

การศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของพาเซี่ยล เครดิต ไมเดล
(CREDIT) ระหว่างวิธีพรีออกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON)
ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสเกล

ปริญาทิพนธ์

ของ

องอาจ นัยวัฒน์

20 ต.ค. 2535

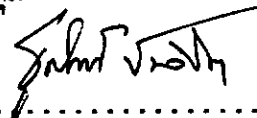
เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตร ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2535

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

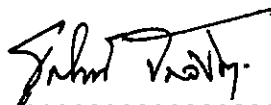
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
การวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

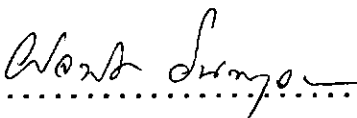

..... ประธาน
(อ.ดร. ชุตักต์ ชัมภลชิต)

ว. 50/50 กรรมการ
(อ.ดร. วัน สังข์สะอาด)

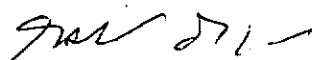
คณะกรรมการการสอบ


..... ประธาน
(อ.ดร. ชุตักต์ ชัมภลชิต)

ว. 50/50 กรรมการ
(อ.ดร. วัน สังข์สะอาด)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ.ดร. พงจิต อินทสุวรรณ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่... 6 ... เดือน... พฤษภาคม... พ.ศ. 2535...

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดเริ่มต้นมาจากทัศนะ และทฤษฎีการตอบข้อคำถาม ตลอดจนผลงานวิจัยทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการวัดเจตคติ ซึ่งนักจิตวิทยาและนักวัดผลการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้ และผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนักจิตวิทยาและนักวัดผลการศึกษาทั้งหลาย ที่ผู้วิจัยได้รับความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์มา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณของ อาจารย์ ดร. ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต และอาจารย์ ดร. วัน สังข์สะอาด กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์จิต อินทสุวรรณ กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ Professor Dr. Benjamin D. Wright และ Associate Professor Dr. John M. Linacre, MESA Psychometric Laboratory, Department of Education ; The University of Chicago, U.S.A. ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และข้อคิดเห็นอันมีคุณค่ายิ่งในการทำวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรม BIGSTEPS และการเขียนปริญญานิพนธ์แก่ผู้วิจัย ด้วยความเมตตาและเสียสละเป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณอาจารย์และข้าราชการ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ด้วยความปรารถนาดีที่มุ่งต่อผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ คณะอาจารย์ของโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งนักเรียนทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

อนึ่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการสนับสนุนเงินทุนส่วนหนึ่งจากทุนพัฒนาบุคลากรของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และทุนอุดหนุนการวิจัยของมูลนิธิมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขออ้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ตลอดจนครู อาจารย์ ผู้มีพระคุณยิ่งในฐานะผู้วางรากฐานทางการศึกษาให้แก่ผู้วิจัย

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	8
	ความสำคัญของการวิจัย	9
	ขอบเขตของการวิจัย	9
	นิยามศัพท์เฉพาะ	10
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
	สิ่งที่เกี่ยวกับเจตคติและแบบทดสอบวัดเจตคติที่สร้างตามวิธี ของลิเคิร์ท.....	16
	สิ่งที่เกี่ยวกับทฤษฎีการตอบข้อคำถาม	20
	สิ่งที่เกี่ยวกับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของพาเซียล เครดิต โมเดล	43
	การวิเคราะห์ค่าสถิติความสอดคล้องกับโมเดล	59
	ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลการประมาณค่า พารามิเตอร์ ด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอน	65
	รายละเอียดเกี่ยวกับ โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการประมาณค่า พารามิเตอร์ ของพาเซียล เครดิต โมเดล	76
	สมมติฐานของการวิจัย	77

3	วิธีดำเนินการวิจัย	80
	การดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน แบบลิเคิร์ต สเกล และการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว.....	80
	การดำเนินการเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของ ข้อความ และเจตคติของผู้ตอบ	89
4	ผลการวิจัย	101
	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว	102
	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยาก ประจักษ์ของข้อความ ด้วยวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน	105
	ผลการเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของ ผู้ตอบ และค่าความยากประจักษ์ของข้อความ ด้วยวิธีพ้อยท์ และวิธียูคอน	117
	ผลการเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า พารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน.....	129
	ผลการศึกษาค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจาก การประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน	130
	ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่า พารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจักษ์ของ ข้อความ ระหว่างวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน	136

5	สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	140
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	140
	แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย	141
	วิธีการดำเนินการวิจัย	141
	การวิเคราะห์ข้อมูล	142
	สรุปผลการวิจัย	143
	อภิปรายผลการวิจัย	144
	ข้อเสนอแนะ	149
	บรรณานุกรม	152
	ภาคผนวก	160
	ประวัติย่อของผู้วิจัย	206

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเรตติ้ง สเกล โมเดล กับ เกรด เรสพอน โมเดล	32
2	รายละเอียดจำนวนห้องเรียนและนักเรียนของโรงเรียนต่าง ๆ ที่ใช้ ในการสร้างแบบทดสอบและการวิจัย	85
3	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่ามากกว่า 1.0000	103
4	ค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ที่เป็นผลมาจากการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน	106
5	ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ ที่เป็นผล มาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน	115
6	ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็น ผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธี พหุคูณและวิธียูคอน	118
7	ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็น ผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยากประจำชั้นของ ข้อความ ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน	126
8	การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อน กำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่า ด้วยวิธี พหุคูณและวิธียูคอน	128
9	การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อน กำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ ความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน	129
10	การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าประมาณค่า พารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน	130

11	ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของผลการ ประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีพรีออกซ์เทียบกับวิธียูคอน	131
12	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของ ผู้ตอบ ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน	137
13	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก ประจำชั้นที่ 1 ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน	137
14	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก ประจำชั้นที่ 2 ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน	138
15	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก ประจำชั้นที่ 3 ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน	138
16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก ประจำชั้นที่ 4 ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน	139
17	ผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพรีออกซ์ และวิธียูคอนกับคะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา	162

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามได้ถูกต้องของ ราล์ฟ โมเดล ...	25
2	ได้งลักษณะลำดับชั้นของข้อความ ของเกรต เรสพอน โมเดล	27
3	ได้งลักษณะลำดับชั้นของข้อความ ของเวทติง สเกล โมเดล	31
4	แสดงลำดับชั้นของการตอบ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	33
5	ได้งความน่าจะเป็นในการเลือกตอบขั้นที่ 1 และ 2 ของข้อความ i	36
6	ได้งลักษณะลำดับชั้นของข้อความ ของพาเซี่ยล เครดิต โมเดล	39
7	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน .	81
8	องค์ประกอบด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อโรงเรียน	82
9	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่ามากกว่า 1.0000	104
10	ได้งอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (TCF) ที่เป็นผลมาจากการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีพรีอ็อกซ์และวิธียูคอน	134
11	ได้งประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (REC) ของการประมาณค่าวิธีพรีอ็อกซ์เทียบกับ วิธียูคอน ณ ระดับเจตคติ 0	135

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวัดผลการศึกษาและจิตวิทยาส่วนมากมักเป็นการวัดความสามารถ หรือคุณลักษณะภายใน (Latent Traits) เช่น ความสามารถในการคำนวณเลข เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ไม่อาจสังเกตหรือวัดได้โดยตรงเหมือนกับการวัดทางกายภาพ ต้องอาศัยจากการวัดทางอ้อมโดยการใช้ข้อคำถาม หรือข้อความในแบบทดสอบเป็นสื่อ กระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมออกมาภายนอกสนองตอบข้อคำถามหรือข้อความเหล่านั้น แล้วจึงอนุมานผลการตอบจากคะแนนที่ได้สรุปอ้างอิงกลับไปอธิบายคุณลักษณะที่ต้องการวัด (สงวน ลักษณะ. 2525 : 47 ; Lord. 1980 : 3) ซึ่งคุณลักษณะต่างๆ ของบุคคลที่ต้องการวัดนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมของการเรียนรู้ที่ใช้เป็นจุดมุ่งหมายของการศึกษาโดยแบ่งออกได้เป็น 3 ด้าน คือ 1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) 2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และ 3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) (Krathwohl and others. 1967 : 6-7)

เจตคติเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของการวัดทางด้านจิตพิสัย เพราะความรู้เกี่ยวกับเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ เมื่อพิจารณาพร้อมกับบรรทัดฐานของสังคม และนิสัยของบุคคลแล้วสามารถนำไปใช้ทำนายพฤติกรรมของบุคคล ในระดับความจำเพาะระดับเดียวกันต่อสิ่งที่วัดได้ (ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520 : 6-9 ; Fishbein and Ajzen. 1975 : 381-382) ดังนั้นการทราบข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติจึงเป็นประโยชน์ทั้งต่อสังคมและการศึกษา การส่งเสริมให้มีการปลูกฝังเจตคติที่ดีให้กับคนในสังคม หรือให้กับนักเรียนในโรงเรียนจึงเป็นสิ่งที่ควรกระทำ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้สอบวัดดูเจตคติของคนในสังคมว่าเป็นอย่างไร เพื่อจะได้ นำข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาให้ทันต่อเหตุการณ์ (ล้วน สายยศ. 2528 : 42) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การวัดผลพยายามหาวิธีการวัดเจตคติด้วยวิธีการต่างๆ ขึ้น อย่างไรก็ตามการวัดเจตคติของบุคคลในชั้นแรก ต้องเริ่มด้วยการใช้สื่อเร้าจากภายนอกมากระตุ้นสื่อเร้าภายในให้เกิดการคิด แล้วเปิดโอกาสให้ผู้ตอบเลือกตอบ หรือตัดสินใจตอบด้วยการพูดหรือเขียนลงในมาตราแสดงปริมาณความรู้สึก เมื่อสังเกตอาการแสดงในชั้นนี้แล้วจึงสรุปย้อนเข้าไปในลักษณะของธรรมชาติ

สิ่งแวดล้อมภายใน ซึ่งก็คือเจตคติของบุคคลที่ต้องการวัด (จรรยา สุวรรณทัต. 2528 : 11) การวัดเจตคติของบุคคลด้วยการใช้มาตรา หรือแบบทดสอบแสดงความรู้สึกนี้ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดที่ว่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดของบุคคลจะมีทิศทาง (Direction) มีระดับความเข้มข้น (Intensity) และเป็นมาตราส่วนที่ต่อเนื่อง (Attitude Continuum) เปลี่ยนแปลงไปตามความมาก น้อยบนมาตราการวัด ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้ได้นำมาใช้ในการพัฒนาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติ (Attitude Test) ตามแบบของเทอร์สไตน์ กัตต์แมนและลิเคิร์ตชั้น (สงบ. ลักษณะ. 2529 : 47) และวิธีที่นิยมนำมาใช้ในทางปฏิบัติคือแบบลิเคิร์ตสเกล เพราะแบบทดสอบที่สร้างตามวิธีการนี้ขั้นตอนไม่ยุ่งยากซับซ้อน และยังสามารนำไปปรับใช้กับการวัดคุณลักษณะจิตพิสัยด้านอื่นๆ ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2534 : 96 ; Koch. 1983 : 16 ; Gable. 1986 : 38-39 ; citing Nunnally. 1978)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแบบทดสอบวัดเจตคติที่สร้างตามวิธีการของลิเคิร์ต ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory ; CTT) จะได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานานแล้วก็ตาม แต่ปัญหาทางประการที่พบคือค่าสถิติของข้อความและของแบบทดสอบ (Item and Test Statistics) ซึ่งได้แก่ค่าประจำข้อ (Scale Value) หรือค่าความยากของข้อความ (Item Difficulty Scale) ค่าอำนาจจำแนก (Discriminant) และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability Coefficient) มักมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาได้ ทั้งนี้เพราะค่าสถิติต่างๆ ตามวิธีการวัดแบบดั้งเดิม (Traditional Psychometrics) นิยามในรูปของจำนวนที่มีการผันแปรภายในกลุ่มที่วัดเจตคติ (Engellhard. 1984 : 25) เช่น ค่าความยากของข้อคำถามจะมีค่าสูง (มีความง่ายมาก) เมื่อนำไปสอบวัดกับกลุ่มผู้ตอบที่มีความสามารถ หรือคุณลักษณะสูง แต่จะมีค่าต่ำ (มีความง่ายน้อย) เมื่อนำไปสอบวัดกับกลุ่มผู้ตอบที่มีความสามารถ หรือคุณลักษณะต่ำ ค่าอำนาจจำแนกก็จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะที่ต้องการวัดแตกต่างกันมาก (Heterogeneous) ค่าอำนาจจำแนกก็มีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันน้อย (Homogeneous) ทำให้การนำแบบทดสอบไปใช้ ทำได้ในวงจำกัดเฉพาะกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณหาค่าสถิติมาแล้วเท่านั้น (โกวิท ประวาลพุกษ์. 2525 : 55 ; Hambleton and Swaminathan. 1985 : 2) นอกจากนี้การแปลความหมายผลการสอบด้วยคะแนนดิบเป็น

ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งที่ไรท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 28-34) ชี้ให้เห็นว่า คะแนนดิบที่ได้จากการตอบแบบทดสอบไม่ใช่คะแนนในมาตราอันตรภาค (Interval Scale) ไม่สามารถแสดงความหมายของคะแนนลงบนมาตราเชิงเส้นตรง (Linear Scale) ได้ การได้คะแนนรวมเท่ากันของผู้ตอบอาจมาจากการตอบแบบทดสอบต่างข้อความกัน เป็นผลให้การแปลความหมายของคะแนนรวม ไม่สามารถอธิบายคุณลักษณะของเจตคติที่เราต้องการวัดได้อย่างชัดเจน รวมทั้งคะแนนรวมของข้อความและของผู้ตอบจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเพิ่มหรือลดของจำนวนข้อความ หรือจำนวนของผู้ตอบ โดยพบว่าเมื่อมีการลดจำนวนข้อความ จะทำให้คะแนนรวมของผู้ตอบต่ำลง หรือการนำข้อความบางรายการที่มีลักษณะเป็นการยาก ที่ผู้ตอบจะชอบต่อข้อความนั้น (Hardest-to-Like) หรือมีค่าประจำข้อ (Scale Value) ต่ำออก แล้วแทนด้วยข้อความที่มีลักษณะง่ายที่ผู้ตอบจะชอบต่อข้อความนั้น (Easy-to-Like) หรือมีค่าประจำข้อสูงด้วยจำนวนเท่ากัน จะมีผลทำให้คะแนนรวมของผู้ตอบมีค่าสูงขึ้น ทานองเดียวกันถ้าลดจำนวนผู้ตอบในกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์หลัง จะทำให้คะแนนของข้อความต่ำลง ลักษณะดังกล่าวนี้แสดงว่าตำแหน่งเจตคติของข้อความและของผู้ตอบเปลี่ยนแปลงไปบนช่วงความรู้สึกต่อเนื่องของการวัด (Attitude Continuum) สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นสืบเนื่องมาจาก ผลของการวัดยังกระทำในลักษณะที่นำเครื่องมือวัดมาพิจารณาโดยการสัมพันธ์กับผู้ถูกวัด และผู้ถูกวัดก็พิจารณาโดยการนำไปสัมพันธ์กับเครื่องมือวัด ส่งผลให้คนและข้อความเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะไปตามสิ่งที่นำไปสัมพันธ์ด้วย (สุธรรม์ จันทน์หอม. 2526 : 45)

ด้วยปัญหาที่กล่าวมาแล้ว นักวัดผลจึงได้เสนอทฤษฎีการตอบข้อความ (Item Response Theory ; IRT) ขึ้น เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาดังกล่าวที่สำคัญ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยทฤษฎีแบบดั้งเดิม ทฤษฎีนี้มีจุดเด่นคือ สามารถประมาณค่าความสามารถหรือคุณลักษณะของผู้ตอบเป็นอิสระจากชุดของข้อความ หรือข้อความที่เลือกใช้ (Sample-Free Item) และไม่ว่าจะเลือกกลุ่มตัวอย่างย่อยกลุ่มใดมาเพื่อใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความ ค่าประมาณพารามิเตอร์เหล่านั้นจะมีค่าคงที่ (Test-Free Item) ซึ่งคุณสมบัติข้อนี้เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการนำมาใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบในปัจจุบัน (ผจงจิต อินทสุวรรณ. 2525 : 66-67) และสืบเนื่องมาจากความแตกต่างทางด้านแนวคิดของบรรดานักวัดผล ที่เกี่ยวกับการใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถ (Ability) หรือ

คุณลักษณะภายในตัวบุคคล (Trait) กับพฤติกรรม การตอบสนองต่อข้อความ หรือข้อความ (Performance) ซึ่งเป็นหลักการสำคัญของทฤษฎีนี้แตกต่างกัน เป็นผลให้โมเดลที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวหลายโมเดล แต่โมเดลที่มีผู้นิยมนำมาใช้กันมากในปัจจุบันได้แก่ ราสช์ โมเดล (Rasch Model ; Rasch. 1960) เพราะโมเดลนี้มีจำนวนพารามิเตอร์ ที่ต้องประมาณค่าน้อยกว่าโมเดลอื่น ๆ ทำให้การวิเคราะห์ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน (Hambleton. 1989 : 157) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนไม่มากนัก สามารถใช้เครื่องคิดเลขคำนวณด้วยมือ (Wright and Stone. 1979 : 28-45) นอกจากนี้ ราสช์ โมเดล ยังสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ให้ค่าถูกต้องมากกว่าโมเดลแบบอื่น ๆ เมื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (van de Vijver. 1986 : 48 ; Lord. 1980 : 190) ด้วยเหตุผลดังกล่าวมา จึงทำให้การนำโมเดลนี้มาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ มีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อเทียบกับโมเดลแบบอื่น ๆ ในระยะที่ผ่านมาได้มีการนำราสช์ โมเดลและโมเดลอื่นๆ ในทฤษฎีการตอบข้อความมาประยุกต์ใช้กับการวัดพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย ในแบบทดสอบที่ให้คะแนนเป็นสองค่า (Dichotomous) ทั้งที่การวัดทางพฤติกรรมศาสตร์มิได้จำกัดอยู่เฉพาะการวัดความสามารถทางสมองประการเดียวเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการวัดเจตคติ การวัดบุคลิกภาพ หรือการวัดพฤติกรรมด้านอื่น ๆ ที่ให้คะแนนเป็นหลายค่า (Polychotomous) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ในระยะต่อมา นักวัดผลได้ปรับขยายโมเดลต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นในระยะแรก สหรับนำไปใช้วัดพฤติกรรมทางด้านคุณลักษณะจิตพิสัย เพิ่มขึ้นด้วย อาทิ โมเดลที่พัฒนาขึ้นจากราสช์ โมเดล เช่น เรตติ้ง สเกล โมเดล (Rating Scale Model ; SCALE) ของแอนดริช (Andrich. 1978) พาเชียล เครดิต โมเดล (Partial Credit Model ; CREDIT) ของมาสเตอร์ (Masters. 1982) และนอกจากนี้ยังมี เกรด เรสพอน โมเดล (Grade Response Model) ของซามิโงมา (Samejima. 1969) ซึ่งพัฒนามาจากโลจิสติก โมเดล ที่ใช้พารามิเตอร์สองตัว (Two-Logistic Model ; 2PL) ของเบิร์นบอม (Birnbbaum. 1968) เป็นต้น (Gable. 1986 : 34-35 ; Muraki. 1990 : 59) สเกล โมเดล (SCALE) และเครดิต โมเดล (CREDIT) ที่พัฒนาจากราสช์ โมเดล เหมาะอย่างยิ่งสำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับการวัดเจตคติของบุคคล (Attitude Measuring) ด้วยมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Summated Rating Scale) (Wright and Masters. 1982 : 119-151 ; Masters and Hyde. 1984 : 39-48) สเกล โมเดล ของแอนดริชและเครดิต โมเดล ของมาสเตอร์

มีรูปแบบ (Pattern) คล้ายคลึงกันมากเพราะพัฒนามาจากโมเดลหลักเดียวกัน แตกต่างกันเพียงข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับ การกำหนดระยะห่างระหว่างค่าความยากประจำขั้น (Step Difficulties) เดียวกันของข้อความแต่ละรายการในมาตราส่วนประมาณค่าที่ใช้วัดเท่านั้น กล่าวคือ สเกล โมเดล กำหนดให้มีค่าเท่ากัน ส่วนเครดิต โมเดล อาจมีระยะห่างระหว่างค่าความยากประจำขั้นดังกล่าวแปรเปลี่ยนได้ ไม่จำเป็นต้องมีค่าเท่ากันทุกข้อความเหมือนกับ สเกล โมเดล (Wright and Masters. 1982 : 40-49 ; Muller. 1987 : 165 ; Wilson. 1988 : 355) และความแตกต่างอันเนื่องมาจากการกำหนดค่าความยากนี้ส่งผลให้การประมาณค่าความยากในแต่ละขั้น (Item Step Difficulties Estimated) และค่าสถิติแสดงความสอดคล้องของข้อความกับโมเดล (Item Fit Statistics) มีค่าแตกต่างกันไป ซึ่งไรท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 145-151) พบว่า เมื่อนำโมเดลทั้งสองมาวิเคราะห์ผลการวัดเจตคติต่อความกลัวอาชญากรรม (Fear-of-Crime) ด้วยมาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ทที่มี 4 สเกล ปรากฏว่าเครดิต โมเดลอธิบายคุณลักษณะของตัวแปรที่วัดได้เป็นอย่างดีในขณะที่สเกล โมเดล ประมาณค่าความยากในขั้นที่หนึ่งต่ำกว่าค่าที่แท้จริง (Underestimates) และประมาณค่าสูงกว่าค่าที่แท้จริง (Overestimates) ในขั้นที่สองและสามตามลำดับ อย่างไรก็ตามความแตกต่างจากผลของการวิเคราะห์ดังกล่าวมีค่าไม่มากนักักวัดผลอาจเลือกโมเดลใดโมเดลหนึ่ง สำหรับนำไปใช้กับมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท แต่ถ้าต้องการความละเอียดถี่ถ้วนแล้ว เครดิต โมเดล จะประมาณค่าได้ละเอียดกว่า และนอกจากนี้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ค่าความยากของข้อความ (Item Difficulties) และระดับเจตคติของผู้ตอบ (Attitude Trait Level) ยังให้ค่าที่ใกล้เคียงกับเกรด เรสพอน โมเดล (Grade Response Model) ของดอดจ์ (Dodd. 1985 : 2075-A) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครดิต โมเดลมีประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ สามารถนำไปใช้วัดเจตคติของบุคคลได้เป็นอย่างดี

ในการนำทฤษฎีการตอบข้อคำถามไปประยุกต์ใช้ นอกจากผู้ใช้ต้องเลือกโมเดลที่เหมาะสมแล้ว วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามหรือข้อความ และคุณลักษณะภายในบุคคลที่ต้องการวัด ก็เป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของการวัดแต่ละครั้ง วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของเครดิต โมเดลมีอยู่หลายวิธี (Wright and Masters. 1982 : 80-86) แต่ที่นิยมมาใช้ในทางปฏิบัติได้แก่วิธีพร็อกซ์ (Cohen's Apporximation ; PROX) และวิธียูคอน (Unconditional Maximum Likelihood ;

UCON) ซึ่งทั้งสองวิธีมีแนวคิดหลักพื้นฐาน (Basic Conception) แตกต่างกัน กล่าวคือ วิธีพร็อกซ์ (PROX) เป็นวิธีประมาณค่าแบบง่าย ๆ วิธีการนี้เริ่มจากการแปลงคะแนนรวม (Total Scores) ของผู้ตอบแต่ละคนและของข้อความ (Activity Scores) แต่ละรายการ ที่ปรากฏบนแถวและคอลัมน์ในเมตริกซ์ข้อมูลผลการตอบของกลุ่มตัวอย่างให้อยู่ในรูปคะแนนโลจิต (Logit Scores) ทั้งนี้เพื่อให้คะแนนของบุคคลและของข้อความอยู่ในมาตราอันตรภาค (Interval Scale) เป็นหน่วยเดียวกันกับมาตราเชิงเส้น (Linear Scale) จากนั้นจึงคำนวณหาค่าเฉลี่ยคะแนนโลจิตของข้อความในแบบทดสอบ แล้วนำไปหักออกจากคะแนนโลจิตของแต่ละรายการ เพื่อแยกอิทธิพลของผู้ตอบออก และปรับขยายค่าที่คำนวณได้อีกครั้งหนึ่งเพื่อลดผลที่เกิดจากการกระจายของคะแนนข้อความและของผู้ตอบ ผลการคำนวณที่ได้นี้คือค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อความและของผู้ตอบด้วยวิธีพร็อกซ์ (PROX) ส่วนวิธียูคอน (UCON) อาศัยหลักการอนุมานเชิงสถิติ (Statistical Inference) ในรูปของการประมาณค่าด้วยวิธีแมกซิมัม โลคัลลิสต์ (Maximum Likelihood Estimation) ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญอยู่ว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ทำได้โดยการสังเกตค่าที่วัดได้จากตัวอย่างสุ่มที่เลือกมาจากการแจกแจงของประชากรฟังก์ชันความหนาแน่น (Density Function) ที่ทราบรูปแบบแต่ไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ แล้วจึงใช้โอกาสที่ได้จากการวัดหน่วยตัวอย่างต่าง ๆ ที่สุ่มมาได้ซึ่งแสดงในรูปของฟังก์ชันโลคัลลิสต์ (Likelihood Function) มาพิจารณาหาค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อความและคุณลักษณะของผู้ตอบ โดยพิจารณาเฉพาะค่าที่ทำให้ลอการิทึม (Logarithms) ของฟังก์ชันโลคัลลิสต์ มีค่าสูงที่สุด (Maximum) และตามปกติแล้วเราไม่สามารถคำนวณหาค่าประมาณนี้โดยตรงได้ต้องใช้วิธีการของ นิวตัน-ราฟสัน (Newton - Raphson) มาประมาณค่าโดยวิธีการทำซ้ำ ๆ (Iterative Procedures) จนกระทั่งค่าที่คำนวณได้มีค่าคงที่ (Stable) (สุชาติ กิระนันท์. 2530 : 77 ; Wright and Panchapakesan. 1977 : 34-37) ไรท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 61 ; Masters. 1982 : 163-166) ได้พัฒนาและขยายแนวคิดการประมาณค่าวิธีดังกล่าว ซึ่งแต่เดิมใช้กับข้อความในแบบทดสอบที่ให้คะแนนเป็นสองค่า (Dichotomous) มาใช้กับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบที่ให้คะแนนแต่ละข้อแบบมีหลายค่า (Polychotomous) ในสเกล ไมเดล และเครดิติ ไมเดล นอกจากความแตกต่างในแง่ของแนวคิดหลักพื้นฐานแล้ว วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งสองวิธียังมีความแตกต่างใน

เรื่องเวลาและค่าใช้จ่ายในการคำนวณรวมไปถึงจำนวนข้อความ และขนาดของกลุ่มผู้ตอบที่เหมาะสมในแต่ละวิธี ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้วิธีการประมาณค่าแต่ละวิธีมีจุดเด่น จุดด้อยหรือข้อจำกัดแต่ละด้านแตกต่างกันไป

จากความเป็นมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าเครดิต โมเดลเป็นโมเดลที่ใช้กับข้อคำถามหรือข้อความในแบบทดสอบที่ให้คะแนนเป็นหลายค่า และเนื่องจากโมเดลนี้พัฒนามาจาก ราชส์ โมเดล จึงทำให้มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ อาทิ ค่าพารามิเตอร์ของข้อความและของผู้ตอบสามารถแยกประมาณค่าได้อย่างเป็นอิสระจากกัน ซึ่งมีผลทำให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ดังกล่าวที่คำนวณได้จากผลรวมของจำนวนขั้น (Steps) ทั้งหมดที่ผู้ตอบเลือกตอบ (Person's Test Score ; r_n) กับจำนวนของผู้ตอบที่เลือกตอบข้อความในแต่ละขั้น (Vector of Item Counts ; S) เป็นสถิติที่พอเพียง (Sufficient statistics) (Masters. 1982 : 172-173) นอกจากนี้การวิเคราะห์ค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยเครดิต โมเดล ยังให้ค่าละเอียดและสามารถใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดไม่มาก ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดเจตคติของบุคคลด้วยลิเคิร์ตสเกล

อย่างไรก็ตามการนำเครดิต โมเดล ไปใช้ให้ได้สัมฤทธิ์ผลจะต้องเลือกใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือเป็นวิธีที่มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่าต่ำสุด ให้ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าสูง รวมทั้งมีความสะดวก และประหยัดค่าใช้จ่ายในการคำนวณ ทั้งนี้เพื่อให้การนำโมเดลนี้ไปใช้เป็นอย่างสมบูรณ์ตรงตามความมุ่งหมายและเหมาะสมกับสภาพข้อจำกัดด้านต่าง ๆ ของการประมาณค่าพารามิเตอร์แต่ละวิธี การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพร็อกซ์ (PROX) มีจุดเด่นตรงที่มีขั้นตอนการคำนวณไม่ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าข้อมูลมีจำนวนน้อยสามารถคำนวณได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ และนอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่แสดงให้เห็นถึงหลักการสำคัญต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ค่าคุณลักษณะของผู้ตอบ และค่าความยากของข้อคำถามด้วยราชส์ โมเดลได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ดังนั้นจึงทำให้การประมาณด้วยวิธีนี้มีความสะดวกต่อการนำมาใช้ในทางปฏิบัติ ส่วนการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธียูคอน (UCON) มีจุดเด่นตรงที่การนำวิธีนี้มาแก้ไขมีไลค์ลิสต์ ร่วมกับวิธีการของนิวตัน-ราฟสัน มาใช้ร่วมกันในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จึงทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความละเอียดถูกต้องสูง แต่วิธีการนี้จำเป็นต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ประมวลผลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (Mainframe) หรือถ้าเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ประมวลผลกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (IBM PC-AT Compatible) ก็ใช้ได้กับเมตริกซ์

ข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร (สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย. 2531 : 67 ; วิเศษ ชววรรณง. 2532 : 118) ดังนั้นจึงทำให้เกิดข้อจำกัดในการนำวิธีนี้ไปใช้ทำได้เฉพาะกับสถานศึกษาที่มีความพร้อมทั้งทางด้านบุคลากรที่มีความชำนาญ และเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น ไม่อาจนำไปใช้ให้แพร่หลายกับสถานศึกษาทั่วไปได้

จากความแตกต่างของการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของพาเซียล เครดิต โมเดล ระหว่างวิธีทั้งสองนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบและค่าความยากประจำชั้นของข้อความ ที่เป็นผลมาจากประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสองในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสเกล อันจะทำให้พบแนวทางในการเลือกใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสภาพของการนำทฤษฎีการตอบข้อคำถามไปประยุกต์ใช้ในการวัดเจตคติของบุคคลในสังคม นักเรียนในสถานศึกษาต่าง ๆ หรือการนำไปใช้วิเคราะห์หาคุณภาพของมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดผลของการวิจัยต่อไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของพาเซียล เครดิต โมเดล (CREDIT) ระหว่างวิธีพริกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON) ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสเกล โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีทั้งสอง
2. เพื่อเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ ความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีทั้งสอง
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีทั้งสอง
4. เพื่อศึกษาค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีทั้งสอง

5. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสอง

6. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ความยากประจำชั้น ของข้อความ ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสอง

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้จะช่วยให้ทราบว่าวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของพาเซียล เครดิต ไม่แตกต่างระหว่างวิธีพรีออกซ์ และวิธียูคอน ให้ผลสอดคล้องหรือแตกต่างกันเพียงไร ถ้าผลการศึกษาพบว่า การประมาณค่าทั้งสองวิธีมีความสอดคล้องกันมาก ก็จะทำให้สามารถ เลือกใช้วิธีการที่ง่ายต่อการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ และประหยัดค่าใช้จ่าย รวมทั้งสอดคล้อง กับสภาพการนำค่าประมาณพารามิเตอร์ไปใช้ แต่ถ้าผลการศึกษาพบว่าวิธีการประมาณค่า ดังกล่าวมีความสอดคล้องกันน้อย ก็ทำให้สามารถเลือกใช้วิธีการประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพ มากกว่า นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวกับการนำพาเซียล เครดิต ไม่เดล ไปใช้ในการวัดผลการศึกษาและจิตวิทยาในด้านอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งจะทำให้การนำทฤษฎี การตอบคำถามไปประยุกต์ใช้ทำได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง เขตคลองเตย และเขต พระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 6 โรงเรียน ทั้งหมด 82 ห้องเรียน รวมเป็นจำนวน นักเรียนทั้งหมด 3,894 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง เขตคลองเตยและ เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 500 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน โดยสร้าง ขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ท ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อความที่กล่าวหาตึงถึงโรงเรียนในแง่มุมต่าง ๆ กัน

ข้อความจากแบบทดสอบดังกล่าวนี้ ใช้เป็นสิ่งที่ให้ผู้ตอบแต่ละบุคคลแสดงความรู้สึกของตนตอบสนองต่อข้อความออกมา ตามความรู้สึกระดับต่าง ๆ 5 ระดับ คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ไม่แน่ใจ เห็นด้วย และเห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

4.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพาเซียล เครดิต โมเดล ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล ซึ่งมี 2 วิธี ดังนี้

4.1.1 วิธีพรีอ็อกซ์ (PROX)

4.1.2 วิธียูคอน (UCON)

4.2 ตัวแปรตาม แบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้

4.2.1 ประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยากประจำชั้นของข้อความและเจตคติของผู้ตอบ ของพาเซียล เครดิต โมเดล ระหว่างวิธีพรีอ็อกซ์ และวิธียูคอน ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับย่อย คือ

4.2.1.1 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่า (RMSE)

4.2.1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า

4.2.1.3 ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ

4.2.2 ความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพาเซียล เครดิต โมเดล ระหว่างวิธีพรีอ็อกซ์และวิธียูคอน ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระดับย่อย คือ

4.2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าเจตคติของผู้ตอบ

4.2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความยากประจำชั้นของข้อความ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผู้ตอบ หมายถึง นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างซึ่งสุ่มมาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 สังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง เขตคลองเตยและเขต พระโขนง กรุงเทพมหานคร

2. พาเชียล เครดิต โมเดล (Partial Credit Model) หรือเรียกสั้นๆ ว่า เครดิต โมเดล (CREDIT) หมายถึง โมเดลทางคณิตศาสตร์ที่มาสเตอร์ (Masters. 1982) พัฒนาขึ้นจากราสช์ โมเดล (Rasch. 1960) เพื่อใช้วัดคุณลักษณะของบุคคลที่มีพฤติกรรมการตอบสนองต่อข้อความในแบบทดสอบ เป็นแบบลำดับขั้น (Order Response Categories) ซึ่งโมเดลดังกล่าวนี้นิยามอยู่ในรูปของความน่าจะเป็น (P_{nix} or π_{nix}) ที่ใช้อธิบายฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบสนองต่อข้อความ ที่มีค่าความยากประจำข้อแฝงอยู่ (δ_{ij}) กับระดับคุณลักษณะจริงที่แฝงอยู่ภายในบุคคล (β_n) ซึ่งเราต้องการวัด

3. โค้งลักษณะลำดับขั้นของข้อความ (Operating Characteristic Curves ; OCCs หรือ Category Probability Curves) หมายถึง กราฟของฟังก์ชันการตอบสนองต่อข้อความ ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับคุณลักษณะของผู้ตอบ กับความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบ ซึ่งมีคุณลักษณะระดับนั้น จะเลือกตอบในแต่ละลำดับขั้น ของข้อความรายการหนึ่ง ๆ

4. ระดับคุณลักษณะ (Traits ; β or θ) หมายถึง ระดับเจตคติต่อโรงเรียน ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งวัดในหน่วยของคะแนนโลจิท (Logits) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 สำหรับในการศึกษาครั้งนี้แบ่งช่วงของเจตคติออกเป็น 3 ระดับ คือ

4.1 $\theta < -2.00$ ระดับต่ำ

4.2 $-2.00 \leq \theta \leq 2.00$ ระดับปานกลาง

4.3 $\theta > 2.00$ ระดับสูง

5. ค่าความยากประจำขั้นของข้อความ (Item step difficulties ; δ_{ij} or b_{xj}) หมายถึง ระดับคุณลักษณะของผู้ตอบ ณ จุดตัด (Intersection) ของโค้งลักษณะลำดับขั้นของข้อความ (OCCs) ที่ผู้ตอบซึ่งมีคุณลักษณะระดับนั้นมีความน่าจะเป็น ที่จะเลือกตอบ ส่องต่อข้อความในลำดับขั้นนั้น มากกว่าอีกลำดับขั้นหนึ่งที่ต่ำกว่า (เมื่อกำหนดให้ค่าความยาก ประจำขั้นเริ่มแรกของข้อความทุกรายการมีค่าเป็น 0 ; ดังรูปหน้า 39)

6. วิธีพรีอ็อกซ์ (Cohen's Approximation ; PROX) หมายถึง การประมาณค่า พารามิเตอร์ของข้อความและเจตคติของผู้ตอบ ของพาเชียล เครดิต โมเดล โดยอาศัยวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ของไคเอน ที่นำมาปรับปรุงโดยไรท์ และมาสเตอร์ ซึ่งการประมาณค่า วิธีดังกล่าวนี้สามารถวิเคราะห์ผลได้ด้วยการใช้ โปรแกรม BIGSTEPS (Wright and Linacre. 1991) เนื่องจาก โปรแกรมนี้ใช้วิธีพรีอ็อกซ์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

7. วิธียูคอน (Unconditional Maximum Likelihood ; UCON) หมายถึง วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความ และเจตคติของผู้ตอบของพหุเชิงวัด เครดิต ไม่เดล ที่อาศัยวิธีแมกซิมัม โลคัลลิสต์ ร่วมกับวิธีการของนิวตัน-ราฟสัน มาใช้ในการประมาณค่าซึ่งการประมาณค่าวิธีดังกล่าวนี้สามารถวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป BIGSTEPS (Wright and Linacre. 1991) เนื่องจากโปรแกรมนี้ใช้วิธียูคอนในการประมาณค่าพารามิเตอร์

8. ประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ หมายถึง คุณสมบัติทางสถิติของวิธีการที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความ และเจตคติของผู้ตอบ ซึ่งได้แก่วิธีพริกซ์ และวิธียูคอน โดยพิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้

8.1 เกณฑ์ภายใน หมายถึง ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่า (Root Mean Square Error ; RMSE) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า (Relative Efficiency of Estimators ; RE)

8.2 เกณฑ์ภายนอก หมายถึง ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า

9. ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่า (RMSE) หมายถึง ค่าบ่งชี้ความสอดคล้องของผลการตอบสนองต่อข้อความ ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล ระหว่างผลการตอบที่ปรากฏจริง (Observed Response) กับผลการตอบคาดหวัง (Expected Response) ของพหุเชิงวัด เครดิต ไม่เดล

10. ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า (Concurrent Validity) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเจตคติต่อโรงเรียนของผู้ตอบ ที่ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพริกซ์ หรือวิธียูคอนจากผลการตอบข้อความในแบบทดสอบ กับผลที่ได้จากการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งใช้เป็นคะแนนเกณฑ์ในการพิจารณา

11. ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อความ (Item Information Function) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำ (Precision) ในการประมาณค่าคุณลักษณะจริงของผู้ตอบ จากผลการตอบสนองในแต่ละลำดับขั้นของข้อความรายการหนึ่ง ๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของอัตราส่วนของกำลังสอง ของความชันโค้งแสดงลักษณะลำดับขั้นของข้อความ (OCCs) ต่อค่าความแปรปรวนของข้อความรายการนั้น

12. ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (Test Information Function) หมายถึง ผลรวมของค่าอินฟอร์เมชันของข้อความทุกข รายการในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล ที่มีลำดับชั้นการตอบสนอง 5 ชั้น คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (0) ไม่เห็นด้วย (1) ไม่แน่ใจ (2) เห็นด้วย (3) และเห็นด้วยอย่างยิ่ง (4) ตามลำดับ

13. ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า (Relative Efficiency of Estimators) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพหุคูณ เทียบกับวิธียูคอน ณ ที่ระดับเจตคติ 0

14. เจตคติต่อโรงเรียน หมายถึง ท่าที หรือความรู้สึกของนักเรียนแต่ละคนที่มีต่อองค์ประกอบของโรงเรียนในด้าน สภาพของโรงเรียน กิจกรรม ครู เพื่อนในชั้นเรียน และการศึกษา ซึ่งความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่างๆ เหล่านี้รวมกัน จะก่อให้เกิดเป็นแนวโน้มที่พร้อมจะตอบสนองต่อโรงเรียนในลักษณะใด ลักษณะหนึ่ง อาจเข้าหาโรงเรียนเมื่อเกิดความรู้สึกชอบ หรือถอยหนีโรงเรียนเมื่อเกิดความรู้สึกไม่ชอบ สำหรับองค์ประกอบของโรงเรียนที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกของนักเรียน สามารถแยกนิยามได้ตามความหมายเฉพาะด้านดังนี้

14.1 เจตคติต่อสภาพของโรงเรียน หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อสภาพของโรงเรียนโดยทั่ว ๆ ไป ในด้านลักษณะแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ท่าเลที่ตั้ง ขนาดอาณาบริเวณ บรรยากาศภายในโรงเรียนและบริเวณข้างเคียง อาคารสถานที่ ฯลฯ และด้านการบริหารงานของโรงเรียน ได้แก่ การบริหารงานด้านวิชาการ ปกครอง และด้านบริการต่าง ๆ

14.2 เจตคติต่อกิจกรรม หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่องาน หรือกิจกรรมด้านต่าง ๆ ทั้งในหลักสูตรและเสริมหลักสูตร ที่โรงเรียนเรียนได้จัดขึ้นภายใน หรือภายนอกโรงเรียน ได้แก่ การเรียนตามรายวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตร การอยู่ค่ายพักแรม การแข่งขันกีฬา การร่วมพิธีแห่เทียนเข้าพรรษา การทำงานที่ครูมอบหมาย (การบ้าน รายงาน ฯลฯ) เป็นต้น

14.3 เจตคติต่อครู หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการสอน การปกครอง และบุคลิกภาพ ของครู เช่น ความเมตตา กรุณา ความยุติธรรม ความรับผิดชอบ ต่อหน้าที่ การรับฟังความคิดเห็น การเป็นแบบอย่างที่ดี การให้ความใกล้ชิดกับนักเรียน เป็นต้น

14.4 เจตคติต่อเพื่อนในชั้นเรียน หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อเพื่อนในชั้นเรียนเดียวกัน ในลักษณะความสัมพันธ์ของการเป็นเพื่อนที่ดีต่อกัน เช่น ความห่วงใย ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความมั่นใจ ความปรารถนาดี การให้ความช่วยเหลือ เป็นต้น

14.5 เจตคติต่อการศึกษา หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่องานศึกษาในด้านของการเห็นคุณค่า หรือประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาหาความรู้ภายในโรงเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. สัมพันธ์เกี่ยวกับเจตคติ และแบบทดสอบวัดเจตคติที่สร้างตามวิธีของลิเคิร์ต
2. สัมพันธ์เกี่ยวกับทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
 - 2.1 แนวคิดหลักพื้นฐานของทฤษฎีโดยทั่วไป
 - 2.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
 - 2.3 โมเดลของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
 - 2.3.1 โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นสองค่า
 - 2.3.2 โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นหลายค่า

และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.3.3 โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนต่อเนื่อง
3. สัมพันธ์เกี่ยวกับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพหุเชิงเส้น เครดิต โมเดล
 - 3.1 วิธีพรีออกซ์ (PROX)
 - 3.2 วิธียูคอน (UCON)
4. การวิเคราะห์ค่าสถิติความสอดคล้องกับโมเดล
 - 4.1 ค่าความสอดคล้องของข้อความกับโมเดล (Item Fit)
 - 4.2 ค่าความสอดคล้องในการตอบของผู้ตอบกับโมเดล (Person Fit)
5. ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน
6. รายละเอียดเกี่ยวกับ โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพหุเชิงเส้น เครดิต โมเดล

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ และแบบทดสอบวัดเจตคติที่สร้างตามวิธีของลิเคิร์ท

ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของคำว่า "เจตคติ" (Attitude) ไว้หลายอย่าง อาทิ เชดคักต์ ไมวาลินส์ (2520 : 38) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ และ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมหรือแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งอาจเป็นในทางสนับสนุนหรือคัดค้านก็ได้

ส.วาสนา ประมวลพจนานุกรม (2524 : 1) ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่าเป็นความ พร้อมหรือความไม่เต็มใจที่บุคคลจะแสดงปฏิกิริยาออกมา ต่อสิ่งเร้าหนึ่งๆ อย่างค่อนข้างคงที่ และการแสดงออกนั้นจะไม่ปรากฏให้เห็น ถ้าไม่มีสิ่งเร้าเกิดขึ้น

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ (2534 : 88) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติหมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งจะแสดงออกมาให้เห็น ได้จากคำพูดหรือ พฤติกรรม ซึ่งคนแต่ละคนมี เจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมักน้อยแตกต่างกัน

โรคีส (Rokeach. 1970 : 112) ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึงการ ผสมผสานหรือการจัดระเบียบของความเชื่อที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ผลรวมของความเชื่อดังกล่าวนั้น จะเป็นตัวกำหนดความเต็มใจของบุคคลที่จะมี ปฏิริยาตอบสนองในลักษณะชอบหรือไม่ชอบ

ครูช (Cruze. 1974 : 187) ให้ความหมายไว้ว่า เจตคติหมายถึงความรู้สึก เอนเอียงของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่คนเราได้รับ

แอนเดอร์สัน (Gable. 1986 : 6 ; citing Anderson. 1981 : 33) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึกโดยทั่วไป ที่มีระดับของความเข้ม (Intensity) ปานกลางต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Object) ที่เป็นเป้าหมาย (Target) ซึ่งอาจ เป็นไปในลักษณะชอบหรือไม่ชอบอย่างใดอย่างหนึ่ง อันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ การเรียนรู้ที่ต่อเนื่องกัน ไปในขณะนั้น

จากคำจำกัดความที่กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึงความรู้สึกนึกคิดของ บุคคล ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยมีแนวโน้มที่พร้อมจะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ถ้าเป็นทางบวกก็มีแนวโน้มเข้าหาสิ่งนั้น ในทางตรงข้ามถ้าเป็นทางลบก็มีแนวโน้มที่จะถอยหนี สิ่งเร้านั้น

1. หลักของการวัดเจตคติ

เมื่อเราสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติซึ่งประกอบไปด้วยข้อความหลายๆ รายการ เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกตอบสนองในลักษณะเห็นด้วย (Favorable) หรือไม่เห็นด้วย (Unfavorable) กับข้อความแล้ว หลักสำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณาในการสร้างและการประเมินผลของการวัดคือ 1) ความเป็นมิติเดียวกัน (Unidimensionality) หรือความเป็นอย่างเดียวกัน (Homogeneity) หมายความว่าแบบทดสอบวัดสิ่งเดียวกันเท่าที่จะทำได้ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการใช้เทคนิค การศึกษาความสัมพันธ์ร่วม (Correlation Technique) เพื่อดูว่าข้อความรายการต่างๆ รวมกลุ่มกันอย่างไร 2) ความเป็นเส้นตรง (Linearity) และความมีช่วงเท่ากันหรือดูเหมือนว่าจะมีช่วงเท่ากัน (Equal Interval or Equal - Appearing Intervals) กล่าวคือเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถจัดเรียงตำแหน่งคะแนนเส้นตรงเดียวกัน โดยมีระบบการให้คะแนนที่หน่วย แต่ละหน่วยมีช่วงเท่ากัน ทั้งนี้เพื่อความสามารถในการเปรียบเทียบเจตคติของผู้ที่เราต้องการวัด 3) ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความสอดคล้องกันของผลการวัดจากแบบทดสอบเดียวกันที่วัดในเวลาใกล้เคียงกัน 4) ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถวัดผลได้ในสิ่งที่ต้องการจะวัด และ 5) ความสามารถในการสร้างขึ้นมาใหม่ (Reproducibility) ในที่นี้หมายถึง เมื่อได้คะแนนของการวัดแล้ว หากวิธีการวัดที่ใช้มีระบบดี ผู้สร้างแบบทดสอบสามารถทำนายได้ว่าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนั้น มาจากการตอบข้อความได้อย่างไร (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2534 : 94-96)

2. การวัดเจตคติด้วยลิเคิร์ตสเกล

การวัดเจตคติตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert's Type Attitude Testing) เป็นที่รู้จักและนำมาใช้ในทางปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายมากที่สุดวิธีการหนึ่ง (Andrich. 1978a : 84 ; Koch. 1983 : 16 ; Gable. 1986 : 38 ; citing Nunnally. 1978) โดยมีชื่อเรียกต่างๆ กันไป อาทิ ลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) ซัมเมเทต เรตติ้ง สเกล (Summated Rating Scale) หรือ วิธีการแบบโพสเตอร์ออริ (Posteriori Approach) เป็นต้น แม้ว่าวิธีการนี้จะขาดคุณสมบัติที่ดีที่มีอยู่ในการวัดตามวิธีการอื่นๆ อยู่บ้างก็ตาม แต่ก็เป็นที่นิยมนำมาใช้เพราะสามารถสร้างได้ง่าย มีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก รวมทั้งกระบวนการวัดก็ไม่มีมากมายเช่นวิธีการวัดแบบอื่น ๆ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2534 : 96-100 ;

Edwards. 1957 : 168) แบบวัดที่สร้างตามวิธีนี้ประกอบด้วยข้อความ (Attitude Statement) ที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่เราต้องการศึกษาหรือที่เรียกว่า Psychological Objects จำนวนหลาย ๆ รายการเพื่อให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกตอบสนองต่อข้อความเหล่านั้น ในทางเลือกระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับเห็นด้วยมากที่สุด (Strongly Agree) จนถึงเห็นด้วยน้อยที่สุด (Strongly Disagree) เช่นถ้าข้อความมีทางเลือก 5 ทาง ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่งจากลำดับชั้นความรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ ถ้าตอบเห็นด้วยอย่างยิ่ง จะได้ 5 คะแนน เห็นด้วยได้ 4 คะแนน ไม่แน่ใจได้ 3 คะแนน ไม่เห็นด้วยได้ 2 คะแนน และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งได้ 1 คะแนน หรือในทางกลับกัน อาจให้คะแนนในลักษณะเป็นตรงกันข้าม ถ้าข้อความที่ถามเป็นลักษณะทางลบ (Negative Statements)

3. ลักษณะของข้อความโดยทั่วไปที่ใช้ในการวัดเจตคติ

การเขียนข้อความเกี่ยวกับวัดเจตคติ จะทำหลังจากที่ได้ตัดสินใจเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไปของเจตคติที่เราต้องการวัด ว่าควรเป็นเช่นไรก่อนแล้วจึงค่อยรวบรวมข้อความรายการต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้วัด โดยจะต้องคัดเลือกข้อความที่ดีและเหมาะสม ซึ่ง ลิเคิร์ต (Fishbien. 1967 : 90-91 ; citing Likert. 1932) ได้เสนอแนวทางไว้ดังนี้

3.1 ข้อความทั้งหมดจำเป็นต้องเป็นพฤติกรรมที่สื่อแสดงถึงความปรารถนา และไม่ใช่ข้อความที่มีลักษณะเป็นข้อเท็จจริง ดังนั้นข้อความที่ใช้จะต้องเกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก ความหวัง ความปรารถนา เป็นต้น

3.2 ควรเป็นข้อความที่ถามตรงไปตรงมา รวบรัด ชัดเจน ตลอดจนใช้ศัพท์ง่าย ๆ ไม่เป็นข้อความที่ใช้คำปฏิเสธซ้อน หรือถ้อยคำที่จะก่อให้เกิดความสับสนแก่ผู้ตอบ

3.3 ข้อความที่ใช้ควรครอบคลุมช่วงของเจตคติ (Attitude continuum) ที่เราต้องการวัด โดยจะต้องไม่เป็นข้อความที่ผู้ตอบเลือกตอบสนองในปลายข้างใดข้างหนึ่งของทางเลือก หรือในกรณีที่มีรายการของข้อความจำนวนครั้งหนึ่ง ในแบบทดสอบที่อยู่บนปลายของช่วงเจตคติทางด้านซ้ายหรือด้านที่สูงขึ้น (ในด้านเห็นด้วยอย่างยิ่ง) ส่วนรายการที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งอยู่ที่ปลายทางด้านขวาหรือด้านที่ต่ำลง (ในด้านไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ข้อความ

ที่มีลักษณะเป็นอย่างนี้ ผู้สร้างแบบทดสอบไม่ควรละเลย จะต้องทำให้ข้อความที่วัดเจตคติเหล่านี้กระจายอยู่ทั่วทั้งช่วงของเจตคติ สำหรับในประเด็นนี้ สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ (2534 : 93) เห็นว่า ผู้สร้างแบบทดสอบจะต้องพยายามเลือกข้อความรายการต่าง ๆ ให้ได้สมดุลกัน กล่าวคือ ให้ได้จำนวนใกล้เคียงกันในแต่ละด้านหรือมิติ (Dimension) ของเจตคตินั้น และจะต้องให้ครอบคลุมปลายสุดทั้งสองข้างของเจตคติในสัดส่วนที่เท่า ๆ กัน ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้ถือว่าเป็นหลักการสำคัญอย่างยิ่งของการวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท เพื่อให้ข้อความตามรายการต่าง ๆ ในแบบทดสอบมีลักษณะเป็นตัวแทนที่ดี

4. การวิเคราะห์รายข้อแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสเกล

เมื่อผู้สร้างแบบทดสอบ ได้รวบรวมข้อความและกำหนดหลักเกณฑ์ของการให้คะแนน แต่ละรายการแล้วจึงนำไปทดสอบ กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากที่สุดกับกลุ่มที่เราต้องการศึกษา (คนละกลุ่มกับที่เราต้องการศึกษา) ทั้งนี้เพื่อทดสอบดูว่าสามารถใช้กับประชากรที่เราต้องการศึกษาได้ดีเพียงใด จากนั้นจึงทำการคัดเลือกข้อความโดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนแต่ละข้อความ กับคะแนนรวมทั้งฉบับว่ามีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้าสอดคล้องกันก็แสดงว่าข้อความนั้นใช้ได้ แต่ถ้าไม่สอดคล้อง กล่าวคือ สหสัมพันธ์มีค่าน้อยมากหรือเป็นศูนย์ ก็ตัดข้อความนั้นทิ้งไป เพราะว่าไม่สามารถวัดสิ่งที่ข้อความอื่น ๆ ในแบบทดสอบฉบับเดียวกันวัด การทดสอบความสอดคล้องกันของคะแนนแต่ละข้อความ กับคะแนนรวมนอกจากจะเป็นการทดสอบ ความเหมาะสมแล้วยังเป็นการทดสอบความเป็นมิติเดียวกัน (Unidimensionality) ของรายการต่าง ๆ ในแบบทดสอบวัดเจตคติอีกด้วย (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2534 : 99)

อนึ่งในทางปฏิบัติการคัดเลือกข้อความดังกล่าวยังสามารถพิจารณาได้จากค่าสถิติ (t-test) โดยทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง และกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ โดยใช้เกณฑ์การแบ่ง 25 % ของผู้ตอบทั้งหมด ข้อความที่ได้รับการคัดเลือกโดยปกติ มักจะใช้ค่าตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป (Edwards. 1957 : 152-153)

5. ความหมายของเจตคติต่อโรงเรียนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากคำจำกัดความเจตคติที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้นแล้วนั้น หากนำมาอธิบายความหมายเจตคติของนักเรียนที่มีต่อโรงเรียน จึงหมายถึงท่าที หรือความรู้สึกของนักเรียนแต่ละคนที่มีต่อ

โรงเรียนในด้านต่าง ๆ อย่างใด อย่างหนึ่งซึ่งมีแนวโน้มที่พร้อมจะตอบสนองในลักษณะเข้าหาโรงเรียนเมื่อเกิดความรู้สึกชอบหรือมีแนวโน้มที่พร้อมจะตอบสนองในลักษณะถอยหนีโรงเรียนเมื่อเกิดความรู้สึกไม่ชอบ สำหรับองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของโรงเรียนที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกของนักเรียน วีเวอร์ (Shaw and Wright. 1967 : 502 ; citing Weaver. 1959) ได้กล่าวว่าประกอบไปด้วยลักษณะด้านต่าง ๆ ของระบบการให้การศึกษา อาทิ ครู ห้องเรียน ห้องประชุม การเรียนการสอน ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียน และด้านอื่น ๆ ส่วน มาสเตอร์และไฮด์ (Masters and Hyde. 1984 : 40) อธิบายว่าเจตคติที่มีต่อโรงเรียนของนักเรียนประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 5 ด้าน คือ 1) ลักษณะของโรงเรียนโดยทั่ว ๆ ไป อาจเป็นลักษณะแวดล้อมทางด้านกายภาพ และการบริหารงานของโรงเรียน 2) กิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในโรงเรียน เช่น ข้อความที่ว่า ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาสังคมศึกษา 3) การเห็นคุณค่าของการศึกษาหาความรู้ในโรงเรียน เช่น ข้อความที่ว่า การเรียนการสละค่าช่วยให้ข้าพเจ้าอ่านและเขียนหนังสือได้ 4) ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และ 5) ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อน ๆ ร่วมชั้นเรียน

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

1. แนวคิดหลักพื้นฐานของทฤษฎีโดยทั่วไป

ทฤษฎีการตอบข้อคำถามเป็นทฤษฎีที่มุ่งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถ (Ability) หรือคุณลักษณะ (Traits) ที่ซ่อนเร้นอยู่ภายในบุคคล ซึ่งไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง (Unobservable) กับความน่าจะเป็นของการตอบแบบทดสอบ (Test Performance) หรือคะแนน (Score) ที่เราสามารถวัดหรือสังเกตได้ (Observable) (Lord and Novick. 1968 : 358 ; Hambleton and Swaminathan. 1985 : 9) และจากความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ ก่อให้เกิดผลการศึกษา จึงได้พยายามกำหนดให้ออกมาเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Function) ที่มีชื่อเรียกว่าฟังก์ชันลักษณะข้อคำถาม (Item Response Function ; IRF) หรือโค้งลักษณะข้อคำถาม (Item Characteristic Curve ; ICC) (พจนจิต อินทสุวรรณ. 2525 : 55 ; Warm. 1978 : 42) ฟังก์ชันดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นถึงโอกาสในการตอบข้อคำถามได้อย่างถูกต้องของผู้สอบ ที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนมาตราวัดความสามารถ (Ability scale) กล่าวคือผู้ตอบ

ที่มีความสามารถสูงย่อมมีโอกาสในการตอบข้อคำถามได้ถูกต้องสูงกว่า ผู้ที่มีความสามารถต่ำกว่า (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 13)

อนึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของผลการตอบข้อคำถาม หรือคะแนนของผู้สอบ (Test Performance or Score) กับปริมาณความสามารถของผู้สอบ (Ability) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์โดยทั่วไปอย่างง่าย ๆ ได้ดังนี้ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2525 : 3)

$$P = f(\theta)$$

เมื่อ P แทน ผลการสอบ (Performance)

θ แทน ความสามารถ (Ability or Trait)

f แทน ความสัมพันธ์ (function)

จากความสัมพันธ์ เป็นความสัมพันธ์ในรูปทั่ว ๆ ไปเท่านั้น ยังไม่จำเพาะเจาะจงนักว่าผลการศึกษจะต้องหาโมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ที่เหมาะสมเพื่อแทนฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่าง P และ θ จึงต้องอาศัยการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นต่าง ๆ เพื่อให้ความสัมพันธ์มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ดังที่จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

2. ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

ข้อตกลงเบื้องต้นทั่ว ๆ ไป เพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่าง P และ θ มีดังนี้

2.1 ความเป็นมิติเดียว (Unidimension) หมายความว่าถ้าความสามารถของคนมีอยู่ทั้งหมด K ด้าน ซึ่งลักษณะทั้งหมดเหล่านี้รวมเรียกว่า ลาเท็นสเปซ (Latent space) โดยที่ความสามารถแต่ละด้านล้วนส่งผลต่อการตอบข้อคำถาม ถ้าคะแนนที่ได้จากรับการตอบข้อคำถามสามารถอธิบายได้ด้วยความสามารถด้านเดียวก็พอเพียงแล้ว เราเรียกเงื่อนไขลักษณะเช่นนี้ว่า ความเป็นมิติเดียว โดยทั่วไปแล้ว ข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้มีลักษณะไม่เข้มงวดมากจนเกินไปนัก ขอเพียงให้มีความสามารถหรือลักษณะเด่นที่จะวัดในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง (Dominant Factor) เพียงลักษณะเดียวที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตอบข้อคำถาม ก็ถือว่าใช้ได้แล้ว (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 16-17) สำหรับวิธีการตรวจสอบว่าแบบทดสอบวัดในมิติเดียวหรือไม่ สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) แล้วสังเกตค่าไอเกน (Eigen Value) ขององค์ประกอบที่มีค่าสูงที่สุดว่าแตกต่างจากค่าอื่น ๆ อย่างชัดเจนหรือไม่ ในขณะที่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่เหลือทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกัน (Warm. 1978 : 104 ; Lord. 1980 : 21)

2.2 ความเป็นอิสระเฉพาะที่ (Local Independence) หมายถึง โอกาสในการตอบข้อคำถามได้อย่างถูกต้องของผู้ตอบ จากการตอบข้อคำถามแต่ละข้อในแบบทดสอบที่เป็นอิสระจากกัน กล่าวคือ การตอบข้อคำถามข้อใดข้อหนึ่งถูกหรือผิด ไม่มีผลต่อการตอบข้อคำถามข้ออื่น ๆ หรือผู้ตอบคนหนึ่งจะตอบข้อคำถามข้อใดข้อหนึ่งโดยเป็นอิสระในเชิงสถิติจากการตอบข้ออื่น ๆ ในแบบทดสอบฉบับเดียวกัน (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 23-24) , ส่วนความหมายในเชิงคณิตศาสตร์ของข้อตกลงเบื้องต้นนี้ หมายถึงความน่าจะเป็น หรือ โอกาส (Probability) ของความสำเร็จในทุกข้อ เท่ากับผลคูณของความน่าจะเป็นของความสำเร็จในแต่ละข้อแยกกัน เช่นกรณีที่มีคำถาม 2 ข้อ ข้อคำถาม 2 ข้อนี้ ไม่มีความสัมพันธ์กันเมื่อกำหนดความสามารถคงที่ จะสามารถแสดงด้วยสมการ $P(U_i = 1, U_j = 0) = P(U_i = 1/0) P(U_j = 1/0)$ เมื่อกำหนดความสามารถระดับหนึ่งให้ (ผจงจิต อินทสุวรรณ. 2525 : 56 ; Lord. 1980 : 19) ส่วนการตรวจสอบความเป็นอิสระเฉพาะที่นั้น นักวัดผลการศึกษาหลายคนมีความเห็นตรงกันว่า ถ้าแบบทดสอบมีความเป็นมิติเดียวกันแล้ว แบบทดสอบจะมีความเป็นอิสระเฉพาะที่โดยอัตโนมัติด้วย (Warm. 1978 : 107 ; Lord. 1980 : 19)

2.3 โค้งลักษณะข้อคำถาม (Item Characteristic Curve ; ICC) โค้งลักษณะของข้อคำถาม หรือฟังก์ชันแสดงลักษณะข้อคำถาม (Item Characteristic Function or Item Response Function ; IRF) เป็นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็น หรือโอกาสในการตอบข้อคำถามข้อนั้น ได้ถูกต้องกับระดับความสามารถที่วัดได้ โดยใช้ชุดของข้อคำถามหรือแบบทดสอบข้อนั้น และจากโค้งลักษณะของข้อคำถามจะเห็นว่า โอกาสที่ผู้ตอบจะตอบข้อคำถามถูก (Probability) จะขึ้นอยู่กับโค้งลักษณะของข้อคำถาม (ICC) ในแต่ละโมเดลที่เลือกใช้ (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 25-26) โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อของนักวัดผลแต่ละคน ที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็น หรือ โอกาสในการตอบข้อคำถาม ได้อย่างถูกต้องกับระดับความสามารถที่วัดได้ โดยชุดของข้อคำถามหรือแบบทดสอบนั้น ในลักษณะต่าง ๆ กัน

3. โมเดลของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม (Item Response Model)

จากข้อตกลงเบื้องต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้เกิดโมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถแยกออกตามลักษณะของข้อมูลผลการตอบ (Nature of the Data) ได้ 3 ประเภทดังนี้ (Hambleton and Swaminathan.

1985 : 35)

3.1 โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นสองค่า

โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นคะแนนเป็นสองค่า (Binary Item or Dichotomous) เป็นโมเดลที่ใช้กับข้อคำถามในแบบทดสอบที่ให้คะแนนในแต่ละข้อเป็นสองค่า นั่นคือ ถ้าตอบถูกให้คะแนน 1 และถ้าตอบผิดให้คะแนน 0 ซึ่งประกอบไปด้วยโมเดลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1.1 นอร์มัล ออจีฟ โมเดล (Normal Ogive Model) โมเดลนี้ ลอว์เลย์ (Lawley) เป็นผู้พัฒนาขึ้นในราวปี ค.ศ. 1943-1944 (Lord and Novick. 1968 : 369 ; citing Lawley. 1943, 1944) แต่เนื่องจากโมเดลที่ลอว์เลย์พัฒนาขึ้นมีข้อจำกัดหลายประการ ต่อมาลอร์ดได้ศึกษาและนำมาปรับปรุงโมเดลนี้รวมทั้งพัฒนาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลและนำไปประยุกต์ใช้กับข้อคำถามที่ให้คะแนนเป็นสองค่า (Binary Item) โดยในครั้งแรกได้ใช้กับโมเดลแบบมีพารามิเตอร์จำนวนสองตัว (Two - Parameter Normal Ogive Model ; 2PL) (Lord and Novick. 1968 : 366)

3.1.2 โลจิสติก โมเดล (Logistic Model) เป็นโมเดลที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้แทนนอร์มัล ออจีฟ โมเดล ทั้งนี้เพราะโมเดลทั้งสองมีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่โลจิสติก โมเดลสามารถคำนวณได้ง่ายกว่า ดังนั้นในทางปฏิบัติโมเดลนี้จึงได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในทางปฏิบัติแพร่หลายกว่าโมเดลแบบแรก ผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาโมเดลนี้คือเบิร์นบอม (Birnbbaum) โดยในระยะแรกได้พัฒนาโมเดลที่มีพารามิเตอร์สองตัว (Two - Parameter Logistic Model) ซึ่งได้แก่พารามิเตอร์ค่าความยาก (b) และค่าอำนาจจำแนก (a) ต่อมาเบิร์นบอมได้เพิ่มพารามิเตอร์ค่าการตอบถูกโดยการเดา (c) เข้าไปในโลจิสติก โมเดลเดิมอีกตัวหนึ่ง จึงกลายเป็นแบบมีพารามิเตอร์สามตัว (Three - Parameter Logistic Model ; 3PL) และถ้ากำหนดให้พารามิเตอร์ค่าความยาก และพารามิเตอร์ค่าอำนาจจำแนก มีค่าคงที่แล้ว ก็จะได้โมเดลที่มีพารามิเตอร์หนึ่งตัว (One - Parameter Logistic Model ; 1PL) ตามลำดับ ซึ่งโมเดลโลจิสติกที่มีพารามิเตอร์หนึ่งตัวนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับราล์ฟ โมเดล (Rasch Model) โดยที่โมเดลทั้งสองพัฒนาขึ้นอย่างเป็นอิสระจากกัน

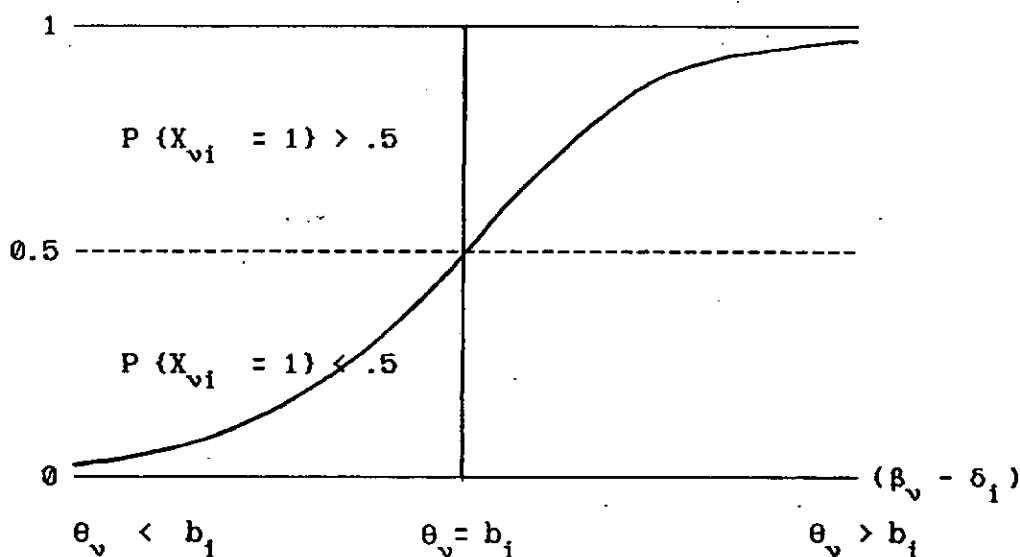
3.1.3 ราล์ฟ โมเดล (Rasch Model) เป็นโมเดลที่พัฒนาขึ้นโดย นักคณิตศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ชื่อจอร์จ ราล์ฟ (George Rasch) ในระหว่างปี ค.ศ. 1951 ถึง 1960 โมเดลนี้เกิดจากแนวคิดหลักพื้นฐานที่ว่าผู้ตอบมีความสามารถหรือคุณลักษณะ (Ability or Traits ; β_v) ในระดับหนึ่งแฝงอยู่ และข้อคำถามในแบบทดสอบก็มีความยากประจำข้อ (Difficulty ; δ_i) แฝงอยู่ ดังนั้นพฤติกรรมการตอบข้อคำถามจึงขึ้นอยู่กับความแตกต่าง ระหว่างความสามารถหรือคุณลักษณะของผู้ตอบ (β_v) กับความยากของข้อคำถาม (δ_i) ถ้า ความสามารถมากกว่าความยากของข้อคำถาม ($\beta_v - \delta_i > 0$) ความน่าจะเป็น หรือโอกาส (Probability) ที่ผู้ตอบจะตอบข้อคำถามถูกก็ยิ่งมีมากกว่า 0.5 แต่ถ้าความสามารถของ ผู้ตอบมีน้อยกว่าความยากของข้อคำถาม ($\beta_v - \delta_i < 0$) โอกาสการตอบข้อคำถามถูกย่อม มีน้อยกว่า 0.5 และประการสุดท้ายถ้าผู้ตอบมีความสามารถพอ ๆ กับความยากของข้อคำถาม ($\beta_v - \delta_i = 0$) โอกาสตอบข้อคำถามถูกก็จะเป็นครึ่งต่อครึ่ง (สุธรรม์ จันทน์หอม. 2526 : 60 ; Wright and Stone. 1979 : 12) จากแนวคิดดังกล่าวนี้สามารถแทน ได้ด้วยโมเดลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ (Wright and Stone. 1979 : 15)

$$P (X_{vi} = 1 \mid \beta_v , \delta_i) = \frac{\exp (\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp (\beta_v - \delta_i)}$$

เมื่อ $P (X_{vi} = 1 \mid \beta_v , \delta_i)$ แทน โอกาสที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ β_v จะตอบข้อคำถามข้อที่ i ได้ ถูกต้อง ($X_{vi} = 1$)

β_v แทน ค่าความสามารถของผู้ตอบคนที่ v

δ_i แทน ค่าความยากของข้อคำถามข้อที่ i



ภาพประกอบ 1 แสดงความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามได้ถูกต้องของ ราสช์ โมเดล

ราสช์ โมเดล เป็นโมเดลที่มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้กันมากเพราะโมเดลนี้มีจุดเด่นสามประการคือ (Hambleton, 1989 : 157 ; citing Rasch, 1960,1966)

ประการแรก โมเดลมีจำนวนของพารามิเตอร์ในข้อคำถามน้อยกว่าโมเดลอื่น ๆ จึงทำให้ง่ายต่อการนำมาใช้งาน

ประการที่สอง มีปัญหาอันเกิดจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามน้อยกว่าการใช้โมเดลแบบอื่น ๆ

ประการที่สาม มีคุณสมบัติในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม (Item Parameter) และค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้ตอบ (Person Parameter) แยกเป็นอิสระจากกันอย่างสมบูรณ์ ซึ่งราสช์เรียกคุณสมบัตินี้ว่า Specific Objectivity

3.2 โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นหลายค่าและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นหลายค่า (Multicategory scoring or Polychotomous) โมเดลประเภทนี้ ใช้กับข้อคำถามในแบบทดสอบที่ให้คะแนนเป็นแบบลำดับขั้น เช่นแบบทดสอบวัดเจตคติ (Attitude Test) แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality Test) เป็นต้น โมเดลที่จัดอยู่ในประเภทนี้ได้แก่เกรด เรสพอน โมเดล (Grade Response Model) เรตติง สเกล โมเดล (Rating Scale Model) และพหุเชิงวัด เครดิต โมเดล

(Partial Credit Model) เป็นต้น โมเดลเหล่านี้มีพื้นฐานของแนวคิดมาจากการพัฒนาโมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นสองค่า (Dichotomous) ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

3.2.1 เกรด เรสพอน โมเดล (Grade Response Model)

โมเดลนี้มีแนวคิดหลักพื้นฐานมาจากการขยายโมเดลแบบพารามิเตอร์สองตัว (2PL) ทั้งแบบโลจิสติก (Logistic) โมเดลและแบบนอร์มัล ออจีฟ (Normal Ogive) โมเดล โดย ซามิโวจิมา (Samejima) เป็นผู้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1969 (Koch. 1983 : 17 ; Hambleton and Swaminathan. 1985 : 51 ; Thissen and Steinberg. 1986 : 569) ด้วยการพัฒนาขึ้น โดยมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการตอบสนองต่อข้อคำถาม หรือข้อความ i ของผู้ตอบ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น m_{i+1} ลำดับชั้น (Categories) และให้คะแนนแต่ละระดับ (x_i) เป็น $0, 1, \dots, m_i$ ตามลำดับ ดังนั้นการตอบสนองแต่ละลำดับชั้นของข้อความ (x_i) ของผู้ตอบแต่ละคน จากการตอบข้อความทั้งหมด n รายการ สามารถแทนด้วยเวกเตอร์ของจำนวนเต็ม คือ $V = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ความน่าจะเป็นในการตอบข้อความ หรือข้อความแต่ละรายการสำหรับผู้ตอบแต่ละคนจากตอบในลำดับชั้นใด ๆ คือ $P_{x_i}(\theta)$ ของเกรด เรสพอน โมเดล สามารถเขียนแทนด้วยสมการดังนี้

$$P_{x_i}(\theta) = P_{x_i}^*(\theta) - P_{(x_i+1)}^*(\theta)$$

(Hambleton and Swaminathan. 1985 : 51)

เมื่อ $P_{x_i}^*(\theta)$ หมายถึงโอกาสของผู้ตอบแต่ละคน ซึ่งมีคุณลักษณะภายใน θ

จะได้คะแนนในลำดับชั้นหนึ่ง ๆ หรือสูงกว่า ของข้อความรายการที่ i โดยเขียนแทนด้วยสมการต่อไปนี้ (Dodd and others. 1989 : 130-131)

$$P_{x_i}^*(\theta) = \frac{\exp(Da_i(\theta - b_{x_i}))}{1 + \exp(Da_i(\theta - b_{x_i}))}$$

เมื่อ D แทน ค่าคงที่ (Scaling Constant) เพื่อปรับ ได้ังลักษณะของข้อ
คำถามของโมเดลโลจิสติกและโมเดลนอร์มัล ออไฟฟ์ ให้มีค่า
ใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.7

a_i แทน ค่าอำนาจจำแนก (Discriminant) ของข้อความรายการที่ i

θ แทน คุณลักษณะภายในของผู้ตอบ

b_{x_i} แทน ค่าความยาก (Difficulty Level) ของข้อความรายการที่ i
ในชั้นที่ x_i เมื่อ $x_i = 0, 1, \dots, m_i$

