746	0.0925	0.0046	3.2863
15	-3.30	5.5128	0.2756	0.0952	0.0047	3.2409
16	-3.25	5.5333	0.2766	0.0979	0.0048	3.1960
17	-3.20	5.5542	0.2777	0.1006	0.0050	3.1517
18	-3.15	5.5755	0.2787	0.1035	0.0051	3.1080
19	-3.10	5.5972	0.2798	0.1064	0.0053	3.0649
20	-3.05	5.6193	0.2809	0.1094	0.0054	3.0223
21	-3.00	5.6419	0.2821	0.1125	0.0056	2.9803
22	-2.95	5.6650	0.2832	0.1157	0.0057	2.9389
23	-2.90	5.6885	0.2844	0.1190	0.0059	2.8980
24	-2.85	5.7124	0.2856	0.1224	0.0061	2.8576
25	-2.80	5.7368	0.2868	0.1259	0.0063	2.8178

ตาราง 63 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	5.7617	0.2880	0.1295	0.0064	2.7785
27	-2.70	5.7871	0.2893	0.1332	0.0066	2.7398
28	-2.65	5.8129	0.2906	0.1370	0.0068	2.7017
29	-2.60	5.8393	0.2919	0.1408	0.0070	2.6641
30	-2.55	5.8662	0.2933	0.1449	0.0072	2.6270
31	-2.50	5.8935	0.2946	0.1490	0.0074	2.5905
32	-2.45	5.9214	0.2960	0.1532	0.0076	2.5546
33	-2.40	5.9498	0.2974	0.1575	0.0078	2.5192
34	-2.35	5.9788	0.2989	0.1620	0.0081	2.4845
35	-2.30	6.0083	0.3004	0.1665	0.0083	2.4502
36	-2.25	6.0383	0.3019	0.1712	0.0085	2.4166
37	-2.20	6.0690	0.3034	0.1760	0.0088	2.3835
38	-2.15	6.1001	0.3050	0.1809	0.0090	2.3511
39	-2.10	6.1319	0.3066	0.1859	0.0093	2.3192
40	-2.05	6.1642	0.3082	0.1910	0.0095	2.2878
41	-2.00	6.1971	0.3098	0.1962	0.0098	2.2571
42	-1.95	6.2306	0.3115	0.2016	0.0100	2.2270
43	-1.90	6.2647	0.3132	0.2070	0.0103	2.1974
44	-1.85	6.2994	0.3149	0.2126	0.0106	2.1684
45	-1.80	6.3348	0.3167	0.2183	0.0109	2.1400
46	-1.75	6.3707	0.3185	0.2241	0.0112	2.1122
47	-1.70	6.4073	0.3203	0.2300	0.0115	2.0850
48	-1.65	6.4445	0.3222	0.2360	0.0118	2.0583
49	-1.60	6.4824	0.3241	0.2421	0.0121	2.0322
50	-1.55	6.5209	0.3260	0.2483	0.0124	2.0066
51	-1.50	6.5601	0.3280	0.2546	0.0127	1.9816

ตาราง 63 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	6.6000	0.3300	0.2610	0.0130	1.9571
53	-1.40	6.6405	0.3320	0.2675	0.0133	1.9332
54	-1.35	6.6817	0.3340	0.2741	0.0137	1.9097
55	-1.30	6.7236	0.3361	0.2808	0.0140	1.8868
56	-1.25	6.7662	0.3383	0.2876	0.0143	1.8644
57	-1.20	6.8095	0.3404	0.2945	0.0147	1.8424
58	-1.15	6.8535	0.3426	0.3015	0.0150	1.8209
59	-1.10	6.8982	0.3449	0.3086	0.0154	1.7999
60	-1.05	6.9436	0.3471	0.3158	0.0157	1.7793
61	-1.00	6.9898	0.3494	0.3231	0.0161	1.7591
62	-0.95	7.0367	0.3518	0.3305	0.0165	1.7392
63	-0.90	7.0844	0.3542	0.3380	0.0169	1.7198
64	-0.85	7.1328	0.3566	0.3457	0.0172	1.7006
65	-0.80	7.1820	0.3591	0.3535	0.0176	1.6818
66	-0.75	7.2319	0.3616	0.3614	0.0180	1.6633
67	-0.70	7.2827	0.3641	0.3695	0.0184	1.6450
68	-0.65	7.3342	0.3667	0.3778	0.0188	1.6268
69	-0.60	7.3866	0.3693	0.3862	0.0193	1.6089
70	-0.55	7.4397	0.3719	0.3949	0.0197	1.5911
71	-0.50	7.4937	0.3746	0.4039	0.0202	1.5734
72	-0.45	7.5486	0.3774	0.4131	0.0206	1.5557
73	-0.40	7.6043	0.3802	0.4227	0.0211	1.5380
74	-0.35	7.6609	0.3830	0.4326	0.0216	1.5202
75	-0.30	7.7184	0.3859	0.4430	0.0221	1.5023
76	-0.25	7.7767	0.3888	0.4538	0.0226	1.4843
77	-0.20	7.8361	0.3918	0.4652	0.0232	1.4660

ตาราง 63 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	7.8963	0.3948	0.4772	0.0238	1.4475
79	-0.10	7.9575	0.3978	0.4899	0.0244	1.4287
80	-0.05	8.0197	0.4009	0.5033	0.0251	1.4095
81	-0.00	8.0829	0.4041	0.5175	0.0258	1.3900
82	0.05	8.1471	0.4073	0.5327	0.0266	1.3700
83	0.1	8.2123	0.4106	0.5489	0.0274	1.3497
84	0.15	8.2786	0.4139	0.5661	0.0283	1.3290
85	0.20	8.3459	0.4173	0.5845	0.0292	1.3079
86	0.25	8.4144	0.4207	0.6041	0.0302	1.2865
87	0.30	8.4839	0.4242	0.6250	0.0312	1.2648
88	0.35	8.5546	0.4277	0.6472	0.0323	1.2430
89	0.40	8.6263	0.4313	0.6707	0.0335	1.2210
90	0.45	8.6992	0.4349	0.6954	0.0347	1.1991
91	0.50	8.7732	0.4386	0.7214	0.0360	1.1772
92	0.55	8.8484	0.4424	0.7486	0.0374	1.1557
93	0.60	8.9247	0.4462	0.7768	0.0388	1.1345
94	0.65	9.0020	0.4501	0.8059	0.0403	1.1139
95	0.70	9.0805	0.4540	0.8357	0.0417	1.0938
96	0.75	9.1600	0.4580	0.8658	0.0432	1.0746
97	0.80	9.2406	0.4620	0.8961	0.0448	1.0563
98	0.85	9.3221	0.4661	0.9263	0.0463	1.0390
99	0.90	9.4046	0.4702	0.9559	0.0478	1.0227
100	0.95	9.4880	0.4744	0.9847	0.0492	1.0077
101	1.0	9.5722	0.4786	1.0122	0.0506	0.9939
102	1.05	9.6571	0.4828	1.0381	0.0519	0.9814
103	1.10	9.7427	0.4871	1.0622	0.0531	0.9702

ตาราง 63 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	9.8290	0.4914	1.0839	0.0542	0.9604
105	1.20	9.9157	0.4957	1.1032	0.0551	0.9520
106	1.25	10.0028	0.5001	1.1197	0.0559	0.9450
107	1.30	10.0903	0.5045	1.1332	0.0566	0.9393
108	1.35	10.1780	0.5089	1.1438	0.0571	0.9350
109	1.40	10.2659	0.5133	1.1512	0.0575	0.9319
110	1.45	10.3538	0.5176	1.1556	0.0577	0.9302
111	1.50	10.4418	0.5220	1.1569	0.0578	0.9296
112	1.55	10.5296	0.5264	1.1554	0.0577	0.9303
113	1.60	10.6173	0.5308	1.1511	0.0575	0.9320
114	1.65	10.7048	0.5352	1.1444	0.0572	0.9347
115	1.70	10.7919	0.5396	1.1353	0.0567	0.9385
116	1.75	10.8788	0.5439	1.1243	0.0562	0.9431
117	1.80	10.9653	0.5482	1.1115	0.0555	0.9485
118	1.85	11.0513	0.5525	1.0973	0.0548	0.9546
119	1.90	11.1369	0.5568	1.0819	0.0541	0.9614
120	1.95	11.2221	0.5611	1.0656	0.0532	0.9687
121	2.00	11.3067	0.5653	1.0486	0.0524	0.9765
122	2.05	11.3909	0.5695	1.0313	0.0515	0.9847
123	2.10	11.4745	0.5737	1.0137	0.0506	0.9932
124	2.15	11.5577	0.5778	0.9960	0.0498	1.0019
125	2.20	11.6403	0.5820	0.9786	0.0489	1.0108
126	2.25	11.7225	0.5861	0.9613	0.0480	1.0198
127	2.30	11.8041	0.5902	0.9445	0.0472	1.0289
128	2.35	11.8853	0.5942	0.9282	0.0464	1.0379
129	2.40	11.9659	0.5983	0.9123	0.0456	1.0469

ตาราง 63 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	12.0462	0.6023	0.8971	0.0448	1.0557
131	2.50	12.1259	0.6063	0.8825	0.0441	1.0644
132	2.55	12.2052	0.6102	0.8686	0.0434	1.0729
133	2.60	12.2841	0.6142	0.8553	0.0427	1.0812
134	2.65	12.3625	0.6181	0.8426	0.0421	1.0893
135	2.70	12.4405	0.6220	0.8307	0.0415	1.0971
136	2.75	12.5181	0.6259	0.8193	0.0409	1.1047
137	2.80	12.5953	0.6297	0.8085	0.0404	1.1120
138	2.85	12.6722	0.6336	0.7984	0.0399	1.1191
139	2.90	12.7486	0.6374	0.7887	0.0394	1.1259
140	2.95	12.8246	0.6412	0.7796	0.0389	1.1325
141	3.00	12.9003	0.6450	0.7710	0.0385	1.1388
142	3.05	12.9756	0.6487	0.7628	0.0381	1.1449
143	3.10	13.0505	0.6525	0.7550	0.0377	1.1508
144	3.15	13.1251	0.6562	0.7476	0.0373	1.1565
145	3.20	13.1993	0.6599	0.7405	0.0370	1.1620
146	3.25	13.2731	0.6636	0.7338	0.0366	1.1673
147	3.30	13.3465	0.6673	0.7274	0.0363	1.1724
148	3.35	13.4196	0.6709	0.7212	0.0360	1.1775
149	3.40	13.4923	0.6746	0.7152	0.0357	1.1823
150	3.45	13.5647	0.6782	0.7095	0.0354	1.1871
151	3.50	13.6366	0.6818	0.7039	0.0352	1.1918
152	3.55	13.7082	0.6854	0.6985	0.0349	1.1964
153	3.60	13.7794	0.6889	0.6933	0.0346	1.2009
154	3.65	13.8502	0.6925	0.6881	0.0344	1.2054
155	3.70	13.9206	0.6960	0.6831	0.0341	1.2098

ตาราง 63 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	13.9906	0.6995	0.6782	0.0339	1.2142
157	3.80	14.0602	0.7030	0.6733	0.0336	1.2186
158	3.85	14.1294	0.7064	0.6685	0.0334	1.2230
159	3.90	14.1981	0.7099	0.6638	0.0331	1.2273
160	3.95	14.2665	0.7133	0.6591	0.0329	1.2317
161	4.00	14.3344	0.7167	0.6544	0.0327	1.2361

ตาราง 64 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 11

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	6.6983	0.2232	0.0936	0.0031	3.2686
2	-3.95	6.7218	0.2240	0.0973	0.0032	3.2056
3	-3.90	6.7459	0.2248	0.1012	0.0033	3.1435
4	-3.85	6.7707	0.2256	0.1052	0.0035	3.0822
5	-3.80	6.7962	0.2265	0.1095	0.0036	3.0218
6	-3.75	6.8224	0.2274	0.1139	0.0038	2.9622
7	-3.70	6.8493	0.2283	0.1186	0.0039	2.9034
8	-3.65	6.8770	0.2292	0.1235	0.0041	2.8455
9	-3.60	6.9055	0.2301	0.1286	0.0042	2.7884
10	-3.55	6.9347	0.2311	0.1339	0.0044	2.7321
11	-3.50	6.9648	0.2321	0.1395	0.0046	2.6767
12	-3.45	6.9958	0.2331	0.1454	0.0048	2.6221
13	-3.40	7.0276	0.2342	0.1516	0.0050	2.5683
14	-3.35	7.0603	0.2353	0.1580	0.0052	2.5153
15	-3.30	7.0940	0.2364	0.1648	0.0054	2.4632
16	-3.25	7.1286	0.2376	0.1718	0.0057	2.4119
17	-3.20	7.1642	0.2388	0.1793	0.0059	2.3615
18	-3.15	7.2008	0.2400	0.1870	0.0062	2.3120
19	-3.10	7.2384	0.2412	0.1952	0.0065	2.2633
20	-3.05	7.2771	0.2425	0.2037	0.0067	2.2155
21	-3.00	7.3168	0.2439	0.2126	0.0070	2.1686
22	-2.95	7.3577	0.2452	0.2219	0.0074	2.1226
23	-2.90	7.3998	0.2466	0.2316	0.0077	2.0775
24	-2.85	7.4430	0.2481	0.2418	0.0080	2.0333
25	-2.80	7.4875	0.2495	0.2525	0.0084	1.9899