อนึ่งในการนำเกรด เรสพอน โมเดล ไปประยุกต์ใช้ส่วนมากมักกำหนดให้ค่า
อำนาจจำแนกภายในแต่ละลำดับชั้น ($x_i = 0, 1, \dots, m_i$) ของข้อความรายการใด ๆ หรือ
ความชันของ Trace Lines ทั้งหมดใน $P_{x_i}^*(\theta)$ มีค่าเท่ากัน

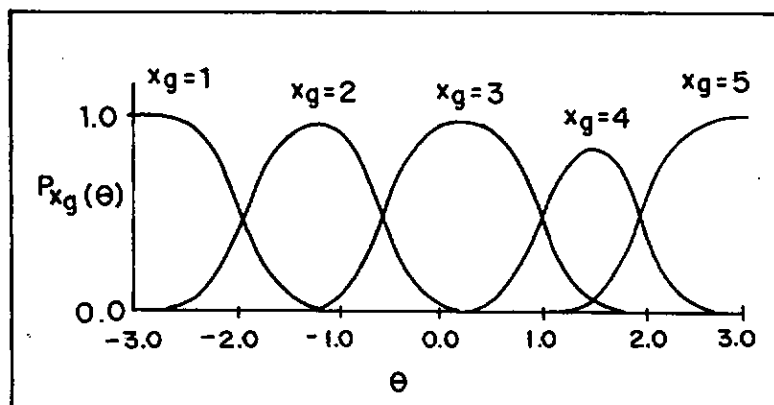
(Hambleton and Swaminathan. 1985 : 51 ; Thissen and Steinberg. 1986
: 570) และนอกจากนี้ยังกำหนดให้ $P^*(\theta) = 1$ และ $P_{(m_i+1)}^*(\theta) = 0$ ดังนั้น
0

ความน่าจะเป็นในการตอบข้อความในระดับชั้น x_i หรือ $P_{x_i}^*(\theta)$ มีค่าดังสมการ

$$P_{x_i}^*(\theta) - P_{(m_i+1)}^*(\theta) > 0$$

(Koch. 1983 : 17 ; Hambleton and Swaminathan. 1985 : 51)

ซึ่งความสัมพันธ์ของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถเขียนแทนด้วยได้ังลักษณะ
ลำดับชั้นของข้อความดังนี้ (Koch. 1983 : 18)



ภาพประกอบ 2 ได้ังลักษณะลำดับชั้นของข้อความ ของเกรด เรสพอน โมเดล

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นว่าผู้ตอบที่มีคุณลักษณะภายใน (θ) สูง ย่อมมีความน่าจะเป็นที่จะตอบข้อความในระดับชั้นที่สูงกว่าผู้ตอบที่มีคุณลักษณะที่ต่ำกว่า เช่นเดียวกับผู้ที่มีคุณลักษณะภายในต่ำย่อมมีโอกาสที่จะตอบข้อความในระดับชั้นต่ำ ๆ มากกว่าผู้ที่มีคุณลักษณะภายในสูงกว่าตามลำดับ จากแนวคิดหลักพื้นฐานของเกรด เรสพอน โมเดลดังที่ได้กล่าวมานักวัดผลการศึกษานำโมเดลนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวัดเจตคติ (Koch. 1983 : 15-32) การทดสอบแบบเทลเลอร์ (Tailor or Adaptive Testing) เป็นต้น และได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป MULTILOG 5 (Thissen. 1986) ขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลนี้ (Dodd and others. 1989 : 129 - 143)

3.2.2 เรตติ้ง สเกล โมเดล (Rating Scale Model ; SCALE)

แอนดริช (Andrich) เป็นผู้พัฒนาโมเดลขึ้นในปี ค.ศ. 1978 โดยการนำราสช์ โมเดล (Rasch Model) ซึ่งใช้กับข้อคำถามที่ตรวจให้คะแนนเป็นแบบสองค่า (Dichotomous Scoring) จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Testing) มาประยุกต์ใช้กับการวัดเจตคติ (Attitude Measuring) ของบุคคล กล่าวคือจากผลการตอบของผู้ตอบ (Performance) ที่มีการตรวจให้คะแนนในลักษณะตอบถูกให้ 1 ตอบผิดให้ 0 กลายมาเป็นการตอบเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย แทน จากนั้นแอนดริชได้แบ่งระดับความคิดเห็นของผู้ตอบจากการตอบเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยนี้ ขยายออกเป็น 3 ประเภท (Trichotomous Classification) คือเห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย แล้วกำหนดให้ 0 แทนการตอบไม่เห็นด้วย 1 แทนการตอบ ไม่แน่ใจ และ 2 แทนการตอบเห็นด้วย ตามลำดับ ซึ่งตัวเลขที่กำหนดขึ้นนี้ ไม่ได้มีความหมายอะไรนอกเหนือไปจากการแทนลำดับชั้นของการตอบข้อคำถามหรือข้อความในแต่ละระดับ (Andrich. 1978b : 562-563) และด้วยหลักการเดียวกันก็สามารถแบ่งความคิดเห็นเหล่านี้ออกเป็นหลายระดับเพื่อให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย เห็นด้วย เห็นด้วยอย่างยิ่ง
 (ระดับ 0) ขั้นที่ 1 (ระดับ 1) ขั้นที่ 2 (ระดับ 2) ขั้นที่ 3 (ระดับ 3)

จากตัวอย่างนี้จะเห็นได้ว่าความคิดเห็นของผู้ตอบมีลักษณะเป็นลำดับชั้น (Ordered Categories) มี 4 ระดับ (level ; k) หรือ 3 ขั้น (Step ; j) ซึ่งลำดับชั้นความคิดเห็นเหล่านี้มีลักษณะเป็นช่วงที่ต่อเนื่องกัน (Psychological Continuum) ดังนั้นการที่

ผู้ตอบเลือกตอบ "ไม่เห็นด้วย" แสดงว่าก่อนถึงระดับนี้ผู้ตอบมีความรู้สึก "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" (ผ่านขั้นที่ 1) และถ้าผู้ตอบเลือกตอบ "เห็นด้วย" (ผ่านลำดับขั้นที่ 2) แสดงว่าความคิดเห็นของผู้ตอบผ่านลำดับขั้นที่ 1 หรือ "ไม่เห็นด้วย" มาแล้ว ซึ่งการผ่านลำดับขั้นของความคิดเห็นในแต่ละระดับนั้น ขึ้นอยู่กับค่าประจำลำดับขั้น หรือที่เรียกว่า "ค่าเทรตไฮลด์" (Threshold Value ; τ_j) เช่นค่าเทรตไฮลด์ตามตัวอย่างข้างต้นจะมีจำนวน 3 ค่าคือ τ_1 ที่เป็นค่าเทรตไฮลด์ระหว่างการตอบ "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" กับ "ไม่เห็นด้วย" τ_2 เป็นค่าเทรตไฮลด์ระหว่างการตอบ "ไม่เห็นด้วย" กับ "เห็นด้วย" และ τ_3 เป็นค่าเทรตไฮลด์ระหว่างการตอบ "เห็นด้วย" กับ "เห็นด้วยอย่างยิ่ง" ตามลำดับ

อนึ่งค่าเทรตไฮลด์ประจำลำดับขั้นเดียวกัน ของข้อความแต่ละรายการในแบบทดสอบฉบับเดียวกันของโมเดลนี้ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากัน และกำหนดให้ค่าเทรตไฮลด์เริ่มต้นเป็นศูนย์ ($\tau_0 = 0$) โดยเมื่อรวมค่าเทรตไฮลด์ในระดับขั้นต่าง ๆ ของข้อความแต่ละรายการกับค่าประจำข้อ (Scale Value ; δ_i) ซึ่งมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามคุณสมบัติของข้อความแต่ละรายการแล้ว ก็จะได้ค่าความยากของแต่ละขั้น (Difficulty of the Steps) ดังสมการ (Wright and Masters. 1982 : 48)

$$\delta_{ik} = \delta_i + \tau_k$$

เมื่อ δ_{ik} แทน ค่าความยากของข้อความรายการที่ i ในระดับขั้นที่ k
 δ_i แทน ค่าประจำข้อ (Scale Value) ของข้อความรายการที่ i
 τ_k แทน ค่าเทรตไฮลด์ (Threshold) ในระดับขั้นที่ k

ดังนั้นความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบคนที่ n จะเลือกตอบในระดับขั้นที่ k ของข้อความรายการที่ i (ϕ_{nik}) คือ (Wright and Masters. 1982 : 49)

$$(\phi_{nik}) = \frac{\pi_{nik}}{\pi_{nik-1} + \pi_{nik}} = \frac{\exp [\beta_n - (\delta_i + \tau_k)]}{1 + \exp [\beta_n - (\delta_i + \tau_k)]} ; k=1,2,\dots,m$$

เมื่อ π_{nik} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะเลือกตอบในระดับขั้นที่ k ของข้อความรายการที่ i

π_{nik-1} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะเลือกตอบในระดับ
ขั้นที่ $k-1$ ของข้อความรายการที่ i

β_n แทน คุณลักษณะ (Traits) ของผู้ตอบคนที่ n

δ_i แทน ค่าประจำข้อ (Scale Value) ของข้อความรายการที่ i

τ_k แทน ค่าเทรตไฮลด์ในระดับขั้นที่ k

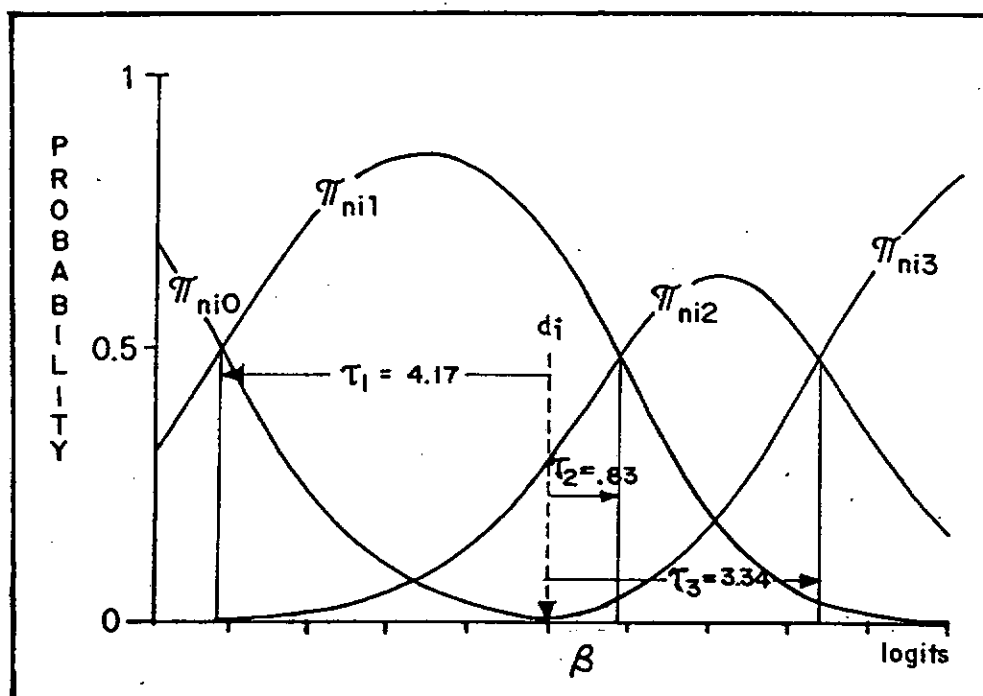
จากสมการดังกล่าวข้างต้นนี้ เมื่อพิจารณาความเป็นจริงเกี่ยวกับความเป็นไปได้ที่
ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบตามความคิดเห็นในระดับใดระดับหนึ่งของข้อความ ซึ่งมีทั้งหมด m_{i+1}
ระดับแล้ว ดังนั้นสามารถแสดงให้อยู่ในรูปของความน่าจะเป็น หรือโอกาส (Probability)
ของผู้ตอบคนที่ n ที่จะตอบข้อความรายการที่ i โดยผ่านในขั้นที่ j หรือได้คะแนน x
(π_{nix}) ได้ดังนี้

$$\pi_{nix} = \frac{\exp \left\{ \sum_{j=0}^x [\beta_n - (\delta_i + \tau_j)] \right\}}{\sum_{k=0}^m \exp \left\{ \sum_{j=0}^k [\beta_n - (\delta_i + \tau_j)] \right\}} \quad ; x = 0, 1, 2, \dots, m$$

$$\text{เมื่อกำหนดให้ } \tau_0 \equiv 0 \text{ เพื่อที่จะให้ } \exp \sum_{j=0}^0 [\beta_n - (\delta_i + \tau_j)] = 1$$

สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ จะประมาณค่าคุณลักษณะของผู้ตอบคนที่ n (β_n) ประจำข้อความ
รายการที่ i (δ_i) และค่าเทรตไฮลด์ $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m$ ในข้อความที่มีระดับขั้นการ
ตอบ m_{i+1} ระดับ

จากฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่แทนความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่
ประมาณค่าจากโมเดลนี้ เมื่อนำมาเขียนโค้งแสดงความน่าจะเป็นของการเลือกตอบในแต่ละ
ลำดับขั้นของข้อความ (Response Category Probability Curves) หรือโค้งแสดง
ลักษณะการตอบแต่ละลำดับขั้นของข้อความ (Operating Characteristic Curves ;
OCCs) ได้ดังนี้ (Wright and Masters. 1982 : 139)



ภาพประกอบ 3 โค้งลักษณะลำดับขั้นของข้อความ ของเรตติง สเกล โมเดล

จากภาพประกอบ 3 จะเห็นว่าค่าความยากประจำแต่ละลำดับขั้นอยู่ระหว่างค่าประจำข้อ (Scale Value) ค่า τ_1, τ_2 และ τ_3 มีค่าแตกต่างกันในแต่ละระดับขั้นของข้อความรายการนี้ ผลรวมของค่าเทรตไฮลด์ทั้งหมดรอบค่าประจำข้อมีค่าเท่ากับ 0 ($\tau_i = 0$) ซึ่งรูปแบบ (Pattern) ของเส้นโค้งต่าง ๆ รวมทั้งค่าเทรตไฮลด์ของแต่ละระดับขั้นกำหนดให้หาค่าคงที่ (Fixed) ทุกข้อความ ดังนั้นเมื่อเป็นโค้งแสดงลักษณะการตอบแต่ละระดับขั้นของข้อความ รายการอื่น ๆ ที่อยู่ในแบบทดสอบฉบับเดียวกับข้อความในภาพประกอบ 3 ก็จะมีลักษณะรูปแบบที่เหมือนกัน เพียงแต่ค่าประจำข้อของข้อความรายการต่าง ๆ เหล่านั้น จะมีค่าแตกต่างกันไป ซึ่งก็จะมีผลต่อค่าความยากในแต่ละระดับขั้นด้วย (δ_{ij}) โดยอาจขยับไปทางตัวขวาของภาพ

ถ้าข้อความนั้นมีค่าประจำข้อสูงกว่า หรืออาจขยับไปทางด้านซ้ายของภาพถ้าข้อความมีค่าประจำข้อต่ำกว่า บนมาตรวัดความสามารถหรือคุณลักษณะเดียวกัน

เวทิง สเกล โมเดล แตกต่างจากเกรด เรสพอน โมเดล สรุปได้โดยสังเขปดังตารางต่อไปนี้ (Koch. 1983 : 16 ; citing Masters. 1981)

ตาราง 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเวทิง สเกล โมเดลกับเกรด เรสพอน โมเดล

เวทิง สเกล โมเดล (SCALE)	เกรด เรสพอน โมเดล
1) ค่าเทรตไฮลด์ในลำดับชั้นเดียวกันของข้อความทุกรายการ กำหนดให้มีความเท่ากัน	1) ค่าเทรตไฮลด์ในแต่ละระดับชั้นมีความแตกต่างกัน
2) ค่าอำนาจจำแนก ณ ตำแหน่งของค่าเทรตไฮลด์ทั้งหมดสำหรับข้อความทุกรายการ สมมติให้มีความเท่ากัน	2) ค่าอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละรายการมีความแตกต่างกัน
3) ผลรวมของคะแนนดิบ (คะแนนรวม) เป็นสถิติที่พอเพียง (Sufficient Statistics) สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้ตอบ	3) ผลรวมของคะแนนดิบเป็นสถิติที่ไม่พอเพียง
4) ค่าพารามิเตอร์ของข้อความและของผู้ตอบสามารถแยกกันประมาณค่าได้อย่างเป็นอิสระหรือมีคุณสมบัติที่เรียกว่า "Specific Objectivity"	4) ค่าพารามิเตอร์ของข้อความ และของผู้ตอบ ไม่สามารถแยกกันประมาณค่าได้

3.2.3 พาเชียล เครดิต โมเดล (Patial Credit Model)

พาเชียล เครดิต โมเดล (CREDIT) เป็นโมเดลที่มาสเตอร์ (Masters) ได้พัฒนาขึ้นในปี 1982 โดยมีแนวคิดหลักพื้นฐานของการพัฒนามาจากการขยายรหัส โมเดล (Rasch Model) เพื่อให้สามารถนำมาใช้กับแบบทดสอบที่มีรูปแบบการตรวจให้คะแนนเป็นแบบลำดับขั้น

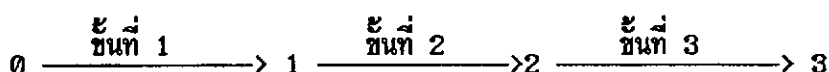
หรือแบบให้คะแนนเป็นหลายค่า (Polychotomous) เช่นเดียวกับเรตติ้ง สเกล ไมเดล (SCALE) ของแอนดริช แต่ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความละเอียดมากกว่า เช่น ใจยกปัญหาใน วิชาคณิตศาสตร์ที่มีลำดับของการตอบ 3 ชั้น (มี 4 ระดับ) ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (Masters. 1982 : 155) สามารถนำ พาเชียล เครดิต ไมเดล มาประยุกต์ใช้ได้ดังนี้

ผลลัพธ์ของ	$\frac{0.75}{0.30} - 16 = ?$	
ระดับของการตอบ 0 1 2 3 ไม่ตอบหรือตอบผิด.....0 0 ขั้นที่ 1 1 0.75 0.30 = (25) 1 1 ขั้นที่ 2 2 25 - 16 = (9) 2 2 ขั้นที่ 3 3 9 = (3) 3 3		

ภาพประกอบ 4 แสดงลำดับชั้นของการตอบใจยกปัญหาคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 4 จะสังเกตเห็นว่าการตอบในแต่ละระดับจำเป็นต้องอาศัยผลจากการตอบในระดับที่ต่ำกว่าเสมอ เช่นถ้าผู้ตอบสามารถตอบข้อความนี้ในระดับที่ 2 ได้อย่างถูกต้องแล้ว (ผ่านขั้นที่ 1) แสดงว่าผู้ตอบจะต้องตอบข้อความในระดับที่ 1 ได้ถูกต้องด้วย เท่านั้นเอง เดียวกัน ถ้าผู้ตอบสามารถตอบคำถามในระดับ 3 ได้ถูกต้อง ย่อมแสดงว่าผู้ตอบจะต้องตอบใน

ระดับที่ 1 และระดับที่ 2 ได้อย่างถูกต้องด้วย ตามลำดับ นอกจากพาเซี่ยล เครดิต โมเดล จะใช้กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามตัวอย่างข้างต้นแล้ว ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับ ข้อความในแบบทดสอบวัดเจตคติ ที่มีระดับของการตอบในลักษณะเรียงลำดับกัน ดังต่อไปนี้



ตัวอย่างที่มีระดับของการตอบ (Ordered Categories) 4 ระดับ (Level) คือ 0, 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และมีจำนวน 3 ขั้น (Steps) ซึ่งระดับของความรู้สึกเหล่านี้มี ลักษณะต่อเนื่องกัน (Attitude Continuum) การที่ผู้ตอบเลือกตอบ "ไม่เห็นด้วย" แสดงว่า ก่อนถึงระดับนี้ ผู้ตอบมีความรู้สึกในระดับ "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" (ผ่านขั้นที่ 1) กับข้อความ รายการนี้อยู่ก่อนแล้ว และทำนองเดียวกันกับการตอบในระดับอื่น ๆ ก็เป็นในลักษณะที่คล้ายกับ ที่กล่าวมา เช่น การตอบ "เห็นด้วย" (ตอบในระดับที่ 2) แสดงว่าผู้ตอบมีความรู้สึกผ่านขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 มาแล้ว ตามลำดับ

การนำโมเดลนี้มาประยุกต์ใช้กับข้อความ หรือข้อความที่มีลักษณะดังตัวอย่างที่กล่าว มาแล้วก็ด้วยหวังว่า จะทำให้สามารถประมาณค่าความสามารถ หรือคุณลักษณะของผู้ตอบได้ แม้ยากว่าการให้คะแนนอย่างง่าย ๆ แบบตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ตอบผิดให้คะแนนเป็น 0 (Masters. 1982 : 150)

การพัฒนา พาเซี่ยล เครดิต โมเดล สำหรับการนำมาใช้กับข้อความหรือข้อความ ที่มีรูปแบบการตอบเป็นลำดับขั้น (Category) เช่น ข้อความที่มีรูปแบบการตอบเป็น 2 ขั้น (Two - Step Item) หรือมีการตอบ 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 เริ่มจากการนำราล์ฟ โมเดลเข้ามาช่วยในการอธิบายความน่าจะเป็น (Probability) ของผู้ตอบคนที่ n ที่จะได้ คะแนน 1 มากกว่าคะแนน 0 (ผ่านขั้นที่ 1) ในการตอบข้อความ i (ϕ_{ni1}) ดังนี้ (Wright and Masters. 1982 : 42)

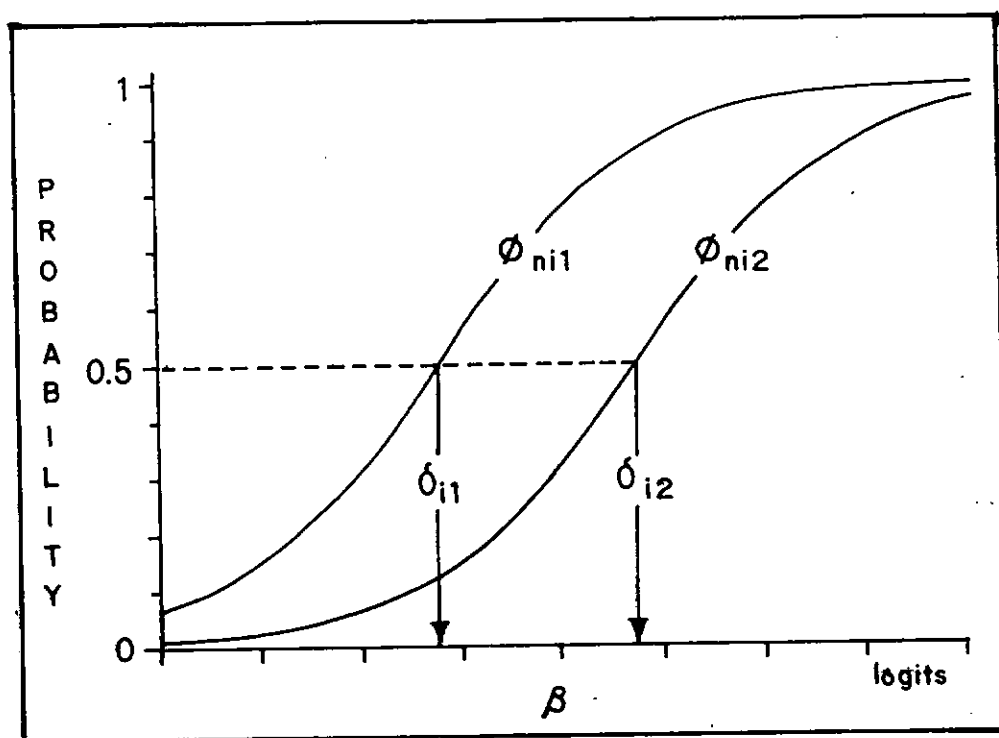
$$\phi_{ni1} = \frac{\pi_{ni1}}{\pi_{ni0} + \pi_{ni1}} = \frac{\exp(\beta_n - \delta_{i1})}{1 + \exp(\beta_n - \delta_{i1})} \dots\dots(1)$$

- เมื่อ ϕ_{ni1} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะได้คะแนน 1 มากกว่าคะแนน 0 (หรือผ่านขั้นที่ 1) จากการตอบข้อความรายการที่ i
- π_{ni0} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะได้คะแนน 0 (หรือไม่ผ่านขั้นที่ 1) จากการตอบข้อความรายการที่ i
- π_{ni1} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะได้คะแนน 1 จากการตอบข้อความรายการที่ i
- β_n แทน ระดับความสามารถหรือคุณลักษณะ ของผู้ตอบคนที่ n
- δ_{i1} แทน ค่าความยากประจำขั้นที่ 1 (First Step) ของข้อความรายการที่ i

เนื่องจาก $\pi_{ni0} + \pi_{ni1} < 1$ ทั้งนี้เพราะผลรวมของความน่าจะเป็นของการตอบในระดับทั้งสองเป็นเพียงความน่าจะเป็นที่จะตอบได้คะแนน 1 ($x_i = 1$) หรือผ่านในขั้นที่ 1 ซึ่งในขั้นนี้ยังไม่ถือว่าเป็นขั้นตอนเดียวดังในราล์ช โมเดล ($\pi_{ni0} + \pi_{ni1} = 1$) แต่ยังมี ความน่าจะเป็นในการตอบที่จะได้คะแนน 2, 3, ..., k ตามลำดับ สำหรับผู้ตอบที่ตอบข้อความผ่านในขั้นที่ 1 เข้าสู่ระดับขั้นที่ 2 แล้วสามารถผ่านขั้นที่ 2 ได้ ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะได้คะแนนเป็น 2 ($x_i = 2$) หรือผ่านขั้นที่ 2 แทนที่จะได้คะแนน 1 สามารถคำนวณได้จากโมเดลทางคณิตศาสตร์ ในลักษณะเดียวกับสมการที่กล่าวมาแล้ว คือ

$$\phi_{ni2} = \frac{\pi_{ni2}}{\pi_{ni1} + \pi_{ni2}} = \frac{\exp(\beta_n - \delta_{i2})}{1 + \exp(\beta_n - \delta_{i2})} \dots\dots\dots(2)$$

จากสมการ (1) และ (2) สามารถนำมาเขียนได้ลักษณะของการตอบข้อความที่มีลำดับการตอบ 2 ขั้น (Two - Step Item) ได้ดังนี้ (Wright and Masters. 1982 : 43)



ภาพประกอบ 5 โค้งความน่าจะเป็นในการเลือกตอบระดับที่ 1 และ 2 ของข้อความ i

จากภาพประกอบ 5 จะเห็นความชัน (Slope) ของโค้งลักษณะความน่าจะเป็นในการเลือกตอบระดับที่ 1 และที่ 2 ของข้อความรายการ i (Item Operating Curves) มีค่าเท่ากัน และพบว่าระดับที่ 2 มีค่าความยากของการผ่านเข้ามาสู่ระดับนี้ มากกว่าระดับที่ 1 ($\delta_{i2} > \delta_{i1}$) แต่อย่างไรก็ตามเป็นไปได้ว่าในข้อความรายการอื่น ๆ ค่าความยากประจำชั้นที่ 2 (ระดับความรู้สึกริมาณหนึ่งในการผ่านเข้ามาสู่ระดับที่ 2) อาจมีค่าน้อยกว่าระดับที่ 1 ดังในตัวอย่างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ซึ่งมีการตอบในระดับที่ 1 เป็นการหา $(0.75/0.30)$ ย่อมต้องยากกว่าการตอบในระดับที่ 2 ที่เป็นเพียงการลบเลข $(25 - 16)$ สำหรับในประเด็นนี้ ดอดด์ และค็อคซ์ (Dodd and Koch. 1987 : 373) ได้กล่าวว่า หลักการสำคัญของ พาเซียล เครดิต โมเดล (CREDIT) ต้องการเพียงให้ข้อความมีลักษณะของการตอบเรียงลำดับกัน (Ordered in Sequence) โดยไม่จำเป็นที่ข้อความจะต้องมีความยากประจำแต่ละชั้นเรียงลำดับกัน ทำนองเดียวกับที่มาสเตอร์เองก็ได้เคยกล่าวไว้ (Masters. 1982 : 173)

อนึ่งถ้าข้อความมีระดับของการตอบมากกว่า 2 ขึ้นแล้ว เราสามารถคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นในการตอบลำดับชั้นอื่น ๆ ของผู้ตอบคนที่ n ได้ในทำนองเดียวกับสมการ (1) และ (2) เมื่อค่าความยากในแต่ละชั้นเป็น $\delta_{i3}, \delta_{i4}, \dots, \delta_{im}$ ตามลำดับ จากสูตรทั่วไปดังต่อไปนี้

$$\phi_{nik} = \frac{\pi_{nik}}{\pi_{nik} + \pi_{ni-1}} = \frac{\exp(\beta_n - \delta_{ik})}{1 + \exp(\beta_n - \delta_{ik})}, \quad k = 1, 2, \dots, m_i \dots (3)$$

จากสูตรทั่วไปในสมการ (3) และจากความเป็นจริงเกี่ยวกับการตอบของผู้ตอบคนที่ n ในการตอบระดับใด ๆ ของข้อความรายการที่ i จากจำนวนระดับของการตอบที่เป็น

ไปได้ทั้งหมด m_{i+1} ระดับ (Level) ($\sum_{k=0}^{m_i} \pi_{nik} = 1$) ดังนั้นความน่าจะเป็นของผู้ตอบ

คนที่ n ที่จะได้คะแนน x ในการตอบข้อความรายการที่ i อาจเขียนแทนให้อยู่ในรูปสูตรทั่ว ๆ ไปใหม่ดังนี้

$$\pi_{nix} = \frac{\exp \left[\sum_{j=0}^x (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}{\sum_{k=0}^m \exp \left[\sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}, \quad x = 0, 1, 2, \dots, m_i \dots (4)$$

โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ค่าความยากของข้อความรายการใด ๆ ในระดับชั้น 0 เท่ากับ 0

$$(\delta_{i0} = 0) \quad \text{เพื่อให้} \quad \sum_{j=0}^0 (\beta_n - \delta_{ij}) = 0 \quad \text{ดังนั้น} \quad \exp \sum_{j=0}^0 (\beta_n - \delta_{ij}) = 1$$

- เมื่อ π_{nix} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะได้คะแนน x ในการตอบข้อความรายการที่ i
- x แทน คะแนนผลของการตอบในระดับที่เลือกตอบ (Level) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $0, 1, 2, \dots, m_i$ ตามลำดับ
- δ_{ij} แทน ค่าความยากประจำชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i โดยมีค่าแต่ละชั้นเป็น $\delta_{i1}, \delta_{i2}, \dots, \delta_{ix}$
- β_n แทน ระดับความสามารถหรือคุณลักษณะ ของผู้ตอบคนที่ n

(Wright and Masters. 1982 : 40-44 ; Master. 1982 : 157-158)

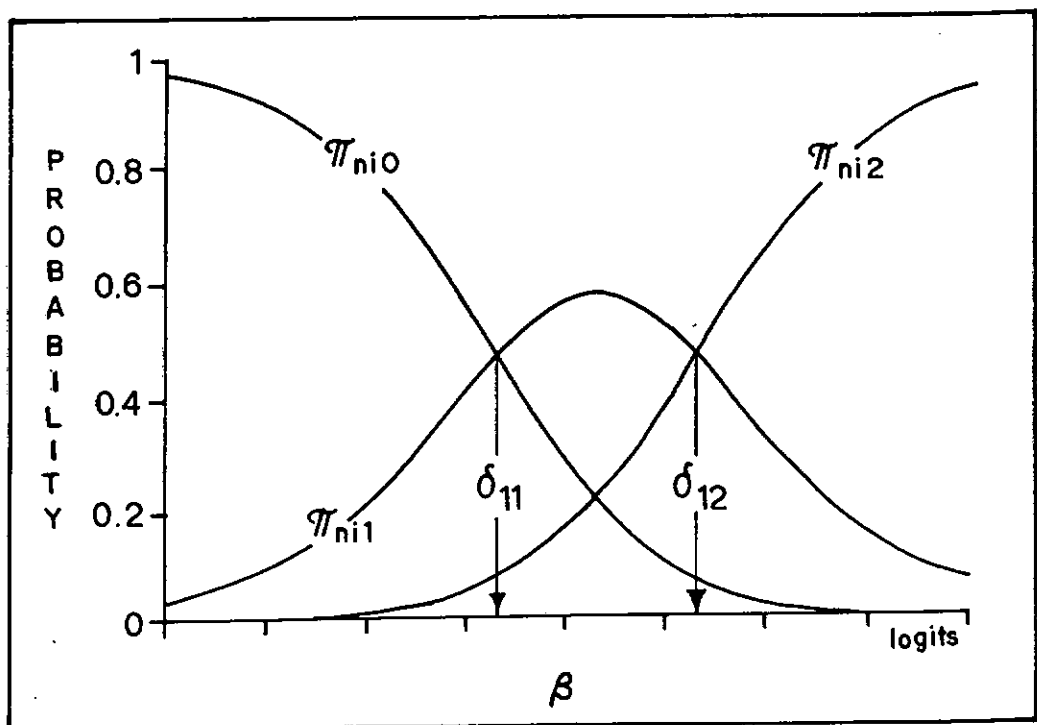
หรือสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบใหม่ได้ดังนี้ (Masters. 1988 : 294)

$$P_{nix} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^{m_i} \exp [\sum_{j=1}^k (\beta_n - \delta_{ij})]} & \text{สำหรับ } x = 0 \\ \frac{\exp [\sum_{j=1}^x (\beta_n - \delta_{ij})]}{1 + \sum_{k=1}^{m_i} \exp [\sum_{j=1}^k (\beta_n - \delta_{ij})]} & \text{สำหรับ } x = 1, 2, \dots, m_i \end{cases}$$

เมื่อ P_{nix} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะได้คะแนน x จากการตอบของข้อความรายการที่ i

จากโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่แทนความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของข้อความ (δ_{ij}) และความน่าจะเป็นของการตอบข้อความในแต่ละระดับชั้น (π_{nik}) เมื่อนำมาเขียนเป็นโค้ง

แสดงความน่าจะเป็น ในการตอบแต่ละลำดับชั้น (Category Probability Curve) หรือ
โค้งลักษณะลำดับชั้นของข้อความ (Operating Characteristic Curves ; OCCs)
สำหรับข้อความที่มีรูปแบบของการตอบ 2 ชั้น (Two - Step Item) คือ ไม่เห็นด้วย (0)
ไม่แน่ใจ (1) และเห็นด้วย (2) สามารถเขียนได้ดังนี้ (Wright and Masters.
1982 : 44)



ภาพประกอบ 6 โค้งลักษณะลำดับชั้นข้อความ ของพาเชียล เครดิต โมเดล

- เมื่อ π_{ni0} แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบจะได้คะแนน 0 ($x_i=0$) (หรือเลือกตอบใน
ระดับไม่เห็นด้วย) จากการตอบข้อความรายการที่ i
- π_{ni1} แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบจะได้คะแนน 1 ($x_i=1$) (หรือเลือกตอบใน
ระดับไม่แน่ใจ) จากการตอบข้อความรายการที่ i
- π_{ni2} แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบจะได้คะแนน 2 ($x_i=2$) (หรือเลือกตอบใน
ระดับเห็นด้วย) จากการตอบข้อความรายการที่ i

จากภาพประกอบ 6 จะเห็นว่า δ_{i1} และ δ_{i2} เป็นจุดตัด (Intersection) ของโค้งความน่าจะเป็นในการตอบแต่ละลำดับชั้นบนแกน X ณ จุดตัดของโค้งเหล่านี้ คือค่าความยากประจำแต่ละลำดับชั้น หรือที่เรียกว่าค่าประจำชั้น (Step Value) กล่าวคือ δ_{i1} เป็นค่าประจำระดับไม่แน่ใจ δ_{i2} ประจำระดับเห็นด้วย ส่วนในระดับไม่เห็นด้วย ซึ่งเป็นความรู้สึกเริ่มต้น กำหนดให้เป็นศูนย์ ($\delta_{i0} = 0$) การกำหนดตำแหน่ง ณ จุดตัดของโค้งลักษณะการตอบแต่ละลำดับชั้นของข้อความ เป็นค่าความยากประจำชั้นที่ 1 และ 2 ของข้อความ แสดงให้เห็นว่า ถ้าความรู้สึกของผู้ตอบหนึ่ง (β_n) มีมากกว่าค่าความยากประจำชั้นที่ 1 (δ_{i1}) แล้วผู้ตอบคนนั้นย่อมมีความน่าจะเป็น หรือโอกาสที่จะเลือกตอบในระดับไม่แน่ใจ (ผ่านชั้นที่ 1 ; ได้คะแนน 1) มากกว่าการเลือกตอบในระดับไม่เห็นด้วย (ไม่ผ่านชั้นที่ 1 ; ได้คะแนน 0) ทำนองเดียวกัน ถ้าผู้ตอบมีระดับความรู้สึกมากกว่าค่าความยากประจำชั้นที่ 2 (δ_{i2}) แล้วย่อมมีความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบจะตอบในระดับเห็นด้วย (ผ่านชั้นที่ 2 ; ได้คะแนน 2) มากกว่าการตอบในระดับ ไม่แน่ใจและไม่เห็นด้วย ตามลำดับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นหลายค่า