ตาราง 64 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	7.5332	0.2511	0.2636	0.0087	1.9475
27	-2.70	7.5802	0.2526	0.2752	0.0091	1.9060
28	-2.65	7.6285	0.2542	0.2873	0.0095	1.8654
29	-2.60	7.6781	0.2559	0.3000	0.0100	1.8256
30	-2.55	7.7291	0.2576	0.3132	0.0104	1.7868
31	-2.50	7.7816	0.2593	0.3269	0.0109	1.7488
32	-2.45	7.8355	0.2611	0.3412	0.0113	1.7118
33	-2.40	7.8909	0.2630	0.3561	0.0118	1.6756
34	-2.35	7.9478	0.2649	0.3716	0.0123	1.6403
35	-2.30	8.0063	0.2668	0.3877	0.0129	1.6058
36	-2.25	8.0663	0.2688	0.4045	0.0134	1.5722
37	-2.20	8.1281	0.2709	0.4219	0.0140	1.5394
38	-2.15	8.1914	0.2730	0.4400	0.0146	1.5074
39	-2.10	8.2565	0.2752	0.4588	0.0152	1.4763
40	-2.05	8.3234	0.2774	0.4783	0.0159	1.4459
41	-2.00	8.3920	0.2797	0.4985	0.0166	1.4163
42	-1.95	8.4625	0.2820	0.5194	0.0173	1.3874
43	-1.90	8.5349	0.2845	0.5411	0.0180	1.3593
44	-1.85	8.6091	0.2869	0.5636	0.0187	1.3319
45	-1.80	8.6853	0.2895	0.5869	0.0195	1.3052
46	-1.75	8.7635	0.2921	0.6110	0.0203	1.2792
47	-1.70	8.8437	0.2947	0.6360	0.0212	1.2538
48	-1.65	8.9260	0.2975	0.6619	0.0220	1.2291
49	-1.60	9.0104	0.3003	0.6886	0.0229	1.2050
50	-1.55	9.0970	0.3032	0.7163	0.0238	1.1815
51	-1.50	9.1857	0.3061	0.7449	0.0248	1.1585

ตาราง 64 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	9.2767	0.3092	0.7746	0.0258	1.1361
53	-1.40	9.3700	0.3123	0.8053	0.0268	1.1143
54	-1.35	9.4656	0.3155	0.8371	0.0279	1.0929
55	-1.30	9.5636	0.3187	0.8700	0.0290	1.0720
56	-1.25	9.6640	0.3221	0.9042	0.0301	1.0516
57	-1.20	9.7668	0.3255	0.9396	0.0313	1.0315
58	-1.15	9.8722	0.3290	0.9765	0.0325	1.0119
59	-1.10	9.9802	0.3326	1.0149	0.0338	0.9926
60	-1.05	10.0908	0.3363	1.0549	0.0351	0.9736
61	-1.00	10.2041	0.3401	1.0967	0.0365	0.9548
62	-0.95	10.3201	0.3440	1.1405	0.0380	0.9363
63	-0.90	10.4389	0.3479	1.1866	0.0395	0.9180
64	-0.85	10.5606	0.3520	1.2351	0.0411	0.8997
65	-0.80	10.6852	0.3561	1.2865	0.0428	0.8816
66	-0.75	10.8128	0.3604	1.3410	0.0447	0.8635
67	-0.70	10.9434	0.3647	1.3992	0.0466	0.8453
68	-0.65	11.0772	0.3692	1.4614	0.0487	0.8272
69	-0.60	11.2142	0.3738	1.5281	0.0509	0.8089
70	-0.55	11.3545	0.3784	1.5998	0.0533	0.7906
71	-0.50	11.4981	0.3832	1.6770	0.0559	0.7721
72	-0.45	11.6452	0.3881	1.7603	0.0586	0.7537
73	-0.40	11.7957	0.3931	1.8499	0.0616	0.7352
74	-0.35	11.9498	0.3983	1.9463	0.0648	0.7167
75	-0.30	12.1076	0.4035	2.0495	0.0683	0.6985
76	-0.25	12.2690	0.4089	2.1595	0.0719	0.6804
77	-0.20	12.4341	0.4144	2.2759	0.0758	0.6628

ตาราง 64 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	12.6030	0.4201	2.3982	0.0799	0.6457
79	-0.10	12.7755	0.4258	2.5254	0.0841	0.6292
80	-0.05	12.9518	0.4317	2.6562	0.0885	0.6135
81	-0.00	13.1316	0.4377	2.7889	0.0929	0.5988
82	0.05	13.3150	0.4438	2.9215	0.0973	0.5850
83	0.1	13.5017	0.4500	3.0517	0.1017	0.5724
84	0.15	13.6916	0.4563	3.1772	0.1059	0.5610
85	0.20	13.8845	0.4628	3.2955	0.1098	0.5508
86	0.25	14.0801	0.4693	3.4042	0.1134	0.5419
87	0.30	14.2782	0.4759	3.5011	0.1167	0.5344
88	0.35	14.4783	0.4826	3.5844	0.1194	0.5281
89	0.40	14.6803	0.4893	3.6528	0.1217	0.5232
90	0.45	14.8836	0.4961	3.7054	0.1235	0.5195
91	0.50	15.0880	0.5029	3.7419	0.1247	0.5169
92	0.55	15.2932	0.5097	3.7627	0.1254	0.5155
93	0.60	15.4988	0.5166	3.7685	0.1256	0.5151
94	0.65	15.7044	0.5234	3.7607	0.1253	0.5156
95	0.70	15.9099	0.5303	3.7408	0.1247	0.5170
96	0.75	16.1149	0.5371	3.7106	0.1236	0.5191
97	0.80	16.3193	0.5439	3.6719	0.1224	0.5218
98	0.85	16.5229	0.5507	3.6265	0.1208	0.5251
99	0.90	16.7254	0.5575	3.5762	0.1192	0.5288
100	0.95	16.9269	0.5642	3.5225	0.1174	0.5328
101	1.0	17.1272	0.5709	3.4668	0.1155	0.5370
102	1.05	17.3262	0.5775	3.4102	0.1136	0.5415
103	1.10	17.5239	0.5841	3.3536	0.1117	0.5460

ตาราง 64 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	17.7201	0.5906	3.2977	0.1099	0.5506
105	1.20	17.9150	0.5971	3.2431	0.1081	0.5552
106	1.25	18.1084	0.6036	3.1899	0.1063	0.5599
107	1.30	18.3003	0.6100	3.1385	0.1046	0.5644
108	1.35	18.4907	0.6163	3.0888	0.1029	0.5689
109	1.40	18.6796	0.6226	3.0410	0.1013	0.5734
110	1.45	18.8670	0.6289	2.9948	0.0998	0.5778
111	1.50	19.0528	0.6350	2.9503	0.0983	0.5821
112	1.55	19.2370	0.6412	2.9072	0.0969	0.5864
113	1.60	19.4197	0.6473	2.8654	0.0955	0.5907
114	1.65	19.6008	0.6533	2.8248	0.0941	0.5949
115	1.70	19.7802	0.6593	2.7854	0.0928	0.5991
116	1.75	19.9581	0.6652	2.7469	0.0915	0.6033
117	1.80	20.1344	0.6711	2.7094	0.0903	0.6075
118	1.85	20.3092	0.6769	2.6730	0.0891	0.6116
119	1.90	20.4824	0.6827	2.6378	0.0879	0.6157
120	1.95	20.6542	0.6884	2.6044	0.0868	0.6196
121	2.00	20.8246	0.6941	2.5735	0.0857	0.6233
122	2.05	20.9937	0.6997	2.5463	0.0848	0.6266
123	2.10	21.1616	0.7053	2.5248	0.0841	0.6293
124	2.15	21.3286	0.7109	2.5120	0.0837	0.6309
125	2.20	21.4949	0.7165	2.5122	0.0837	0.6309
126	2.25	21.6608	0.7220	2.5317	0.0843	0.6284
127	2.30	21.8266	0.7275	2.5789	0.0859	0.6227
128	2.35	21.9927	0.7330	2.6644	0.0888	0.6126
129	2.40	22.1597	0.7386	2.8006	0.0933	0.5975

ตาราง 64 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	22.3279	0.7442	3.0000	0.1000	0.5773
131	2.50	22.4980	0.7499	3.2728	0.1090	0.5527
132	2.55	22.6703	0.7556	3.6228	0.1207	0.5253
133	2.60	22.8451	0.7615	4.0430	0.1347	0.4973
134	2.65	23.0225	0.7674	4.5124	0.1504	0.4707
135	2.70	23.2023	0.7734	4.9944	0.1664	0.4474
136	2.75	23.3838	0.7794	5.4412	0.1813	0.4287
137	2.80	23.5659	0.7855	5.8010	0.1933	0.4151
138	2.85	23.7474	0.7915	6.0292	0.2009	0.4072
139	2.90	23.9268	0.7975	6.0983	0.2032	0.4049
140	2.95	24.1023	0.8034	6.0037	0.2001	0.4081
141	3.00	24.2729	0.8091	5.7634	0.1921	0.4165
142	3.05	24.4373	0.8145	5.4113	0.1803	0.4298
143	3.10	24.5950	0.8198	4.9885	0.1662	0.4477
144	3.15	24.7458	0.8248	4.5349	0.1511	0.4695
145	3.20	24.8897	0.8296	4.0834	0.1361	0.4948
146	3.25	25.0271	0.8342	3.6574	0.1219	0.5228
147	3.30	25.1584	0.8386	3.2709	0.1090	0.5529
148	3.35	25.2841	0.8428	2.9303	0.0976	0.5841
149	3.40	25.4048	0.8468	2.6364	0.0878	0.6158
150	3.45	25.5209	0.8507	2.3866	0.0795	0.6473
151	3.50	25.6330	0.8544	2.1763	0.0725	0.6778
152	3.55	25.7415	0.8580	2.0001	0.0666	0.7070
153	3.60	25.8465	0.8615	1.8527	0.0617	0.7346
154	3.65	25.9486	0.8649	1.7291	0.0576	0.7604
155	3.70	26.0478	0.8682	1.6250	0.0541	0.7844

ตาราง 64 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	26.1443	0.8714	1.5368	0.0512	0.8066
157	3.80	26.2384	0.8746	1.4612	0.0487	0.8272
158	3.85	26.3302	0.8776	1.3958	0.0465	0.8464
159	3.90	26.4197	0.8806	1.3385	0.0446	0.8643
160	3.95	26.5071	0.8835	1.2877	0.0429	0.8812
161	4.00	26.5925	0.8864	1.2421	0.0414	0.8972

ตาราง 65 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบ
ที่ใช้ในการวิจัย ฉบับที่ 12

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
1	-4.00	10.5404	0.2635	0.0918	0.0023	3.2993
2	-3.95	10.5638	0.2641	0.0969	0.0024	3.2117
3	-3.90	10.5880	0.2647	0.1022	0.0025	3.1272
4	-3.85	10.6131	0.2653	0.1078	0.0027	3.0456
5	-3.80	10.6390	0.2659	0.1136	0.0028	2.9669
6	-3.75	10.6657	0.2666	0.1196	0.0029	2.8909
7	-3.70	10.6934	0.2673	0.1259	0.0031	2.8176
8	-3.65	10.7219	0.2680	0.1325	0.0033	2.7468
9	-3.60	10.7514	0.2687	0.1393	0.0034	2.6784
10	-3.55	10.7819	0.2695	0.1465	0.0036	2.6124
11	-3.50	10.8134	0.2703	0.1539	0.0038	2.5487
12	-3.45	10.8459	0.2711	0.1616	0.0040	2.4872
13	-3.40	10.8794	0.2719	0.1696	0.0042	2.4277
14	-3.35	10.9141	0.2728	0.1779	0.0044	2.3703
15	-3.30	10.9498	0.2737	0.1866	0.0046	2.3148
16	-3.25	10.9867	0.2746	0.1955	0.0048	2.2611
17	-3.20	11.0248	0.2756	0.2048	0.0051	2.2093
18	-3.15	11.0640	0.2766	0.2145	0.0053	2.1591
19	-3.10	11.1045	0.2776	0.2244	0.0056	2.1106
20	-3.05	11.1462	0.2786	0.2348	0.0058	2.0636
21	-3.00	11.1893	0.2797	0.2455	0.0061	2.0181
22	-2.95	11.2337	0.2808	0.2565	0.0064	1.9741
23	-2.90	11.2794	0.2819	0.2680	0.0067	1.9314
24	-2.85	11.3265	0.2831	0.2799	0.0070	1.8900
25	-2.80	11.3751	0.2843	0.2922	0.0073	1.8499

ตาราง 65 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
26	-2.75	11.4251	0.2856	0.3049	0.0076	1.8109
27	-2.70	11.4767	0.2869	0.3180	0.0079	1.7731
28	-2.65	11.5297	0.2882	0.3316	0.0082	1.7363
29	-2.60	11.5844	0.2896	0.3457	0.0086	1.7006
30	-2.55	11.6406	0.2910	0.3603	0.0090	1.6658
31	-2.50	11.6986	0.2924	0.3754	0.0093	1.6319
32	-2.45	11.7582	0.2939	0.3911	0.0097	1.5989
33	-2.40	11.8195	0.2954	0.4073	0.0101	1.5668
34	-2.35	11.8826	0.2970	0.4241	0.0106	1.5354
35	-2.30	11.9476	0.2986	0.4415	0.0110	1.5049
36	-2.25	12.0144	0.3003	0.4596	0.0114	1.4750
37	-2.20	12.0831	0.3020	0.4783	0.0119	1.4458
38	-2.15	12.1537	0.3038	0.4977	0.0124	1.4174
39	-2.10	12.2264	0.3056	0.5178	0.0129	1.3895
40	-2.05	12.3011	0.3075	0.5387	0.0134	1.3623
41	-2.00	12.3778	0.3094	0.5604	0.0140	1.3357
42	-1.95	12.4568	0.3114	0.5829	0.0145	1.3097
43	-1.90	12.5378	0.3134	0.6062	0.0151	1.2843
44	-1.85	12.6212	0.3155	0.6304	0.0157	1.2594
45	-1.80	12.7068	0.3176	0.6555	0.0163	1.2351
46	-1.75	12.7947	0.3198	0.6815	0.0170	1.2113
47	-1.70	12.8850	0.3221	0.7084	0.0177	1.1880
48	-1.65	12.9777	0.3244	0.7364	0.0184	1.1653
49	-1.60	13.0730	0.3268	0.7653	0.0191	1.1430
50	-1.55	13.1707	0.3292	0.7952	0.0198	1.1213
51	-1.50	13.2710	0.3317	0.8261	0.0206	1.1001

ตาราง 65 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
52	-1.45	13.3740	0.3343	0.8582	0.0214	1.0794
53	-1.40	13.4797	0.3369	0.8913	0.0222	1.0592
54	-1.35	13.5881	0.3397	0.9254	0.0231	1.0394
55	-1.30	13.6992	0.3424	0.9608	0.0240	1.0202
56	-1.25	13.8132	0.3453	0.9972	0.0249	1.0013
57	-1.20	13.9301	0.3482	1.0348	0.0258	0.9830
58	-1.15	14.0500	0.3512	1.0735	0.0268	0.9651
59	-1.10	14.1728	0.3543	1.1135	0.0278	0.9476
60	-1.05	14.2986	0.3574	1.1547	0.0288	0.9305
61	-1.00	14.4275	0.3606	1.1971	0.0299	0.9139
62	-0.95	14.5596	0.3639	1.2409	0.0310	0.8977
63	-0.90	14.6948	0.3673	1.2859	0.0321	0.8818
64	-0.85	14.8333	0.3708	1.3323	0.0333	0.8663
65	-0.80	14.9749	0.3743	1.3801	0.0345	0.8512
66	-0.75	15.1200	0.3780	1.4293	0.0357	0.8364
67	-0.70	15.2683	0.3817	1.4799	0.0370	0.8220
68	-0.65	15.4200	0.3855	1.5321	0.0383	0.8078
69	-0.60	15.5752	0.3893	1.5859	0.0396	0.7940
70	-0.55	15.7338	0.3933	1.6412	0.0410	0.7805
71	-0.50	15.8960	0.3974	1.6982	0.0424	0.7673
72	-0.45	16.0617	0.4015	1.7569	0.0439	0.7544
73	-0.40	16.2310	0.4057	1.8174	0.0454	0.7417
74	-0.35	16.4039	0.4101	1.8795	0.0469	0.7294
75	-0.30	16.5805	0.4145	1.9435	0.0485	0.7173
76	-0.25	16.7608	0.4190	2.0093	0.0502	0.7054
77	-0.20	16.9448	0.4236	2.0769	0.0519	0.6938

ตาราง 65 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
78	-0.15	17.1326	0.4283	2.1464	0.0536	0.6825
79	-0.10	17.3242	0.4331	2.2178	0.0554	0.6714
80	-0.05	17.5197	0.4379	2.2911	0.0572	0.6606
81	-0.00	17.7191	0.4429	2.3665	0.0591	0.6500
82	0.05	17.9224	0.4480	2.4441	0.0611	0.6396
83	0.1	18.1298	0.4532	2.5243	0.0631	0.6294
84	0.15	18.3413	0.4585	2.6074	0.0651	0.6192
85	0.20	18.5570	0.4639	2.6943	0.0673	0.6092
86	0.25	18.7769	0.4694	2.7860	0.0696	0.5991
87	0.30	19.0012	0.4750	2.8841	0.0721	0.5888
88	0.35	19.2301	0.4807	2.9909	0.0747	0.5782
89	0.40	19.4636	0.4865	3.1093	0.0777	0.5671
90	0.45	19.7019	0.4925	3.2431	0.0810	0.5552
91	0.50	19.9451	0.4986	3.3965	0.0849	0.5426
92	0.55	20.1934	0.5048	3.5740	0.0893	0.5289
93	0.60	20.4469	0.5111	3.7793	0.0944	0.5143
94	0.65	20.7055	0.5176	4.0142	0.1003	0.4991
95	0.70	20.9693	0.5242	4.2771	0.1069	0.4835
96	0.75	21.2379	0.5309	4.5615	0.1140	0.4682
97	0.80	21.5110	0.5377	4.8555	0.1213	0.4538
98	0.85	21.7880	0.5447	5.1422	0.1285	0.4409
99	0.90	22.0683	0.5517	5.4017	0.1350	0.4302
100	0.95	22.3508	0.5587	5.6149	0.1403	0.4220
101	1.0	22.6347	0.5658	5.7665	0.1441	0.4164
102	1.05	22.9190	0.5729	5.8484	0.1462	0.4135
103	1.10	23.2028	0.5800	5.8605	0.1465	0.4130

ตาราง 65 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
104	1.15	23.4853	0.5871	5.8101	0.1452	0.4148
105	1.20	23.7660	0.5941	5.7097	0.1427	0.4185
106	1.25	24.0444	0.6011	5.5740	0.1393	0.4235
107	1.30	24.3202	0.6080	5.4174	0.1354	0.4296
108	1.35	24.5933	0.6148	5.2524	0.1313	0.4363
109	1.40	24.8636	0.6215	5.0884	0.1272	0.4433
110	1.45	25.1311	0.6282	4.9318	0.1233	0.4502
111	1.50	25.3959	0.6349	4.7865	0.1196	0.4570
112	1.55	25.6581	0.6414	4.6540	0.1163	0.4635
113	1.60	25.9176	0.6479	4.5344	0.1133	0.4696
114	1.65	26.1745	0.6543	4.4268	0.1106	0.4752
115	1.70	26.4288	0.6607	4.3301	0.1082	0.4805
116	1.75	26.6806	0.6670	4.2424	0.1060	0.4855
117	1.80	26.9298	0.6732	4.1624	0.1040	0.4901
118	1.85	27.1764	0.6794	4.0884	0.1022	0.4945
119	1.90	27.4205	0.6855	4.0191	0.1004	0.4988
120	1.95	27.6618	0.6915	3.9535	0.0988	0.5029
121	2.00	27.9004	0.6975	3.8906	0.0972	0.5069
122	2.05	28.1363	0.7034	3.8297	0.0957	0.5109
123	2.10	28.3694	0.7092	3.7701	0.0942	0.5150
124	2.15	28.5996	0.7149	3.7115	0.0927	0.5190
125	2.20	28.8269	0.7206	3.6534	0.0913	0.5231
126	2.25	29.0513	0.7262	3.5957	0.0898	0.5273
127	2.30	29.2726	0.7318	3.5381	0.0884	0.5316
128	2.35	29.4910	0.7372	3.4806	0.0870	0.5360
129	2.40	29.7062	0.7426	3.4231	0.0855	0.5404

ตาราง 65 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
130	2.45	29.9184	0.7479	3.3655	0.0841	0.5451
131	2.50	30.1275	0.7531	3.3079	0.0827	0.5498
132	2.55	30.3334	0.7583	3.2503	0.0812	0.5546
133	2.60	30.5362	0.7634	3.1928	0.0798	0.5596
134	2.65	30.7358	0.7684	3.1353	0.0783	0.5647
135	2.70	30.9323	0.7733	3.0780	0.0769	0.5699
136	2.75	31.1256	0.7781	3.0208	0.0755	0.5753
137	2.80	31.3157	0.7828	2.9639	0.0741	0.5808
138	2.85	31.5027	0.7875	2.9074	0.0726	0.5864
139	2.90	31.6865	0.7921	2.8512	0.0712	0.5922
140	2.95	31.8671	0.7966	2.7954	0.0698	0.5981
141	3.00	32.0447	0.8011	2.7402	0.0685	0.6041
142	3.05	32.2191	0.8054	2.6854	0.0671	0.6102
143	3.10	32.3905	0.8097	2.6313	0.0657	0.6164
144	3.15	32.5588	0.8139	2.5778	0.0644	0.6228
145	3.20	32.7240	0.8181	2.5250	0.0631	0.6293
146	3.25	32.8863	0.8221	2.4729	0.0618	0.6359
147	3.30	33.0456	0.8261	2.4216	0.0605	0.6426
148	3.35	33.2020	0.8300	2.3710	0.0592	0.6494
149	3.40	33.3554	0.8338	2.3212	0.0580	0.6563
150	3.45	33.5060	0.8376	2.2723	0.0568	0.6633
151	3.50	33.6538	0.8413	2.2241	0.0556	0.6705
152	3.55	33.7987	0.8449	2.1769	0.0544	0.6777
153	3.60	33.9409	0.8485	2.1304	0.0532	0.6851
154	3.65	34.0804	0.8520	2.0849	0.0521	0.6925
155	3.70	34.2172	0.8554	2.0402	0.0510	0.7001

ตาราง 65 (ต่อ)

ลำดับที่	θ	$\Sigma P(\theta)$	$\Sigma P(\theta)/l$	$I(\theta)$	$I(\theta)/l$	$1/\sqrt{I(\theta)}$
156	3.75	34.3513	0.8587	1.9963	0.0499	0.7077
157	3.80	34.4829	0.8620	1.9534	0.0488	0.7154
158	3.85	34.6119	0.8653	1.9112	0.0477	0.7233
159	3.90	34.7383	0.8684	1.8699	0.0467	0.7312
160	3.95	34.8623	0.8715	1.8295	0.0457	0.7393
161	4.00	34.9838	0.8746	1.7899	0.0447	0.7474

ภาคผนวก ค

ตาราง 66 ค่าสารสนเทศและดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2
ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 3 และฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	ฉ1	ฉ2	ฉ3	ฉ1/ฉ2	ฉ1/ฉ3	ฉ2/ฉ3
-4.00	0.0656	0.0592	0.1163	1.1085	0.5643	0.5090
-3.95	0.0680	0.0610	0.1214	1.1147	0.5600	0.5024
-3.90	0.0704	0.0628	0.1266	1.1206	0.5557	0.4959
-3.85	0.0728	0.0647	0.1322	1.1260	0.5511	0.4894
-3.80	0.0754	0.0667	0.1380	1.1310	0.5464	0.4831
-3.75	0.0781	0.0687	0.1442	1.1356	0.5416	0.4769
-3.70	0.0808	0.0709	0.1506	1.1398	0.5366	0.4708
-3.65	0.0836	0.0731	0.1573	1.1435	0.5316	0.4648
-3.60	0.0865	0.0754	0.1644	1.1470	0.5265	0.4590
-3.55	0.0895	0.0779	0.1718	1.1497	0.5213	0.4534
-3.50	0.0926	0.0804	0.1795	1.1524	0.5162	0.4479
-3.45	0.0958	0.0830	0.1876	1.1544	0.5110	0.4426
-3.40	0.0991	0.0857	0.1960	1.1562	0.5058	0.4375
-3.35	0.1025	0.0886	0.2048	1.1573	0.5007	0.4326
-3.30	0.1060	0.0916	0.2140	1.1581	0.4955	0.4278
-3.25	0.1097	0.0946	0.2236	1.1586	0.4904	0.4233
-3.20	0.1134	0.0978	0.2336	1.1586	0.4854	0.4189
-3.15	0.1172	0.1012	0.2440	1.1582	0.4804	0.4147
-3.10	0.1211	0.1046	0.2548	1.1575	0.4755	0.4108
-3.05	0.1252	0.1083	0.2660	1.1562	0.4706	0.4070
-3.00	0.1293	0.1120	0.2776	1.1545	0.4659	0.4035
-2.95	0.1336	0.1159	0.2897	1.1526	0.4612	0.4001
-2.90	0.1380	0.1200	0.3022	1.1501	0.4566	0.3970
-2.85	0.1425	0.1242	0.3152	1.1474	0.4521	0.3940