พาเชียล เครดิต โมเดล (CREDIT) เป็นโมเดลหนึ่ง ที่มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้กับแบบทดสอบที่ให้คะแนนเป็นแบบลำดับชั้น (Ordered Category Scoring) หรือแบบมีหลายค่า (Polychotomous) เช่นเดียวกับเกรด เรสพอน โมเดล (Grade Response Model) หรือเรตติ้ง สเกล โมเดล (Rating Scale Model) แต่โมเดลนี้มีคุณสมบัติของการนำไปใช้เป็นไปอย่างอิสระมากกว่าเรตติ้ง สเกล โมเดล เพราะไม่มีข้อกำหนดที่เกี่ยวกับระหว่างค่าความยากประจำชั้นเดียวกัน (Threshold ; τ_j) ของข้อความทุกรายการ ต้องมีค่าเท่ากันเหมือนกับเรตติ้ง สเกล โมเดล นอกจากนี้เมื่อนำโมเดลนี้ไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ค่าความยากของข้อความ และคุณลักษณะของผู้ตอบในแบบทดสอบวัดเจตคติที่สร้างตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert - Type Attitude Scale) พบว่าผลการวิเคราะห์หาค่าใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ด้วยเกรด เรสพอน โมเดล (Grade Response Model) เกือบจะเรียกได้ว่ามีค่าเทียบเคียงกันได้ (Equivalent) ถึงแม้ว่าโมเดลทั้งสองจะมีแนวคิดหลักพื้นฐานของการพัฒนา รวมทั้งมีการนิยามพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อความ (Item Difficulty Parameter) แตกต่างกันก็ตาม (Dodd. 1985 : 2074A-2075A)

ค็อคซ์ (Koch. 1983 : 15-32) ได้นำเกรด เรสพอน โมเดลมาประยุกต์ใช้ในการวัดเจตคติของบุคคล (Attitude Measure) ด้วยแบบทดสอบที่สร้างตามวิธีของลิเคิร์ท โดยทำการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าพารามิเตอร์ของข้อความรายการต่าง ๆ ในแบบทดสอบ ซึ่งได้แก่ค่าอำนาจจำแนก (Discriminant) และค่าความยากประจำขั้นของข้อความ (Item Step Difficulties) ผลของการประมาณค่าที่ได้นี้ ค็อคซ์นำไปเปรียบเทียบกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม (Traditional Method) ผลการศึกษาพบว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความ และเจตคติของผู้ตอบทั้งสองวิธีมีสหสัมพันธ์กันสูง นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ วิเคราะห์ด้วยเกรด เรสพอน โมเดล ให้ค่าสูงและครอบคลุมช่วงเจตคติ (Attitude Trait Continuum) ที่ต้องการวัดมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม

ไวท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 145-151) ได้เปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ระหว่างเรตติง สเกล โมเดล (SCALE) กับ พาเซียล เครดิต โมเดล (CERDIT) ในการประมาณค่าประจำขั้นของข้อความ (Step Estimate) ที่มีลำดับการตอบ 4 ขั้น (Four Outcome Categories) ในแบบสอบถามเกี่ยวกับความกลัวต่ออาชญากรรม (The Fear-of-Crime Questionnaire) พบว่าค่าประจำขั้นของข้อความ หรือค่าความยากของแต่ละขั้น และค่าสถิติความสอดคล้องของข้อความกับโมเดล (Item Fit Model) ระหว่างโมเดลทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน มีเพียงข้อความบางรายการเท่านั้นที่มีค่าแตกต่างกัน แต่ก็ยังเป็นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อย่างไรก็ตาม พาเซียล เครดิต โมเดล มีโครงสร้างของการวัดตัวแปรความกลัวต่ออาชญากรรมที่ละเอียด ในขณะที่เรตติง สเกล โมเดลไม่มีในส่วนนี้ ดังจะเห็นได้จากผลของการประมาณค่าความยากประจำขั้นแรก (First Step) มีค่าต่ำกว่าค่าที่คาดหมาย (Underestimates) และมีค่าสูงกว่าค่าที่คาดหมาย (Overestimates) ในขั้นที่สองและสามของข้อความ แต่ความแตกต่างเหล่านี้มีค่าไม่มากนัก

ดอดด์และคนอื่น ๆ (Dodd and others. 1989 : 129-143) ได้ใช้เทคนิคมอนติ คาร์โล (Monte Carlo method) สร้างสถานการณ์จำลองของข้อมูล (Simulate data) ศึกษาลักษณะบางประการของขบวนการจัดการทดสอบแบบเทลเลอร์ (Tailor or Adaptive Testing) โดยใช้เกรด เรสพอน โมเดล (Grade Response Model)

และได้นำมาประยุกต์ใช้กับพาเซี่ยล เครดิต โมเดล (CREDIT) และเรตติง สเกล โมเดล (SCALE) ในเวลาต่อมา (Dodd. 1990 : 355-366)

เกเบิลและคนอื่นๆ (Gable and others. 1990 : 869-878) ได้นำเรตติง สเกล โมเดล ซึ่งเป็นเทคนิคตามทฤษฎีคุณลักษณะแฝง (Latent Trait Technique) มาใช้ร่วมกับเทคนิคแบบดั้งเดิม (Classical Technique) เพื่อพัฒนาแบบสำรวจวัดสภาพการณ์ของโรงเรียน (School Situation Survey ; SSS) ซึ่งเป็นแบบวัดคุณลักษณะด้านจิตพิสัย (Affective Instrument) ที่สร้างตามวิธีการของลิเคิร์ท มีลำดับการตอบ 5 ชั้น (5 - Point Scale) โดยการนำเรตติง สเกล โมเดลมาใช้ในการกำหนดนิยามลักษณะของข้อคำถามตามตำแหน่งค่าคุณลักษณะประจำข้อ (Item Calibration) ในช่วงต่อเนื่องของการวัด (Continuum) ในตัวแปรที่ต้องการวัดจากแบบทดสอบ เช่น ข้อความที่มีค่าคุณลักษณะประจำข้อ อยู่ ณ ตำแหน่งต่ำ ๆ บนปลายช่วงต่อเนื่องของการวัดตัวแปร ก็จะนิยามให้ข้อความลักษณะนี้มีระดับของตัวแปรที่ต้องการวัดน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้ามีตำแหน่งอยู่ที่ปลายบนสุดของช่วง ก็จะเป็นข้อความที่มีระดับของตัวแปรที่ต้องการวัดมาก นอกจากนี้ค่าสถิติความสอดคล้องของข้อความ และของผู้ตอบ กับโมเดล (Item and Person Fit Statistics) จากเรตติง สเกล โมเดล ยังแสดงให้เห็นลักษณะของข้อความและคุณลักษณะของผู้ตอบ จากการทดสอบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพิ่มเติมจากการใช้เทคนิคการวัดแบบดั้งเดิม

สมจิตร์ ทวีทรัพย์ประไพ (2531 : 62-64) ได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทและแบบออสกูด โดยใช้วิธีการแบบดั้งเดิม (Classical Model) กับราส์ โมเดล (Rasch Model) ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2530 เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1,307 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดเจตคติทั้งที่สร้างตามวิธีของลิเคิร์ทและวิธีของออสกูด ได้รับการคัดเลือกไว้ด้วยราส์ โมเดล (ในที่นี้คือ เรตติง สเกล โมเดล) มีจำนวนข้อความน้อยกว่าที่วิเคราะห์ด้วยวิธีแบบดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (สัมประสิทธิ์แอลฟา) ที่สร้างตามวิธีของลิเคิร์ท และวิเคราะห์ด้วยราส์ โมเดล มีค่าน้อยกว่าวิธีที่วิเคราะห์ตามแบบดั้งเดิม แต่อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความเชื่อมั่นที่วิเคราะห์ด้วยราส์ โมเดลมีค่าอยู่ในระดับสูง (0.9433) ในขณะที่มีจำนวนของข้อความน้อยกว่าวิธีที่วิเคราะห์แบบดั้งเดิมถึงสองเท่า ส่วนแบบทดสอบที่สร้างตามวิธีของออสกูด พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกันเมื่อวิเคราะห์ด้วยทั้งสองวิธี

วิเศษ ชววรรณง (2532 : 115-116) ได้นำเรดิง สเกล โมเดล (SCALE) มาใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาคูณภาพของแบบวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของครูมัธยมศึกษา โดยศึกษาในด้านต่อไปนี้ คือ 1) ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) 2) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion - Related Validity) และ 3) ความเชื่อมั่น (Reliability) ผลปรากฏว่า แบบวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของครูมัธยมศึกษาที่ได้พัฒนาขึ้น มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี โดยมีข้อความที่สอดคล้องกับโมเดล (Fit Model) ร้อยละ 66.66 มีความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์เท่ากับ 0.2727 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .97 (ตามกรอบทฤษฎีการตอบข้อคำถาม) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตว่าขั้นตอนของการพัฒนาเครื่องมือยังมีข้อจำกัดอยู่บ้างในบางขั้นตอน เช่น ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือจะต้องสร้างข้อความเก็บไว้หลาย ๆ รายการ สำหรับคัดเลือกข้อความที่ไม่สอดคล้องกับโมเดลออก ดังนั้น ถ้าปรากฏว่ามีข้อความที่มีรูปแบบสอดคล้องกับโมเดลเหลืออยู่เป็นจำนวนน้อย ก็จะทำให้แบบทดสอบไม่สามารถวัดได้ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญที่ต้องการวัดได้

3.3 โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนต่อเนื่อง

โมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนต่อเนื่อง (Continuous Response Model) ซามิโงมา (Samejima) ได้เป็นผู้นำขึ้นในปี ค.ศ.1972 สำหรับนำไปใช้เป็นเครื่องมือของการทดสอบ ในลักษณะที่ผู้ตอบต้องตอบสนองต่อข้อคำถาม ด้วยการทำเครื่องหมายลงบนมาตราวัดที่ต่อเนื่อง (Continuous Scale) เช่น แบบทดสอบทางจิตวิทยาของนักจิตวิทยาสังคม และแบบทดสอบของนักวิจัยที่ต้องการศึกษาทางด้านเจตคติ (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 52)

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของทราเปียล เครดิต โมเดล

1. แนวคิดหลักพื้นฐานของการประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์เกิดจากความต้องการที่จะทราบข้อสรุปเกี่ยวกับคุณสมบัติบางประการของประชากร เช่น ค่าเฉลี่ยหรือค่าคาดหวัง [$\mu = E(X)$] หรือความแปรปรวน [$\sigma^2 = E(X - \bar{X})^2$] เป็นต้น โดยอาศัยการใช้ตัวอย่างสุ่ม (Random Sample) เพื่อประมาณค่าเหล่านี้เนื่องจากเราไม่สามารถหาได้จากข้อมูลทุกค่าที่ปรากฏ เพราะข้อจำกัด

ในด้านเวลา และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลส่วนหนึ่งจากประชากรทั้งหมดมาศึกษา ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางสถิติเข้ามาช่วยในการหาข้อสรุปเกี่ยวกับประชากรที่เราต้องการจะทราบคุณสมบัติ

ในการนำทฤษฎีการตอบข้อคำถามไปประยุกต์ใช้นอกจากจะต้องเลือกโมเดลต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นให้เหมาะสมแล้ว วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณลักษณะของข้อคำถามหรือข้อความและคุณลักษณะภายในของผู้ตอบ เป็นขั้นตอนสำคัญอีกประการหนึ่งที่ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของการวัดแต่ละครั้ง เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล ที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นแบบหลายค่า (Polychotomous) ที่พัฒนามาจากราสช์ โมเดล (Rasch Model) เช่น เทตลิง สเกล โมเดล (SCALE) และพาเซียล เครดิต โมเดล (CREDIT) มีอยู่ 4 วิธี คือ (Wright and Master. 1982 : 60-61)

1. วิธีพร็อกซ์ (Cohen's Approximation Procedure ; PROX) เป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบง่าย ๆ สามารถคำนวณได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ ถ้าข้อมูลที่น่าสนใจวิเคราะห์มีจำนวนไม่มากนัก และยังเป็นวิธีที่แสดงให้เห็นถึงหลักการสำคัญต่าง ๆ ภายใต้การวิเคราะห์หาค่าคุณลักษณะประจำข้อ (Item Calibration) และค่าคุณลักษณะของผู้ตอบ (Person Measurement) จากราสช์ โมเดลได้อีกด้วย โดยค่าทั้งสองที่ประมาณได้จากวิธีการนี้ถูกกำหนดให้อยู่บนมาตราวัดเชิงเส้นเดียวกัน (Common Linear Scale) และเป็นอิสระจากกลุ่มตัวอย่างและความยาวของแบบทดสอบที่ใช้ กล่าวคือ ผลการวิเคราะห์ค่าคุณลักษณะประจำข้อและคุณลักษณะของผู้ตอบจะคงที่ ไม่แปรเปลี่ยนไปตามแบบทดสอบและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการนี้มีข้อด้อยลงเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการกำหนดให้คุณลักษณะของผู้ตอบและค่าประจำข้อของข้อความแต่ละรายการ (Scale Value) ในแบบทดสอบต้องมีการกระจายในลักษณะเบ้ หรือมีแนวโน้มเป็นโค้งปกติ

2. วิธีเพอร์ (The Pairwise Procedure ; PAIR) วิธีการประมาณค่าวิธีเพอร์สามารถคำนวณได้ง่าย เช่นเดียวกับวิธีการแรก ถ้าข้อความและลำดับชั้นของการตอบ (Category) มีจำนวนน้อย ๆ เช่น ประมาณ 10 รายการและมี 3 ลำดับชั้น การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการนี้ใช้หลักการพิจารณาข้อความทีละคู่ (Pairwise Approach) พร้อมกันไปในเวลาเดียวกัน จึงทำให้สามารถแยกอิทธิพลค่าพารามิเตอร์ของผู้ตอบออกจากค่าพารามิเตอร์ของข้อความได้อย่างเป็นอิสระจากกัน นอกจากนี้ข้อดีอีกประการหนึ่งของการ

ประมาณค่าด้วยวิธีนี้ก็สามารถวิเคราะห์ได้กับเมตริกซ์ของข้อมูลผลการตอบที่ไม่สมบูรณ์ได้ เช่น ในกรณีที่ผู้ตอบบางคนตอบข้อความในแบบทดสอบไม่ครบทุกรายการ

3. วิธีคอน (Conditional Maximum Likelihood Procedure ; CON)

ข้อดีของการประมาณค่าวิธีนี้ก็คือ สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความ และของผู้ตอบ ได้อย่างเป็นอิสระจากกัน โดยการกำหนดเงื่อนไขให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้ตอบแยก ออกจากวิธีการประมาณค่าคุณลักษณะของข้อความทั้งหมด และไม่มีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เกี่ยวกับการแจกแจงของผู้ตอบ หรือของข้อความแต่ประการใด อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ข้อเสีย คือจะเกิดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า สำหรับกรณีที่ใช้กับข้อความในแบบทดสอบที่มีมากกว่า 20 รายการขึ้นไป

4. วิธียูคอน (Unconditional Maximum Likelihood procedure ; UCON)

การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีสุดท้ายนี้ ใช้หลักการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้ตอบในเวลา เดียวกันกับค่าพารามิเตอร์ของข้อความ ซึ่งทำให้เป็นจุดอ่อนประการหนึ่งของการประมาณค่า ด้วยวิธีนี้ เพราะไม่สามารถแยกค่าพารามิเตอร์ของผู้ตอบ (คุณลักษณะของผู้ตอบที่ต้องการวัด) ออกจากค่าพารามิเตอร์ของข้อความ และค่าประมาณคุณลักษณะของผู้ตอบที่ประมาณกันขึ้นอยู่ กับจำนวนของข้อความในแบบทดสอบ เป็นผลให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความต้องปรับ แก้ความลำเอียง (Bias) ของอันดับ $L/(L-1)$ (เมื่อ L เป็นจำนวนข้อความในแบบทดสอบ) อันเกิดจากการประมาณค่าด้วยวิธีนี้ก่อน อย่างไรก็ตามวิธีการนี้สามารถใช้ได้กับแบบทดสอบทุก ขนาดความยาวโดยไม่เกิดความคลาดเคลื่อนเหมือนกับในวิธีคอน (CON)

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอรายละเอียดเฉพาะวิธีการประมาณค่าวิธีพรีออกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการเปรียบเทียบผลการประมาณค่า พารามิเตอร์ของพาสเซิล เครดิต โมเดล เพราะง่ายต่อการนำมาใช้ในทางปฏิบัติ (Wright and Masters. 1982 : 86) ส่วนวิธีการแบบอื่น ๆ ผู้สนใจอาจศึกษาได้จากหนังสือ "Rating Scale Analysis" ของไรท์และมาสเตอร์ (Wright and masters. 1982)

1. วิธีพรีออกซ์ (Cohen's Approximation Procedure ; PROX)

การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีการนี้ โคเฮน (Cohen) เป็นผู้พัฒนาขึ้นในราวปี ค.ศ. 1973 โดยระยะแรกไรท์ (Wright) ได้นำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของ ข้อคำถาม และความสามารถของผู้ตอบ ในแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบสองค่า (Dichotomous)

ของราล์ฟ ไมเทล (Wright and Stone. 1979 : 20) และต่อมาไรท์กับมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 80-82) ได้นำมาปรับใช้กับแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบมีหลายค่า (Polychotomous) เช่นแบบทดสอบวัดเจตคติ หรือแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ ที่ให้คะแนนเป็นแบบลำดับชั้น (Order Category Score) ของพาเซียล เครดิต ไมเทล ดังมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังนี้

1. การหาค่าคุณลักษณะประจำตัวของข้อความ (Item Step Calibrations ; d_{ij}) และค่าคุณลักษณะของผู้ตอบ (Person Measures ; b_r) มีขั้นตอนของการคำนวณโดยละเอียดคือ

1.1 พิจารณาเมตริกซ์ข้อมูลผลการตอบข้อความแต่ละรายการในแบบทดสอบของผู้ตอบทั้งหมด แล้วตัดผู้ตอบคนที่ได้คะแนนศูนย์หรือคะแนนเต็ม และข้อความรายการใดที่ผู้ตอบทุกคนเลือกตอบในระดับชั้นเดียวกัน (ได้คะแนนเท่ากัน) ออกจากเมตริกซ์ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์จริง

1.2 รวมความถี่ของผู้ที่เลือกตอบในแต่ละลำดับชั้น ของข้อความแต่ละรายการ (T_{ij}) และรวมคะแนนผลการตอบของผู้ตอบแต่ละคน (r) จากนั้นแปลงคะแนนรวมแต่ละชั้นของข้อความให้อยู่ในรูปของคะแนนโลจิส (Logit scores) เพื่อทำให้คะแนนเป็นอันตรภาคชั้นมากขึ้น และสามารถแสดงได้บนมาตราเชิงเส้น (Linear Scale) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$x_{ij} = \log \left(\frac{T_{ij-1}}{T_{ij}} \right) ; i = 1, 2, 3, \dots, L \dots (1.2.1)$$

$$; j = 1, 2, 3, \dots, m_i$$

เมื่อ x_{ij} แทน ค่าความยากประจำชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i ในรูปของคะแนนโลจิส (Logit Scores)

T_{ij} แทน ความถี่หรือจำนวนของผู้ตอบที่เลือกตอบในระดับชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i

T_{ij-1} แทน ความถี่หรือจำนวนผู้ตอบที่เลือกตอบในระดับชั้นที่ $j-1$ ของข้อความรายการที่ i

$\log$ แทน ลอการิทึมปกติ (Natural Logarithms)

และกำหนดให้ $T_{ij} = 0$ เมื่อไม่มีผู้ตอบคนใดเลือกตอบในระดับขั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถประมาณค่าความยากประจำขั้นที่มีลักษณะดังกล่าวนี้ได้

1.3 คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($x_{..}$) และความแปรปรวน (U) ของค่าความยากประจำขั้นของข้อความทุก ๆ รายการในแบบทดสอบ จากสูตร

$$x_{..} = \frac{\sum_i^L \sum_j^{m_i} x_{ij}}{M} \quad ; \quad M = \sum_i^L m_i \quad \dots\dots\dots(1.3.1)$$

$$U = \frac{\sum_i^L \sum_j^{m_i} (x_{ij} - x_{..})^2}{M - 1} \quad \dots\dots\dots(1.3.2)$$

เมื่อ	$x_{..}$	แทน	ค่าความยากประจำขั้นเฉลี่ย
	L	แทน	จำนวนข้อความทั้งหมดในแบบทดสอบ หลังจากการดำเนินการตามข้อ 1.1 แล้ว
	U	แทน	ความแปรปรวนของค่าความยากประจำขั้นทั้งหมดของข้อความทุกรายการในแบบทดสอบ
	x_{ij}	แทน	ค่าความยากประจำขั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i ซึ่งอยู่ในรูปของคะแนนโลจิสต์ (Logit Scores)
	M	แทน	จำนวนขั้น (Step) ของข้อความทุก ๆ รายการในแบบทดสอบ เมื่อหักจำนวนขั้นบางขั้นที่ไม่มีผู้ตอบคนใดเลือกตอบออกแล้ว

เมื่อคำนวณหาค่าความยากเฉลี่ยของแต่ละระดับขั้นในรูปคะแนนโลจิสต์ได้แล้ว ก็นำค่านี้ไปหักออกจากค่าความยากในแต่ละขั้นของข้อความแต่ละรายการ ($x_{ij} - x_{..}$) ก็จะได้ค่าของคุณลักษณะประจำขั้น แต่ละลำดับขั้นของข้อความ หรือค่าความยากประจำขั้นของข้อความ (Item Step Difficulties ; d_{ij}) แต่ละรายการที่คำนวณได้ในขั้นแรก (Initial PROX Calibrations ; d_{ij}^0) เหตุที่ต้องทำเช่นนี้ก็เพื่อที่ว่าต้องการแยกอิทธิพลของกลุ่ม

ผู้ตอบออกโดยการกำหนดจุดเริ่มต้นของค่าความยากประจำชั้นของข้อความทั้งหมด ในแบบทดสอบไว้ที่คะแนนเฉลี่ย ($x..$)

1.4 แปลงคะแนนรวมของผู้ตอบแต่ละคน (r) ให้อยู่ในรูปของคะแนนโลจิก (y_r) และหาความแปรปรวนของคะแนนโลจิกของผู้ตอบ (V) จากสูตร

$$y_r = \log \left[\frac{r}{M - r} \right] \quad r = 1, 2, 3, \dots, M-1 \quad \dots\dots(1.4.1)$$

$$y.. = \frac{\sum_{r=1}^{M-1} N_r y_r}{N} \quad \dots\dots(1.4.2)$$

$$V = \frac{\sum_{r=1}^{M-1} N_r (y_r - y..)^2}{N-1} \quad \dots\dots(1.4.3)$$

- เมื่อ y_r แทน ค่าคุณลักษณะของผู้ตอบที่คำนวณได้ในขั้นแรก (Initial PROX Measures ; b_r^0) ซึ่งอยู่ในรูปของคะแนนโลจิก
- $y..$ แทน ค่าเฉลี่ยคุณลักษณะของผู้ตอบ (Mean)
- V แทน ความแปรปรวน (Variance) ของค่าคุณลักษณะของผู้ตอบทั้งหมดที่นำมาคำนวณ
- M แทน จำนวนชั้น (Step) ของข้อความทุก ๆ รายการในแบบทดสอบเมื่อหักจำนวนชั้นบางชั้นที่ไม่มีผู้ตอบคนใดเลือกตอบออกแล้ว
- N_r แทน จำนวนผู้ตอบที่เหลือหลังจากการดำเนินการตามข้อ 1.1 แล้ว
- r แทน คะแนนรวมของผู้ตอบแต่ละคนที่ทำได้
- $\log$ แทน ลอการิทึมปกติ (Natural Logarithms)

การคำนวณค่าต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ กระทำเพื่อให้ค่าความยากในแต่ละระดับชั้นของ ข้อความกับคะแนนของผู้ตอบสามารถแสดงได้บนมาตราวัดเชิงเส้นเดียวกัน (Common Linear Scale) โดยมีหน่วย (Unit) และจุดเริ่มต้น (Origin) เหมือนกัน ซึ่งทำให้สามารถนำมา เปรียบเทียบกันได้ (Wright and Masters. 1982 : 34-37)

1.5 คำนวณค่าประจำชั้นของข้อความแต่ละรายการ (Final PROX Calibrations ; d_{ij}) ซึ่งทำได้โดยการปรับขยายค่าความยากในแต่ละชั้นของข้อความ ที่ได้ลดอิทธิพลของกลุ่มผู้ตอบออกแล้ว (Initial PROX Calibrations ; d_{ij}^0) ให้ กว้างขึ้น ทั้งนี้เพื่อลดอิทธิพลการกระจายของคะแนนในกลุ่มผู้ตอบลง โดยคำนวณจากสูตร ต่อไปนี้

$$d_{ij} = Y d_{ij}^0 \quad \text{หรือ} \quad d_{ij} = Y (x_{ij} - x_{..}) \dots\dots\dots(1.5.1)$$

$$\text{โดยที่ } Y = \left[\frac{1 + V/2.89}{1 - UV/8.35} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1.5.2)$$

เมื่อ d_{ij} แทน ค่าความยากประจำชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i ซึ่ง เป็นค่าคุณลักษณะประจำชั้นของข้อความที่คำนวณได้ในขั้นสุดท้าย (Final PROX Calibrations)

d_{ij}^0 แทน ค่าความยากประจำชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i ที่ คำนวณได้ในขั้นแรก (Initial PROX calibrations)

Y แทน ค่าปรับขยายคุณลักษณะของผู้ตอบเมื่อคำนึงถึงการกระจาย ของคะแนนของกลุ่มผู้ตอบทั้งหมดแล้ว

1.6 คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของค่าคุณลักษณะประจำชั้นของ ข้อความ (ค่าความยากประจำชั้น) (Standard Errors for PROX Calibrations ; $SE(d_{ij})$) จากสูตร

$$SE(d_{ij}) = Y \left[\frac{T_{ij-1} + T_{ij}}{(T_{ij-1})(T_{ij})} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1.6.1)$$

เมื่อ $SE(d_{ij})$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าความยากประจำขั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i
Y	แทน	ค่าปรับขยายคุณลักษณะของผู้ตอบเมื่อคำนึงถึงการกระจายของคะแนนในกลุ่มผู้ตอบทั้งหมดแล้ว
T_{ij}	แทน	ความถี่หรือจำนวนผู้ตอบที่เลือกตอบในระดับขั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i
T_{ij-1}	แทน	ความถี่หรือจำนวนผู้ตอบที่เลือกตอบในระดับขั้นที่ j-1 ของข้อความรายการที่ i

1.7 คำนวณหาค่าคุณลักษณะของผู้ตอบ (Final PROX Measures ; b_r) โดยการปรับขยายคะแนนโลจิต ของผู้ตอบแต่ละคนจากที่คำนวณได้ ในขั้นแรก (Initial PROX Measures ; b_r) ให้กว้างขึ้นเพื่อลดอิทธิพลการกระจายคะแนนของข้อความในแบบทดสอบ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$b_r = X b_r^o \quad \text{หรือ} \quad b_r = X y_r \dots\dots\dots(1.7.1)$$

$$\text{โดยที่ } X = \left[\frac{1 + U/2.89}{1 + UV/8.35} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1.7.2)$$

เมื่อ b_r	แทน	ค่าคุณลักษณะของผู้ตอบคนที่ได้คะแนน r
X	แทน	ค่าปรับขยายของค่าความยากในแต่ละระดับขั้นของข้อความในแบบทดสอบ เมื่อคำนึงถึงการกระจายของคะแนนข้อความ (Item Scores) แล้ว
b_r^o	แทน	ค่าคุณลักษณะของผู้ตอบที่ได้คะแนน r จากการคำนวณได้ในขั้นแรก (Initial Measures ; b_r^o) หรือ ค่า y_r

1.8 คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคุณลักษณะของผู้ตอบ
(Standard Errors for PROX Measures ; $SE(b_r^o)$) จากสูตร

$$SE(b_r) = X \left[\frac{M}{r(M-r)} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1.8.1)$$

เมื่อ $SE(b_r)$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคุณลักษณะของผู้ตอบ
คนที่ได้คะแนน r

2. วิธียูคอน (Unconditional Maximum Likelihood Procedure ; UCON)

การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีการนี้ มีประวัติของการปรับปรุงและพัฒนาเป็นไปอย่างต่อเนื่องยาวนาน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของราส์ช โมเดล (Rasch Model) ในแบบทดสอบที่ตอบถูกให้ 1 ตอบผิด ให้ 0 (0,1) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เริ่มตั้งแต่ในปี ค.ศ. 1966 ไรท์ และ ปันจาพาเคสัน (Wright and Panchapakesan) เป็นผู้พัฒนาการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีการนี้ขึ้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1974 ไรท์และดักลาส (Wright and Dauglus) ได้ปรับความลำเอียง (Bias) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อคำถาม (δ_1) สำหรับโมเดลที่ให้คะแนนแบบสองค่า ด้วยค่าปรับแก้ (Correction Factor) $(L-1)/L$ (เมื่อ L หมายถึงจำนวนของข้อคำถาม) เพื่อลดอิทธิพลอันเนื่องมาจากความยาวของข้อคำถามทั้งหมดในแบบทดสอบ จากนั้นในปี ค.ศ. 1975-1976 ไรท์และมิด (Wright and Mead) ได้นำมาทำการตรวจสอบและปรับปรุงใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ได้นำหลักการของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีนี้มาสร้างเป็นโปรแกรม BICAL ซึ่งทำให้การวิเคราะห์สามารถกระทำได้โดยสะดวกรวดเร็วมากขึ้น (Wright and Stone. 1979 : 56) และในปี ค.ศ. 1982 ไรท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 86-89 ; Masters. 1982 : 163-166) ได้นำวิธีการนี้มาปรับใช้กับการการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลแบบต่าง ๆ ที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นหลายค่า ซึ่งปรับขยายมาจากราส์ช โมเดล เช่นเรตติง สเกล โมเดล (SCALE) และพาเชียล เครดิต โมเดล (CREDIT) โดยมีการปรับค่าความลำเอียงด้วยค่าปรับแก้ $(mL-1)/mL$ (เมื่อ $m+1$ แทนลำดับขั้นของการตอบข้อความ (Andrich. 1978a ; 80 ; Masters. 1980 : 216-A) ดังมีรายละเอียดของขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

จากนิยามของพหุคูณ เครดิต โมเดล (CREDIT) ที่แสดงในรูปความน่าจะเป็นหรือโอกาส (Probability) ของผู้ตอบคนที่ n ที่จะเลือกตอบในระดับที่ได้คะแนน x ของข้อความรายการที่ i ซึ่งสามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\pi_{nix} = \frac{\exp \left[\sum_{j=0}^x (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}{\sum_{k=0}^{m_i} \exp \left[\sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}, \quad x = 0, 1, \dots, m_i$$

2.1 เมื่อพิจารณาสมการ π_{nix} ของผลการตอบของผู้ตอบทั้งหมดจำนวน N คน และข้อความจำนวน L รายการ จะได้ไลค์ลิฮูด (Likelihood) ของเมตริกซ์ข้อมูลที่มีมิติขนาด $N \times L ((x_{ni}))$ ดังนี้

$$\lambda = P((x_{ni}); (\beta_n), (\delta_{ij}))$$

$$\Lambda = \prod_n \prod_i \pi_{nix}$$

$$= \frac{\exp \sum_n \sum_i \sum_{j=0}^{x_{ni}} (\beta_n - \delta_{ij})}{\prod_n \prod_i \left[\sum_{k=0}^{m_i} \exp \sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.2 นำค่าลอการิทึม (Logarithms) ใส่เข้าไปในสมการ (2.1) จะได้ดังนี้

$$\lambda = \log \Lambda = \sum_n \sum_i x_{ni} \beta_n - \sum_n \sum_i \sum_{j=1}^{x_{ni}} \delta_{ij} - \sum_n \sum_i \log \left(\sum_{k=0}^{m_i} \exp \sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right) \quad \dots(2.2)$$

โดยที่ $\sum_{j=0}^{x_{ni}} \delta_{ij} = \sum_{j=1}^{x_{ni}} \delta_{ij}$ เพราะ $\delta_{i0} = 0$

เหตุที่ต้องนำลอการิทึม (Logarithms) ใส่เข้าไปในสมการ (2.1) ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการคิดคำนวณ แม้ว่าตามหลักการแล้วการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีแมกซิมัม โลคลีคลีฮูด (Maximum Likelihood) จะเป็นการหาค่าประมาณของค่าพารามิเตอร์ที่จะทำให้ฟังก์ชันโลคลีคลีฮูด มีค่าสูงสุด (Maximum) ก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติมักนิยมทำการหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ลอการิทึม (Logarithms) ของฟังก์ชันโลคลีคลีฮูดมีค่าสูงสุดแทน เพราะสามารถกระทำได้ง่ายกว่า และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ก็เป็นค่าเดียวกันกับค่าที่ทำให้ฟังก์ชันโลคลีคลีฮูดมีค่าสูงสุดด้วย (สุชาติ กิระนนท์. 2530 : 77-78)

อนึ่งเพื่อให้สมการที่ Log Likelihood ในสมการ (2.2) ง่ายลงจึงกำหนดให้

$$\sum_{j=1}^{x_{ni}} \delta_{ij} \text{ แทนผลรวมของค่าความยากของระดับชั้นในข้อความรายการที่ } i \text{ ที่ผู้ตอบคนที่ } n$$

สามารถทำได้สำเร็จ (ผ่าน) และค่าความยากที่ทำได้สำเร็จเหล่านี้ เมื่อนำมารวมกันทั้งหมด

$$N \text{ คน ก็สามารถแสดงได้ในรูปของ } \sum_n \sum_{j=1}^{x_{ni}} \delta_{ij} \text{ นั่นคือผลรวมของค่าความยากของระดับ}$$

ชั้นทั้งหมดที่ผู้ตอบจำนวน N คนสามารถทำได้สำเร็จ นอกจากนั้นกำหนดให้ S_{ij} แทนจำนวนผู้ตอบ ที่ตอบข้อความรายการที่ i ผ่านในชั้นที่ j ดังนั้นผลรวมนี้สามารถเขียนแทนได้ใหม่คือ

$$\sum_n \sum_{j=1}^{m_i} x_{ni} \delta_{ij} = \sum_{j=1}^{m_i} S_{ij} \delta_{ij}$$

2.3 จากการกำหนดแทนด้วยนิพจน์ (Term) ในรูปต่างๆ ที่กล่าวมา และให้

$\sum_i x_{ni} = r_n$ ดังนั้นสมการ Log Likelihood ในสมการ (2.2) จึงเขียนแทนใหม่ดังนี้

$$\lambda = \sum_n r_n \beta_n - \sum_i \sum_{j=1}^{m_i} S_{ij} \delta_{ij} - \sum_n \sum_i \log \left[\sum_{k=0}^{m_i} \exp \sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right] \dots (2.3)$$

จากสมการนี้จะพบว่า คะแนนของผู้ตอบ r_n ปรากฏอยู่ในรูปผลคูณกับพารามิเตอร์คุณลักษณะของผู้ตอบ (β_n) และคะแนนของข้อความ (S_{ij}) ก็ปรากฏในรูปของผลคูณกับพารามิเตอร์ค่าความยากประจำข้อต่างๆ (δ_{ij}) เหล่านี้ด้วย

2.4 หาค่าอนุพันธ์อันดับหนึ่งและสองของสมการ Log Likelihood (λ) เมื่อเทียบกับ β_n และ δ_{ij} คือ

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log \left[\sum_{k=0}^{m_i} \exp \sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}{\partial \beta_n} &= \frac{\sum_{k=0}^{m_i} k \exp \sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij})}{\sum_{k=0}^{m_i} \exp \sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij})} \\ &= \sum_{k=0}^{m_i} k \pi_{nik} = \sum_{k=1}^{m_i} k \pi_{nik} \dots (2.4.1) \end{aligned}$$

และ

$$\frac{\partial \log \left[\sum_{k=0}^{m_i} \exp \sum_{h=0}^k (\beta_n - \delta_{ih}) \right]}{\partial \delta_{ij}} = \frac{-\sum_{k=j}^{m_i} \exp \sum_{h=0}^k (\beta_n - \delta_{ih})}{\sum_{k=0}^{m_i} \exp \sum_{h=0}^k (\beta_n - \delta_{ih})}$$

$$= -\sum_{k=j}^{m_i} \pi_{nik} \dots\dots\dots (2.4.2)$$

จากสมการ (2.4.2) จะพบว่าค่าความยากประจำชั้นที่ j δ_{ij} ปรากฏเฉพาะใน
นิพจน์ที่ $k > j$ ซึ่งมีค่าอนุพันธ์ของ $\sum_{k=0}^m \delta_{ik}$ เมื่อเทียบกับ δ_{ij} เป็นผลรวมจาก $\sum_{k=0}^{m_i}$ ถึง $\sum_{k=j}^{m_i}$

2.5 ด้วยปัจจัยที่กล่าวมาในข้อ 2.4 ทำให้อนุพันธ์อันดับแรกของค่า Log
Likelihood (λ) เมื่อเทียบกับ β_n และ δ_{ij} คือ

$$\frac{\partial \lambda}{\partial \beta_n} = r_n - \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^{m_i} k \pi_{nik} \quad n = 1, N \quad \dots\dots\dots (2.5.1)$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial \delta_{ij}} = -S_{ij} + \sum_{n=1}^N \sum_{k=j}^{m_i} \pi_{nik} \quad i = 1, L ; j = 1, m_i \quad \dots\dots\dots (2.5.2)$$

2.6 จากสมการประมาณค่า 2.6 นิพจน์ $\sum_{k=1}^{m_i} k\pi_{nik}$ คือจำนวนของชั้น

ที่เราคาดหวังผู้ตอบคนที่ n สามารถตอบข้อความรายการที่ i ได้เป็นผลสำเร็จ (จำนวนชั้นที่เขาควรทำได้) และเมื่อคิดรวมทุกข้อความในแบบทดสอบก็จะกลายเป็นจำนวนชั้นของผู้ตอบคนที่ n ซึ่งก็คือค่าคาดหวัง (Expected) ของคะแนนของผู้ตอบที่ตอบข้อความได้สำเร็จจากแบบทดสอบจำนวน L รายการ

ดังนั้นสมการ (2.5.2) นิพจน์ $\sum_{k=j}^{m_i} \pi_{nik}$ คือความน่าจะเป็น หรือโอกาสของผู้ตอบ

คนที่ n ที่อย่างน้อยที่สุดเขาจะตอบข้อความรายการที่ i ในชั้นที่ j ได้สำเร็จ (หรือผ่านในชั้นที่ j) ซึ่งก็คือค่าคาดหวัง (Expected Value) ของ S_{ij} และในสมการ (2.5.2) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปนิพจน์ของจำนวนผู้ตอบ (T_{ij}) ที่เลือกตอบข้อความรายการที่ i ในชั้นที่ j (ได้คะแนน j) เมื่อ $T_{ij} = S_{ij} - S_{ij+1}$