ตาราง 66 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	ฉ1	ฉ2	ฉ3	ฉ1/ฉ2	ฉ1/ฉ3	ฉ2/ฉ3
-1.55	0.2979	0.3169	0.8054	0.9399	0.3698	0.3935
-1.50	0.3050	0.3297	0.8294	0.9251	0.3677	0.3975
-1.45	0.3122	0.3432	0.8536	0.9094	0.3657	0.4021
-1.40	0.3194	0.3577	0.8782	0.8928	0.3636	0.4073
-1.35	0.3266	0.3731	0.9030	0.8752	0.3616	0.4132
-1.30	0.3338	0.3898	0.9281	0.8564	0.3597	0.4200
-1.25	0.3411	0.4078	0.9534	0.8363	0.3577	0.4277
-1.20	0.3484	0.4274	0.9791	0.8150	0.3558	0.4366
-1.15	0.3556	0.4489	1.0050	0.7922	0.3539	0.4467
-1.10	0.3629	0.4726	1.0311	0.7680	0.3520	0.4583
-1.05	0.3702	0.4987	1.0576	0.7423	0.3500	0.4716
-1.00	0.3775	0.5279	1.0843	0.7151	0.3481	0.4868
-0.95	0.3847	0.5605	1.1113	0.6864	0.3462	0.5043
-0.90	0.3919	0.5971	1.1386	0.6564	0.3442	0.5244
-0.85	0.3991	0.6385	1.1662	0.6251	0.3422	0.5475
-0.80	0.4063	0.6853	1.1942	0.5928	0.3402	0.5738
-0.75	0.4134	0.7384	1.2225	0.5598	0.3381	0.6040
-0.70	0.4205	0.7988	1.2512	0.5263	0.3360	0.6384
-0.65	0.4275	0.8675	1.2802	0.4928	0.3339	0.6776
-0.60	0.4345	0.9455	1.3097	0.4595	0.3317	0.7219
-0.55	0.4414	1.0341	1.3397	0.4268	0.3294	0.7719
-0.50	0.4482	1.1345	1.3702	0.3951	0.3271	0.8279
-0.45	0.4550	1.2478	1.4012	0.3646	0.3247	0.8905
-0.40	0.4617	1.3752	1.4328	0.3357	0.3222	0.9598
-0.35	0.4684	1.5180	1.4650	0.3085	0.3197	1.0362

ตาราง 66 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ1	จ2	จ3	จ1/จ2	จ1/จ3	จ2/จ3
-0.30	0.4749	1.6772	1.4978	0.2831	0.3171	1.1197
-0.25	0.4814	1.8538	1.5314	0.2597	0.3143	1.2105
-0.20	0.4878	2.0485	1.5656	0.2381	0.3115	1.3084
-0.15	0.4941	2.2623	1.6007	0.2184	0.3087	1.4133
-0.10	0.5003	2.4957	1.6365	0.2004	0.3057	1.5250
-0.05	0.5065	2.7496	1.6731	0.1842	0.3027	1.6433
-0.00	0.5125	3.0250	1.7106	0.1694	0.2996	1.7683
0.05	0.5184	3.3229	1.7490	0.1560	0.2964	1.8999
0.1	0.5243	3.6453	1.7882	0.1438	0.2932	2.0385
0.15	0.5300	3.9943	1.8282	0.1327	0.2899	2.1848
0.20	0.5357	4.3728	1.8691	0.1225	0.2866	2.3395
0.25	0.5412	4.7838	1.9107	0.1131	0.2832	2.5036
0.30	0.5467	5.2296	1.9530	0.1045	0.2799	2.6776
0.35	0.5520	5.7105	1.9960	0.0966	0.2765	2.8609
0.40	0.5573	6.2233	2.0396	0.0895	0.2732	3.0511
0.45	0.5624	6.7588	2.0836	0.0832	0.2699	3.2437
0.50	0.5675	7.3015	2.1279	0.0777	0.2666	3.4312
0.55	0.5724	7.8288	2.1724	0.0731	0.2635	3.6037
0.60	0.5772	8.3139	2.2168	0.0694	0.2604	3.7502
0.65	0.5820	8.7290	2.2611	0.0666	0.2573	3.8604
0.70	0.5866	9.0507	2.3049	0.0648	0.2545	3.9266
0.75	0.5911	9.2636	2.3481	0.0638	0.2517	3.9450
0.80	0.5955	9.3625	2.3905	0.0636	0.2491	3.9165
0.85	0.5998	9.3520	2.4317	0.0641	0.2466	3.8457
0.90	0.6041	9.2443	2.4717	0.0653	0.2444	3.7400

ตาราง 66 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	ฉ1	ฉ2	ฉ3	ฉ1/ฉ2	ฉ1/ฉ3	ฉ2/ฉ3
0.95	0.6082	9.0564	2.5100	0.0671	0.2423	3.6080
1.0	0.6123	8.8066	2.5466	0.0695	0.2404	3.4582
1.05	0.6163	8.5127	2.5811	0.0724	0.2387	3.2980
1.10	0.6203	8.1904	2.6134	0.0757	0.2373	3.1339
1.15	0.6243	7.8531	2.6433	0.0795	0.2361	2.9708
1.20	0.6283	7.5114	2.6708	0.0836	0.2352	2.8123
1.25	0.6323	7.1736	2.6958	0.0881	0.2345	2.6610
1.30	0.6366	6.8458	2.7183	0.0929	0.2341	2.5183
1.35	0.6410	6.5326	2.7386	0.0981	0.2340	2.3853
1.40	0.6458	6.2370	2.7571	0.1035	0.2342	2.2621
1.45	0.6512	5.9612	2.7745	0.1092	0.2347	2.1485
1.50	0.6572	5.7071	2.7919	0.1151	0.2354	2.0441
1.55	0.6642	5.4766	2.8111	0.1212	0.2362	1.9481
1.60	0.6725	5.2723	2.8347	0.1275	0.2372	1.8599
1.65	0.6825	5.0981	2.8662	0.1338	0.2381	1.7787
1.70	0.6947	4.9599	2.9107	0.1400	0.2387	1.7040
1.75	0.7098	4.8654	2.9745	0.1459	0.2386	1.6357
1.80	0.7285	4.8247	3.0654	0.1510	0.2376	1.5739
1.85	0.7516	4.8485	3.1918	0.1550	0.2355	1.5190
1.90	0.7802	4.9464	3.3614	0.1577	0.2321	1.4715
1.95	0.8153	5.1232	3.5791	0.1591	0.2278	1.4313
2.00	0.8580	5.3746	3.8441	0.1596	0.2232	1.3981
2.05	0.9093	5.6837	4.1469	0.1599	0.2192	1.3705
2.10	0.9702	6.0186	4.4684	0.1612	0.2171	1.3469
2.15	1.0413	6.3357	4.7802	0.1643	0.2178	1.3254

ตาราง 66 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ1	จ2	จ3	จ1/จ2	จ1/จ3	จ2/จ3
2.20	1.1229	6.5860	5.0492	0.1705	0.2224	1.3043
2.25	1.2146	6.7254	5.2439	0.1806	0.2316	1.2825
2.30	1.3154	6.7253	5.3410	0.1956	0.2462	1.2591
2.35	1.4234	6.5780	5.3309	0.2163	0.2670	1.2339
2.40	1.5358	6.2974	5.2188	0.2438	0.2942	1.2066
2.45	1.6493	5.9136	5.0219	0.2789	0.3284	1.1775
2.50	1.7597	5.4640	4.7643	0.3220	0.3693	1.1468
2.55	1.8625	4.9859	4.4721	0.3735	0.4164	1.1148
2.60	1.9534	4.5103	4.1686	0.4331	0.4686	1.0819
2.65	2.0283	4.0596	3.8718	0.4996	0.5238	1.0485
2.70	2.0839	3.6477	3.5943	0.5713	0.5798	1.0148
2.75	2.1180	3.2809	3.3430	0.6455	0.6335	0.9814
2.80	2.1294	2.9603	3.1210	0.7193	0.6823	0.9485
2.85	2.1185	2.6835	2.9281	0.7894	0.7235	0.9164
2.90	2.0866	2.4464	2.7625	0.8529	0.7553	0.8855
2.95	2.0362	2.2440	2.6215	0.9074	0.7767	0.8560
3.00	1.9703	2.0712	2.5018	0.9512	0.7875	0.8279
3.05	1.8923	1.9233	2.4002	0.9838	0.7883	0.8013
3.10	1.8057	1.7962	2.3139	1.0053	0.7804	0.7762
3.15	1.7140	1.6861	2.2402	1.0165	0.7651	0.7526
3.20	1.6202	1.5902	2.1768	1.0188	0.7442	0.7305
3.25	1.5267	1.5058	2.1219	1.0138	0.7194	0.7096
3.30	1.4356	1.4310	2.0739	1.0032	0.6922	0.6900
3.35	1.3486	1.3641	2.0315	0.9886	0.6638	0.6714
3.40	1.2666	1.3038	1.9937	0.9714	0.6353	0.6539

ตาราง 66 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	ฉ1	ฉ2	ฉ3	ฉ1/ฉ2	ฉ1/ฉ3	ฉ2/ฉ3
3.45	1.1903	1.2489	1.9595	0.9530	0.6074	0.6373
3.50	1.1201	1.1986	1.9283	0.9345	0.5808	0.6215
3.55	1.0560	1.1522	1.8996	0.9165	0.5559	0.6065
3.60	0.9980	1.1092	1.8729	0.8996	0.5328	0.5922
3.65	0.9457	1.0691	1.8478	0.8845	0.5118	0.5786
3.70	0.8987	1.0316	1.8240	0.8712	0.4927	0.5655
3.75	0.8567	0.9962	1.8013	0.8599	0.4756	0.5530
3.80	0.8192	0.9629	1.7795	0.8508	0.4603	0.5411
3.85	0.7858	0.9313	1.7584	0.8438	0.4469	0.5296
3.90	0.7561	0.9014	1.7380	0.8388	0.4350	0.5186
3.95	0.7295	0.8729	1.7180	0.8357	0.4246	0.5080
4.00	0.7058	0.8457	1.6984	0.8345	0.4155	0.4979

ตาราง 67 ค่าสารสนเทศและดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 5
ฉบับที่ 4 กับฉบับที่ 6 และฉบับที่ 5 กับฉบับที่ 6

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	ฉ4	ฉ5	ฉ6	ฉ4/ฉ5	ฉ4/ฉ6	ฉ5/ฉ6
-4.00	0.1882	0.1730	0.5239	1.0877	0.3591	0.3302
-3.95	0.1953	0.1832	0.5414	1.0661	0.3607	0.3383
-3.90	0.2027	0.1941	0.5594	1.0444	0.3623	0.3469
-3.85	0.2103	0.2056	0.5778	1.0226	0.3640	0.3559
-3.80	0.2182	0.2180	0.5966	1.0008	0.3657	0.3654
-3.75	0.2263	0.2312	0.6159	0.9789	0.3674	0.3753
-3.70	0.2347	0.2452	0.6357	0.9572	0.3692	0.3857
-3.65	0.2434	0.2601	0.6559	0.9356	0.3711	0.3966
-3.60	0.2523	0.2760	0.6765	0.9141	0.3729	0.4080
-3.55	0.2615	0.2929	0.6976	0.8929	0.3749	0.4199
-3.50	0.2710	0.3109	0.7191	0.8719	0.3769	0.4323
-3.45	0.2809	0.3299	0.7410	0.8512	0.3790	0.4452
-3.40	0.2910	0.3502	0.7634	0.8309	0.3812	0.4587
-3.35	0.3014	0.3717	0.7862	0.8110	0.3834	0.4728
-3.30	0.3122	0.3944	0.8093	0.7915	0.3858	0.4874
-3.25	0.3233	0.4186	0.8329	0.7725	0.3882	0.5025
-3.20	0.3348	0.4441	0.8568	0.7539	0.3908	0.5183
-3.15	0.3466	0.4710	0.8811	0.7359	0.3934	0.5346
-3.10	0.3589	0.4995	0.9057	0.7184	0.3962	0.5515
-3.05	0.3715	0.5296	0.9307	0.7015	0.3991	0.5690
-3.00	0.3845	0.5612	0.9560	0.6851	0.4022	0.5870
-2.95	0.3979	0.5945	0.9816	0.6693	0.4054	0.6057
-2.90	0.4118	0.6296	1.0075	0.6542	0.4088	0.6249
-2.85	0.4262	0.6663	1.0336	0.6396	0.4123	0.6446

ตาราง 67 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ4	จ5	จ6	จ4/จ5	จ4/จ6	จ5/จ6
-2.80	0.4411	0.7049	1.0601	0.6257	0.4161	0.6650
-2.75	0.4565	0.7453	1.0867	0.6124	0.4200	0.6858
-2.70	0.4724	0.7876	1.1136	0.5998	0.4242	0.7072
-2.65	0.4890	0.8318	1.1407	0.5879	0.4286	0.7291
-2.60	0.5061	0.8778	1.1680	0.5765	0.4333	0.7516
-2.55	0.5240	0.9258	1.1954	0.5659	0.4383	0.7745
-2.50	0.5425	0.9758	1.2230	0.5559	0.4436	0.7978
-2.45	0.5618	1.0277	1.2507	0.5466	0.4491	0.8217
-2.40	0.5818	1.0815	1.2785	0.5379	0.4551	0.8459
-2.35	0.6028	1.1373	1.3064	0.5299	0.4614	0.8706
-2.30	0.6246	1.1951	1.3343	0.5226	0.4681	0.8956
-2.25	0.6474	1.2547	1.3623	0.5159	0.4752	0.9210
-2.20	0.6712	1.3163	1.3904	0.5099	0.4828	0.9467
-2.15	0.6962	1.3797	1.4184	0.5045	0.4908	0.9727
-2.10	0.7223	1.4450	1.4464	0.4998	0.4993	0.9990
-2.05	0.7496	1.5122	1.4743	0.4957	0.5084	1.0256
-2.00	0.7783	1.5811	1.5022	0.4922	0.5180	1.0524
-1.95	0.8083	1.6517	1.5300	0.4893	0.5282	1.0795
-1.90	0.8397	1.7241	1.5577	0.4870	0.5391	1.1068
-1.85	0.8726	1.7981	1.5852	0.4853	0.5505	1.1343
-1.80	0.9071	1.8738	1.6125	0.4841	0.5625	1.1620
-1.75	0.9432	1.9510	1.6396	0.4834	0.5752	1.1899
-1.70	0.9808	2.0298	1.6665	0.4832	0.5885	1.2180
-1.65	1.0201	2.1102	1.6931	0.4834	0.6025	1.2463
-1.60	1.0610	2.1919	1.7194	0.4840	0.6170	1.2748

ตาราง 67 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ4	จ5	จ6	จ4/จ5	จ4/จ6	จ5/จ6
-1.55	1.1034	2.2751	1.7453	0.4849	0.6322	1.3035
-1.50	1.1473	2.3598	1.7708	0.4862	0.6479	1.3325
-1.45	1.1927	2.4457	1.7959	0.4876	0.6641	1.3618
-1.40	1.2393	2.5331	1.8205	0.4892	0.6807	1.3914
-1.35	1.2870	2.6217	1.8446	0.4909	0.6977	1.4212
-1.30	1.3356	2.7116	1.8681	0.4925	0.7150	1.4515
-1.25	1.3850	2.8027	1.8909	0.4941	0.7324	1.4821
-1.20	1.4347	2.8950	1.9131	0.4955	0.7499	1.5132
-1.15	1.4846	2.9885	1.9346	0.4967	0.7673	1.5448
-1.10	1.5342	3.0832	1.9552	0.4976	0.7846	1.5768
-1.05	1.5832	3.1788	1.9751	0.4980	0.8015	1.6094
-1.00	1.6312	3.2755	1.9941	0.4980	0.8180	1.6426
-0.95	1.6779	3.3731	2.0121	0.4974	0.8339	1.6763
-0.90	1.7228	3.4715	2.0292	0.4962	0.8490	1.7107
-0.85	1.7655	3.5705	2.0452	0.4944	0.8632	1.7458
-0.80	1.8056	3.6702	2.0602	0.4919	0.8764	1.7814
-0.75	1.8428	3.7702	2.0740	0.4887	0.8884	1.8177
-0.70	1.8767	3.8703	2.0868	0.4848	0.8993	1.8547
-0.65	1.9070	3.9705	2.0983	0.4803	0.9088	1.8922
-0.60	1.9336	4.0703	2.1087	0.4750	0.9169	1.9302
-0.55	1.9561	4.1695	2.1178	0.4691	0.9236	1.9687
-0.50	1.9746	4.2678	2.1257	0.4626	0.9289	2.0076
-0.45	1.9888	4.3648	2.1324	0.4556	0.9326	2.0469
-0.40	1.9988	4.4600	2.1377	0.4481	0.9350	2.0863
-0.35	2.0047	4.5532	2.1419	0.4402	0.9359	2.1257

ตาราง 67 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ4	จ5	จ6	จ4/จ5	จ4/จ6	จ5/จ6
-0.30	2.0064	4.6438	2.1448	0.4320	0.9355	2.1651
-0.25	2.0043	4.7313	2.1464	0.4236	0.9338	2.2043
-0.20	1.9985	4.8154	2.1468	0.4150	0.9309	2.2430
-0.15	1.9892	4.8954	2.1460	0.4063	0.9269	2.2811
-0.10	1.9766	4.9709	2.1440	0.3976	0.9219	2.3185
-0.05	1.9611	5.0415	2.1408	0.3890	0.9160	2.3549
-0.00	1.9430	5.1066	2.1365	0.3804	0.9094	2.3901
0.05	1.9225	5.1659	2.1310	0.3721	0.9021	2.4241
0.1	1.8999	5.2190	2.1245	0.3640	0.8942	2.4565
0.15	1.8756	5.2655	2.1170	0.3562	0.8859	2.4872
0.20	1.8497	5.3052	2.1085	0.3486	0.8772	2.5161
0.25	1.8226	5.3379	2.0990	0.3414	0.8683	2.5430
0.30	1.7946	5.3634	2.0885	0.3346	0.8592	2.5679
0.35	1.7657	5.3817	2.0773	0.3281	0.8500	2.5907
0.40	1.7362	5.3927	2.0651	0.3219	0.8407	2.6112
0.45	1.7064	5.3965	2.0522	0.3162	0.8314	2.6295
0.50	1.6763	5.3933	2.0386	0.3108	0.8222	2.6455
0.55	1.6460	5.3832	2.0242	0.3057	0.8131	2.6593
0.60	1.6157	5.3663	2.0092	0.3010	0.8041	2.6708
0.65	1.5855	5.3431	1.9936	0.2967	0.7953	2.6801
0.70	1.5554	5.3138	1.9773	0.2927	0.7866	2.6873
0.75	1.5255	5.2786	1.9606	0.2890	0.7781	2.6923
0.80	1.4959	5.2379	1.9433	0.2856	0.7698	2.6953
0.85	1.4666	5.1920	1.9255	0.2824	0.7616	2.6963
0.90	1.4375	5.1413	1.9074	0.2796	0.7536	2.6954

ตาราง 67 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ4	จ5	จ6	จ4/จ5	จ4/จ6	จ5/จ6
0.95	1.4088	5.0860	1.8888	0.2770	0.7458	2.6926
1.0	1.3804	5.0264	1.8699	0.2746	0.7382	2.6880
1.05	1.3523	4.9628	1.8507	0.2725	0.7307	2.6815
1.10	1.3246	4.8954	1.8312	0.2705	0.7233	2.6733
1.15	1.2972	4.8246	1.8114	0.2688	0.7161	2.6634
1.20	1.2702	4.7504	1.7914	0.2673	0.7090	2.6517
1.25	1.2435	4.6730	1.7712	0.2661	0.7020	2.6382
1.30	1.2171	4.5927	1.7509	0.2650	0.6951	2.6230
1.35	1.1911	4.5094	1.7304	0.2641	0.6883	2.6059
1.40	1.1653	4.4235	1.7098	0.2634	0.6815	2.5871
1.45	1.1400	4.3349	1.6891	0.2629	0.6748	2.5663
1.50	1.1149	4.2438	1.6684	0.2627	0.6682	2.5435
1.55	1.0902	4.1503	1.6477	0.2626	0.6616	2.5188
1.60	1.0658	4.0544	1.6269	0.2628	0.6551	2.4920
1.65	1.0417	3.9563	1.6062	0.2633	0.6485	2.4631
1.70	1.0180	3.8561	1.5854	0.2640	0.6421	2.4321
1.75	0.9946	3.7538	1.5648	0.2649	0.6356	2.3989
1.80	0.9716	3.6497	1.5442	0.2662	0.6292	2.3635
1.85	0.9489	3.5440	1.5236	0.2677	0.6228	2.3259
1.90	0.9266	3.4368	1.5032	0.2696	0.6164	2.2862
1.95	0.9047	3.3284	1.4829	0.2718	0.6101	2.2445
2.00	0.8831	3.2190	1.4626	0.2743	0.6038	2.2007
2.05	0.8620	3.1090	1.4426	0.2772	0.5975	2.1551
2.10	0.8412	2.9987	1.4226	0.2805	0.5913	2.1078
2.15	0.8208	2.8884	1.4028	0.2841	0.5851	2.0590

ตาราง 67 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ4	จ5	จ6	จ4/จ5	จ4/จ6	จ5/จ6
2.20	0.8009	2.7786	1.3831	0.2882	0.5790	2.0088
2.25	0.7813	2.6694	1.3636	0.2927	0.5730	1.9576
2.30	0.7622	2.5615	1.3443	0.2975	0.5670	1.9054
2.35	0.7435	2.4550	1.3251	0.3028	0.5611	1.8526
2.40	0.7252	2.3503	1.3060	0.3085	0.5553	1.7995
2.45	0.7074	2.2477	1.2872	0.3147	0.5496	1.7462
2.50	0.6900	2.1475	1.2685	0.3213	0.5439	1.6929
2.55	0.6730	2.0500	1.2499	0.3283	0.5384	1.6400
2.60	0.6564	1.9553	1.2316	0.3357	0.5330	1.5876
2.65	0.6403	1.8637	1.2134	0.3436	0.5277	1.5359
2.70	0.6246	1.7752	1.1953	0.3518	0.5225	1.4851
2.75	0.6094	1.6900	1.1774	0.3605	0.5175	1.4353
2.80	0.5945	1.6082	1.1597	0.3697	0.5126	1.3866
2.85	0.5801	1.5297	1.1422	0.3792	0.5079	1.3392
2.90	0.5661	1.4546	1.1248	0.3891	0.5033	1.2932
2.95	0.5525	1.3829	1.1076	0.3995	0.4988	1.2485
3.00	0.5393	1.3144	1.0905	0.4103	0.4945	1.2053
3.05	0.5265	1.2492	1.0736	0.4215	0.4904	1.1635
3.10	0.5141	1.1871	1.0568	0.4330	0.4864	1.1233
3.15	0.5021	1.1281	1.0402	0.4450	0.4826	1.0845
3.20	0.4904	1.0721	1.0238	0.4574	0.4790	1.0472
3.25	0.4791	1.0189	1.0075	0.4702	0.4755	1.0113
3.30	0.4682	0.9684	0.9913	0.4834	0.4723	0.9769
3.35	0.4576	0.9206	0.9753	0.4971	0.4692	0.9438
3.40	0.4474	0.8752	0.9595	0.5111	0.4662	0.9121

ตาราง 67 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ4	จ5	จ6	จ4/จ5	จ4/จ6	จ5/จ6
3.45	0.4375	0.8322	0.9438	0.5256	0.4635	0.8817
3.50	0.4279	0.7915	0.9283	0.5406	0.4609	0.8526
3.55	0.4186	0.7529	0.9129	0.5560	0.4585	0.8247
3.60	0.4096	0.7163	0.8976	0.5718	0.4563	0.7980
3.65	0.4009	0.6816	0.8826	0.5882	0.4543	0.7723
3.70	0.3925	0.6488	0.8676	0.6050	0.4524	0.7478
3.75	0.3844	0.6177	0.8529	0.6223	0.4507	0.7242
3.80	0.3765	0.5882	0.8383	0.6402	0.4492	0.7016
3.85	0.3689	0.5602	0.8238	0.6585	0.4478	0.6800
3.90	0.3616	0.5337	0.8096	0.6774	0.4466	0.6593
3.95	0.3544	0.5086	0.7955	0.6969	0.4456	0.6393
4.00	0.3475	0.4848	0.7815	0.7169	0.4447	0.6203

ตาราง 68 ค่าสารสนเทศและดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 8
ฉบับที่ 7 กับฉบับที่ 9 และฉบับที่ 8 กับฉบับที่ 9