2.7 เมื่อนิพจน์ที่แสดงในรูปที่กล่าวมาในข้อ 2.6 เขียนแทนลงในสมการข้อ 2.5 ก็จะทำให้การคำนวณสะดวกมากยิ่งขึ้น เช่นในกรณีของสมการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อความที่มี 3 ชั้น (Three - Step Item) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\frac{\partial \lambda}{\partial \theta_{i1}} = \left(\sum_{n=1}^N \pi_{ni3} - T_{i3} \right) + \left(\sum_{n=1}^N \pi_{ni2} - T_{i2} \right) + \left(\sum_{n=1}^N \pi_{ni1} - T_{i1} \right) = 0$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial \theta_{i2}} = \left(\sum_{n=1}^N \pi_{ni3} - T_{i3} \right) + \left(\sum_{n=1}^N \pi_{ni2} - T_{i2} \right) = 0$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial \theta_{i3}} = \left(\sum_{n=1}^N \pi_{ni3} - T_{i3} \right) = 0$$

การแก้ปัญหสำหรับค่าของ δ_{i3} กระทำด้วยการลดสมการประมาณค่าของ δ_{i2}

ให้เป็น $\sum_n^N \pi_{ni2} = T_{i2}$ แล้วก็เปลี่ยนเป็นการลดสมการประมาณค่าของ δ_{i1} เป็น

$$\sum_n^N \pi_{ni1} = T_{i1} \quad \text{ตามลำดับ}$$

2.8 หาค่าอนุพันธ์อันดับสองของ Log Likelihood (λ) เมื่อเทียบกับ β_n และ δ_{ij} ได้แก่

$$\frac{\partial^2 \lambda}{\partial \beta_n^2} = - \sum_i^L \left[\sum_{k=1}^{m_i} k^2 \pi_{nik} - \left(\sum_{k=1}^{m_i} k \pi_{nik} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(2.8.1)$$

$$\frac{\partial^2 \lambda}{\partial \delta_{ij}^2} = - \sum_i^N \left[\sum_{k=j}^{m_i} \pi_{nik} - \left(\sum_{k=j}^{m_i} \pi_{nik} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(2.8.2)$$

2.9 สมการประมาณค่าพารามิเตอร์วิชัยคอน (UCON) ของพาเซี่ยล เครดิต โมเดล (CREDIT) คือ

$$\begin{aligned} b_r^{(t+1)} &= b_r^{(t)} - \frac{\sum_i^L \sum_{k=1}^{m_i} k P_{rik}^{(t)}}{\sum_i^L \left[\sum_{k=1}^{m_i} k^2 P_{rik}^{(t)} - \left(\sum_{k=1}^{m_i} k P_{rik}^{(t)} \right)^2 \right]} \dots\dots\dots(2.9.1) \end{aligned}$$

$$d_{ij}^{(t+1)} = d_{ij}^{(t)} - \frac{-S_{ij}^{(t)} + \sum_r^{M-1} N_r \sum_{k=j}^{m_i} P_{rik}^{(t)}}{\sum_r^{M-1} N_r \left[\sum_{k=j}^{m_i} P_{rik}^{(t)} - \left(\sum_{k=j}^{m_i} P_{rik}^{(t)} \right)^2 \right]} \dots\dots\dots(2.9.2)$$

เมื่อ $b_r^{(t)}$ แทน ค่าประมาณค่าลักษณะของผู้ตอบคนที่ได้คะแนน r ซึ่งเป็นค่า
 ค่าที่ได้จากการทำซ้ำกัน t ครั้ง (t -iteration)
 $d_{ij}^{(t)}$ แทน ค่าประมาณความยากประจำขั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i
 เป็นค่าค่าที่ได้จากการทำซ้ำกัน t ครั้ง
 $P_{rik}^{(t)}$ แทน ค่าประมาณความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ได้คะแนน r ในการ
 ตอบลำดับขั้นที่ k ของข้อความรายการที่ i ซึ่งเป็นค่าที่คำนวณ
 ได้จากการทำซ้ำกัน t ครั้ง
 N_r แทน ความถี่ หรือจำนวนของผู้ตอบคนที่ได้คะแนน r

2.10 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Errors) ของ
 การประมาณค่าวิธียูคอน สามารถประมาณค่าได้จากตัวหาร (Denominator) ของการกระทำ
 ซ้ำ ในครั้งสุดท้าย (Last Iteration) ดังนี้

$$SE(b_r) = \left[\sum_i^L \left(\sum_{k=1}^{m_i} k^2 P_{rik} - \left(\sum_{k=1}^{m_i} k P_{rik} \right)^2 \right) \right]^{-\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.10.1)$$

$$SE(d_{ij}) = \left[\sum_r^{M-1} N_r \left(\sum_{k=j}^{m_i} P_{rik} - \left(\sum_{k=j}^{m_i} P_{rik} \right)^2 \right) \right]^{-\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.10.2)$$

ในปัจจุบันนี้การวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธียูคอน (UCON) สามารถ
 ทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ด้วยโปรแกรมที่ชื่อว่า BIGSTEPS (Wright and Linacre.
 1991) ไว้สำหรับวิเคราะห์ผลเรียบร้อยแล้ว

การวิเคราะห์ค่าสถิติความสอดคล้องกับโมเดล (Analysis Item Fit and Person Fit)

ไรท์กับมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 97-101, 108-109) ได้แสดงขั้นตอนของการวิเคราะห์ค่าสถิติความสอดคล้องกับโมเดลไว้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องกับโมเดล (Item Fit)

1.1 ค่าความสอดคล้องของข้อความกับโมเดล (Item Fit)

การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อความกับโมเดล กระทำเพื่อตรวจสอบดูว่าการตอบข้อความรายการที่ i จากแบบทดสอบที่มีข้อความ L รายการ ของผู้ตอบทั้งหมด N คน มีความสอดคล้องกับค่าคาดหวังของการวัดตามพาเชียล เครดิต โมเดล เพียงใด ดังรายละเอียดของการคำนวณดังนี้ (Wright and Masters. 1982:94-101)

คำนวณคะแนนค่าคาดหวัง (Expected Value) ของผู้ตอบคนที่ n ที่จะตอบข้อรายการที่ i ในระดับชั้น (Level) ที่ k ($k = 0, 1, 2, \dots, m_i$) จากสูตร

$$E_{ni} = \sum_{k=0}^m k\pi_{nik}$$

$$\pi_{nik} = \frac{\exp \left[\sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}{\sum_{k=0}^{m_i} \exp \left[\sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}, \quad k = 0, 1, \dots, m_i$$

เมื่อ π_{nik} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะตอบข้อความรายการที่ i ในระดับที่ k

β_n แทน คุณลักษณะของผู้ตอบคนที่ n

δ_{ij} แทน ค่าความยากของข้อความรายการที่ i ในขั้นที่ j

1.2 คำนวณคะแนนส่วนที่เหลือ (Score Residual ; V_{ni}) จากสูตร

$$y_{ni} = x_{ni} - E_{ni}$$

เมื่อ y_{ni} แทน คะแนนส่วนที่เหลือ

x_{ni} แทน คะแนนที่ได้จากการตอบ (Observed Score)

E_{ni} แทน คะแนนค่าคาดหวัง (Expected Value)

1.3 คำนวณความแปรปรวนของคะแนนผลการตอบ (Variance of x_{ni} ;

W_{ni}) จากสูตร

$$W_{ni} = \sum_{k=0}^{m_i} (k - E_{ni})^2 \pi_{nik}$$

1.4 คำนวณค่าความโค้งของการแจกแจงค่าคะแนนผลการตอบ (Kurtosis of X_{ni} ; C_{ni}) จากสูตร

$$C_{ni} = \sum_{k=0}^{m_i} (k - E_{ni})^4 \pi_{nik}$$

1.5 คำนวณคะแนนมาตรฐานของคะแนนส่วนที่เหลือ (Standard Residual ; Z_{ni}) จากสูตร

$$Z_{ni} = \frac{y_{ni}}{\sqrt{W_{ni}}}$$

1.6 คำนวณค่า Unweighted Mean Square (u_i) ของคะแนนมาตรฐานส่วนที่เหลือ จากสูตร

$$u_i = \frac{\sum_{n=1}^N Z_{ni}^2}{N}$$

เนื่องจากค่า Unweighted Mean Square เป็นสถิติที่มีค่าค่อนข้างไว (Sensitivity) ต่อการระบุว่าข้อความใดไม่สอดคล้องกับโมเดล (Misfit) ดังนั้นค่าสถิตินี้จึงมีจุดอ่อนในบางลักษณะของการตอบจากกลุ่มผู้ตอบ เช่น ในการที่ผู้ตอบส่วนใหญ่ตอบข้อความได้สอดคล้องกับค่าคาดหวังตามโมเดล แต่ปรากฏว่ามีผู้ตอบบางคน ที่มีรูปแบบการตอบแตกต่างไปจากลักษณะการตอบของกลุ่มผู้ตอบโดยส่วนรวม เช่น คนที่มีคุณลักษณะ (Trait) ในระดับสูงตอบข้อความบางรายการในระดับต่ำ ๆ หรือในทางตรงข้ามผู้ตอบที่มีคุณลักษณะระดับต่ำกลับตอบข้อความบางรายการในระดับสูง ๆ ซึ่งลักษณะการตอบดังกล่าวนี้ถือว่าไม่สอดคล้องกับค่าความน่าจะเป็น (Probability) ที่เขาควรจะตอบ จึงทำให้ค่าสถิติปฏิเสธข้อความบางรายการทั้งไป ทั้งที่ความจริงแล้วข้อความดังกล่าวยังใช้ได้ เพียงแต่ผู้ตอบบางคนตอบข้อความรายการนั้นด้วยความเสแสร้งเท่านั้น (Wright and Masters. 1982 : 99)

1.7 คำนวณค่า Weighted Mean Square (v_i) ของคะแนนมาตรฐานส่วนที่เหลือ จากสูตร

$$v_i = \frac{z_{1i}^2 W_{1i} + z_{2i}^2 W_{2i} + \dots + z_{Ni}^2 W_{Ni}}{W_{1i} + W_{2i} + \dots + W_{Ni}}$$

$$= \frac{\sum_{n=1}^N z_{ni}^2 W_{ni}}{\sum_{n=1}^N W_{ni}}$$

$$= \frac{\sum_{n=1}^N y_{ni}^2}{\sum_{n=1}^N w_{ni}}$$

ค่าสถิติ v_i นี้จะยิ่งมากขึ้นกว่า u_i และเหมาะกับการนำมาใช้มากกว่าสถิติ u_i โดยที่ v_i มีค่าคาดหวัง เท่ากับ 1 และมีความแปรปรวน (q_i^2) เท่ากับ

$$q_i^2 = \frac{\sum_{n=1}^N (C_{ni} - w_{ni})^2}{\left(\sum_{n=1}^N w_{ni} \right)^2}$$

1.8 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Weight Mean Square (t_i) จากสูตร

$$t_i = \left(v_i^{\frac{1}{3}} - 1 \right) \left[\frac{3}{q_i} \right] + \left[\frac{q_i}{3} \right]$$

เมื่อ t_i หรือที่เรียกว่าค่า Item Infit แทนความสอดคล้องของข้อความกับโมเดล และเมื่อข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลแล้วค่าเฉลี่ยของ t_i จะมีค่าใกล้ 0 และจะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้ 1 เท่านั้นเดียวกัน ค่าสถิติ t_i จากสูตรนี้ ถ้าคำนวณโดยใช้ค่า Unweighted Mean Square (u_i) ก็จะได้ค่าสถิติที่เรียกว่า Item Outfit

2. ค่าความสอดคล้องในการตอบของผู้ตอบกับโมเดล (Person Fit) ค่าความสอดคล้องในการตอบของผู้ตอบกับโมเดลนี้เป็นค่าสถิติที่เป็นประโยชน์สำหรับการประเมินความเที่ยงตรงของการทำการวัดด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้นซึ่งมีลำดับชั้นการวิเคราะห์ เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อความ (Item Fit) ที่กล่าวมาแล้วแตกต่างกันเพียงแต่คะแนนส่วนที่เหลือกำลังสองจะรวมตามข้อความทั้งหมดที่ผู้ตอบเลือกตอบ (คะแนนรวมที่ผู้ตอบทำได้) แทนที่จะเป็นการรวมตามการตอบของผู้ตอบทั้งหมดในข้อความแต่ละรายการ (คะแนนรวมของข้อความ) เหมือนกับค่าความสอดคล้องของข้อความ (Item Fit)

2.1 เริ่มจากการคำนวณค่าคาดหวัง (E_{ni}) ตามพาเชียล เครดิต โมเดล (CREDIT) ความแปรปรวนของคะแนนผลการตอบ (W_{ni}) และความโค้งของการแจกแจงค่าคะแนนผลการตอบ (C_{ni}) จากสูตร

$$E_{ni} = \sum_{k=0}^{m_i} k \pi_{nik} \quad ; \quad W_{ni} = \sum_{k=0}^{m_i} (k - E_{ni})^2 \pi_{nik}$$

$$C_{ni} = \sum_{k=0}^{m_i} (k - E_{ni})^4 \pi_{nik}$$

2.2 คำนวณคะแนนเฉลี่ย (y_{ni})

$$y_{ni} = x_{ni} - E_{ni}$$

คะแนนค่าเฉลี่ยส่วนที่เหลือเมื่อยกกำลังสองและรวมสะสมกันทุก ๆ ข้อความสำหรับการตอบของผู้ตอบแต่ละคนแล้ว จะได้ดังนี้

$$\sum_{i=1}^L y^2 = \frac{\sum_{i=1}^L W_{ni} (x_{ni} - E_{ni})^2}{W_{ni}}$$

$$= \sum_{i=1}^L W_{ni} z_{ni}^2$$

2.3 คำนวณหาค่า Weight Mean Square (v_n)

$$v_n = \frac{\sum_{i=1}^L W_{ni}^2 z_{ni}^2}{\sum_{i=1}^L W_{ni}} = \frac{\sum_{i=1}^L y_{ni}^2}{\sum_{i=1}^L W_{ni}}$$

โดยที่ค่าคาดหมายของ v_n เป็น 1 และความแปรปรวน (q_n^2) =
$$\frac{\sum_{i=1}^L (C_{ni} - W_{ni}^2)}{(\sum_{i=1}^L W_{ni})^2}$$

2.4 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Weight Mean Square (t_n) หรือค่า Person Infit จากสูตร

$$t_n = (v_n^{\frac{1}{3}} - 1) \left[\frac{3}{q_n} \right] + \left[\frac{q_n}{3} \right]$$

เมื่อข้อมูลสอดคล้องกับโมเดล ค่าเฉลี่ยจะใกล้ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าใกล้ 1

อนึ่งในทางปฏิบัติค่าสถิติ Infit ที่คำนวณได้มักใช้เป็นดัชนี (Index) ตัวแรกในการบ่งชี้ข้อความ หรือผู้ตอบที่ไม่สอดคล้อง (Misfit) กับโมเดล อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาร่วมกับค่าสถิติ Outfit ก็จะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับความสอดคล้องกับโมเดลเพิ่มขึ้น อันจะนำไปสู่การตัดสินใจคัดเลือกข้อความ และผู้ตอบที่มีรูปแบบการตอบสอดคล้องกับโมเดล ได้อย่างถูกต้องมากขึ้น (Wright and Linacre. 1984 : 4 - 21, 4 - 29)

สำหรับการศึกษาคำนี้ผู้วิจัยคัดเลือกข้อความและผู้ตอบที่มีค่าสถิติ Infit และ Outfit ที่มีค่าระหว่าง -2 ถึง +2 (Wright and Masters. 1982 : 102)

**ดัชนีชี้ประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ
เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพริกซ์และยูคอน**

เนื่องจากการศึกษาคำนี้ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพาเซียล เครดิต โมเดล ระหว่างวิธีพริกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีดัชนีที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการทั้งสอง ว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพในการประมาณค่าสูง ต่ำกว่ากัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ดัชนี 2 ค่า คือ

1. ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า (Relative Efficiency of Estimators) โดยปกติแล้วไม่จำเป็นที่จะเป็นการวัดหรือการประมาณค่าใด ๆ ก็ตาม จะต้องมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวัดหรือการประมาณค่าความสามารถหรือคุณลักษณะที่ซ่อนเร้นอยู่ภายใน (Trait) ทางด้านการศึกษาและจิตวิทยา มักจะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ถ้าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่ามีค่าสูง ก็จะส่งผลให้ความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่ามีค่าต่ำ ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่านี้มักนิยามมาแสดงในรูปของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือที่เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard Error of Estimate ; $SE(\theta)$) ซึ่งสามารถนำค่านี้ไปใช้ประโยชน์ในลักษณะคล้ายกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error of Measurement ; SE_{meas}) อย่างไรก็ตามในทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดมีเพียงค่าเดียว และนำไปใช้ในลักษณะเหมือนกันกับผู้ตอบทุก ๆ คนในกลุ่มตัวอย่าง ไม่ว่าผู้ตอบแต่ละคนจะได้คะแนนสูงหรือต่ำเพียงใด (ผจงจิต อินทสุวรรณ. 2525 : 67 ; Hambleton. 1989 : 164)

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า มีความสัมพันธ์กับค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (Test Information Function ; $I(\theta)$) ดังนี้ (Warm. 1978 : 77 ; Hambleton 1989 : 164)

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

ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบนี้ จะเป็นค่าบ่งชี้ถึงคุณภาพของการประมาณค่ากล่าวคือ ถ้าแบบทดสอบใดมีค่าอินฟอร์เมชันสูง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าจะมีค่าต่ำ นั่นคือความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าย่อมมีค่าสูง ถ้าแบบทดสอบใดมีค่าอินฟอร์เมชันต่ำ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าก็จะมีค่าสูง ซึ่งส่งผลให้ความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าลดลง และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า ($\overline{SE}(\theta)$) มีความสัมพันธ์กับค่าความเชื่อมั่น (Reliability ; r_{tt}) ตามกรอบทฤษฎีแบบดั้งเดิม เมื่อคะแนนอยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน ที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 ดังสูตร

$$r_{tt} = 1 - (\overline{SE}(\theta))^2 \quad (\text{Warm. 1978 : 77})$$

ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ หมายถึง ผลรวมของค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อคำถามหรือข้อความ (Item Information Function ; $I_g(\theta)$) แต่ละรายการที่นำมารวมกัน ซึ่งแสดงในรูปสมการทั่วไปดังนี้ (Lord and Novick. 1968 : 454)

$$I(\theta) = \sum_{g=1}^n I(\theta, U_g) = \sum_{g=1}^n \frac{[P'_g(\theta)]^2}{P_g(\theta) Q_g(\theta)}$$

เมื่อ $P_g(\theta)$ แทน ฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อคำถามข้อที่ g หรือความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบคนหนึ่ง ซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อคำถามข้อที่ g ได้ถูกต้อง

$Q_g(\theta)$ แทน $1 - P_g(\theta)$

$P'_g(\theta)$ แทน ค่าอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งของ $P_g(\theta)$ หรือความชันของโค้งลักษณะของข้อคำถาม (ICC) ที่ระดับความสามารถ θ

สมการข้างต้นนี้เป็นฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนในแต่ละข้อเป็นสองค่า (Dichotomous Item) ซึ่งเบิร์นบอม (Birnbbaum) เป็นผู้เสนอไว้ในปี ค.ศ. 1968 (Koch. 1983 : 17 ; citing Lord and Novick. 1968) และในปีถัดมาซามิโจมา (Samejima. 1969) ได้เสนอฟังก์ชันอินฟอร์เมชันที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนหลายค่า (Polychotomous Item) ดังสมการต่อไปนี้ (Samejima. 1969 : 39)

$$I_g(\theta) = \sum_{x_g=0}^{m_g} \frac{[P'_{x_g}]^2}{P_{x_g}} - \sum_{x_g=0}^{m_g} P''_{x_g}$$

เมื่อ P_{x_g} แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบจะได้คะแนน x จาก การตอบข้อความรายการที่ g
 P'_{x_g} แทน ค่าอันดับอันดับที่หนึ่งของ P_{x_g}
 P''_{x_g} แทน ค่าอันดับอันดับที่สองของ P_{x_g}

เนื่องจากนิพจน์ที่สองของสมการข้างต้นเท่ากับ 0.0 จึงทำให้สามารถตัดนิพจน์นี้ออก จากสมการดังกล่าวได้ ดังนั้นฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่มีข้อคำถามหรือข้อความแบบ ให้คะแนนเป็นหลายค่า คือ

$$I(\theta) = \sum_{g=1}^n \sum_{x_g=0}^{m_g} \frac{[P'_{x_g}]^2}{P_{x_g}}$$

จากสมการแสดงค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่ข้ามใจมาเป็นผู้พัฒนาขึ้นนี้ ต่อมาดอดด์ (Dodd. 1984) และ ดอดด์กับค็อคซ์ (Dodd and Koch. 1985) (Dodd and Koch. 1987 : 372 citing Dodd and Koch. 1985) ได้นำมาประยุกต์ใช้กับ ข้อความที่ให้คะแนนเป็นแบบลำดับชั้น (Ordered Categories Scoring) หรือแบบมี หลายค่า (Polychotomous) ในพาเซียล เครดิต โมเดล (CREDIT) ดังสมการต่อไปนี้ (Dodd. 1987 : 373-374)

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^n I_i(\theta) = \sum_{i=1}^n \sum_{x_i=0}^{m_i} \frac{[P'_{x_i}(\theta)]^2}{P_{x_i}(\theta)}$$

อนึ่งค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบนอกจากจะเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของการประมาณค่าที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณค่าจากแบบทดสอบต่างฉบับที่วัดความสามารถหรือคุณลักษณะอย่างเดียวกัน โดยการนำค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบแต่ละฉบับมาเปรียบเทียบกับที่ละคู่ ณ ระดับความสามารถหรือคุณลักษณะเดียวกัน โดยแสดงในรูปของอัตราส่วน ซึ่งค่าอัตราส่วนของฟังก์ชันของแบบทดสอบสองฉบับที่นำมาเปรียบเทียบ ณ ระดับความสามารถเดียวกันนี้เรียกว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ หรือประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า (Relative Efficiencies of Various Test Design, Estimators) ดังสูตร (Lord and Novick. 1968 : 471-472 ; Allen and Yen. 1979 : 266)

$$RE (\theta, x_1, x_2) = \frac{I (\theta, x_1)}{I (\theta, x_2)}$$

เมื่อ $RE (\theta, x_1, x_2)$ แทน ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของคะแนน
แบบทดสอบ x_1 กับคะแนนแบบทดสอบ x_2
ณ ที่ความสามารถระดับ θ

โดยที่ x_1 และ x_2 เป็นคะแนนจากแบบทดสอบที่แตกต่างกัน 2 ฉบับ ที่วัดความสามารถอย่างเดียวกัน เช่น ถ้าเป็นการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ 2 ฉบับ ณ ระดับความสามารถใดๆ ถ้าผลการคำนวณค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าแบบทดสอบ x_1 มีคุณภาพสูงกว่าแบบทดสอบ x_2 ณ ความสามารถระดับนั้น แต่ถ้าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าแบบทดสอบ x_1 มีคุณภาพต่ำกว่าแบบทดสอบ x_2 ณ ระดับความสามารถนั้น แต่ถ้าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 1 แล้วแสดงว่าคุณภาพของแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าพอๆ กัน ณ ระดับความสามารถนั้น (Warm. 1978 : 75-76 ; Crocker and Algina. 1986 : 369-370 ; Lord and Stocking. 1988 : 270) และถ้าพิจารณาในแง่ของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า (Relative Efficiency of Estimators) แล้ว x_1 และ x_2 จะแทนวิธีการประมาณค่าที่แตกต่างกัน 2 วิธี ของแบบทดสอบฉบับเดียวกัน นอกจากนั้นค่าประสิทธิภาพในการประมาณค่าสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ โดยการใช้อัตราส่วนของค่าความแปรปรวนวิธีประมาณค่าวิธีการหนึ่งเทียบกับ วิธีการประมาณค่าอีกวิธีหนึ่ง เช่น ถ้ามีวิธีการประมาณค่า

2 วิธี คือ x_1 และ x_2 ซึ่งเป็นฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชันของตัวแปรสุ่ม (Random Variable) ในกลุ่มตัวอย่าง โดยมีความแปรปรวนของวิธีการประมาณค่าเป็น $V(x_1)$ และ $V(x_2)$ ตามลำดับ ก็จะได้ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าวิธีที่ 1 เทียบกับวิธีที่ 2

$[Eff(\theta, x_1, x_2)]$ เป็น $Var(x_2)/Var(x_1)$ โดยทั่วไปแล้วตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีจะต้องมีความแปรปรวนของการประมาณค่าต่ำ ๆ หรือมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณค่าอื่น ๆ (สุชาดา กิระนันท์. 2530 : 40 ; Larsen and Mark. 1986 : 243) แต่จากการศึกษาพบว่า ค่าความแปรปรวนในการประมาณค่าเป็นส่วนกลับของค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ($\sigma^2 = 1/I(\theta)$) (Lord and Novick. 1968 : 472) ดังนั้นจากความสัมพันธ์ที่กล่าวมาสามารถสรุปให้อยู่ในรูปของสมการได้ ดังนี้

$$RE(\theta, x_1, x_2) = \frac{I(\theta, x_1)}{I(\theta, x_2)} = \frac{V(x_2)}{V(x_1)} = Eff(\theta, x_1, x_2)$$

จากสมการดังกล่าวนี้ จะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ระหว่าง 2 วิธีใด ๆ สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนของค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าแต่ละวิธีในแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวนี้มีค่าเท่ากับ ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าที่คำนวณจากการใช้อัตราส่วนของค่าความแปรปรวน

สำหรับการแปลความหมายค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า ณ ระดับความสามารถใด ๆ ถ้าการคำนวณค่า $RE(\theta, x_1, x_2)$ มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี x_1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าการประมาณค่าด้วยวิธี x_2 ซึ่งก็แสดงว่าค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าด้วยวิธี x_2 มีค่ามากกว่าวิธี x_1 แต่ถ้าค่า $RE(\theta, x_1, x_2)$ มีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการ x_1 มีประสิทธิภาพต่ำกว่าวิธี x_2 หรือแสดงว่าค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าวิธี x_2 มีค่าน้อยกว่าวิธี x_1 และประการสุดท้ายถ้าค่า $RE(\theta, x_1, x_2)$ มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่า การประมาณค่าทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพพอ ๆ กัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการประมาณค่าไม่ว่าจะใช้กับค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชัน หรือค่าความแปรปรวนสามารถแปลความหมายได้ในลักษณะเดียวกัน สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณลักษณะของผู้ตอบ (เจตคติ) และของข้อความ (ค่าความยากประจำชั้น) ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

2. ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error ; RMSE)

ความไม่เอนเอียง (Unbiasedness) เป็นคุณสมบัติสำคัญอีกประการหนึ่งของตัวประมาณค่าที่ดี นอกเหนือไปจากควมมีประสิทธิภาพ (Efficiency) ดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งในที่นี้ความไม่เอนเอียงหมายถึงความสอดคล้อง (Consistency) ระหว่างคะแนนผลการตอบ (Observed Score) ของข้อความในแบบทดสอบของผู้ตอบแต่ละคนกับคะแนนค่าคาดหวัง (Expected Value) ถ้าความสอดคล้องระหว่างค่าทั้งสองมีมากตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ก็จะมีคุณสมบัติของความไม่เอนเอียง แต่ถ้าความสอดคล้องระหว่างค่าทั้งสองมีน้อยตัวประมาณค่าก็จะขาดคุณสมบัติของความไม่เอนเอียงนี้ไป สำหรับคะแนนค่าคาดหวังของการตอบสนองต่อข้อความในระดับชั้นต่างๆ (Level) ของผู้ตอบแต่ละคน (Expected Value ; E_{ni}) ของพาเซี่ยล เครดิต โมเดล (CREDIT) จากเมตริกซ์ข้อมูลผลการตอบ (Data Matrix) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง m_i เมื่อ m_i เป็นระดับคะแนนในชั้นสูงสุดของข้อความ โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (Wright and Masters. 1982 : 97)

$$E_{ni} = \sum_{k=0}^{m_i} k \pi_{nik}$$

$$\pi_{nik} = \frac{\exp \left[\sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}{\sum_{k=0}^{m_i} \exp \left[\sum_{j=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]} \quad k = 0, 1, 2, \dots, m_i$$

เมื่อ π_{nik} แทน ความน่าจะเป็นของผู้ตอบคนที่ n ที่จะตอบข้อความรายการที่ i ในระดับที่ k

β_n แทน คุณลักษณะของผู้ตอบคนที่ n

δ_{ij} แทน ค่าความยากประจำชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i

ถ้าเรานำค่าคาดหวังของการตอบสนองต่อข้อความของผู้ตอบแต่ละคนที่คำนวณได้จากสมการข้างต้นนี้ ไปหักออกจากคะแนนผลการตอบแต่ละรายการ (Observed Score ; x_{ni}) ในแบบทดสอบ จากนั้นนำค่าที่คำนวณได้เหล่านี้มายกกำลังสองแล้วนำมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนของข้อความทั้งหมดในแบบทดสอบ (หลังจากที่ตัดข้อความบางรายการที่ไม่สอดคล้องกับโมเดลออกไปแล้ว) ก็จะได้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error) ของผลการประมาณค่าเจตคติของผู้ตอบ ของพาเซี่ยล-เดรดิต โมเดล ดังสมการต่อไปนี้

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^L (x_{ni} - E_{ni})^2}{L}$$

จากสมการข้างต้นนี้สามารถแสดงให้อยู่ในรูปค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ดังนี้

$$RMSE = \left[\frac{1}{L} \left(\sum_{i=1}^L (x_{ni} - E_{ni})^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

นอกจากค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จะนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าเจตคติของผู้ตอบดังสมการข้างต้นแล้ว ยังสามารถนำมาใช้เป็นค่าบ่งชี้ประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความ ซึ่งในพาเซี่ยล-เดรดิต โมเดล ก็คือค่าความยากประจำชั้นของข้อความได้อีกด้วย ดังสมการ

$$RMSE = \left[\frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N (x_{ni} - E_{ni})^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ	RMSE	แทน	ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย
	x_{ni}	แทน	คะแนนผลการตอบของผู้ตอบคนที่ n จากการตอบข้อ ความรายการที่ i ($x = 0, 1, 2, \dots, m_i$)
	N	แทน	จำนวนของผู้ตอบที่สอดคล้องกับ โมเดล
	L	แทน	จำนวนข้อความที่สอดคล้องกับ โมเดล
	E_{ni}	แทน	ค่าคาดหวังของคะแนนผลการตอบของผู้ตอบคนที่ n ในข้อความรายการที่ i ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่า วิธีพหุหรือชวียุคอน

ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีในการเปรียบเทียบความไม่เอนเอียงของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบแต่ละวิธีได้ และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยนำค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นดัชนีบ่งชี้ความไม่เอนเอียงของผลการประมาณค่าเจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำข้อของข้อความ จากวิธีการประมาณค่า ด้วยวิธีพหุหรือชวียุคอน เพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีประมาณค่าวิธีใดมีคุณสมบัติของความไม่เอนเอียงมาก น้อยกว่ากัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีพหุหรือชวียุคอน

โคเฮน (Cohen. 1979 : 18-119) ได้ศึกษาผลของการประมาณค่า พารามิเตอร์ความสามารถของผู้ตอบ (Ability Parameter) และค่าความยากของข้อ คำถาม (Item Difficulty) ของราล์ฟ โมเดล ระหว่างวิธีพหุหรือชวียุคอน ในแบบ ทดสอบวิชาฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 50 ข้อ กลุ่มผู้ตอบจำนวน 703 คน ผลการศึกษา พบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จากวิธีพหุหรือชวียุคอน มีค่าแตกต่างจากวิธีชวียุคอนไม่มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความยากของข้อคำถามที่ประมาณค่าได้จากวิธีทั้งสอง โดยทั่วไป มีค่าใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้โคเฮนยังได้เสนอแนะเพิ่มเติมอีกว่า การประมาณค่าด้วยวิธี พหุหรือชวียุคอนจะมีความแม่นยำ (Accuracy) สูงขึ้น ถ้านำไปใช้ประมาณค่ากับแบบทดสอบที่มีจำนวน ข้อไม่น้อยจนเกินไป ทั้งนี้เพราะการนำไปใช้กับข้อคำถามจำนวนน้อยข้อ (น้อยกว่า 20 ข้อ) และ มีการแจกแจงของค่าพารามิเตอร์ความยากเป็นแบบเบ้ (Skewed) จะมีผลทำให้ค่า ประมาณที่ได้มีค่าสูงกว่าค่าพารามิเตอร์ความยากที่แท้จริง (Overestimates)

ไรท์และสโตน (Wright and Stone. 1979 : 60-61,143) ได้เปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อคำถาม (Item Calibrations) และคุณลักษณะของผู้ตอบ (Person Measures) ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของราสช์ โมเดล (Rasch Model) ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน พบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จากวิธีทั้งสองมีค่าแตกต่างกันไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของการวัด แม้ว่าจะไม่ได้พิจารณาด้วยค่านัยสำคัญทางสถิติก็ตาม และเมื่อข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีขนาดใหญ่ รวมทั้งการแจกแจงค่าความยากของข้อคำถามเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) แล้ว ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยทั้งสองวิธีดังกล่าว เกือบจะไม่แตกต่างกัน ต่อมาในปี ค.ศ.1982 ไรท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 77-80) ได้เปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอนของเรตติง สเกล โมเดล (SCALE) ซึ่งพัฒนามาจากราสช์ โมเดล ในแบบสอบถามเกี่ยวกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ พบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อความ หรือค่าประจำข้อความ (Scale Value) มีค่าเป็นลำดับ (Ordering) ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะวิธีทั้งสองใช้คะแนนรวมของข้อความ (Activity Scores) ได้ตารางเมตริกซ์ของข้อมูลผลการตอบ (Data Matrix) เหมือนกัน ส่วนค่าประมาณคุณลักษณะของผู้ตอบที่ประมาณจากวิธีทั้งสองมีค่าแตกต่างกันมากเมื่อคะแนนรวมของผู้ตอบอยู่ในระดับสูง และจะมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อคะแนนรวมมีค่าต่ำ อย่างไรก็ตามความแตกต่างดังกล่าวนี้ มีค่าไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดคุณลักษณะของผู้ตอบแต่ละคน (Standard Error of Measurement) จากการประมาณค่าแต่ละวิธี

เจนเซ่นและคนอื่น ๆ (Jensen and others. 1988b : 307-313) ได้ศึกษาความคงเส้นคงวา (Consistency) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธียูคอน ในราสช์ โมเดล โดยศึกษาด้วยวิธีการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation Study) ผลการวิจัยพบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ ด้วยวิธียูคอนมีค่าไม่คงที่ แม้ว่าจะได้มีการแก้ความลำเอียง (Bias) ของการประมาณค่าด้วยค่าปรับแก้ $(k-1)/k$ (เมื่อ k หมายถึงจำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ) แล้วก็ตาม และยังได้อธิบายว่าความลำเอียงที่เกิดขึ้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนของข้อคำถามแต่เพียงประการเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความยากของค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามอีกด้วย ดังนั้นการปรับแก้ความลำเอียงในทางปฏิบัติจริงจึงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถกระทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการแจกแจงค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามที่มีลักษณะเบ้ (Skewness) และมี

พิสัย (Range) กว้างจะพบว่าไม่สามารถลดความลำเอียงได้ด้วยค่าปรับแก้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเดอ กรูเจเตอร์ (Jensen and others. 1988a : 305 ; citing de Gruijter. 1986) สำหรับประเด็นนี้ไรท์ (Wright. 1988a : 315-318 ; Wright and Linacre. 1991 : 45) ได้แสดงให้เห็นว่าค่าปรับแก้ความลำเอียงของการประมาณค่าด้วยวิธีบุคคลที่เขาเก็บดักลาส (Wright and Douglas. 1977) พัฒนาขึ้นใช้สำหรับปรับแก้ความลำเอียงของค่าประมาณเฉพาะในแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อคำถามน้อย ๆ เท่านั้นและความลำเอียงของการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีบุคคล ไม่มีผลต่อตำแหน่งของข้อคำถามและการแปลความหมายของตัวแปร ที่นิยามจากค่าคุณลักษณะของข้อคำถาม (Item Calibrations) ที่ประมาณค่าได้ นอกจากนี้ไรท์ยังแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีบุคคล จะมีความลำเอียงในค่าความยากของข้อคำถาม ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาอยู่บ้างในทางปฏิบัติสำหรับการวัดคุณลักษณะของผู้ตอบ (Person Measurement) และการเทียบระดับคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (Test Equating) ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาจากความลำเอียงของการวัดคุณลักษณะของผู้ตอบในรูปของคะแนนโลจิต (Logit Score) ที่มีค่ามากที่สุดแล้วปรากฏว่ามีขนาดเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อพิจารณาจากข้อคำถามจำนวน 5, 10, 15 และ 20 ข้อ และมีพิสัยของค่าพารามิเตอร์ของข้อความเป็น $(-2, +2)$, $(-3, +1)$, $(-3, +3)$ และ $(-4, +4)$ ตามลำดับ นอกจากนี้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดที่เกิดขึ้น ยังแสดงให้เห็นอีกว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อแบบทดสอบมีจำนวนข้อคำถามมากกว่า 10 ข้อแล้ว ค่าความลำเอียงจะมีค่าไม่มากนัก เมื่อเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error) ดังนั้นสำหรับผู้สร้างแบบทดสอบมากกว่า 10 ข้อ แล้ว ไม่มีเหตุผลอันใดที่จะหลีกเลี่ยงการนำวิธีบุคคลไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในรหัส ไมเดล นอกจากนี้จากการศึกษาของ ฮาร์เบอร์แมน (de Gruijter. 1990 : 288 ; citing Harberman. 1977) พบว่าความลำเอียงอันเกิดจากการประมาณค่าจะมีความสำคัญน้อยมาก เมื่อข้อคำถามมีจำนวนมากขึ้น

ดอดด์และค็อกซ์ (Dodd and Koch. 1987 : 371-384) ใช้วิธีการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation Study) เพื่อศึกษาค่าอินฟอร์เมชันของข้อคำถาม (Item Information Function) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) ของแบบทดสอบ เพื่อศึกษาความแม่นยำของการวัด (The Precision of Measurement)

ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงค่าความยากประจำชั้น (Step Difficulties) ของ พาเซิล เครดิต ไมเดล พบว่าค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อความมีความเกี่ยวข้องกับค่าความยากประจำชั้น ตามปัจจัยดังต่อไปนี้ 1) ระยะห่างระหว่างค่าความยากประจำชั้นแรกกับขั้นสุดท้าย 2) จำนวนของค่าความยากประจำแต่ละขั้นที่ไม่เรียงลำดับกัน (เรียงแบบผันกลับ ; Reverse) 3) ขนาด (Magnitude) ของระยะระหว่างค่าความยากประจำแต่ละขั้นที่เรียงผันกลับ ดังมีสาระสำคัญที่พอกกล่าวได้โดยย่อคือ เมื่อข้อความมีจำนวนขั้นและระยะระหว่างค่าความยากประจำชั้นแรกกับขั้นสุดท้ายเท่ากันแล้ว ข้อความที่มีค่าความยากเรียงลำดับกันจากมากไปหาน้อย จะมีค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันสูงสุด ส่วนค่าความยากที่เรียงแบบอื่น ๆ จะมีค่าต่ำกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าค่าความยากประจำชั้นเรียงจากค่าน้อยไปหามาก ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันจะมีค่าต่ำสุด และถ้ามีข้อความบางรายการที่ค่าความยากบางขั้นเรียงผันกลับกันบ้าง ข้อความที่มีค่าความยากขั้นแรก (Earlier Step) สูงกว่าขั้นท้าย ๆ (Later Step) จะมีค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันสูงกว่าข้อความที่มีค่าความยากประจำชั้นแรกต่ำกว่าขั้นท้าย ซึ่งเป็นลักษณะเช่นเดียวกับข้อความที่มีค่าความยากไม่เรียงลำดับกันที่ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันสูง นอกจากนี้ ข้อความที่มีขนาดของระยะห่างระหว่างค่าประจำชั้นที่เรียงผันกลับกันมาก ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อความจะมีค่าสูง เช่นข้อความ A มีค่าความยากประจำชั้นแต่ละขั้นเป็น -1.0, 0.5, -0.5 และ 1.0 ข้อความ B มีค่าเป็น -1.0, -0.5, 1.0 และ 0.5 ข้อความทั้งสองรายการนี้ มีค่าความยากประจำชั้นไม่เรียงลำดับกันโดยข้อความ A มีการเรียงผันกลับกันในขั้นที่ 2 และ 3 ส่วนข้อความ B เรียงผันกลับกันในขั้นที่ 3 และ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าขนาดของระยะระหว่างขั้นที่ผันกลับกันในข้อความ A มีค่าเท่ากับ 1 มากกว่าข้อความ B ที่มีค่าเท่ากับ 0.5 ดังนั้นข้อความ A ย่อมมีค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันสูงกว่าข้อความ B เป็นต้น สำหรับค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบพบว่า ข้อความที่มีพิสัยของค่าความยากแคบ (น้อยกว่า 1.5) จะส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบมากกว่าข้อความที่มีพิสัยของค่าความยากกว้าง (มากกว่า 2.0) เมื่อเทียบจากแบบทดสอบที่ใช้เป็นเกณฑ์ฉบับเดียวกันแล้ว (Base Test) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ ขึ้นอยู่กับการเรียงผันกลับกันของข้อความในแบบทดสอบ กล่าวคือแบบทดสอบที่มีข้อความเรียงผันกลับกันจะมีค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ สูงกว่าแบบทดสอบที่ไม่มีข้อความเรียงผันกลับ เมื่อเทียบกับแบบทดสอบฉบับเดียวกัน กล่าวโดยสรุปข้อความที่มีค่าความยากเรียงลำดับกัน และมีพิสัยของค่าความยากเหล่านี้นกว้าง จะมีค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบต่ำที่สุด ข้อความที่มีค่าความยากเรียงแบบผันกลับกัน

และมีพิสัยของค่าความยากแคบจะมีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบสูงสุด และสอดคล้องกับข้อควร
 ยังได้เสนอแนะให้เลือกข้อความที่มีค่าความยากประจำชั้นท้าย ๆ มีค่าต่ำกว่าค่าความยาก
 ประจำชั้นแรก ๆ ทั้งนี้เพื่อให้การวัดคุณลักษณะของผู้ตอบ (θ) ด้วยการใช้ข้อความดังกล่าว
 เป็นไปด้วยความแม่นยำสูงมากขึ้น

รายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของพาเซียล เครดิต โมเดล (CREDIT)

1. โปรแกรม CREDIT

โปรแกรม CREDIT เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในระยะแรก เพื่อนำไปใช้ในการ
 วิเคราะห์ข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นหลายค่า (Polychotomous) เช่นเวทติง สเกล
 โมเดล (SCALE) และพาเซียล เครดิต โมเดล (CREDIT) โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นโดยไรท์
 มาสเตอร์ และลุดโลว์ (Wilson. 1988 : 359 ; citing Wright, Masters and
 Ludlow. 1981) ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (Mainframe) และสามารถเลือก
 ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ทั้งวิธีพรีออกซ์ (PROX) หรือวิธียูคอน (UCON) ขึ้นอยู่กับ
 ว่าผู้ต้องการประมาณค่าด้วยวิธีใด เนื่องจากโปรแกรม CREDIT ต้องใช้กับเครื่อง
 คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ จึงทำให้การนำมาใช้ในทางปฏิบัติมีข้อจำกัดหลายประการ อาทิ การ
 เขียนคำสั่งให้เครื่องทำงาน (Job Control Language ; JCL) ค่อนข้างยุ่งยาก ผู้ใช้
 ต้องมีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับการใช้เครื่องขนาดใหญ่ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการประมวลผล
 ที่มีราคาค่อนข้างแพง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ในระยะต่อมา ได้มีการพัฒนาโปรแกรม CREDIT
 ให้สามารถใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ดังที่จะได้กล่าวถึงต่อไป

2. โปรแกรม BIGSTEPS

โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1991 โดยไรท์และลินาร์ช (Wright and
 Linacre. 1991) โปรแกรมนี้มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ (Wright. 1991 : 2)
 ประการแรก โปรแกรม BIGSTEPS ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (IBM PC/AT/XT
 Compatible) จึงทำให้การนำมาใช้งานในทางปฏิบัติกระทำได้สะดวกและกว้างขวางมาก
 ยิ่งขึ้น ประการที่สอง โปรแกรมนี้พัฒนามาจากโปรแกรม BIGSCALE ซึ่งเป็นโปรแกรมที่รวม
 โปรแกรมที่มีชื่อเสียงหลาย ๆ โปรแกรมเข้าไว้ด้วยกัน ได้แก่โปรแกรม BICAL , MSSCALE

CREDIT และ MSTEPS ดังนั้นจึงทำให้โปรแกรม BIGSTEPS สามารถใช้ทำงานแทนที่ (Supersedes) โปรแกรมข้างต้นเหล่านั้นได้ ซึ่งก็หมายความว่า โปรแกรม BIGSTEPS สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อความแบบให้คะแนนเป็นสองค่า (Dichotomous) ในแบบทดสอบวัดความถนัดและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และข้อความแบบให้คะแนนเป็นหลายค่า (Polychotomous) ในแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ ข้อความ (Statement) ในแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพและเจตคติ เป็นต้น ประการที่สามโปรแกรมนี้สามารถใช้ประมวลผลกับเมตริกซ์ข้อมูล (Data Matrix) ที่มีขนาดใหญ่ (ผู้สอบ 20,000 คน x คำถาม 3,000 ข้อ) และถ้านำไปใช้กับพาเซี่ยล เครดิต โมเดล สามารถใช้วิเคราะห์ผลข้อความที่มีจำนวนลำดับขั้นของการตอบ (Ordered Category) ได้ถึง 100 ขั้น และประการสุดท้าย ข้อมูลผลการตอบที่ไม่สมบูรณ์ (Missing Data) เช่น กรณีที่ผู้ตอบบางคนตอบแบบทดสอบไม่ครบทุกข้อ ก็สามารถวิเคราะห์ผลได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปนี้ได้

ปัจจุบันโปรแกรม BIGSTEPS มีใช้งานอยู่ที่ฝ่ายวิเคราะห์และประมวลผล สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

3. โปรแกรมอื่น ๆ

นอกจากโปรแกรม CREDIT และโปรแกรม BIGSTEPS ที่ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ ของพาเซี่ยล เครดิต โมเดลแล้ว ยังมีโปรแกรมอื่น ๆ อีก เช่น โปรแกรม MSTEPS (Walker - Bartnick. 1990 : 1589-A ; citing Wright , Congdon and Schultz. 1988) PC - CREDIT (Wilson. 1988 : 359 ; citing Masters and Wilson. 1988) และ PARTIAL (Dodd and Koch. 1987 : 375) เป็นต้น

สมมติฐานของการวิจัย

ด้วยเหตุที่แนวคิดหลักสำคัญของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอนแตกต่างกัน จึงทำให้ขั้นตอนของการคำนวณแตกต่างกัน กล่าวคือวิธีพรีออกซ์ มีขั้นตอนการคำนวณง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมาก (Wright and Masters. 1982 : 60-69) เมื่อเทียบกับวิธียูคอนที่มีขั้นตอนการคำนวณยุ่งยากและละเอียดมากกว่า ทั้งนี้เพราะการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีนี้ อาศัยหลักการของวิธีแมกซิมัม โลคัลลิสทูด (Maximum Likelihood)

ที่ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ และค่าเจตคติของผู้ตอบ ด้วยกระบวนการหาค่าซ้ำ ๆ (Iterative Procedures) จนกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ดังกล่าวจะลู่ (Convergence) เข้าสู่ค่าคงที่ (Wright and Panchapakesan, 1969 : 34-37 ; Masters, 1982 : 163-166) และประกอบกับการวิจัยครั้งนี้ คำนวณจากข้อมูลผลการตอบข้อความจำนวนหลายรายการของกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ เป็นผลให้ความคลาดเคลื่อน (Bias) อันเกิดจากการประมาณค่าวิธีชู้คอนมีค่าเล็กน้อยมาก (Wright and Panchapakesan, 1969 : 43 ; Wright, 1988a : 316 ; de Gruijter, 1990 : 288 ; citing Harberman, 1977) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จากวิธีชู้คอนน่าจะมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีพรีออกซ์ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีทั้งสอง ไรท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters, 1982 : 78-80) ได้เปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของเรตติง สเกล โมเดล ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธีชู้คอน ในแบบสอบถามเกี่ยวกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ พบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อความ (Scale Value) และเจตคติของผู้ตอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีทั้งสอง มีค่าใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเลือกพิจารณาแต่ข้อความและผู้ตอบที่สอดคล้องกับโมเดล (Fit) ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งของผลการศึกษาประการหลังนี้จึงน่าจะเชื่อได้ว่าผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ และเจตคติของผู้ตอบของ พาเชียล เครดิต โมเดล (CREDIT) ระหว่างวิธีทั้งสองน่าจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก เพราะโมเดลทั้งสองพัฒนามาจาก ราล์ฟ โมเดล เหมือนกัน

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมุติฐานของการวิจัยดังนี้

1. ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบด้วยวิธีชู้คอน ต่ำกว่าวิธีพรีออกซ์
2. ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีชู้คอน ต่ำกว่าวิธีพรีออกซ์
3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบด้วยวิธีพรีออกซ์ ต่ำกว่าวิธีชู้คอน

4. ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์ มีค่าต่ำกว่าวิธียูคอน ในทุกช่วงของระดับเจตคติ (Attitude Trait Continuum)

5. ค่าเจตคติของผู้ตอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

6. ค่าความยากประจำชั้นของข้อความ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

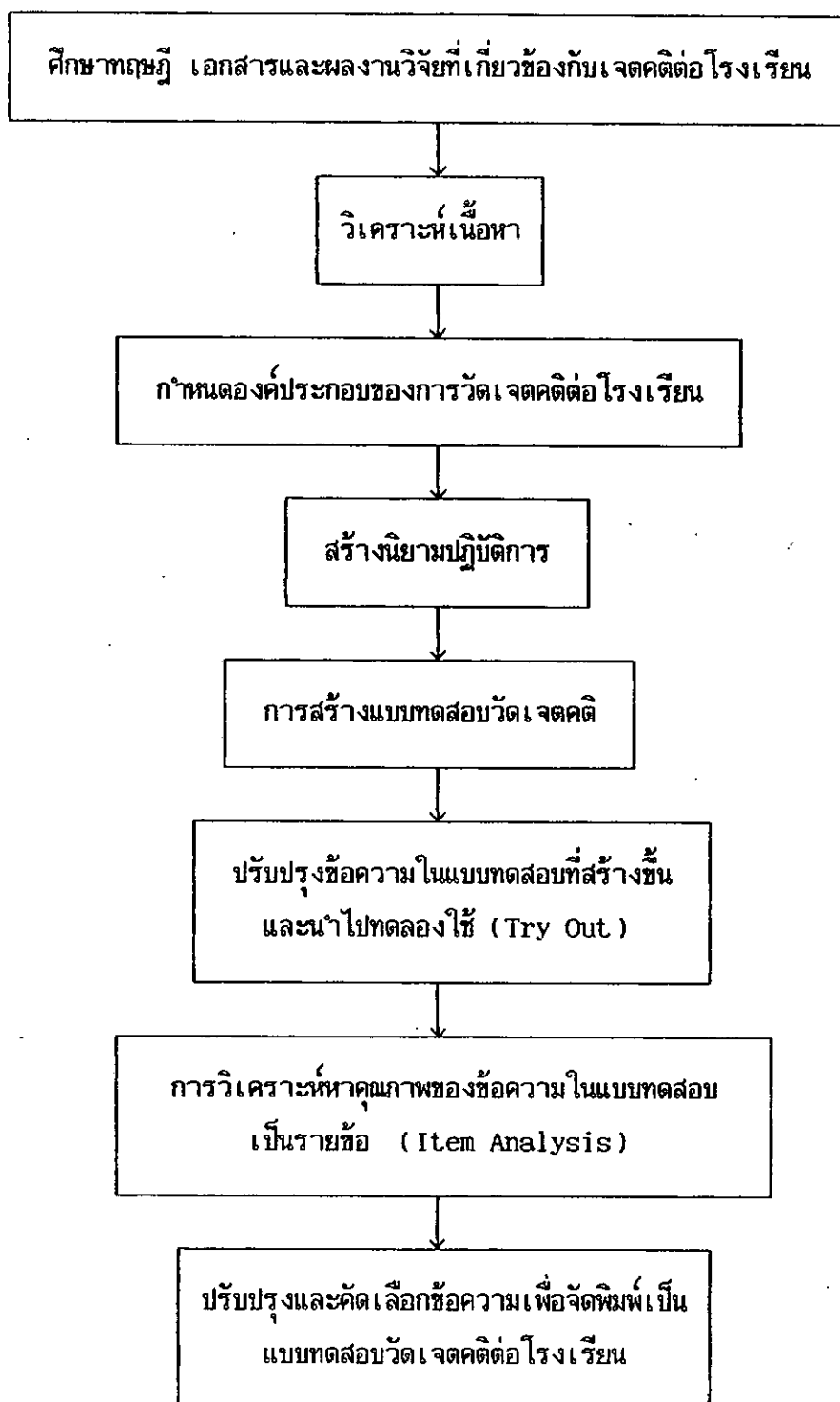
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งวิธีดำเนินการออกเป็นสองตอน คือ ตอนแรก เป็นวิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียนตามวิธีการของลิเคิร์ท และการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว (Unidimension) ซึ่งเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม ส่วนตอนที่สองเป็นวิธีดำเนินการเพื่อเปรียบเทียบผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของ พายีล เครดิต โมเดล (CREDIT) ซึ่งได้แก่ ค่าความยากประจำขั้นของข้อความ (Item Step Difficulties) และระดับเจตคติของผู้ตอบ (Attitude Trait Level) ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON) โดยมี รายละเอียดของวิธีการดำเนินการแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน แบบลิเคิร์ทสเกล และการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว

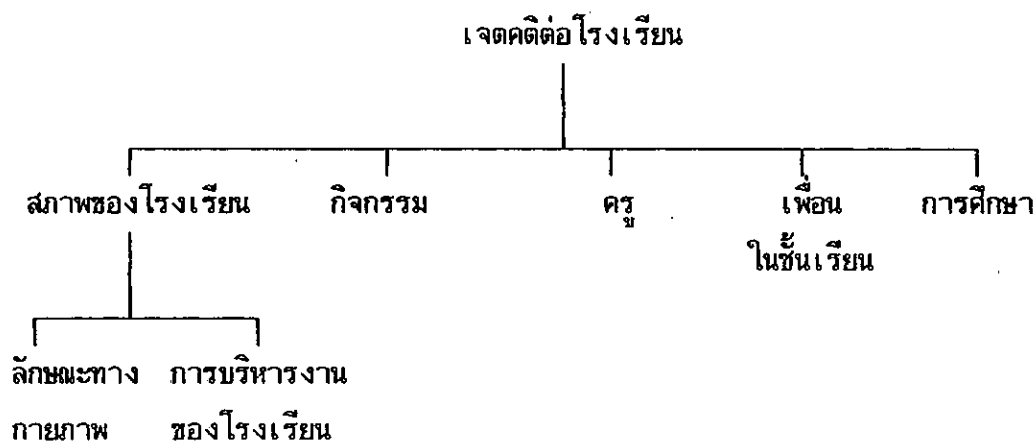
การดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียนแบบลิเคิร์ทสเกล ในการ ศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนผังดังนี้



ภาพประกอบ 7 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน

การดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียนตามภาพประกอบ 7 มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อโรงเรียน แล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อกำหนดองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของเจตคติต่อโรงเรียนที่ต้องการวัด ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ เจตคติที่มีต่อสภาพของโรงเรียน กิจกรรม ครู เพื่อนในชั้นเรียน และการศึกษา ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ด้วยแผนผังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 8 องค์ประกอบด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเจตคติของนักเรียน ที่มีต่อโรงเรียน

เมื่อกำหนดองค์ประกอบด้านต่าง ๆ แล้ว จึงเขียนนิยามปฏิบัติการของการวัดเจตคติต่อโรงเรียนของนักเรียน ดังที่ได้นิยามไว้แล้วในบทที่ 1

1.2 สร้างแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน โดยการเขียนข้อความตามนิยามปฏิบัติการจำนวน 60 รายการ ซึ่งข้อความดังกล่าวนี้ เกี่ยวข้องกับความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อโรงเรียน ตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ในข้อ 1.1 แล้วนำข้อความที่เขียนขึ้นทั้งหมดมาจัดพิมพ์เรียงเป็นรายชื่อแยกตามด้านต่าง ๆ ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความรู้ ความสามารถด้านการวัดและการประเมินผลจำนวน 11 ท่าน คือ

1. อ.ดร. วัน	สังข์สะอาด	ภาควิชาและวัดผลฯ มศว ประสานมิตร
2. รศ. ล้วน	สายยศ	ภาควิชาและวัดผลฯ มศว ประสานมิตร
3. ผศ. ดร. พิตร	ทองชั้น	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร
4. ผศ. ทองหล่อ	วิภาวิน	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร
5. รศ. พวงรัตน์	ทวิรัตน์	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร
6. ผศ. ดร. สุนันท์	ศล โกสุม	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร
7. อ.ดร. ดิลก	ดิลกานนท์	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร
8. ผศ. ดร. วิรัช	วรรณรัตน์	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร
9. ผศ. จันทิมา	พรหมโชติกุล	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร
10. ผศ. บุษกร	เพชรวิวรรณ	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร
11. รศ. ชามูวิทย์	เทียมบุญประเสริฐ	สำนักทดสอบฯ มศว ประสานมิตร

พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อความแต่ละรายการ กับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อโรงเรียนในด้านที่ต้องการวัด รวมทั้งการพิจารณาความชัดเจนและความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ของภาษาในข้อความที่เขียนขึ้นด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อความที่ดีก่อนการนำไปทดลองใช้ต่อไป

ตัวอย่าง ข้อความวัดเจตคติต่อโรงเรียนของนักเรียนที่เขียนขึ้นและได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลพิจารณา

คำแนะนำในการตอบ กรุณาอ่านข้อความแต่ละรายการ ในแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน แล้วพิจารณาว่าข้อความเหล่านั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบในด้านที่กำหนดให้หรือไม่ ขอให้ท่านได้โปรดพิจารณาโดยการกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องของความคิดเห็นตามเกณฑ์ดังนี้

- ก. เห็นด้วย เมื่อท่านรู้สึกแน่ใจว่าข้อความรายการที่ท่านพิจารณานั้น สอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติต่อโรงเรียนในด้านที่กำหนดมาให้
- ข. ไม่แน่ใจ เมื่อท่านรู้สึกไม่แน่ใจว่าข้อความรายการที่ท่านพิจารณานั้น สอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติต่อโรงเรียนที่ต้องการวัด หรือไม่
- ค. ไม่เห็นด้วย เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อความรายการที่ท่านพิจารณานั้น ไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติต่อโรงเรียนในด้านที่กำหนดให้

ข้อความ	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ข้อเสนอแนะ
1. องค์ประกอบด้านสภาพของโรงเรียน				
๑) ข้าพเจ้ามีความรู้สึกสับสน ขณะ ที่อยู่ภายในโรงเรียน				
๑๑) ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจที่โรงเรียน ของข้าพเจ้ามีสถานที่ที่เหมาะสม สำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ				

1.3 ปรับปรุงข้อความในแบบทดสอบ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาและเสนอแนะไว้ แล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดเจตคติ ตามวิธีการของลิเคิร์ท (Likert's Summated Rating Scale) โดยมีลำดับชั้นของการตอบ (Order Outcome Categories) 5 ระดับ (Level) หรือ 4 ขั้น (Steps) คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (0) ไม่เห็นด้วย (1) ไม่แน่ใจ (2) เห็นด้วย (3) และเห็นด้วยอย่างยิ่ง (4) ตามลำดับ จากนั้นจึงนำแบบทดสอบที่จัดพิมพ์ และตรวจทานเรียบร้อยแล้วนำไปทดลองสอบ (Try Out) เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อความ แต่ละรายการในแบบทดสอบ กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มที่จะนำมาใช้สำหรับการประมาณ ค่าพารามิเตอร์

1.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดของการดำเนินการสุ่มตามขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 สุ่มตัวอย่างนักเรียนโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จากประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง ในเขตคลองเตยและเขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวน 6 โรงเรียน ประกอบด้วยห้องเรียนทั้งหมด 82 ห้อง รวมนักเรียนทั้งหมด 3,894 คน ดังมีรายละเอียดในตารางต่อไปนี้ (กรมสามัญศึกษา. 2534 : 5,9)

ตาราง 2 รายละเอียดจำนวนห้องเรียนและนักเรียนของโรงเรียนต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบและการวิจัย

เขต	ที่	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
คลองเตย	1	โรงเรียนปทุมคงคา	14	593
	2	โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง	12	642
	3	โรงเรียนสาธิตน้ำผึ้ง	12	604

พระโขนง	4	โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย	16	721
	5	โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต	14	687
	6	โรงเรียนยาสู่ขวัญวิทยานุเคราะห์	14	647
รวม			82	3,894

1.4.2 คำนวณหาขนาดที่พอเพียงของกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของประชากรเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย กำหนดโดยใช้สูตร ดังนี้ (Yamane. 1973 : 727)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n แทน ขนาดที่พอเพียงของกลุ่มตัวอย่าง
 N แทน ขนาดของประชากร
 e แทน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ 5 %

จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3,894 คน สามารถคำนวณหากลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดพอเพียงได้ 363 คน แต่จากการศึกษาของลอร์ด (Lord. 1980 : 80) พบว่า ราสช์ โมเดล (Rasch Model) สามารถใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับโลจิสติก โมเดล ที่มีพารามิเตอร์สามตัว (Three-Parameter Logistic Model ; 3PL) พบว่าการประมาณค่าด้วยราสช์ โมเดลกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กสามารถประมาณค่าได้อย่างแม่นยำ (Accurate) สูงกว่า นอกจากนี้ จากการศึกษาของ ไรท์และดักลาส (Wright. 1977 : 106 ; citing Wright and Douglas. 1975 : 35-39) พบว่ากลุ่มตัวอย่างขนาด 400 คน ถือว่าเป็นจำนวนที่ เกือบจะพอเพียงในการประมาณค่าคุณลักษณะของข้อคำถาม (Item Calibration) และ ค่าความสอดคล้องกับโมเดล (Fit Model) ทั้งนี้เพราะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของการวัดประมาณ 0.12 โลจิท (Logits) เท่านั้น และ แวน เดอ ไวจ์เวอร์ (Van de Vijver. 1986 : 48) พบว่ากลุ่มตัวอย่างขนาด 100-500 คน เมื่อใช้กับข้อคำถาม ตั้งแต่ 25 ข้อขึ้นไป สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับต่ำ สหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ (Estimated) กับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริง (True Parameter) มีค่าอยู่ในระดับสูง ส่วนพาเซี่ยล เครดิต โมเดล (CREDIT) ซึ่งพัฒนามาจากราสช์ โมเดล วอล์คเกอร์ - บาร์ทนิค (Walker - Barthnick. 1990 : 1589-A) ได้ศึกษาโดยใช้วิธีการสร้างสถานการณ์จำลองข้อมูล (Simulated Data) พบว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความ (Item Parameter Estimates) ด้วยกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดของอัตราส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบ (Persons) ต่อค่าพารามิเตอร์ของข้อความ (Item Parameters) ที่ต้องประมาณ อย่างน้อยเป็น 2 : 1 จะมีค่าค่อนข้างคงที่ (Stable) และแม้ว่าจะเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมากกว่านี้ ก็ไม่มีผลทำให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อความมีค่าคงที่สูงขึ้นมากนัก ดังนั้นในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างสำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของข้อความและเจตคติของผู้ตอบ จำนวน 500 คน ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดพอเพียง สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ดังที่ผู้วิจัยได้คำนวณไว้แล้วตามสูตรข้างต้น โดยมีรายละเอียดของการ กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรียน ดังนี้

1.4.3 คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่พอเพียงของประชากร แยกตามโรงเรียนต่าง ๆ โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ (นิยม ปุราคำ. 2517 : 163)

$$\text{Opt } n_h = \left(\frac{N_h}{\sum_{h=1}^L N_h} \right) n_o$$

เมื่อ Opt n_h	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่พอเพียงในโรงเรียนที่ h ($h = 1, 2, \dots, 6$)
N_h	แทน	ขนาดของประชากร (จำนวนนักเรียน) ในโรงเรียนที่ h
$\sum_{h=1}^L N_h$	แทน	ผลรวมของขนาดประชากรในทุก ๆ โรงเรียน (จำนวนนักเรียนทั้งหมด)
n_o	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการสุ่ม (500 คน)

จากการคำนวณตามสูตรข้างต้นทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรียน ดังนี้

1) โรงเรียนปทุมคงคา	จำนวนนักเรียน	76 คน
2) โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง	จำนวนนักเรียน	82 คน
3) โรงเรียนสายน้ำผึ้ง	จำนวนนักเรียน	78 คน
4) โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย	จำนวนนักเรียน	93 คน
5) โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต	จำนวนนักเรียน	88 คน
6) โรงเรียนยาสูบวิทยายุเคราะห์	จำนวนนักเรียน	83 คน
รวมจำนวนนักเรียน		500 คน

1.4.4 เมื่อได้จำนวนนักเรียน ในแต่ละโรงเรียนแล้วจึงทำการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Units) ได้จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 500 คน กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวนี้ได้นำไปใช้ในการวิจัย เพื่อนำผลการตอบแบบทดสอบวัดเจตคติของนักเรียน ไปประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบ (Try Out) เพื่อนำผลการตอบมาวิเคราะห์รายข้อพัฒนาแบบทดสอบให้มีคุณภาพดีก่อนที่จะนำไปใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนโรงเรียนยาสูบวิทยายุเคราะห์ เขตพระโขนง จำนวน 106 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างต่างห้องเรียนกับที่นำมาใช้ในการวิจัย

1.5 นำแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสเกล จำนวน 60 รายการ ที่ได้ผ่านการตรวจสอบขั้นต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองสอบ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 106 คน แล้วนำคำตอบที่ได้จากการตอบในแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

ถ้าตอบในช่อง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน	4
ถ้าตอบในช่อง	เห็นด้วย	ให้คะแนน	3
ถ้าตอบในช่อง	ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	2
ถ้าตอบในช่อง	ไม่เห็นด้วย	ให้คะแนน	1
ถ้าตอบในช่อง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน	0

เมื่อตรวจและรวบรวมคะแนนแล้ว ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการตอบที่ได้ด้วยการคำนวณหาค่าสถิติ (t-test) โดยใช้เกณฑ์ 25% สำหรับแบ่งกลุ่มของคะแนนที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ แล้วจึงคัดเลือกข้อความที่มีค่าสถิติตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป (Edwards. 1957 : 152-153) ไว้พิจารณาร่วมกับ ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนของข้อความแต่ละรายการกับคะแนนรวม (Item - Total Correlation) (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2534 : 99) ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 การคำนวณค่าสถิติทั้งสองนี้ประมวลผลด้วยการใช้โปรแกรม SPSS/PC+ ทั้งนี้เพื่อให้ข้อความที่คัดเลือกได้มีคุณภาพทั้งการสามารถจำแนกผู้ตอบได้ (Discriminate) และวัดได้ในสิ่งเดียวกันกับข้อความรายการอื่น ๆ ที่อยู่ในแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพด้วยค่าสถิติดังกล่าวข้างต้น กระทำเพื่อให้ได้ข้อความที่มีคุณภาพก่อนการนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

อนึ่งการที่ผู้วิจัยเทคนิควิธีของทฤษฎีแบบดั้งเดิม (Classical Technique) มาใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เป็นเพราะการวิเคราะห์รายข้อด้วยทฤษฎีแบบดั้งเดิมมีประโยชน์

ในแง่ที่ช่วยให้ผู้พัฒนาแบบทดสอบ ได้มองเห็นปัญหาของข้อความบางรายการที่สมควรปรับปรุงแก้ไข (ผจงจิต อินทสุวรรณ. 2534 : 88) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าผลการวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติที่กล่าวมา ปรากฏว่ามีข้อความเพียงจำนวนน้อยที่มีค่าสถิติสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็จะทำให้สามารถเลือกพัฒนาข้อความบางรายการที่มีข้อบกพร่องน้อย มาปรับปรุงให้มีความชัดเจน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อความที่มีจำนวนพอเพียง ครอบคลุมคุณลักษณะที่ต้องการวัดก่อนนำไปใช้ในการวิจัย

1.6 ผู้วิจัยคัดเลือกข้อความไว้จำนวน 50 รายการ ตามผลการวิเคราะห์ในข้อ 1.5 แล้วจึงจัดพิมพ์และตรวจทานเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

1.7 นำแบบทดสอบที่จัดพิมพ์เรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 500 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการตอบมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS^x เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว (Unidimension) โดยสกัดด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component ; PC) แล้วหมุนแกนด้วยวิธีแวนแมกซ์ (Varimax) ซึ่งการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบจะใช้หลักการพิจารณาจากค่าไอเกน (Eigen Value) กล่าวคือ ถ้าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 ของแบบทดสอบมีค่าสูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 อย่างมากและค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 มีค่าสูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่เหลือถัดไปเพียงเล็กน้อย ก็แสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว (Warm. 1978 : 104 ; Lord. 1980 : 21) และการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวนั้น ยังส่งผลถึงคุณสมบัติความเป็นอิสระเฉพาะที่ (Local Independence) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งถ้าแบบทดสอบมีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวแล้ว ก็จะมีคุณสมบัติความเป็นอิสระเฉพาะที่โดยอัตโนมัติ (Warm. 1978 : 107 ; Lord. 1980 : 19)

ตอนที่ 2 การดำเนินการเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อความ และเจตคติของผู้ตอบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในตอนที่ 2 ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 นำข้อมูลผลการตอบจากแบบทดสอบของผู้ตอบหลังจากที่ได้รับการยืนยันว่ามีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวแล้วมาทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งได้แก่ค่าความยากประจำขั้นของข้อความ (Item Step Difficulties ; d_{ij}) และค่าเจตคติของผู้ตอบ (Person Measure ; b_p) ด้วยวิธีพริกซ์ และวิธียูคอน โดยใช้โปรแกรม BIGSTEPS

(Wright and Linacre. 1991) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาคุณลักษณะของข้อความ และคุณลักษณะของผู้ตอบ ของพาเชียล เครดิต โมเดล (CREDIT) ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของความสัมพันธ์ในเชิงฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของค่าพารามิเตอร์ทั่วไป ได้ดังนี้ (Dodd and Koch. 1987 : 373 ; Masters. 1988 : 294)

$$P_{nix} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^{m_i} \exp \left[\sum_{j=1}^k (\theta - b_{x_j}) \right]} & \text{สำหรับ } x_i = 0 \\ \frac{\exp \left[\sum_{j=1}^x (\theta - b_{x_j}) \right]}{1 + \sum_{k=1}^{m_i} \exp \left[\sum_{j=1}^k (\theta - b_{x_j}) \right]} & \text{สำหรับ } x_i = 1, 2, \dots, m_i \end{cases}$$

- เมื่อ P_{nix} หรือ $P_{x_i}(\theta)$ แทน ความน่าจะเป็น ที่ผู้ตอบซึ่งมีระดับเจตคติ θ จะเลือกตอบในลำดับขั้นที่ได้คะแนน x ของข้อข้อความรายการที่ i ($x_i = 0, 1, 2, \dots, m_i$)
- x_i แทน คะแนนผลจากการเลือกตอบในลำดับขั้นต่าง ๆ ข้อความรายการที่ i (Ordered Outcome Categories) เมื่อ $x_i = 0, 1, 2, \dots, m_i$
- b_{x_j} หรือ δ_{ij} แทน ค่าพารามิเตอร์ความยากประจำขั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i
- θ หรือ β_n แทน ค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบแต่ละคน

2.1.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ (d_{ij}) และระดับเจตคติของผู้ตอบ (b_r) ด้วยวิธีพร็อกซ์ (PROX) คำนวณโดยการวิเคราะห์ผลการตอบโดยใช้โปรแกรม BIGSTEPS ดังมีสูตรของการคำนวณดังนี้ (Wright and Masters. 1982 ; 80-82)

$$d_{ij} = Y (x_{ij} - x_{..})$$

$$b_r = Xy_r$$

เมื่อ Y แทน ค่าปรับขยาย (Expansion Factor) คุณลักษณะของผู้ตอบ (ระดับเจตคติ) เมื่อคำนึงถึงการกระจายของคะแนนภายในกลุ่มผู้ตอบ (Person Scores) ทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตร

$$\left[\frac{1 + V/2.89}{1 - UV/8.35} \right]^{\frac{1}{2}}$$

โดยที่ V เป็นความแปรปรวนของค่าเจตคติของผู้ตอบ และ U เป็นความแปรปรวนของค่าความยากประจำชั้นทั้งหมดของข้อความทุกรายการ ในแบบทดสอบ

x_{ij} แทน ค่าความยากประจำชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i ซึ่งแสดงในรูปของคะแนนโลจิท (Logit Score) ก่อนปรับขยาย (Initial Calibration) โดยคำนวณจากสูตร

$$\log \left[\frac{T_{ij} - 1}{T_{ij}} \right] \quad i = 1, L ; j = 1, m_i$$

โดยที่ T_{ij} และ T_{ij-1} เป็นความถี่หรือจำนวนของผู้ตอบที่ตอบในลำดับชั้นที่ j และ $j-1$ ของข้อความรายการที่ i ตามลำดับ และ $\log$ หมายถึง ลอการิทึมปกติ (Natural Logarithms)

x_{ij} แทน ค่าเฉลี่ยความยากประจำชั้นของข้อความ คำนวณจากสูตร

$$\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^{m_i} x_{ij} / M \quad \text{เมื่อ } M = \sum_{i=1}^L m_i$$

X แทน ค่าปรับขยาย (Expansion Factor) ของค่าความยากประจำชั้นของข้อความในแบบทดสอบ เมื่อคำนึงถึงการกระจายของคะแนนของข้อความ (Activity Scores) ทั้งหมดแล้ว โดยคำนวณจากสูตร

$$\left[\frac{1 + U/2.89}{1 - UV/8.35} \right]^{\frac{1}{2}}$$

y_r แทน ระดับเจตคติของผู้ตอบที่แสดงในรูปของคะแนนโลจิท (Logit Scores) ก่อนการปรับขยาย (Initial Measure) โดยคำนวณจากสูตร

$$\log \left[\frac{r}{M-r} \right] \quad r=1, M-1 \quad \text{เมื่อ } r \text{ เป็นคะแนนรวม}$$

ผลของการตอบของผู้ตอบคนที่ n

และคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดค่าความยากประจำชั้นของข้อความ $SE(d_{ij})$ และ เจตคติของผู้ตอบ $SE(b_r)$ จากสูตรต่อไปนี้

$$SE(d_{ij}) = Y \left[\frac{T_{ij-1} + T_{ij}}{(T_{ij-1})(T_{ij})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$SE(b_r) = X \left[\frac{M}{r(M-r)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

2.1.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ (d_{ij}) และระดับเจตคติของผู้ตอบ (b_r) ด้วยวิธียูคอน (UCON) คำนวณโดยการวิเคราะห์ผลการตอบด้วยโปรแกรม BIGSTEPS ดังมีสูตรของการคำนวณดังนี้ (Wright and Masters. 1982 : 86-89)

$$d_{ij}^{(t+1)} = d_{ij}^{(t)} - \frac{M-1 \quad m_i \quad (t)}{-S_{ij} + \sum_r N_r \sum_{k=j} P_{rik}} \\ - \sum_r N_r \left[\frac{m_i \quad (t)}{\sum_{k=j} P_{rik}} - \frac{m_i \quad (t)}{(\sum_{k=j} P_{rik})^2} \right]$$

$$b_r^{(t+1)} = b_r^{(t)} - \frac{L \quad m_i \quad (t)}{r - \sum_i \sum_{k=1} k P_{rik}} \\ - \sum_i \left[\frac{m_i^2 \quad (t)}{\sum_{k=1} k P_{rik}} - \frac{m_i \quad (t)}{(\sum_{k=1} k P_{rik})^2} \right]$$