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ7	จ8	จ9	จ7/จ8	จ7/จ9	จ8/จ9
-4.00	0.0015	0.0059	0.0266	0.2563	0.0570	0.2225
-3.95	0.0016	0.0065	0.0284	0.2580	0.0589	0.2285
-3.90	0.0018	0.0071	0.0304	0.2619	0.0614	0.2344
-3.85	0.0020	0.0078	0.0325	0.2653	0.0639	0.2410
-3.80	0.0023	0.0086	0.0347	0.2682	0.0664	0.2477
-3.75	0.0025	0.0094	0.0371	0.2716	0.0692	0.2549
-3.70	0.0028	0.0103	0.0396	0.2752	0.0722	0.2623
-3.65	0.0031	0.0114	0.0422	0.2793	0.0754	0.2701
-3.60	0.0035	0.0125	0.0450	0.2842	0.0791	0.2785
-3.55	0.0039	0.0138	0.0480	0.2882	0.0827	0.2871
-3.50	0.0044	0.0151	0.0512	0.2929	0.0868	0.2962
-3.45	0.0049	0.0167	0.0546	0.2980	0.0911	0.3057
-3.40	0.0055	0.0183	0.0582	0.3035	0.0958	0.3157
-3.35	0.0062	0.0202	0.0620	0.3089	0.1008	0.3262
-3.30	0.0070	0.0222	0.0660	0.3147	0.1062	0.3373
-3.25	0.0078	0.0245	0.0702	0.3206	0.1118	0.3489
-3.20	0.0088	0.0269	0.0747	0.3269	0.1180	0.3609
-3.15	0.0099	0.0297	0.0794	0.3332	0.1245	0.3737
-3.10	0.0111	0.0327	0.0845	0.3403	0.1317	0.3869
-3.05	0.0125	0.0360	0.0898	0.3474	0.1393	0.4010
-3.00	0.0140	0.0396	0.0953	0.3549	0.1475	0.4155
-2.95	0.0158	0.0436	0.1012	0.3625	0.1561	0.4307
-2.90	0.0178	0.0480	0.1075	0.3706	0.1655	0.4466
-2.85	0.0200	0.0528	0.1140	0.3791	0.1756	0.4632

ตาราง 68 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ7	จ8	จ9	จ7/จ8	จ7/จ9	จ8/จ9
-2.80	0.0225	0.0581	0.1210	0.3880	0.1864	0.4804
-2.75	0.0254	0.0639	0.1283	0.3971	0.1979	0.4983
-2.70	0.0285	0.0703	0.1360	0.4065	0.2102	0.5171
-2.65	0.0321	0.0773	0.1441	0.4163	0.2233	0.5365
-2.60	0.0362	0.0849	0.1526	0.4266	0.2374	0.5566
-2.55	0.0408	0.0933	0.1615	0.4372	0.2525	0.5775
-2.50	0.0459	0.1024	0.1710	0.4479	0.2684	0.5992
-2.45	0.0516	0.1124	0.1809	0.4591	0.2854	0.6216
-2.40	0.0580	0.1233	0.1913	0.4705	0.3034	0.6449
-2.35	0.0652	0.1352	0.2022	0.4821	0.3225	0.6689
-2.30	0.0732	0.1482	0.2137	0.4939	0.3427	0.6938
-2.25	0.0821	0.1624	0.2257	0.5057	0.3639	0.7196
-2.20	0.0920	0.1779	0.2383	0.5176	0.3863	0.7464
-2.15	0.1031	0.1947	0.2515	0.5294	0.4098	0.7741
-2.10	0.1152	0.2130	0.2654	0.5410	0.4343	0.8028
-2.05	0.1287	0.2330	0.2799	0.5523	0.4599	0.8327
-2.00	0.1435	0.2549	0.2950	0.5631	0.4865	0.8639
-1.95	0.1597	0.2787	0.3108	0.5732	0.5139	0.8965
-1.90	0.1775	0.3047	0.3274	0.5826	0.5422	0.9307
-1.85	0.1968	0.3332	0.3447	0.5908	0.5711	0.9666
-1.80	0.2178	0.3644	0.3627	0.5978	0.6006	1.0046
-1.75	0.2405	0.3987	0.3815	0.6034	0.6306	1.0450
-1.70	0.2650	0.4364	0.4010	0.6071	0.6607	1.0881
-1.65	0.2911	0.4781	0.4214	0.6090	0.6908	1.1343
-1.60	0.3190	0.5242	0.4426	0.6086	0.7208	1.1842

ตาราง 68 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ7	จ8	จ9	จ7/จ8	จ7/จ9	จ8/จ9
-1.55	0.3487	0.5754	0.4647	0.6060	0.7503	1.2381
-1.50	0.3799	0.6324	0.4876	0.6008	0.7791	1.2968
-1.45	0.4128	0.6961	0.5115	0.5930	0.8071	1.3608
-1.40	0.4472	0.7674	0.5363	0.5827	0.8338	1.4308
-1.35	0.4829	0.8473	0.5621	0.5699	0.8591	1.5074
-1.30	0.5199	0.9372	0.5889	0.5547	0.8828	1.5913
-1.25	0.5579	1.0381	0.6168	0.5374	0.9046	1.6830
-1.20	0.5969	1.1515	0.6458	0.5184	0.9243	1.7829
-1.15	0.6367	1.2786	0.6761	0.4980	0.9418	1.8911
-1.10	0.6772	1.4207	0.7076	0.4766	0.9570	2.0077
-1.05	0.7182	1.5790	0.7405	0.4548	0.9698	2.1322
-1.00	0.7596	1.7546	0.7749	0.4329	0.9802	2.2640
-0.95	0.8016	1.9482	0.8110	0.4114	0.9884	2.4021
-0.90	0.8441	2.1606	0.8488	0.3906	0.9944	2.5453
-0.85	0.8872	2.3921	0.8886	0.3708	0.9984	2.6920
-0.80	0.9313	2.6434	0.9304	0.3523	1.0008	2.8409
-0.75	0.9767	2.9147	0.9746	0.3350	1.0020	2.9905
-0.70	1.0239	3.2072	1.0214	0.3192	1.0024	3.1399
-0.65	1.0737	3.5222	1.0710	0.3048	1.0025	3.2886
-0.60	1.1269	3.8620	1.1236	0.2918	1.0029	3.4369
-0.55	1.1846	4.2300	1.1797	0.2800	1.0041	3.5854
-0.50	1.2479	4.6301	1.2395	0.2695	1.0067	3.7352
-0.45	1.3183	5.0668	1.3034	0.2601	1.0114	3.8872
-0.40	1.3971	5.5441	1.3717	0.2520	1.0184	4.0416
-0.35	1.4859	6.0644	1.4449	0.2450	1.0283	4.1970

ตาราง 68 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ7	จ8	จ9	จ7/จ8	จ7/จ9	จ8/จ9
-0.30	1.5862	6.6267	1.5233	0.2393	1.0413	4.3502
-0.25	1.6993	7.2255	1.6073	0.2351	1.0572	4.4953
-0.20	1.8264	7.8495	1.6973	0.2326	1.0760	4.6245
-0.15	1.9682	8.4813	1.7938	0.2320	1.0972	4.7281
-0.10	2.1250	9.0980	1.8970	0.2335	1.1201	4.7959
-0.05	2.2968	9.6741	2.0073	0.2374	1.1441	4.8193
-0.00	2.4829	10.1839	2.1251	0.2438	1.1683	4.7922
0.05	2.6824	10.6060	2.2504	0.2529	1.1919	4.7128
0.1	2.8941	10.9264	2.3836	0.2648	1.2141	4.5838
0.15	3.1172	11.1401	2.5247	0.2798	1.2346	4.4123
0.20	3.3508	11.2513	2.6737	0.2978	1.2532	4.2081
0.25	3.5950	11.2717	2.8304	0.3189	1.2701	3.9823
0.30	3.8507	11.2175	2.9947	0.3432	1.2858	3.7457
0.35	4.1195	11.1064	3.1662	0.3709	1.3010	3.5078
0.40	4.4036	10.9548	3.3443	0.4019	1.3167	3.2756
0.45	4.7056	10.7766	3.5285	0.4366	1.3335	3.0541
0.50	5.0270	10.5821	3.7180	0.4750	1.3520	2.8461
0.55	5.3682	10.3783	3.9120	0.5172	1.3722	2.6529
0.60	5.7269	10.1696	4.1094	0.5631	1.3936	2.4747
0.65	6.0978	9.9584	4.3092	0.6123	1.4150	2.3109
0.70	6.4724	9.7459	4.5101	0.6641	1.4350	2.1608
0.75	6.8391	9.5326	4.7109	0.7174	1.4517	2.0234
0.80	7.1847	9.3188	4.9104	0.7709	1.4631	1.8977
0.85	7.4956	9.1049	5.1073	0.8232	1.4676	1.7827
0.90	7.7599	8.8915	5.3002	0.8727	1.4640	1.6775

ตาราง 68 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ7	จ8	จ9	จ7/จ8	จ7/จ9	จ8/จ9
0.95	7.9690	8.6791	5.4879	0.9181	1.4521	1.5814
1.0	8.1188	8.4683	5.6692	0.9587	1.4320	1.4937
1.05	8.2104	8.2601	5.8431	0.9939	1.4051	1.4136
1.10	8.2493	8.0548	6.0086	1.0241	1.3729	1.3405
1.15	8.2452	7.8531	6.1647	1.0499	1.3374	1.2738
1.20	8.2099	7.6553	6.3108	1.0724	1.3009	1.2130
1.25	8.1563	7.4616	6.4462	1.0930	1.2652	1.1575
1.30	8.0963	7.2722	6.5706	1.1133	1.2322	1.1067
1.35	8.0402	7.0868	6.6836	1.1345	1.2029	1.0603
1.40	7.9953	6.9053	6.7852	1.1578	1.1783	1.0177
1.45	7.9658	6.7277	6.8752	1.1840	1.1586	0.9785
1.50	7.9524	6.5535	6.9539	1.2134	1.1435	0.9424
1.55	7.9528	6.3827	7.0215	1.2459	1.1326	0.9090
1.60	7.9619	6.2149	7.0782	1.2810	1.1248	0.8780
1.65	7.9730	6.0501	7.1246	1.3178	1.1190	0.8491
1.70	7.9780	5.8881	7.1611	1.3549	1.1140	0.8222
1.75	7.9691	5.7287	7.1882	1.3910	1.1086	0.7969
1.80	7.9387	5.5720	7.2064	1.4247	1.1016	0.7731
1.85	7.8807	5.4177	7.2165	1.4546	1.0920	0.7507
1.90	7.7909	5.2660	7.2189	1.4794	1.0792	0.7294
1.95	7.6669	5.1168	7.2141	1.4983	1.0627	0.7092
2.00	7.5085	4.9701	7.2029	1.5107	1.0424	0.6900
2.05	7.3170	4.8259	7.1856	1.5161	1.0183	0.6716
2.10	7.0955	4.6843	7.1627	1.5147	0.9906	0.6539
2.15	6.8477	4.5452	7.1348	1.5065	0.9597	0.6370

ตาราง 68 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ7	จ8	จ9	จ7/จ8	จ7/จ9	จ8/จ9
2.20	6.5781	4.4089	7.1022	1.4920	0.9262	0.6207
2.25	6.2915	4.2752	7.0652	1.4716	0.8904	0.6051
2.30	5.9922	4.1442	7.0242	1.4459	0.8530	0.5900
2.35	5.6845	4.0161	6.9794	1.4154	0.8144	0.5754
2.40	5.3720	3.8908	6.9309	1.3807	0.7750	0.5613
2.45	5.0581	3.7683	6.8789	1.3422	0.7353	0.5478
2.50	4.7456	3.6487	6.8235	1.3006	0.6954	0.5347
2.55	4.4369	3.5319	6.7648	1.2562	0.6558	0.5221
2.60	4.1341	3.4180	6.7027	1.2095	0.6167	0.5099
2.65	3.8391	3.3068	6.6372	1.1609	0.5784	0.4982
2.70	3.5533	3.1984	6.5683	1.1109	0.5409	0.4869
2.75	3.2782	3.0927	6.4958	1.0599	0.5046	0.4761
2.80	3.0150	2.9896	6.4197	1.0085	0.4696	0.4656
2.85	2.7647	2.8890	6.3400	0.9569	0.4360	0.4556
2.90	2.5279	2.7910	6.2565	0.9057	0.4040	0.4461
2.95	2.3052	2.6953	6.1691	0.8552	0.3736	0.4369
3.00	2.0968	2.6021	6.0778	0.8058	0.3450	0.4281
3.05	1.9030	2.5111	5.9825	0.7578	0.3181	0.4197
3.10	1.7235	2.4224	5.8833	0.7114	0.2929	0.4117
3.15	1.5581	2.3360	5.7802	0.6670	0.2695	0.4041
3.20	1.4064	2.2518	5.6731	0.6245	0.2479	0.3969
3.25	1.2676	2.1698	5.5623	0.5842	0.2279	0.3901
3.30	1.1413	2.0900	5.4478	0.5461	0.2095	0.3836
3.35	1.0267	2.0123	5.3298	0.5102	0.1926	0.3775
3.40	0.9229	1.9368	5.2085	0.4765	0.1772	0.3718

ตาราง 68 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	ฉ7	ฉ8	ฉ9	ฉ7/ฉ8	ฉ7/ฉ9	ฉ8/ฉ9
3.45	0.8293	1.8634	5.0841	0.4450	0.1631	0.3665
3.50	0.7449	1.7921	4.9570	0.4157	0.1502	0.3615
3.55	0.6692	1.7229	4.8273	0.3884	0.1386	0.3569
3.60	0.6012	1.6557	4.6955	0.3631	0.1280	0.3526
3.65	0.5403	1.5906	4.5618	0.3397	0.1184	0.3486
3.70	0.4859	1.5274	4.4267	0.3181	0.1097	0.3450
3.75	0.4372	1.4661	4.2905	0.2982	0.1019	0.3417
3.80	0.3938	1.4068	4.1535	0.2799	0.0948	0.3387
3.85	0.3551	1.3492	4.0162	0.2632	0.0884	0.3359
3.90	0.3205	1.2935	3.8790	0.2478	0.0826	0.3334
3.95	0.2897	1.2394	3.7422	0.2338	0.0774	0.3312
4.00	0.2623	1.1871	3.6062	0.2209	0.0727	0.3291

ตาราง 69 ค่าสารสนเทศและดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบทดสอบฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 11
ฉบับที่ 10 กับฉบับที่ 12 และฉบับที่ 11 กับฉบับที่ 12

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	ฉบับ 10	ฉบับ 11	ฉบับ 12	ฉบับ 10/ฉบับ 11	ฉบับ 10/ฉบับ 12	ฉบับ 11/ฉบับ 12
-4.00	0.0643	0.0936	0.0918	0.6878	0.7008	1.0189
-3.95	0.0662	0.0973	0.0969	0.6806	0.6832	1.0038
-3.90	0.0681	0.1012	0.1022	0.6731	0.6662	0.9897
-3.85	0.0700	0.1052	0.1078	0.6655	0.6499	0.9764
-3.80	0.0720	0.1095	0.1136	0.6579	0.6342	0.9640
-3.75	0.0740	0.1139	0.1196	0.6501	0.6192	0.9524
-3.70	0.0761	0.1186	0.1259	0.6423	0.6048	0.9417
-3.65	0.0783	0.1235	0.1325	0.6343	0.5910	0.9317
-3.60	0.0805	0.1286	0.1393	0.6263	0.5779	0.9226
-3.55	0.0828	0.1339	0.1465	0.6183	0.5653	0.9142
-3.50	0.0851	0.1395	0.1539	0.6102	0.5532	0.9066
-3.45	0.0875	0.1454	0.1616	0.6021	0.5417	0.8997
-3.40	0.0900	0.1516	0.1696	0.5940	0.5307	0.8935
-3.35	0.0925	0.1580	0.1779	0.5858	0.5202	0.8879
-3.30	0.0952	0.1648	0.1866	0.5777	0.5101	0.8831
-3.25	0.0979	0.1718	0.1955	0.5695	0.5005	0.8788
-3.20	0.1006	0.1793	0.2048	0.5614	0.4913	0.8752
-3.15	0.1035	0.1870	0.2145	0.5533	0.4826	0.8721
-3.10	0.1064	0.1952	0.2244	0.5453	0.4742	0.8695
-3.05	0.1094	0.2037	0.2348	0.5373	0.4662	0.8676
-3.00	0.1125	0.2126	0.2455	0.5294	0.4585	0.8660
-2.95	0.1157	0.2219	0.2565	0.5216	0.4512	0.8649
-2.90	0.1190	0.2316	0.2680	0.5139	0.4441	0.8643
-2.85	0.1224	0.2418	0.2799	0.5062	0.4374	0.8640

ตาราง 69 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ10	จ11	จ12	จ10/จ11	จ10/จ12	จ11/จ12
-2.80	0.1259	0.2525	0.2922	0.4987	0.4309	0.8642
-2.75	0.1295	0.2636	0.3049	0.4912	0.4247	0.8646
-2.70	0.1332	0.2752	0.3180	0.4839	0.4188	0.8654
-2.65	0.1370	0.2873	0.3316	0.4767	0.4130	0.8664
-2.60	0.1408	0.3000	0.3457	0.4696	0.4074	0.8676
-2.55	0.1449	0.3132	0.3603	0.4626	0.4020	0.8691
-2.50	0.1490	0.3269	0.3754	0.4557	0.3968	0.8707
-2.45	0.1532	0.3412	0.3911	0.4490	0.3917	0.8724
-2.40	0.1575	0.3561	0.4073	0.4424	0.3868	0.8743
-2.35	0.1620	0.3716	0.4241	0.4358	0.3819	0.8762
-2.30	0.1665	0.3877	0.4415	0.4295	0.3772	0.8782
-2.25	0.1712	0.4045	0.4596	0.4232	0.3725	0.8801
-2.20	0.1760	0.4219	0.4783	0.4171	0.3679	0.8821
-2.15	0.1809	0.4400	0.4977	0.4111	0.3634	0.8840
-2.10	0.1859	0.4588	0.5178	0.4052	0.3590	0.8859
-2.05	0.1910	0.4783	0.5387	0.3994	0.3545	0.8877
-2.00	0.1962	0.4985	0.5604	0.3937	0.3502	0.8894
-1.95	0.2016	0.5194	0.5829	0.3881	0.3458	0.8910
-1.90	0.2070	0.5411	0.6062	0.3826	0.3415	0.8926
-1.85	0.2126	0.5636	0.6304	0.3772	0.3373	0.8940
-1.80	0.2183	0.5869	0.6555	0.3719	0.3330	0.8954
-1.75	0.2241	0.6110	0.6815	0.3667	0.3288	0.8966
-1.70	0.2300	0.6360	0.7084	0.3616	0.3246	0.8977
-1.65	0.2360	0.6619	0.7364	0.3565	0.3205	0.8988
-1.60	0.2421	0.6886	0.7653	0.3516	0.3163	0.8998

ตาราง 69 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ10	จ11	จ12	จ10/จ11	จ10/จ12	จ11/จ12
-1.55	0.2483	0.7163	0.7952	0.3466	0.3122	0.9008
-1.50	0.2546	0.7449	0.8261	0.3418	0.3082	0.9017
-1.45	0.2610	0.7746	0.8582	0.3370	0.3041	0.9026
-1.40	0.2675	0.8053	0.8913	0.3322	0.3002	0.9035
-1.35	0.2741	0.8371	0.9254	0.3275	0.2962	0.9045
-1.30	0.2808	0.8700	0.9608	0.3228	0.2923	0.9055
-1.25	0.2876	0.9042	0.9972	0.3181	0.2884	0.9067
-1.20	0.2945	0.9396	1.0348	0.3134	0.2846	0.9080
-1.15	0.3015	0.9765	1.0735	0.3088	0.2809	0.9096
-1.10	0.3086	1.0149	1.1135	0.3041	0.2771	0.9114
-1.05	0.3158	1.0549	1.1547	0.2994	0.2735	0.9135
-1.00	0.3231	1.0967	1.1971	0.2946	0.2699	0.9160
-0.95	0.3305	1.1405	1.2409	0.2898	0.2663	0.9191
-0.90	0.3380	1.1866	1.2859	0.2849	0.2629	0.9227
-0.85	0.3457	1.2351	1.3323	0.2799	0.2595	0.9270
-0.80	0.3535	1.2865	1.3801	0.2747	0.2561	0.9321
-0.75	0.3614	1.3410	1.4293	0.2695	0.2528	0.9382
-0.70	0.3695	1.3992	1.4799	0.2641	0.2497	0.9454
-0.65	0.3778	1.4614	1.5321	0.2585	0.2465	0.9538
-0.60	0.3862	1.5281	1.5859	0.2527	0.2435	0.9635
-0.55	0.3949	1.5998	1.6412	0.2468	0.2406	0.9747
-0.50	0.4039	1.6770	1.6982	0.2408	0.2378	0.9875
-0.45	0.4131	1.7603	1.7569	0.2347	0.2351	1.0019
-0.40	0.4227	1.8499	1.8174	0.2285	0.2326	1.0179
-0.35	0.4326	1.9463	1.8795	0.2223	0.2302	1.0355

ตาราง 69 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ10	จ11	จ12	จ10/จ11	จ10/จ12	จ11/จ12
-0.30	0.4430	2.0495	1.9435	0.2161	0.2279	1.0545
-0.25	0.4538	2.1595	2.0093	0.2101	0.2258	1.0747
-0.20	0.4652	2.2759	2.0769	0.2044	0.2240	1.0958
-0.15	0.4772	2.3982	2.1464	0.1989	0.2223	1.1173
-0.10	0.4899	2.5254	2.2178	0.1939	0.2208	1.1387
-0.05	0.5033	2.6562	2.2911	0.1894	0.2196	1.1593
-0.00	0.5175	2.7889	2.3665	0.1855	0.2187	1.1784
0.05	0.5327	2.9215	2.4441	0.1823	0.2179	1.1952
0.1	0.5489	3.0517	2.5243	0.1798	0.2174	1.2089
0.15	0.5661	3.1772	2.6074	0.1781	0.2171	1.2185
0.20	0.5845	3.2955	2.6943	0.1773	0.2169	1.2231
0.25	0.6041	3.4042	2.7860	0.1774	0.2168	1.2219
0.30	0.6250	3.5011	2.8841	0.1785	0.2167	1.2139
0.35	0.6472	3.5844	2.9909	0.1805	0.2163	1.1984
0.40	0.6707	3.6528	3.1093	0.1836	0.2157	1.1747
0.45	0.6954	3.7054	3.2431	0.1876	0.2144	1.1425
0.50	0.7214	3.7419	3.3965	0.1928	0.2124	1.1016
0.55	0.7486	3.7627	3.5740	0.1989	0.2094	1.0528
0.60	0.7768	3.7685	3.7793	0.2061	0.2055	0.9971
0.65	0.8059	3.7607	4.0142	0.2143	0.2007	0.9368
0.70	0.8357	3.7408	4.2771	0.2234	0.1953	0.8746
0.75	0.8658	3.7106	4.5615	0.2333	0.1898	0.8134
0.80	0.8961	3.6719	4.8555	0.2440	0.1845	0.7562
0.85	0.9263	3.6265	5.1422	0.2554	0.1801	0.7052
0.90	0.9559	3.5762	5.4017	0.2673	0.1769	0.6620

ตาราง 69 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ10	จ11	จ12	จ10/จ11	จ10/จ12	จ11/จ12
0.95	0.9847	3.5225	5.6149	0.2795	0.1753	0.6273
1.0	1.0122	3.4668	5.7665	0.2919	0.1755	0.6011
1.05	1.0381	3.4102	5.8484	0.3044	0.1775	0.5831
1.10	1.0622	3.3536	5.8605	0.3167	0.1812	0.5722
1.15	1.0839	3.2977	5.8101	0.3287	0.1865	0.5675
1.20	1.1032	3.2431	5.7097	0.3401	0.1932	0.5679
1.25	1.1197	3.1899	5.5740	0.3510	0.2008	0.5722
1.30	1.1332	3.1385	5.4174	0.3610	0.2091	0.5793
1.35	1.1438	3.0888	5.2524	0.3703	0.2177	0.5880
1.40	1.1512	3.0410	5.0884	0.3785	0.2262	0.5976
1.45	1.1556	2.9948	4.9318	0.3858	0.2343	0.6072
1.50	1.1569	2.9503	4.7865	0.3921	0.2417	0.6163
1.55	1.1554	2.9072	4.6540	0.3974	0.2482	0.6246
1.60	1.1511	2.8654	4.5344	0.4017	0.2538	0.6319
1.65	1.1444	2.8248	4.4268	0.4051	0.2585	0.6381
1.70	1.1353	2.7854	4.3301	0.4076	0.2622	0.6432
1.75	1.1243	2.7469	4.2424	0.4093	0.2650	0.6474
1.80	1.1115	2.7094	4.1624	0.4102	0.2670	0.6509
1.85	1.0973	2.6730	4.0884	0.4105	0.2684	0.6538
1.90	1.0819	2.6378	4.0191	0.4101	0.2691	0.6563
1.95	1.0656	2.6044	3.9535	0.4091	0.2695	0.6587
2.00	1.0486	2.5735	3.8906	0.4074	0.2695	0.6614
2.05	1.0313	2.5463	3.8297	0.4050	0.2692	0.6649
2.10	1.0137	2.5248	3.7701	0.4014	0.2688	0.6697
2.15	0.9960	2.5120	3.7115	0.3965	0.2683	0.6768

ตาราง 69 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ10	จ11	จ12	จ10/จ11	จ10/จ12	จ11/จ12
2.20	0.9786	2.5122	3.6534	0.3895	0.2678	0.6876
2.25	0.9613	2.5317	3.5957	0.3797	0.2673	0.7041
2.30	0.9445	2.5789	3.5381	0.3662	0.2669	0.7289
2.35	0.9282	2.6644	3.4806	0.3483	0.2666	0.7655
2.40	0.9123	2.8006	3.4231	0.3257	0.2665	0.8181
2.45	0.8971	3.0000	3.3655	0.2990	0.2665	0.8914
2.50	0.8825	3.2728	3.3079	0.2696	0.2668	0.9893
2.55	0.8686	3.6228	3.2503	0.2397	0.2672	1.1145
2.60	0.8553	4.0430	3.1928	0.2115	0.2678	1.2663
2.65	0.8426	4.5124	3.1353	0.1867	0.2687	1.4392
2.70	0.8307	4.9944	3.0780	0.1663	0.2698	1.6226
2.75	0.8193	5.4412	3.0208	0.1505	0.2712	1.8012
2.80	0.8085	5.8010	2.9639	0.1393	0.2728	1.9572
2.85	0.7984	6.0292	2.9074	0.1324	0.2746	2.0737
2.90	0.7887	6.0983	2.8512	0.1293	0.2766	2.1388
2.95	0.7796	6.0037	2.7954	0.1298	0.2789	2.1476
3.00	0.7710	5.7634	2.7402	0.1337	0.2813	2.1032
3.05	0.7628	5.4113	2.6854	0.1409	0.2840	2.0150
3.10	0.7550	4.9885	2.6313	0.1513	0.2869	1.8958
3.15	0.7476	4.5349	2.5778	0.1648	0.2900	1.7591
3.20	0.7405	4.0834	2.5250	0.1813	0.2933	1.6171
3.25	0.7338	3.6574	2.4729	0.2006	0.2967	1.4789
3.30	0.7274	3.2709	2.4216	0.2223	0.3003	1.3507
3.35	0.7212	2.9303	2.3710	0.2461	0.3041	1.2358
3.40	0.7152	2.6364	2.3212	0.2713	0.3081	1.1357