เมื่อ $d_{ij}^{(t+1)}$ แทน ค่าความยากประจำชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i ที่เป็นผลมาจากการคำนวณซ้ำ ๆ (Iterations) $t+1$ ครั้ง

$b_r^{(t+1)}$ แทน ค่าเจตคติของผู้ตอบที่ได้คะแนน r ที่เป็นผลมาจากการคำนวณซ้ำ ๆ $t+1$ ครั้ง

$P_{rik}^{(t)}$ แทน ค่าประมาณความน่าจะเป็นของผู้ตอบที่ได้คะแนน r ในการตอบลำดับชั้นที่ k ของข้อความรายการที่ i ที่เป็นผลมาจากการคำนวณซ้ำ ๆ t ครั้ง

N_r	แทน	ความถี่หรือจำนวนของผู้ตอบคนที่ได้คะแนน r
S_{ij}	แทน	ความถี่หรือจำนวนของผู้ตอบที่ตอบในชั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i
L	แทน	จำนวนข้อความทั้งหมดในแบบทดสอบ
M	แทน	ผลรวมของจำนวนชั้นทั้งหมดในแบบทดสอบ

$$(M = \sum_i^L m_i)$$

k แทน ระดับ (level) ของการตอบสนองต่อข้อความรายการที่ i ($k = 0, \dots, m_i$)

อนึ่งการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธียุคอน อาศัยหลักการของนิวตัน - ราฟสัน (Newton-Raphson) มาใช้ในการวิเคราะห์ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ กล่าวคือทำโดยวิธีการคำนวณซ้ำ ๆ (Iterative Procedures) กันจนกว่าจะได้ค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลง (Stable) (Wright and Panchapakesan. 1969 :35) และตัวหาร (Denominator) ของค่าประมาณในการคำนวณครั้งสุดท้าย (Last Iteration) คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยากประจำชั้นของข้อความ $SE(d_{ij})$ และ เจตคติของผู้ตอบ $SE(b_r)$ ตามสูตรต่อไปนี้

$$SE(d_{ij}) = \left[\sum_r^{M-1} N_r \left[\sum_{k=j}^{m_i} P_{rik}^2 - \left(\sum_{k=j}^{m_i} P_{rik} \right)^2 \right] \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$SE(b_r) = \left[\sum_i^L \left[\sum_{k=1}^{m_i} k^2 P_{rik}^2 - \left(\sum_{k=1}^{m_i} k P_{rik} \right)^2 \right] \right]^{-\frac{1}{2}}$$

2.2 คัดเลือกข้อความและผู้ตอบในเมตริกซ์ข้อมูลผลการตอบ (Data Matrix) ที่มีรูปแบบสอดคล้องกับโมเดล (Fit) โดยพิจารณาจากค่าสถิติแสดงความสอดคล้องระหว่างข้อความกับโมเดล (Item Fit t) และของผู้ตอบกับโมเดล (Person Fit t) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง -2.00 ถึง + 2.00 (Wright and Masters. 1982 : 102 ; Gable. and others. 1990 : 875) ไว้ สําหรับนำไปใช้ในการคำนวณ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีพริกซ์ และวิธียูคอน โดยดูจาก ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า และค่าสหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ความยากประจําชั้นของข้อความ และเจตคติของผู้ตอบ ที่ประมาณค่าได้ระหว่างวิธีทั้งสอง

2.3 การคำนวณหารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ผู้วิจัยใช้โปรแกรม PCM (Partial Credit Model) สําหรับวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวนี้เขียนขึ้นด้วยภาษาซี โดยมีสูตรของการคำนวณ คือ

2.3.1 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพริกซ์ และวิธียูคอน คำนวณจากสูตร

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^L (x_{ni} - E_{ni})^2}{L} \right]^{\frac{1}{2}}$$

2.3.2 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจําชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพริกซ์ และวิธียูคอน คำนวณจากสูตร

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (x_{ni} - E_{ni})^2}{N} \right]^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ	RMSE	แทน	ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ในการประมาณค่าเจตคติ (θ) ของผู้ตอบ
	x_{ni}	แทน	คะแนนผลการตอบของผู้ตอบคนที่ n จากการตอบข้อความรายการที่ i ในระดับที่ได้คะแนน x_i เมื่อ $x_i = 0, 1, \dots, m_i$ (ในที่นี้ $m_i = 4$)
	N	แทน	จำนวนของผู้ตอบทั้งหมดที่สอดคล้องกับโมเดล
	L	แทน	จำนวนข้อความทั้งหมดที่สอดคล้องกับโมเดล
	E_{ni}	แทน	ค่าคาดหวัง (Expected Value) ของผลการตอบของผู้ตอบคนที่ n จากการตอบข้อความรายการที่ i ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีพหุคูณ หรือ วิธียูคอน ของพาเซี่ยล เครดิต โมเดล มีค่าเท่ากับ

$$\text{เมื่อ } \sum_{k=0}^m k \pi_{nik} \quad \pi_{nik} = \frac{\exp[j \sum_{i=0}^k (\beta_n - \delta_{ij})]}{\sum_{k=0}^{m_i} \exp \left[\sum_{i=0}^k (\beta_n - \delta_{ij}) \right]}$$

(Wright and Masters. 1982 : 97)

โดยที่	π_{nik}	แทน	ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบคนที่ n จะเลือกตอบในลำดับขั้นที่ k ของข้อความรายการที่ i (ในที่นี้ $\pi_{nik} = p_{nix}$)
	β_n	แทน	ระดับเจตคติของผู้ตอบคนที่ n (β_n หรือ θ)
	δ_{ij}	แทน	ค่าความยากประจำขั้นที่ j ของข้อความรายการที่ i (δ_{ij} หรือ b_{xj})

2.4 การทดสอบความแตกต่าง ของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบและค่าความยากประจำขั้นของข้อความ ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน ดำเนินโดยใช้สูตรวิลค็อกซัน เทสต์ (Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks Test ; T-test) ดังนี้ (Klayton. 1984 : 287)

$$Z_W = \frac{W - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

เมื่อ Z_W แทน ค่าจาก z-distribution ที่คำนวณจากสูตร
วิลค็อกซัน เทสต์

W แทน ผลรวมค่าอันดับคะแนนของเครื่องหมาย (Sign) ที่มีค่าน้อย

N แทน จำนวนของผู้ตอบหรือของข้อความ ที่นำมาทดสอบ

2.5 การคำนวณค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า ด้วยวิธีพร็อก และ
วิธียูคอน คำนวณโดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าเจตคติของผู้ตอบที่ประมาณค่าได้จากวิธีพร็อกซ์
หรือวิธียูคอน กับคะแนนเกณฑ์ที่ได้จากการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา จากสูตรสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ดังนี้ (Klayton. 1984 : 244)

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

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า

X แทน ค่าเจตคติของผู้ตอบที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธี
พร็อกซ์ หรือวิธียูคอน จากผลของการตอบในแบบทดสอบ
วัดเจตคติ

Y แทน ค่าเจตคติของผู้ตอบที่เป็นผลมาจากการประมาณค่า
โดยการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา (คะแนนเกณฑ์)

2.6 ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการ
ประมาณค่าพารามิเตอร์ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีพร็อกซ์ (PROX) และวิธี
ยูคอน (UCON) โดยใช้สูตร ดังนี้ (Steiger. 1980 : 246 Citing Williams. 1959)

$$T = (r_{op} - r_{ou}) \sqrt{\frac{(N-1)(1 + r_{pu})}{2(N-1) |R| + r^2 (1-r_{pu})^3 (N-3)}}$$

$$|R| = (1 - r_{op}^2 - r_{ou}^2 - r_{pu}^2) + (2r_{op}r_{ou}r_{pu}),$$

$$\bar{r} = \frac{1}{2} (r_{op} + r_{ou})$$

เมื่อ	T	แทน	ค่าจาก t - distribution โดยที่ df = N-3
	r_{op}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ที่ประมาณค่าด้วยวิธีพหุคูณกับคะแนน ผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา (คะแนนเกณฑ์)
	r_{ou}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ที่ประมาณค่าด้วยวิธียูคอนกับคะแนน ผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา (คะแนนเกณฑ์)
	r_{pu}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ที่ประมาณค่าด้วยวิธีพหุคูณกับวิธียูคอน
	N	แทน	จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

2.7 การคำนวณค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน (TIF)

ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์แต่ละวิธี ณ เจตคติของผู้ตอบ (θ) ระดับต่าง ๆ 80 ระดับ โดยใช้โปรแกรม PCM (Partial Credit Model) วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งการคำนวณค่าดังกล่าวนี้ได้จากการนำค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ มาคำนวณหาค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อความทุกรายการในแบบทดสอบ ตามสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังนี้ (Dodd. 1987 : 373-374)

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^n I_i(\theta) = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{x_i=0}^{m_i} \frac{[P_{x_i}^i(\theta)]^2}{P_{x_i}(\theta)}$$

เมื่อ	$I(\theta)$	แทน	ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ณ ระดับ เจตคติ θ ซึ่งในการคำนวณครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งระดับ เจตคติของผู้ตอบออกเป็นระดับต่างๆ 80 ระดับ คือ -4.00, -3.90, -3.80, -3.70, ..., 3.60, 3.70, 3.80, 3.90 และ 4.00 ตามลำดับ
	i	แทน	ข้อความรายการที่ 1, 2, ..., n_i ตามลำดับ
	x_i	แทน	คะแนนผลของการตอบในแต่ละลำดับชั้น ของข้อความ รายการ i ($x_i=0, 1, 2, \dots, m_i$; ในที่นี้ $m_i = 4$)
	$P_{x_i}^i(\theta)$	แทน	ค่าอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งของ $P(\theta)$ โดยที่ $P_{x_i}(\theta)$ หรือ π_{nik} คือความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบ ซึ่งมีระดับ เจตคติ θ จะเลือกตอบข้อความในระดับที่ได้คะแนน x

2.8 การคำนวณค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า (RE) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีพริกซ์ เทียบกับวิธียูคอน ณ เจตคติระดับ θ ต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 2.7 โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (Lord and Novick. 1968 : 472 ; Allen and Yen. 1979 : 266)

$$RE(\theta, x_1, x_2) = \frac{I(\theta, x_1)}{I(\theta, x_2)}$$

เมื่อ	$RE(\theta, x_1, x_2)$	แทน	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าวิธี x_1 เปรียบเทียบกับการประมาณค่าด้วยวิธี x_2 ซึ่งในการคำนวณ กำหนดให้ x_1, x_2 แทน การ ประมาณค่าวิธีพริกซ์ และวิธียูคอน ตามลำดับ
-------	------------------------	-----	--

- $I(\theta, x_1)$ แทน ค่าอินฟังก์ชันฟอร์อินเมชันของแบบทดสอบวัดเจตคติที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี x_1 (กำหนดให้เป็นวิธีพรีออกซ์) ณ ระดับเจตคติ θ
- $I(\theta, x_2)$ แทน ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบวัดเจตคติที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี x_2 (กำหนดให้เป็นวิธียูคอน) ณ ระดับเจตคติ θ

2.9 ผู้วิจัยนำค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า ที่คำนวณได้จากข้อ 2.8 มาทดสอบดังนี้ (Warm. 1978 : 76 ; Crocker and Algina. 1986 : 369 - 370 ; Lord and Stocking. 1988 : 270)

- เมื่อ $RE(\theta, X_1, X_2) > 1$ หมายถึง ผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์ มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธียูคอน ณ เจตคติระดับ θ
- $RE(\theta, X_1, X_2) = 1$ หมายถึง ผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์ มีประสิทธิภาพพอ ๆ กับวิธียูคอน ณ เจตคติระดับ θ
- $RE(\theta, X_1, X_2) < 1$ หมายถึง ผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์ มีประสิทธิภาพต่ำกว่าวิธียูคอน ณ เจตคติระดับ θ

2.10 การคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความและเจตคติของผู้ตอบ ที่ประมาณค่าได้ระหว่างวิธีพรีออกซ์ และวิธียูคอน คำนวณโดยใช้สูตรแบบเพียร์สัน ทำนองเดียวกับข้อ 2.5

2.11 การทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ในข้อ 2.10 โดยใช้สูตร ดังนี้ (Ferguson. 1981 : 195)

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

- เมื่อ t แทน ค่าจาก t - distribution โดยที่ $df = N - 2$
- r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันที่คำนวณได้
- N แทน จำนวนตัวอย่างที่นำมาใช้ในการหาค่าสหสัมพันธ์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของ พหุเชิงเส้น เครดิต โมเดล (CREDIT) ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล ระหว่างวิธี ฟรีดซ์ (PROX) กับวิธียูคอน (UCON) ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 6 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว

ตอนที่ 2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยาก ประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีฟรีดซ์และวิธียูคอน

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยาก ประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีฟรีดซ์และวิธียูคอน

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า พารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีฟรีดซ์และวิธียูคอน

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่เป็นผลมาจากการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีฟรีดซ์และวิธียูคอน

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชั้นของข้อความ ระหว่างวิธีฟรีดซ์และวิธียูคอน เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ และ อักษรย่อแทนความหมายในการแปลผล ดังนี้

- | | | |
|----------|-----|---|
| θ | แทน | ค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ |
| b_1 | แทน | ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นที่ 1 |
| b_2 | แทน | ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นที่ 2 |
| b_3 | แทน | ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นที่ 3 |
| b_4 | แทน | ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นที่ 4 |

ตาราง 3 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่ามากกว่า 1.0000

องค์ประกอบที่ 1	ค่าไอเกน	% ความแปรปรวน	% ความแปรปรวนสะสม
1.	8.6392	17.30	17.3
2.	3.7299	7.50	24.70
3.	2.3245	4.60	29.40
4.	2.0294	4.10	33.40
5.	1.8316	3.70	37.10
6.	1.7853	3.60	40.70
7.	1.3615	2.70	43.40
8.	1.2261	2.50	45.90
9.	1.1696	2.30	48.20
10.	1.1333	2.30	50.50
11.	1.0966	2.20	52.70
12.	1.0403	2.10	54.70
13.	1.0113	2.00	56.80

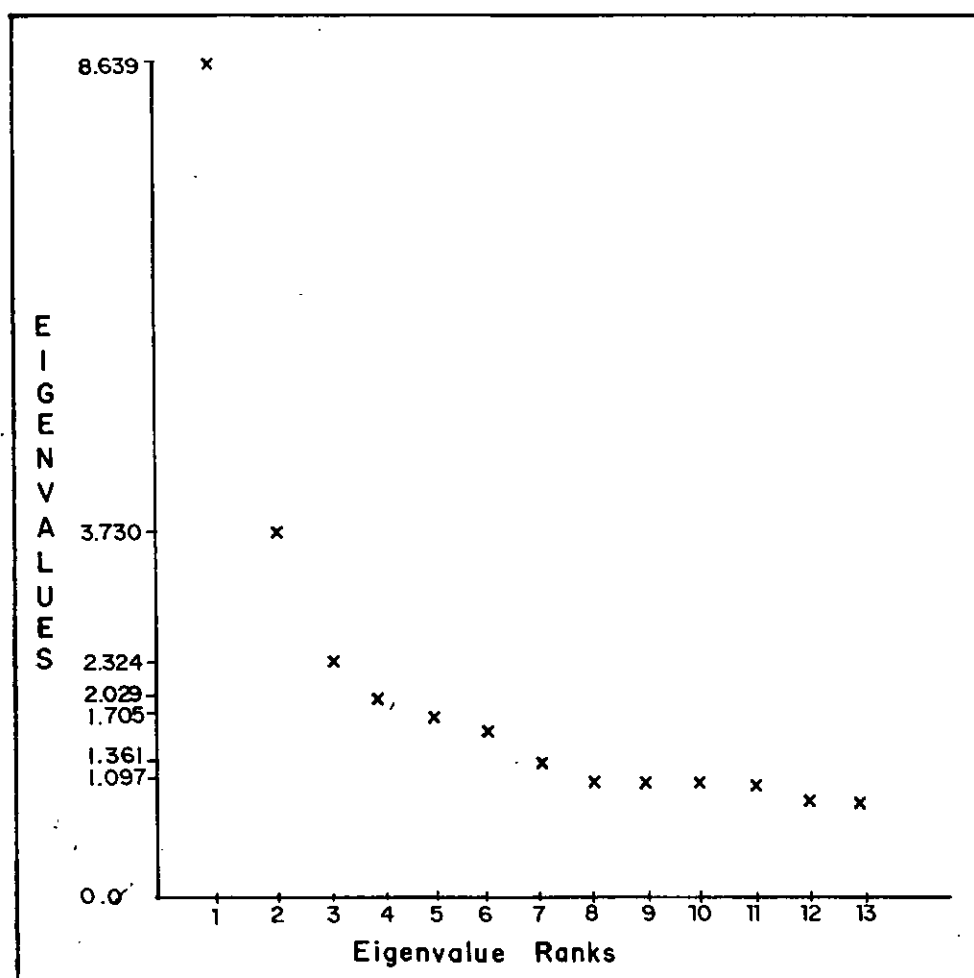
ผู้วิจัยนำค่าไอเกน (Eigen Value) ขององค์ประกอบที่มีค่ามากกว่า 1.0000 ในตาราง 3 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ โดยกำหนดให้ค่าไอเกนเป็นแกน Y และจำนวนองค์ประกอบเป็นแกน X ทั้งนี้เพื่อให้การพิจารณารายละเอียดของค่าไอเกน จากองค์ประกอบของแบบทดสอบที่สกัดได้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากภาพประกอบ 9

PROX	แทน	การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพร็อกซ์
UCON	แทน	การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธียูคอน
RMSE	แทน	ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย
TEAC	แทน	คะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา
TIF	แทน	ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ
RE	แทน	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการประมาณค่า

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว (Unidimension)

ในการศึกษาคุณสมบัติของแบบทดสอบเกี่ยวกับการวัดเพียงมิติเดียว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน แบบลิเคิร์ตสเกล ซึ่งได้นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ โดยเลือกการสกัดองค์ประกอบแบบวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis; PC) และหมุนแกนด้วยวิธีแวนแมกซ์ (Varimax) ด้วยการใช้โปรแกรม SPSS^x ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 3



ภาพประกอบ 9 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่ามากกว่า 1.0000

จากตาราง 3 และภาพประกอบ 9 ได้องค์ประกอบที่มีค่ามากกว่า 1.0000 อยู่ 13 องค์ประกอบ เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 ของแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ต สเกล จะพบว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าองค์ประกอบที่ 2 อย่างมาก และสามารถอธิบายความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมดได้ 17.30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่องค์ประกอบที่ 2 มีค่าสูงกว่าองค์ประกอบถัดไปเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 มากกว่าองค์ประกอบที่ 2 มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนองค์ประกอบที่ 2 มากกว่าองค์ประกอบที่ 3 จนถึงองค์ประกอบสุดท้าย มีค่าไอเกนลดลงทีละน้อย และสามารถอธิบายความแปรปรวนของคะแนนรวมแตกต่างกันไม่มากนัก

ดังนั้น จึงพออนุมานได้ว่า ส่วนใหญ่ของคะแนนรวมสามารถอธิบายได้ด้วยองค์ประกอบแรก นั่นคือ แบบทดสอบฉบับนี้มีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวโดยประมาณ เพราะสามารถวัดคุณลักษณะที่เด่นหรือสำคัญ (Dominant) เพียงมิติเดียว ที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตอบสนอง ของข้อความในแบบทดสอบฉบับดังกล่าวนี้ (Warm. 1978 : 104; Lord. 1980 : 21 ; Hambleton and Swaminathan : 1985 : 17) ดังนั้น จึงสามารถนำแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียนที่สร้างตามแบบลิเคิร์ตสเกล มาวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม (IRT) ได้

หลังจากการตรวจสอบคุณสมบัติของการวัดเพียงมิติเดียวแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลการตอบดังกล่าวมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ตามสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามกรอบทฤษฎีแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory ; CTT) โดยใช้โปรแกรม SPSS^x ปรากฏว่ามีค่าเท่ากับ 0.8925 และนอกจากนี้ยังได้นำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของการจำแนกผู้ตอบด้วยแบบทดสอบ (Test Reliability of Person Separation) (Wright and Masters. 1982 : 106; Wright. 1988 : 291 ; Wright and Linacre. 1991 : 67) ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม (Item Response Theory; IRT) โดยใช้โปรแกรม BIGSTEPS ปรากฏว่ามีค่าเท่ากับ 0.9000 ซึ่งผลของการหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เป็นสิ่งยืนยันได้ว่าแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพเพียงพอสำหรับนำไปใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

จากการนำแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียนที่สร้างแบบลิเคิร์ตสเกล จำนวน 50 รายการที่ได้ผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติของการวัดเพียงมิติเดียวแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 500 คน แล้วนำมาวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม BIGSTEPS โดยแยกตามการประมาณค่าพารามิเตอร์แต่ละวิธี ปรากฏว่าได้ค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ (θ) และค่าความยากประจำชั้นของข้อความ (b_{xj}) ดังแสดงในตาราง 4 และ 5 ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกแต่เฉพาะผู้ตอบจำนวน 317 คน และข้อความจำนวน 39 รายการ (เมตริกซ์ข้อมูลขนาด 317×39) ซึ่งผู้ตอบและข้อความดังกล่าวมีรูปแบบสอดคล้อง (Fit) กับโมเดลไว้ ผลของการประมาณค่าปรากฏดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่า
พารามิเตอร์ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน

คนที่	θ		คนที่	θ	
	PROX	UCON		PROX	UCON
1.	0.343	0.328	21.	1.030	1.046
2.	0.268	0.252	22.	1.030	1.046
3.	1.030	1.046	23.	1.671	1.734
4.	1.030	1.046	24.	3.268	3.373
5.	1.904	1.983	25.	1.200	1.228
6.	0.343	0.328	26.	1.096	1.117
7.	1.200	1.228	27.	1.502	1.553
8.	1.308	1.345	28.	0.965	0.977
9.	0.394	0.380	29.	0.369	0.354
10.	2.555	2.658	30.	0.527	0.516
11.	1.063	1.081	31.	2.059	2.146
12.	1.715	1.782	32.	2.705	2.810
13.	0.965	0.977	33.	0.841	0.844
14.	1.627	1.688	34.	0.293	0.277
15.	0.218	0.202	35.	0.965	0.977
16.	0.218	0.202	36.	1.584	1.642
17.	2.417	2.517	37.	2.114	2.204
18.	1.584	1.642	38.	2.484	2.586
19.	1.384	1.426	39.	0.722	0.719
20.	2.114	2.204	40.	1.096	1.117

ตาราง 4 (ต่อ)

คนที่	θ		คนที่	θ	
	PROX	UCON		PROX	UCON
41.	1.715	1.782	61.	0.169	0.154
42.	1.308	1.345	62.	0.420	0.407
43.	0.665	0.659	63.	0.447	0.433
44.	1.063	1.081	64.	0.447	0.433
45.	0.934	0.943	65.	0.934	0.943
46.	2.229	2.323	66.	-0.134	-0.144
47.	0.665	0.659	67.	0.841	0.844
48.	1.584	1.642	68.	0.293	0.277
49.	0.965	0.977	69.	0.554	0.544
50.	0.871	0.877	70.	0.527	0.516
51.	0.902	0.910	71.	1.807	1.880
52.	0.218	0.202	72.	0.500	0.488
53.	1.422	1.468	73.	0.902	0.910
54.	0.473	0.460	74.	0.665	0.659
55.	0.609	0.601	75.	0.027	0.013
56.	1.715	1.782	76.	0.420	0.407
57.	1.671	1.734	77.	0.554	0.544
58.	1.272	1.305	78.	0.811	0.812
59.	1.384	1.426	79.	0.965	0.977
60.	1.543	1.597	80.	0.343	0.328

ตาราง 4 (ต่อ)

คนที่	θ		คนที่	θ	
	PROX	UCON		PROX	UCON
81.	0.500	0.488	101.	0.609	0.601
82.	0.997	1.011	102.	0.781	0.781
83.	0.694	0.689	103.	1.030	1.046
84.	0.637	0.630	104.	1.030	1.046
85.	0.218	0.202	105.	1.715	1.782
86.	1.422	1.468	106.	0.751	0.750
87.	0.268	0.252	107.	1.627	1.688
88.	0.318	0.302	108.	0.665	0.659
89.	0.145	0.130	109.	1.130	1.153
90.	1.235	1.266	110.	1.384	1.426
91.	1.384	1.426	111.	0.343	0.328
92.	-0.246	-0.252	112.	1.502	1.553
93.	0.871	0.877	113.	0.694	0.689
94.	1.308	1.345	114.	0.554	0.544
95.	0.447	0.433	115.	0.500	0.488
96.	0.420	0.407	116.	0.965	0.977
97.	0.394	0.380	117.	0.609	0.601
98.	1.030	1.046	118.	0.694	0.689
99.	1.502	1.553	119.	0.554	0.544
100.	0.318	0.302	120.	1.096	1.117

ตาราง 4 (ต่อ)

คนที่	θ		คนที่	θ	
	PROX	UCON		PROX	UCON
121.	0.637	0.630	141.	1.030	1.046
122.	0.841	0.844	142.	0.841	0.844
123.	2.555	2.658	143.	1.096	1.117
124.	0.902	0.910	144.	1.130	1.153
125.	0.997	1.011	145.	0.781	0.781
126.	1.030	1.046	146.	1.130	1.153
127.	-0.089	-0.100	147.	2.628	2.732
128.	0.447	0.433	148.	0.343	0.328
129.	1.308	1.345	149.	1.584	1.642
130.	1.200	1.228	150.	0.609	0.601
131.	0.902	0.910	151.	1.235	1.266
132.	1.200	1.228	152.	1.384	1.426
133.	0.902	0.910	153.	0.218	0.202
134.	0.811	0.812	154.	1.063	1.081
135.	1.346	1.385	155.	0.169	0.154
136.	0.722	0.719	156.	1.346	1.385
137.	0.902	0.910	157.	0.218	0.202
138.	1.346	1.385	158.	1.235	1.266
139.	1.030	1.046	159.	0.420	0.407
140.	0.609	0.601	160.	0.902	0.910

ตาราง 4 (ต่อ)

คนที่	θ		คนที่	θ	
	PROX	UCON		PROX	UCON
161.	0.751	0.750	181.	0.871	0.877
162.	0.447	0.433	182.	0.841	0.844
163.	0.637	0.630	183.	0.751	0.750
164.	0.394	0.380	184.	0.581	0.572
165.	0.934	0.943	185.	1.954	2.036
166.	0.527	0.516	186.	0.751	0.750
167.	0.934	0.943	187.	1.502	1.553
168.	0.527	0.516	188.	0.268	0.252
169.	0.420	0.407	189.	1.627	1.688
170.	1.346	1.385	190.	1.543	1.597
171.	1.462	1.510	191.	0.473	0.460
172.	0.145	0.130	192.	0.581	0.572
173.	0.694	0.689	193.	1.272	1.305
174.	0.722	0.719	194.	0.965	0.977
175.	0.694	0.689	195.	1.462	1.510
176.	-0.043	-0.056	196.	-0.020	-0.033
177.	0.934	0.943	197.	1.063	1.081
178.	1.462	1.510	198.	0.965	0.977
179.	1.584	1.642	199.	0.609	0.601
180.	1.030	1.046	200.	0.811	0.812

ตาราง 4 (ต่อ)

คนที่	θ		คนที่	θ	
	PROX	UCON		PROX	UCON
201.	0.841	0.844	221.	-0.399	-0.399
202.	1.904	1.983	222.	2.229	2.323
203.	1.462	1.510	223.	1.346	1.385
204.	0.934	0.943	224.	0.293	0.277
205.	2.961	3.067	225.	0.694	0.689
206.	0.871	0.877	226.	0.997	1.011
207.	0.871	0.877	227.	0.722	0.719
208.	0.420	0.407	228.	2.289	2.386
209.	1.096	1.117	229.	1.422	1.468
210.	0.194	0.178	230.	1.165	1.190
211.	1.584	1.642	231.	0.527	0.516
212.	1.855	1.931	232.	0.637	0.630
213.	2.628	2.732	233.	1.422	1.468
214.	1.422	1.468	234.	0.665	0.659
218.	2.705	2.810	235.	0.841	0.844
216.	1.030	1.046	236.	0.841	0.844
217.	0.500	0.488	237.	1.272	1.305
218.	1.761	1.831	238.	0.050	0.036
219.	0.609	0.601	239.	0.027	0.013
220.	1.346	1.385	240.	0.581	0.572

ตาราง 4 (ต่อ)

คนที	๐		คนที	๐	
	PROX	UCON		PROX	UCON
241.	0.447	0.433	261.	1.715	1.782
242.	1.030	1.046	262.	0.369	0.354
243.	1.384	1.426	263.	-0.020	-0.033
244.	0.369	0.354	264.	1.235	1.266
245.	0.871	0.877	265.	0.500	0.488
246.	0.965	0.977	266.	0.369	0.354
247.	0.902	0.910	267.	0.841	0.844
248.	1.807	1.880	268.	0.965	0.977
249.	0.934	0.943	269.	0.554	0.544
250.	0.473	0.460	270.	1.130	1.153
251.	2.871	2.977	271.	1.096	1.117
252.	0.934	0.943	272.	1.904	1.983
253.	0.997	1.011	273.	1.235	1.266
254.	0.934	0.943	274.	1.715	1.782
255.	1.130	1.153	275.	1.096	1.117
256.	2.289	2.386	276.	1.130	1.153
257.	0.997	1.011	277.	1.671	1.734
258.	0.169	0.154	278.	0.722	0.719
259.	1.502	1.553	279.	-0.020	-0.033
260.	1.272	1.305	280.	1.761	1.831

ตาราง 4 (ต่อ)

คนที่	๑		คนที่	๑	
	PROX	UCON		PROX	UCON
281.	0.169	0.154	300.	0.997	1.011
282.	1.165	1.190	301.	1.904	1.983
283.	1.384	1.426	302.	0.243	0.227
284.	1.030	1.046	303.	1.235	1.266
285.	0.694	0.689	304.	1.715	1.782
286.	0.997	1.011	305.	1.308	1.345
287.	0.811	0.812	306.	0.934	0.943
288.	0.751	0.750	307.	0.194	0.178
289.	1.165	1.190	308.	-0.201	-0.210
290.	0.997	1.011	309.	1.096	1.117
291.	0.781	0.781	310.	0.934	0.943
292.	1.502	1.553	311.	1.235	1.266
293.	1.543	1.597	312.	0.751	0.750
294.	1.584	1.642	313.	1.130	1.153
295.	1.715	1.782	314.	0.293	0.277
296.	0.420	0.407	315.	0.581	0.572
297.	1.200	1.228	316.	0.394	0.380
298.	0.527	0.516	317.	0.722	0.719
299.	1.807	1.880			
			Mean	0.998	1.017
			S.D.	0.590	0.622

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าค่าประมาณพารามิเตอร์
เจตคติของผู้ตอบที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีพรีออกซ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.998 และ
มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.590 ส่วนผลของการประมาณค่าด้วยวิธียูคอนมีค่าเฉลี่ย
เท่ากับ 1.017 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.622 ตามลำดับ

ผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยากประจำชั้นที่ 1 ถึง ชั้นที่ 4 ของ
ข้อความแต่ละรายการ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์ และวิธียูคอน
ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ ที่เป็นผลมาจากการ
ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน

ข้อความ ที่	PROX				UCON			
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_1	b_2	b_3	b_4
1.	-1.955	-0.955	-0.025	2.935	-2.053	-1.013	-0.003	3.077
2.	-2.634	-0.764	0.876	2.516	-2.740	-0.820	0.900	2.650
3.	-1.021	-0.051	-0.211	1.289	-1.093	-0.093	-0.193	1.387
4.	-2.256	-1.236	0.944	2.554	-2.397	-1.307	0.963	2.743
5.	-2.085	-0.975	0.475	2.575	-2.186	-1.036	0.494	2.724
6.	0.916	0.154	-0.526	1.294	-0.988	0.102	-0.508	1.392
7.	-1.172	-0.972	0.078	2.068	-1.255	-1.025	0.095	2.185
8.	-1.048	-0.658	-0.258	1.972	-1.130	-0.710	-0.240	2.080
9.	-1.648	-0.058	-0.128	1.842	-1.729	-0.099	-0.109	1.941
10.	-0.757	-0.987	-0.037	1.783	-0.839	-1.029	-0.029	1.891
11.	-0.630	-1.020	-0.010	1.670	-0.714	-1.074	0.006	1.786
12.	-0.980	-0.990	0.010	1.960	-1.070	-1.030	0.030	2.070
13.	-1.636	-1.106	0.834	1.914	-1.750	-1.160	0.850	2.050
14.	-0.726	-0.016	-0.616	1.364	-0.806	-0.066	-0.596	1.474
15.	-2.322	-0.402	0.138	2.588	-2.426	-0.456	0.164	2.724
16.	-1.537	-0.637	-0.167	2.333	-1.631	-0.681	-0.151	2.459
17.	-1.189	-0.529	-0.399	2.111	-1.275	-0.575	-0.385	2.225
18.	-0.468	-0.398	-0.138	1.002	-0.531	-0.441	-0.131	1.109
19.	-1.292	-0.772	-0.282	2.348	-1.377	-0.817	-0.267	2.473
20.	-0.927	-0.517	-0.057	1.503	-1.008	-0.558	-0.048	1.612
21.	-0.243	-1.123	-0.053	1.417	-0.311	-1.161	-0.041	1.519

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อความ ที่	PROX				UCON			
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_1	b_2	b_3	b_4
22.	-0.019	-0.679	-0.909	1.611	-0.083	-0.723	-0.903	1.707
23.	1.936	-1.474	-0.944	0.476	1.902	-1.468	-0.968	0.522
24.	-1.039	-0.659	0.081	1.621	-1.124	-0.704	0.096	1.726
25.	0.335	-0.685	-0.765	1.115	0.290	-0.730	-0.760	1.200
26.	-0.398	-0.948	0.152	1.182	-0.484	-0.994	0.176	1.306
27.	-1.093	-0.463	0.087	1.467	-1.168	-0.508	0.102	1.582
28.	-1.604	-0.224	-0.344	2.176	-1.693	-0.273	-0.333	2.287
29.	-1.166	-0.986	-0.266	2.424	-1.255	-1.035	-0.245	2.545
30.	0.013	-0.767	-0.177	0.933	-0.038	-0.808	-0.178	1.022
31.	-0.394	-1.364	-0.064	1.826	-0.478	-1.408	-0.058	1.932
32.	-1.404	-0.704	0.206	1.896	-1.497	-0.747	0.233	2.013
33.	-0.259	-1.519	-0.049	1.831	-0.340	-1.560	-0.040	1.940
34.	-1.668	-0.988	1.182	1.462	-1.781	-1.041	1.209	1.619
35.	-0.036	-1.556	-0.336	1.924	-0.119	-1.599	-0.319	2.041
36.	-0.570	-1.060	0.030	1.600	-0.654	-1.104	0.046	1.701
37.	-0.835	-0.615	-0.145	1.595	-0.911	-0.661	-0.131	1.699
38.	-1.148	-0.698	0.562	1.272	-1.238	-0.748	0.582	1.402
39.	-1.433	-1.723	1.017	2.147	-1.550	-1.780	1.040	2.300
Mean	-0.980	-0.798	-0.006	1.785	-1.065	-0.845	0.009	1.901
S.D.	0.835	0.434	0.491	0.530	0.851	0.433	0.497	0.546

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของค่าความยากประจำชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 4 ของข้อความ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์ มีค่าเท่ากับ -0.980, -0.798, -0.006 และ 1.785 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.835, 0.434, 0.491 และ 0.530 ส่วนค่าเฉลี่ยของค่าความยากประจำชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 4 ของข้อความที่ประมาณค่าด้วยวิธียูคอน มีค่าเท่ากับ -1.065, -0.845, 0.009 และ 1.901 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.851, 0.433, 0.497 และ 0.546 จากค่าเฉลี่ยของค่าความยากประจำแต่ละชั้นนี้ จะเห็นว่าผลการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์ มีระยะห่างระหว่างชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 4 (Range) เท่ากับ 2.765 ส่วนวิธียูคอน มีค่าเท่ากับ 2.966 ผลการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอนจากตารางนี้จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของค่าความยากประจำชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 4 มีค่าเรียงลำดับกันจากน้อยไปหามาก รวมทั้งมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอน

ผู้วิจัยนำเสนอผลการตอบจากข้อความจำนวน 39 รายการ ในแบบทดสอบวัดเจตคติของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 317 คน ซึ่งข้อความและกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวนี้รูปแบบของข้อมูลสอดคล้อง (Fit) กับโมเดล มาคำนวณหาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอน โดยใช้โปรแกรม PCM (Partial Credit Model) โดยแยกผลการวิเคราะห์ตามการประมาณค่าแต่ละวิธี ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 6 และ 7

ตาราง 6 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน

คนที่	RMSE		คนที่	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
1.	1.1012	1.1009	21.	0.7692	0.7671
2.	1.0145	1.0145	22.	0.7809	0.7839
3.	0.8814	0.8807	23.	0.5919	0.5918
4.	0.7667	0.7661	24.	0.4543*	0.4539*
5.	0.6090	0.6077	25.	0.6798	0.6812
6.	0.7389	0.7414	26.	0.7232	0.7220
7.	0.7749	0.7733	27.	0.6842	0.6830
8.	0.7902	0.7892	28.	0.6720	0.6693
9.	0.9659	0.9644	29.	0.9398	0.9430
10.	0.5368	0.5359	30.	0.9001	0.8994
11.	0.7534	0.7513	31.	0.6248	0.6243
12.	0.7019	0.7009	32.	0.4796	0.4781
13.	0.7829	0.7833	33.	0.7268	0.7275
14.	0.6179	0.6154	34.	0.7508	0.7504
15.	0.8704	0.8722	35.	0.7725	0.7733
16.	0.8105	0.8114	36.	0.5390	0.5383
17.	0.4852	0.4850	37.	0.4845	0.4835
18.	0.6501	0.6492	38.	0.5082	0.5074
19.	0.6726	0.6715	39.	0.6572	0.6557
20.	0.5849	0.5843	40.	0.6046	0.6083