ตาราง 69 (ต่อ)

ระดับความ สามารถ	ค่าสารสนเทศ			ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์		
	จ10	จ11	จ12	จ10/จ11	จ10/จ12	จ11/จ12
3.45	0.7095	2.3866	2.2723	0.2972	0.3122	1.0503
3.50	0.7039	2.1763	2.2241	0.3234	0.3165	0.9784
3.55	0.6985	2.0001	2.1769	0.3492	0.3209	0.9187
3.60	0.6933	1.8527	2.1304	0.3742	0.3254	0.8696
3.65	0.6881	1.7291	2.0849	0.3979	0.3300	0.8293
3.70	0.6831	1.6250	2.0402	0.4203	0.3348	0.7965
3.75	0.6782	1.5368	1.9963	0.4413	0.3397	0.7697
3.80	0.6733	1.4612	1.9534	0.4608	0.3447	0.7480
3.85	0.6685	1.3958	1.9112	0.4789	0.3498	0.7303
3.90	0.6638	1.3385	1.8699	0.4959	0.3549	0.7157
3.95	0.6591	1.2877	1.8295	0.5118	0.3602	0.7038
4.00	0.6544	1.2421	1.7899	0.5268	0.3656	0.6939

ภาคผนวก ง

ที่ ทม 1007/2022

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ ๙ 10110

22 พฤษภาคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางทัศนีย์ ชาติไทย เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขา
การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ดร. ชูศักดิ์

ชัยภลชิต

ประธาน

รศ.ดร. สมบูรณ์

จิตพงศ์

กรรมการ

รศ.ดร. ไพศาล

ห้วงพานิช

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอหนังสือราชการเพื่ออำนวยความสะดวกในการขอความร่วมมือจากโรงเรียน ในสังกัดกรมสามัญศึกษา โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำแบบทดสอบ
วิชาคณิตศาสตร์ ในระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2538 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในการครั้งนี้ และขอ
ขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริญา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ศธ 0806/01982

กองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ กทม. 10300

22 พฤษภาคม 2538

เรื่อง ขอความร่วมมือในการทำวิจัย

เรียน

ด้วย นางทัศนีย์ ชาติไทย นิสิตปริญญาตรีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง "การ
ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์" ในการนี้ นิสิต
มีความประสงค์ขอความร่วมมือจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตอนแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์เพื่อ
เป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัย

กองการมัธยมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่า การทำวิจัยดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการ
ปรับปรุงการเรียนการสอนและพัฒนาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สมควรให้
การสนับสนุน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายมงคล มีสมภพ)

นักวิชาการศึกษา 7 รักษาการแทน

ผู้อำนวยการกองการมัธยมศึกษา

กลุ่มส่งเสริมมาตรฐานการศึกษา

โทร. 2828466

โทรสาร 2824096

ประกาศมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เรื่อง ผู้มีสิทธิรับทุนสนับสนุนการวิจัย "แบน-บุญมา วิรัชชัย"
ระดับปริญญาเอก ประจำปีการศึกษา 2538

ด้วยคณะกรรมการพิจารณาคัดเลือกนิสิตรับทุนสนับสนุนการวิจัย สาขาการวิจัยและ
พัฒนาหลักสูตร ได้ดำเนินการคัดเลือกนิสิตรับทุนสนับสนุนการวิจัย "แบน-บุญมา วิรัชชัย" ระดับ
ปริญญาเอก จำนวน 1 ทุน ๆ ละ 7,000 บาท ประจำปีการศึกษา 2538 ได้แก่

นางทัศนีย์ ชชาติไทย สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

ประกาศให้รับทราบโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2538

(นางสาวสมสุข ชีระนิจิตร)
รองอธิการบดีฝ่ายกิจการนิสิต ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่ วว 0708/1953

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ถนนพหลโยธิน จตุจักร กท.10900

13 มีนาคม 2539

เรื่อง แจ้งอนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2539

เรียน นางทัศนีย์ ชชาติไทย

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. งบประมาณโครงการวิจัยที่ได้รับอนุมัติทุน ฯ
 2. ระเบียบสภาวิจัยแห่งชาติ ว่าด้วย ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2536
 3. ข้อกำหนดสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ในการขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2536
 4. สัญญารับทุนอุดหนุนการวิจัย (แบบ วช.๑ ก/บ) จำนวน 2 ชุด
 5. สัญญาการยืมเงิน จำนวน 2 ชุด
 6. แบบรายงานความก้าวหน้าของการวิจัย (แบบ วช.4 ก/บ)
 7. แบบฟอร์มบทคัดย่อ (แบบ วช.6 ก/บ)
 8. แบบ วช.3 ค.

ตามที่ท่านได้เสนอโครงการวิจัยเรื่อง "การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อกำหนดความยาวของแบบทดสอบอิงเกณฑ์"

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน เพื่อขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทนักศึกษาระดับบัณฑิต ประจำปี 2539 นั้น

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้พิจารณาและอนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัยแก่ท่านจำนวน ๕๐,๐๐๐ บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) เพื่อทำการวิจัยตามโครงการดังกล่าวตลอดโครงการ มีกำหนด 1 ปี 6 เดือน นับตั้งแต่เดือน เมษายน 2539 - กันยายน 2540 โดยให้ท่านเบิกจ่ายเงินทุน ฯ ดังกล่าวเป็นงวด ๆ ดังรายละเอียดปรากฏในเอกสารตามสิ่งที่ส่งมาด้วย 1 ที่แนบ

จึงเรียนมาเพื่อทราบ หากท่านยินดียินยอมที่จะทำการวิจัยตามโครงการดังกล่าว ภายใต้วงเงินและระยะเวลาที่ได้รับอนุมัติ โปรดจัดทำ

1. สัญญาขอรับทุน (แบบ วช.1 ค/บ)
2. สัญญาการยืมเงินงวดแรก จำนวน 13,000 บาท

จำนวนอย่างละ 2 ชุด ส่งถึงฝ่ายทุนอุดหนุนการวิจัย 1 กองส่งเสริมการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ภายในวันที่ 10 เมษายน 2539 หากพ้นกำหนดระยะเวลาดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ จะถือว่าท่านสละสิทธิ์การขอรับทุนนี้

อนึ่ง สำหรับเงินทุนก้อนนี้ สำนักงาน ฯ จะดำเนินการตั้งฎีกาขอเบิกจ่ายจากกระทรวงการคลังได้ต่อเมื่อได้รับเอกสารการขอรับทุนตามที่ระบุข้างต้นจากท่านเรียบร้อยแล้ว

ขอแสดงความนับถือ

(นางจุฑามณี เอี่ยมสุพรรณ)

รองเลขาธิการ ฯ ฝ่ายสังคมศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทนเลขาธิการคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ

กองส่งเสริมการวิจัย

โทร. 5792288 (สายตรง)

5612445 ต่อ 458

โทรสาร 5790455

สำเนาส่ง คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นางทัศนีย์ ชชาติไทย (นามสกุลเดิม สุขสมบูรณ์)
ที่อยู่	72/71 ถนนประชาชื่น ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
ตำแหน่งหน้าที่	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
ที่ทำงาน	สำนักทะเบียนและวัดผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2508 ม.ศ.3 จากโรงเรียนสงวนหญิง จ.สุพรรณบุรี พ.ศ. 2512 ป.กศ.สูง จากวิทยาลัยครูสวนสุนันทา พ.ศ. 2514 กศ.บ. (คณิตศาสตร์ - ฟิสิกส์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน พ.ศ. 2518 ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2539 กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพ
ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีความยากและความยาวต่างกัน

บทคัดย่อ
ของ
ทัศน์ัย ชชาติไทย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
เมษายน 2539

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อนำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรณีที่มีความยากต่างกัน และความยาวของแบบทดสอบต่างกัน กลุ่มตัวอย่างการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1,600 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 204) จำนวน 12 ฉบับ วิเคราะห์ข้อมูลโดย 1) หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน 2) หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามวิธีการของวอร์ม 3) หาประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ 4) หาความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ตามวิธีการของฮาลาไดนาและรอยด์ 5) หาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านและที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตก ตามวิธีการของแอมเบิลตันและกรูจเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบแบบยากปานกลางความยาว 30 ข้อ มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทดสอบที่มีความยากและความยาวอื่น ๆ กล่าวคือ

1. แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีความเที่ยงตรงมากกว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ และมากกว่าแบบทดสอบแบบสลับ แบบง่าย และแบบยากมาก ที่มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

2. แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ และมากกว่าแบบทดสอบแบบสลับ แบบง่าย และแบบยากมาก ที่มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

3. แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์มากกว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ และมากกว่าแบบทดสอบแบบสลับแบบง่าย และแบบยากมาก ที่มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

4. แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ และน้อยกว่าแบบทดสอบแบบสลับ แบบง่าย และแบบยากมาก ที่มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

5. แบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 30 ข้อ มีความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากให้ผู้ไม่รอบรู้สอบผ่านและที่เกิดจากให้ผู้รอบรู้สอบตกน้อยกว่าแบบทดสอบแบบยากปานกลาง ความยาว 20 ข้อ และ 40 ข้อ และน้อยกว่าแบบทดสอบแบบสลับ แบบง่าย และแบบยากมาก ที่มีความยาว 20 ข้อ 30 ข้อ และ 40 ข้อ

AN APPLICATION OF ITEM RESPONSE THEORY TO THE STUDY OF QUALITY AND
EFFICIENCY OF THE CRITERION-REFERENCED TESTS WITH DIFFERENCES
IN DEGREE OF DIFFICULTY AND LENGTH

AN ABSTRACT

BY

TASSANEE CHATTHAI

Presented in partial fulfillment of the requirement for the Doctor
of Education degree in Curriculum Research and Development
at Srinakharinwirot University

April 1996

The purpose of this study was to investigate the quality and the efficiency of the criterion-referenced tests by the application of item response theory. The samples consisted of 1600 M.3 students studying in secondary schools under the jurisdiction of the Department of General Education in Suphanburi province. The instruments used were 12 Mathematic achievement tests. All of the tests were randomly administered to the students in the first semester of the 1995 academic year. The data were analyzed by: 1) calculating the validity according to Pearson Product Moment Correlation 2) calculating the reliability according to Warm's method. 3) calculating the relative efficiency 4) calculating the errors to examine students' ability through the use of Haladyna and Roid's methods. 5) calculating error probability in classifying the non-master passing and the master failing, through the use of Hambleton and Gruijter's methods. The major finding of this study suggested that thirty-item tests of medium difficulty are of better quality and are more efficient than any other tests under the study. Details of the findings are as follow:

1. Thirty-item tests of medium difficulty had higher validity than twenty-item and forty-item tests of the same degree of difficulty. Thirty-item tests of medium difficulty also had higher validity than twenty-item, thirty-item and forty-item tests of random difficulty, easy difficulty and hard difficulty.

2. Thirty-item tests of medium difficulty had higher reliability than twenty-item and forty-item tests of the same degree of difficulty. Thirty-item tests of medium difficulty also had higher reliability than twenty-item, thirty-item and forty-item tests of random difficulty, easy difficulty and hard difficulty.

3. Thirty-item tests of medium difficulty had higher relative efficiency than twenty-item and forty-item tests of the same degree of difficulty. Thirty-item tests of medium difficulty also had higher relative efficiency than twenty-item, thirty-item and forty-item tests of random difficulty, easy difficulty and hard difficulty.

4. Thirty-item tests of medium difficulty had less errors in determining students' ability than twenty-item and forty-item tests of the same degree of difficulty. Thirty-item tests of medium difficulty also had less errors in determining students' ability than twenty-item, thirty-item and forty-item tests of random difficulty, easy difficulty and hard difficulty.

5. Thirty-item tests of medium difficulty had lower probability of errors in classifying the non-master passing and the master failing than twenty-item and forty-item tests of the same degree of difficulty. Thirty-item tests of medium difficulty also had lower probability of errors in classifying the non-master passing and the master failing than twenty-item, thirty-item and forty-item tests of random difficulty, easy difficulty and hard difficulty.