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	RMSE		คนที่	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
41.	0.4793	0.4799	61.	0.9795	0.9792
42.	0.7373	0.7360	62.	1.0251	1.0241
43.	0.8380	0.8347	63.	0.7986	0.8035
44.	0.7552	0.7510	64.	1.0467	1.0468
45.	0.6533	0.6508	65.	0.8630	0.8658
46.	0.6116	0.6121	66.	1.0336	1.0336
47.	0.9194	0.9175	67.	0.9056	0.9063
48.	0.5119	0.5120	68.	1.0176	1.0173
49.	0.8062	0.8049	69.	0.9708	0.9695
50.	0.8919	0.8922	70.	0.8820	0.8825
51.	0.6781	0.6774	71.	0.6474	0.6460
52.	0.7718	0.7688	72.	0.9547	0.9540
53.	0.6797	0.6782	73.	0.8100	0.8112
54.	0.8293	0.8259	74.	0.9798	0.9765
55.	0.8165	0.8172	75.	0.6938	0.6948
56.	0.6698	0.6678	76.	1.0977	1.0994
57.	0.6064	0.6058	77.	0.8426	0.8410
58.	0.6211	0.6194	78.	0.8645	0.8630
59.	0.8241	0.8231	79.	0.7646	0.7631
60.	0.5279	0.5284	80.	0.7964	0.7990

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	RMSE		คนที่	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
81.	0.7293	0.7316	101.	0.8009	0.8009
82.	0.8436	0.8423	102.	0.9823	0.9795
83.	0.7320	0.7316	103.	0.7811	0.7800
84.	0.8117	0.8107	104.	0.7417	0.7388
85.	0.7053	0.7085	105.	0.6239	0.6227
86.	0.7978	0.7992	106.	0.8157	0.8180
87.	0.9887	0.9889	107.	0.6901	0.6901
88.	0.9482	0.9449	108.	0.9073	0.9064
89.	1.1119	1.1136	109.	0.7121	0.7120
90.	0.5412	0.5421	110.	0.7714	0.7714
91.	0.7128	0.7135	111.	0.8685	0.8706
92.	0.8552	0.8544	112.	0.6566	0.6572
93.	0.7243	0.7228	113.	0.9227	0.9201
94.	0.6832	0.6834	114.	0.7731	0.7706
95.	0.9877	0.9870	115.	0.8391	0.8389
96.	1.0088	1.0127	116.	0.5365	0.5368
97.	0.9382	0.9403	117.	0.7326	0.7314
98.	0.9392	0.9359	118.	1.0667	1.0653
99.	0.8052	0.8051	119.	0.9269	0.9280
100.	0.8446	0.8467	120.	0.7386	0.7366

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	RMSE		คนที่	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
121.	0.7285	0.7288	141.	0.9557	0.9525
122.	0.8901	0.8855	142.	1.0410	1.0404
123.	0.5146	0.5130	143.	0.6758	0.6742
124.	0.8533	0.8542	144.	0.7851	0.7843
125.	0.7153	0.7128	145.	0.6532	0.6544
126.	0.6472	0.6475	146.	0.7666	0.7634
127.	0.8199	0.8209	147.	0.6950	0.6937
128.	0.6524	0.6529	148.	1.0279	1.0314
129.	0.7355	0.7333	149.	0.6854	0.6832
130.	0.7792	0.7806	150.	1.0504	1.0481
131.	0.6486	0.6470	151.	0.8969	0.8955
132.	0.7620	0.7623	152.	0.6836	0.6839
133.	0.9011	0.8990	153.	1.0587	1.0592
134.	0.9349	0.9327	154.	0.5468	0.5463
135.	0.9367	0.9349	155.	1.0062	1.0067
136.	0.9616	0.9592	156.	0.6897	0.6866
137.	0.8632	0.8606	157.	1.0385	1.0387
138.	0.6636	0.6625	158.	0.6508	0.6476
139.	0.6698	0.6671	159.	0.5683	0.5669
140.	0.7850	0.7844	160.	0.8171	0.8153

ตาราง 6 (ต่อ)

คนท.	RMSE		คนท.	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
161.	0.7039	0.7041	181.	0.8853	0.8833
162.	0.8757	0.8752	182.	0.9976	0.9905
163.	0.6952	0.6966	183.	0.8378	0.8362
164.	0.9321	0.9317	184.	0.9844	0.9842
165.	0.8499	0.8484	185.	0.4939	0.4933
166.	0.8290	0.8254	186.	0.7900	0.7892
167.	1.0158	1.0149	187.	0.6159	0.6144
168.	0.6597	0.6576	188.	1.0657	1.0641
169.	0.7244	0.7212	189.	0.7174	0.7170
170.	0.9165	0.9127	190.	0.7833	0.7800
171.	0.7219	0.7214	191.	0.6496	0.6468
172.	1.1029	1.1029	192.	0.8766	0.8746
173.	0.6800	0.6759	193.	0.9114	0.9092
174.	0.7302	0.7333	194.	0.7918	0.7897
175.	0.7586	0.7609	195.	0.6907	0.6897
176.	1.0782	1.0795	196.	0.9366	0.9369
177.	0.9460	0.9405	197.	0.8879	0.8874
178.	0.8474	0.8451	198.	0.7038	0.7029
179.	0.6973	0.6960	199.	0.5986	0.5967
180.	0.8602	0.8570	200.	0.6893	0.6890

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	RMSE		คนที่	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
201.	0.7923	0.7904	221.	1.3219**	1.3195**
202.	0.7299	0.7290	222.	0.6438	0.6418
203.	0.6436	0.6417	223.	0.7766	0.7752
204.	0.8010	0.7979	224.	1.1058	1.1080
205.	0.4930	0.4926	225.	0.8757	0.8720
206.	0.6932	0.6913	226.	0.8805	0.8809
207.	0.8808	0.8786	227.	0.6813	0.6814
208.	0.9550	0.9537	228.	0.7160	0.7149
209.	0.6558	0.6548	229.	0.6737	0.6733
210.	1.0533	1.0551	230.	0.6905	0.6901
211.	0.7657	0.7653	231.	0.8356	0.8355
212.	0.5146	0.5143	232.	0.5964	0.5953
213.	0.5334	0.5322	233.	0.6574	0.6544
214.	0.6779	0.6759	234.	0.9818	0.9828
215.	0.5935	0.5933	235.	0.8879	0.8880
216.	0.7087	0.7097	236.	0.6123	0.6088
217.	0.7254	0.7238	237.	0.7920	0.7906
218.	0.6094	0.6075	238.	1.0455	1.0430
219.	0.7486	0.7476	239.	0.9235	0.9249
220.	0.6789	0.6784	240.	0.7972	0.7926

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	RMSE		คนที่	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
241.	0.8401	0.8378	263.	0.9544	0.9548
242.	0.6491	0.6472	264.	0.7817	0.7813
243.	0.6145	0.6112	265.	1.0234	1.0233
244.	0.6694	0.6714	266.	0.9626	0.9610
245.	0.7384	0.7386	267.	0.6283	0.6259
246.	0.6468	0.6438	268.	0.7144	0.7117
247.	0.7431	0.7452	269.	0.7655	0.7615
248.	0.6615	0.6599	270.	0.7829	0.7787
249.	0.7562	0.7548	271.	0.6332	0.6298
250.	0.7069	0.7074	272.	0.6058	0.6053
251.	0.5591	0.5576	273.	0.7729	0.7694
252.	0.6814	0.6847	274.	0.6474	0.6466
253.	0.7078	0.7096	275.	0.8872	0.8845
254.	0.9012	0.9010	276.	0.7281	0.7271
255.	0.7902	0.7902	277.	0.6713	0.6714
256.	0.6530	0.6517	278.	0.7210	0.7210
257.	0.7323	0.7325	279.	1.0418	1.0426
258.	1.0541	1.0552	280.	0.7483	0.7470
259.	0.7530	0.7506	281.	0.7051	0.7020
260.	0.7483	0.7482	282.	0.5683	0.5660
261.	0.7244	0.7235	283.	0.6614	0.6626
262.	0.8600	0.8620	284.	0.8533	0.8485

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	RMSE		คนที่	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
285.	0.6746	0.6744	302.	0.8741	0.8746
286.	0.6504	0.6483	303.	0.7682	0.7654
287.	0.7024	0.6982	304.	0.7472	0.7468
288.	1.0026	1.0003	305.	0.8019	0.7991
289.	0.9404	0.9364	306.	0.8582	0.8539
290.	0.7015	0.7016	307.	0.9611	0.9613
291.	0.7566	0.7542	308.	1.0370	1.0365
292.	0.7346	0.7317	309.	0.9504	0.9496
293.	0.5848	0.5822	310.	0.6594	0.6618
294.	0.7266	0.7247	311.	0.6820	0.6783
295.	0.7210	0.7207	312.	0.8402	0.8366
296.	0.6600	0.6613	313.	0.7965	0.7947
297.	0.8217	0.8180	314.	0.8119	0.8120
298.	1.0625	1.0600	315.	0.7737	0.7690
299.	0.6739	0.6729	316.	0.7548	0.7572
300.	0.6259	0.6226	317.	0.6988	0.6997
301.	0.6830	0.6820			
			Mean	0.7794	0.7785
			S.D.	0.1472	0.1473

* หมายถึง ค่า RMSE ต่ำสุด

** หมายถึง ค่า RMSE สูงสุด

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพรีออกซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7794 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.1472 ส่วนการประมาณค่าด้วยวิธียูคอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7785 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.1473 โดยที่วิธีพรีออกซ์ มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.3219 ค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.4543 ส่วนวิธียูคอนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.3195 และค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.4539

ตาราง 7 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยากประจำชิ้นของข้อความ ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

ข้อความ ที่	RMSE		ข้อความ ที่	RMSE	
	PROX	UCON		PROX	UCON
1.	0.6620	0.6607	15.	0.8461	0.8416
2.	0.7895	0.7574	16.	0.6680	0.6679
3.	0.8778	0.8816	17.	0.6726	0.6744
4.	0.8811	0.8732	18.	0.8712	0.8725
5.	0.8294	0.8252	19.	0.6405*	0.6426*
6.	0.8504	0.8510	20.	0.8191	0.8177
7.	0.7264	0.7302	21.	0.7228	0.7252
8.	0.7283	0.7300	22.	0.6454	0.6501
9.	0.7774	0.7838	23.	0.6846	0.6878
10.	0.6875	0.6887	24.	0.7972	0.8000
11.	0.7809	0.7820	25.	0.6779	0.6834
12.	0.7269	0.7313	26.	1.0230	1.0116
13.	0.9034	0.8972	27.	0.8036	0.8039
14.	0.9810	0.9744	28.	0.7534	0.7531

ตาราง 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าเจตคติ ด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน

Rank	Case	Mean Rank	z
-	220	167.13	-8.1572**
+	89	125.01	
0	8		
รวม	317		

- (UCON Lt PROX), + (UCON Gt PROX), 0 (UCON Eq PROX)

** $P < .01$

จากตาราง 8 แสดงว่าค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพหุคูณเจตคติของผู้ตอบ ตามการประมาณค่าด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพบว่าค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จำนวน 317 คู่ ที่นำมาเปรียบเทียบกันมีจำนวนถึง 220 คู่ ที่การประมาณค่าด้วยวิธียูคอนมีค่าต่ำกว่าวิธีพหุคูณ (มีค่าเฉลี่ยของอันดับคะแนนที่มีเครื่องหมายลบเท่ากับ 167.13) และมีเพียง 89 คู่ ที่การประมาณค่าด้วยวิธีพหุคูณมีค่าต่ำกว่าวิธียูคอน (มีค่าเฉลี่ยของอันดับคะแนนที่มีเครื่องหมายบวกเท่ากับ 125.01) ส่วนที่เหลืออีก 8 คู่ มีค่าเท่ากัน

ตาราง 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

Rank	Case	Mean Rank	z
-	15	23.37	-0.5512
+	24	17.90	
0	0		
รวม	39		

- (UCON Lt PROX), + (UCON Gt PROX), 0 (UCON Eq PROX)

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยากประจำชั้นของข้อความ ตามการประมาณค่าด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

ผู้วิจัยนำค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน ของกลุ่มตัวอย่างที่มีรูปแบบการตอบสอดคล้อง (Fit) กับโมเดลจำนวน 257 คน มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้จากการตอบในแบบประเมินผลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และเพื่อเป็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ตามการประมาณค่าแต่ละวิธีกับคะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยจึงนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าวมาทดสอบความแตกต่างโดยใช้สูตรของวิลเลียม (Steiger. 1980 : 246 ; citing Williams. 1959) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอน

วิธีการประมาณค่า	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์			df	t
	PROX	UCON	TEAC		
PROX	1.0000	0.9999***	0.3273***	254	3.1874**
UCON		1.0000	0.3245***		
TEAC			1.0000		

*** $P < .001$

** $P < .01$

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอน ซึ่งคำนวณด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างค่าประมาณเจตคติของผู้ตอบที่ประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์ และวิธียูคอนกับคะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา (คะแนนเกณฑ์) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบด้วยวิธีพริกซ์มีค่าเท่ากับ 0.3273 ส่วนวิธียูคอนมีค่าเท่ากับ 0.3245 และเมื่อนำมาทดสอบความแตกต่าง ปรากฏว่าการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์มีค่าสูงกว่าวิธียูคอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอน

ผู้วิจัยนำค่าความยากประจำชั้นของข้อความซึ่งเป็นค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จากวิธีพริกซ์และวิธียูคอน มาวิเคราะห์หาค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ , จำนวน 39 รายการ ตามเจตคติที่ระดับต่าง ๆ 80 ระดับ ด้วยโปรแกรม PCM (Partial Credit Model) แล้วนำค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่ประมาณค่าได้จากวิธีพริกซ์และวิธียูคอนมาหาค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์เทียบกับวิธียูคอน ณ เจตคติระดับ 0 ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของผลการประมาณค่าวิธีพริกซ์เทียบกับวิธียูคอน

θ	TIF		RE	θ	TIF		RE
	PROX	UCON			PROX	UCON	
-4.00	2.4623	2.6788	0.9192	-2.80	7.8932	8.4223	0.9372
-3.90	2.7182	2.9521	0.9208	-2.70	8.6863	9.2500	0.9391
-3.80	3.0001	3.2529	0.9223	-2.60	9.5583	10.1579	0.9409
-3.70	3.3079	3.5846	0.9228	-2.50	10.5139	11.1412	0.9437
-3.60	3.6444	3.9408	0.9248	-2.40	11.5954	12.2497	0.9466
-3.50	4.0137	4.3362	0.9256	-2.30	12.7524	13.4363	0.9491
-3.40	4.4221	4.7695	0.9272	-2.20	14.0002	14.7067	0.9520
-3.30	4.8724	5.2495	0.9282	-2.10	15.3880	16.1055	0.9555
-3.20	5.3664	5.7688	0.9302	-2.00	16.8767	17.6046	0.9587
-3.10	5.9101	6.3470	0.9312	-1.90	18.4940	19.2158	0.9624
-3.00	6.5105	6.9741	0.9335	-1.80	20.2355	20.9332	0.9667
-2.90	7.1664	7.6689	0.9345	-1.70	22.0906	22.7631	0.9705

ตาราง 11 (ต่อ)

θ	TIF		RE	θ	TIF		RE
	PROX	UCON			PROX	UCON	
-1.60	24.0687	24.6781	0.9753	0.60	24.4729	27.2811	1.0437
-1.50	26.1336	26.6625	0.9802	0.70	26.9569	25.8898	1.0412
-1.40	28.2754	28.7051	0.9850	0.80	25.5601	24.6179	1.0383
-1.30	30.4622	30.7582	0.9904	0.90	24.2767	23.4477	1.0354
-1.20	32.6467	32.7771	0.9960	1.00	23.1000	22.3792	1.0322
-1.10	34.7915	34.7311	1.0017	1.10	22.0149	21.3996	1.0288
-1.00	36.8260	36.5467	1.0076	1.20	21.0088	20.4945	1.0251
-0.90	38.6863	38.1762	1.0134	1.30	20.0713	19.6530	1.0213
-0.80	40.3046	39.5533	1.0193	1.40	19.1971	18.8630	1.0177
-0.70	41.6152	40.6143	1.0246	1.50	18.3555	18.1185	1.0131
-0.60	42.5435	41.3150	1.0297	1.60	17.5637	17.4016	1.0093
-0.50	43.0476	41.6135**	1.0345	1.70	16.7938	16.7123	1.0049
-0.40	43.0959**	41.4870	1.0388	1.80	16.0499	16.0457	1.0003
-0.30	42.6755	40.9373	1.0425	1.90	15.3273	15.3910	0.9959
-0.20	41.8228	40.0069	1.0454	2.00	14.6264	14.7507	0.9916
-0.10	40.5927	38.7494	1.0476	2.10	13.9337	14.1137	0.9872
0.00	39.0719	37.2442	1.0491	2.20	13.2637	13.4948	0.9829
0.10	37.3520	35.5789	1.0498**	2.30	12.6017	12.8864	0.9779
0.20	35.5218	33.8403	1.0497	2.40	11.9313	12.2551	0.9736
0.30	33.6674	32.0955	1.0490	2.50	11.2933	11.6510	0.9693
0.40	31.8499	30.4002	1.0477	2.60	10.6727	11.0641	0.9646
0.50	30.1071	28.7888	1.0458	2.70	10.0678	10.4850	0.9602

ตาราง 11 (ต่อ)

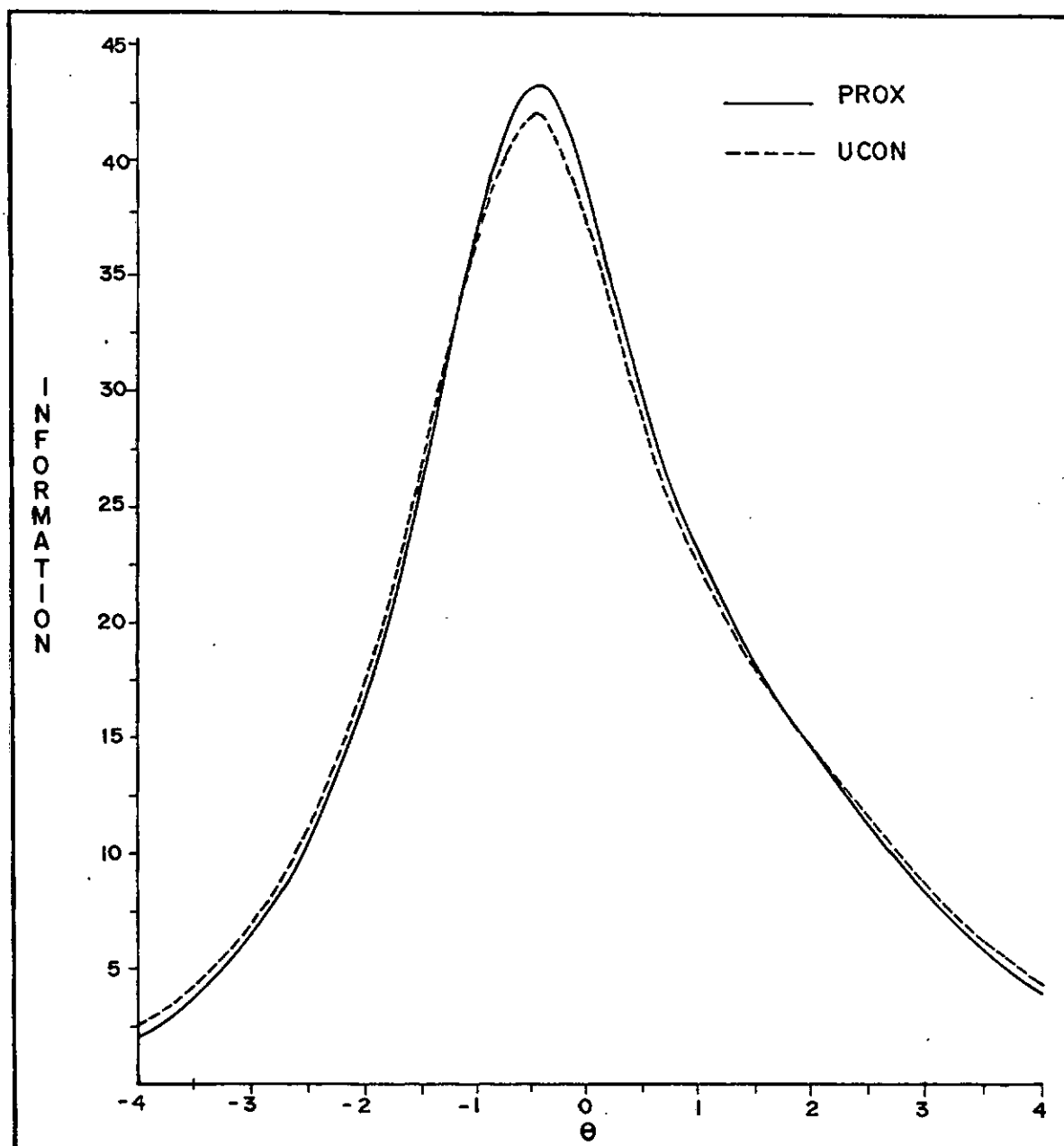
θ	TIF		RE	θ	TIF		RE
	PROX	UCON			PROX	UCON	
2.80	9.4786	9.9150	0.9560	3.50	5.8883	6.3361	0.9293
2.90	8.9074	9.3601	0.9516	3.60	5.4599	5.8958	0.9261
3.00	8.3546	8.8148	0.9478	3.70	5.0527	5.4734	0.9231
3.10	7.8182	8.2829	0.9439	3.80	4.6697	5.0746	0.9202
3.20	7.3034	7.7729	0.9396	3.90	4.3097	4.6974	0.9175
3.30	6.8087	7.2711	0.9364	4.00	3.9737	4.3437	0.9148
3.40	6.3392	6.7946	0.9330				

** หมายถึง ค่า TIF ที่มีค่าสูงสุด

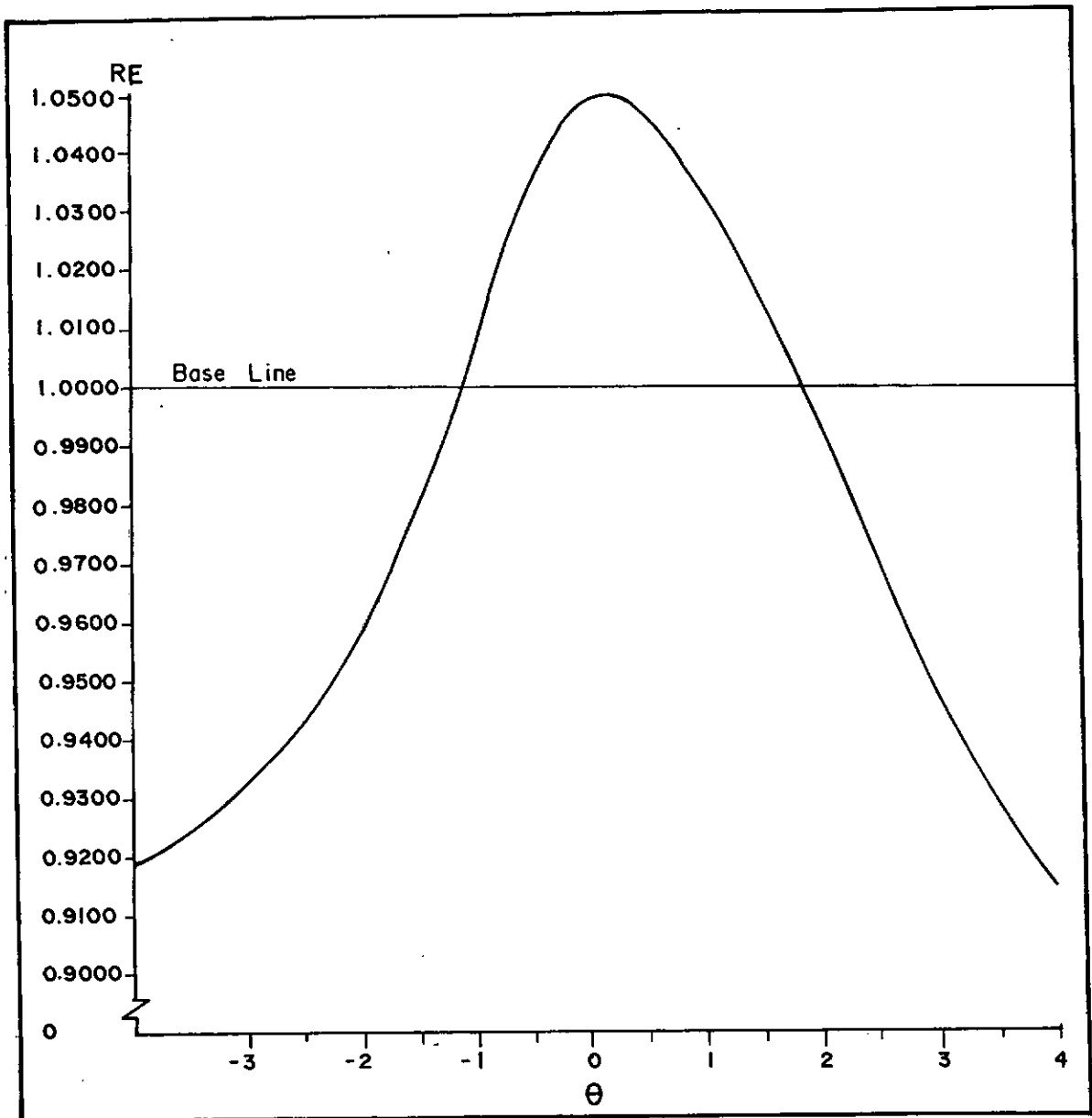
*** หมายถึง ค่า RE ที่มีค่าสูงสุด

จากตาราง 11 แสดงว่า ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพริกซ์ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 43.0959 ณ เจตคติระดับ -0.40 ส่วนวิธียูคอนมีค่าเท่ากับ 41.6135 ณ เจตคติระดับ -0.50 สำหรับประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าวิธีพริกซ์เทียบกับวิธียูคอนมีค่าเกิน 1.0000 ณ ระดับเจตคติตั้งแต่ -1.10 ถึง 1.80 อย่างไรก็ตาม ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ดังกล่าวมีค่าเกิน 1.0000 ไม่มากนัก โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.0498

จากค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่เจตคติระดับต่าง ๆ เมื่อนำมาเขียนโค้งอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (Test Information Curve ; TIC) แยกตามผลของการประมาณค่าแต่ละวิธี ดังแสดงในภาพประกอบ 10 และเมื่อนำค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าวิธีพริกซ์เทียบกับวิธียูคอน มาเขียนโค้งประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่า (Relative Efficiency Curve ; REC) ณ ระดับเจตคติต่าง ๆ ดังในภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 10 โค้งอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (TIC) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน



ภาพประกอบ 11 ได้ังประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (REC) ของการประมาณค่าวิธีพรีออกซ์เทียบกับ
วิธีคอน ฌ ระดับเจตคติ θ

จากภาพประกอบ 10 แสดงให้เห็นว่าค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน มีค่าใกล้เคียงกันเกือบทุกระดับของเจตคติ จึงทำให้ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของผลการประมาณค่าวิธีพรีออกซ์เทียบกับวิธียูคอนมีค่าไม่ห่างจาก 1.0000 มากนัก กล่าวคือ มีค่าตั้งแต่ 0.9148 ถึง 1.0498 โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของช่วงดังกล่าวนี้มีค่าเกิน 1.0000 อยู่ในช่วงเจตคติระดับ -1.10 ถึง 1.80 ($-1.10 \leq \theta \leq 1.80$) ส่วนช่วงของเจตคติระดับที่มากกว่า 1.80 ($\theta > 1.80$) และน้อยกว่า -1.10 ($\theta < -1.10$) ปรากฏว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1.0000 และจะมีค่าลดลงเรื่อย ๆ เมื่อระดับของเจตคติห่างจาก 0.00 มากขึ้นตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพประกอบ 11 ซึ่งก็หมายความว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชิ้นของข้อความวิธีพรีออกซ์ มีประสิทธิภาพในการประมาณดีกว่าวิธียูคอนในช่วงของเจตคติ (Attitude Trait Continuum) ระดับปานกลาง แต่จะมีประสิทธิภาพด้อยกว่าวิธียูคอนในช่วงของเจตคติระดับสูงและต่ำ

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชิ้นของข้อความ ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน ผู้วิจัยนำค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบและค่าความยากประจำชิ้นของข้อความที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกลจำนวน 39 รายการ ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 317 คน ซึ่งมีรูปแบบสอดคล้องกับ (Fit) โมเดล มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลของการประมาณค่าทั้งสองวิธี ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 12 ถึง 16

ตาราง 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ
ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

วิธีการประมาณค่า	PROX	UCON
PROX	1.0000	0.9992***
UCON		1.0000

*** $P < .001$

ตาราง 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก
ประจำชั้นที่ 1 ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

วิธีการประมาณค่า	PROX	UCON
PROX	1.0000	0.9999***
UCON		1.0000

*** $P < .001$

ตาราง 14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก
ประจำชั้นที่ 2 ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

วิธีการประมาณค่า	PROX	UCON
PROX	1.0000	0.9997***
UCON		1.0000

*** $P < .001$

ตาราง 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก
ประจำชั้นที่ 3 ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน

วิธีการประมาณค่า	PROX	UCON
PROX	1.0000	0.9999***
UCON		1.0000

*** $P < .001$

ตาราง 16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก
ประจำชั้นที่ 4 ระหว่างวิธีพริกซ์และวิธียูคอน

วิธีการประมาณค่า	PROX	UCON
PROX	1.0000	0.9995***
UCON		1.0000

*** $P < .001$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าเจตคติของผู้ตอบ ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์กับวิธียูคอน มีความสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ค่าความยากประจำชั้นของข้อความจากตาราง 13 ถึง 16 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการประมาณค่าความยากประจำชั้นที่ 1 ถึง 4 มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า โดยพบว่าผลของการประมาณค่าความยากประจำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 3 ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสอง มีความสัมพันธ์กันสูงสุด ($r=0.9999$) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความยากประจำชั้นที่ 4 ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสอง มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด ($r=0.9995$) ซึ่งจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทุกค่าดังกล่าว ล้วนแต่มีค่าอยู่ในระดับสูงทั้งสิ้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพาเซี่ยล เครดิต โมเดล (CREDIT) ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ต 5 ระดับ ระหว่างวิธีพร็อกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON) โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีทั้งสอง
2. เพื่อเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีทั้งสอง
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีทั้งสอง
4. เพื่อศึกษาค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีทั้งสอง
5. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสอง
6. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง เขตคลองเตยและเขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 500 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน (Attitude Toward School Test) แบบลิเคอร์ทสเกลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยข้อความจำนวน 50 รายการ มีลำดับขั้นตอนการตอบสนอง 5 ขั้น โดยแยกตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของโรงเรียนที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกรักใคร่ของนักเรียน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยมีขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ โดยติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง และการนำแบบประเมินผลการสังเกตไปขอข้อมูลจากอาจารย์ที่ปรึกษาตลอดจนกำหนดวันและเวลาในการเก็บข้อมูล
2. นำผลการทดลองสอบ (Try Out) เพื่อพัฒนาแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อความเป็นรายข้อ โดยใช้สถิติ t -test และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของข้อความแต่ละรายการกับคะแนนรวม (Item-Total Correlation)
3. นำผลการวิเคราะห์ในข้อ 2. มาใช้ในการคัดเลือกข้อความที่จะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยใช้การพิจารณาข้อความที่มีค่าสถิติมากกว่า 1.75 ขึ้นไป และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของข้อความแต่ละรายการกับคะแนนรวม ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .001 โดยใช้โปรแกรม SPSS/PC+ นำแบบทดสอบที่วิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของการวัดเพียงมิติเดียว (Unidimension) โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) โดยสกัดด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis ; PC) แล้วหมุนแกนด้วยวิธีแวนนิแมกซ์ (Varimax) โดยใช้โปรแกรม SPSS^x
5. ประมวลค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำข้อของข้อความด้วยวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน โดยใช้โปรแกรม BIGSTEPS

6. วิเคราะห์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชั้นของข้อความ โดยใช้โปรแกรม PCM (Partial Credit Model)

7. วิเคราะห์ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (Test Information Function ; TIF) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน โดยใช้โปรแกรม PCM (Partial Credit Model)

8. คำนวณค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency; RE) ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพ้อยท์เทียบกับวิธียูคอน

9. นำผลการวิเคราะห์ต่าง ๆ ในข้อ 5. ถึง 8. รวมทั้งคะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยใช้โปรแกรม SPSS/PC+

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นดังนี้

1. ค่าอำนาจจำแนก (ค่าสถิติ t ; t-test) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของข้อความกับคะแนนรวม (Item-Total Correlation)

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ ค่าไอเกน (Eigen Value) และเปอร์เซ็นต์การอธิบายคะแนนรวม

3. ค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชั้นของข้อความที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน

4. ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ และความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน

5. เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ประมาณค่าด้วยวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน

6. ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีพ้อยท์และวิธียูคอน

7. ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน
8. เปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าด้วยวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน
9. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ และค่าความยากประจำชิ้นของข้อความ ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพาเซียล เครดิต ไมเดลระหว่างวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน ปรากฏผลกล่าว โดยสรุปดังนี้

1. จากการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นมิติเดียว ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียนแบบลิเคิร์ตสเกลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีข้อมูลสนับสนุนว่ามีความเป็นมิติเดียว ดังนั้น จึงมีความสมเหตุสมผลที่จะใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถามมาอธิบายพฤติกรรม การสนองตอบต่อข้อความจากแบบทดสอบฉบับนี้ได้
2. ผลการเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน พบว่า การประมาณค่าด้วยวิธียูคอนมีค่าต่ำกว่าวิธีพร็อกซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ ความยากประจำชิ้นของข้อความ ด้วยวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลการเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพร็อกซ์และวิธียูคอน พบว่าการประมาณค่าด้วยวิธีพร็อกซ์สูงกว่าวิธียูคอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ผลการศึกษาค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (Test Information Function ; TIF) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชิ้นของข้อความด้วยวิธีพร็อกซ์มีค่าสูงกว่าวิธียูคอน ในช่วงของเจตคติระดับ -1.10 ถึง 1.80 ($-1.10 < \theta < 1.80$) ส่วนช่วงของเจตคติระดับที่เหลือ ($\theta < -1.10$ และ $\theta > 1.80$)

พบว่าวิธียูคอนมีค่าสูงกว่าวิธีพริกซ์ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสอง มีค่าสูงอยู่ในช่วงของเจตคติระดับปานกลาง กล่าวคือ มีระดับเจตคติ -2.00 ถึง 2.00 ($-2.00 < \theta < 2.00$) สำหรับค่าประสิทธิภาพ (Relative Efficiency ; RE) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าความยาก ประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพริกซ์เทียบกับวิธียูคอน พบว่าการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์มีค่าสูงกว่าวิธียูคอน ในช่วงของเจตคติระดับปานกลางและมีค่าต่ำกว่าวิธียูคอน ในช่วงเจตคติระดับสูงและต่ำ

5. ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอน พบว่ามีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

6. ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยาก ประจำชั้นของข้อความ ระหว่างวิธีพริกซ์และวิธียูคอน พบว่ามีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

อภิปรายผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูคอน พบว่าการประมาณค่าด้วยวิธียูคอนมีค่าต่ำกว่าวิธีพริกซ์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1. ทั้งนี้จะเป็นเพราะการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธียูคอน อาศัยหลักการของวิธีแมกซิมัม โลคลี่ฮูด (Maximum Likelihood) ที่ประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบด้วยกระบวนการหาค่าซ้ำ ๆ (Iterative Procedures) จนกว่าค่าที่ประมาณได้จะลู่ (Convergence) เข้าสู่ค่าคงที่ (Stable) (Wright and Panchapakesan. 1969 : 37) จึงทำให้ค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบที่ได้มีความละเอียดถูกต้องสูง สอดคล้องกับคะแนนผลการตอบของผู้ตอบแต่ละคนมากกว่าวิธีพริกซ์ ซึ่งมีขั้นตอนของการคำนวณที่มีความละเอียดน้อยกว่า และถึงแม้ว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบด้วยวิธียูคอนจะมีความลำเอียง (Bias) อยู่บ้าง แต่เนื่องจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบที่จำนวนข้อความถึง 50 รายการ ทดสอบกับกลุ่มผู้ตอบขนาดใหญ่ รวมทั้งมีการปรับแก้ความลำเอียง

ที่เกิดขึ้นด้วยค่าปรับแก้ (Correction Factor) $(mL-1)/mL$ (เมื่อ L หมายถึงจำนวนข้อความ 50 รายการ, $m + 1$ หมายถึง จำนวนลำดับชั้นของการตอบสนอง 5 ชั้น) โดยกระบวนการปรับแก้ดังกล่าวนี้ กระทำโดยโปรแกรม BIGSTEPS (Wright and Linacre. 1991 : 45) ดังนั้น จึงน่าจะเชื่อได้ว่าค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติ ที่ได้รับความถูกต้องสูง (Wright and Panchapakesan. 1969 : 42-43 ; de Gruijter. 1990 : 288) เป็นผลให้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่มาจากการประมาณค่าด้วยวิธียูกอนมีค่าต่ำกว่าวิธีพริกซ์

2. การเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพริกซ์และวิธียูกอน พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2. น่าจะเป็นเพราะว่าค่าความยากประจำแต่ละชั้นของข้อความแต่ละรายการ (Step Values) ในแบบทดสอบ มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) ประกอบกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ (Item Step Calibrations) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์กับเมตริกซ์ของข้อมูล (Data Matrix) ขนาดใหญ่ กล่าวคือ ประกอบด้วยผู้ตอบจำนวน 500 คน จำนวนข้อความ 50 รายการ จึงทำให้ค่าความยากประจำชั้นของข้อความที่ประมาณได้จากวิธีทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นผลให้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับผลการศึกษาของโคเฮน (Cohen. 1979 : 119) และผลการศึกษาของไรท์กับสโตน (Wright and Stone. 1979 : 61,143) ที่พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อความของ ราสช์ โมเดล (Rasch Model) จากการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันมาก เมื่อนำไปใช้กับข้อคำถามในแบบทดสอบที่มีจำนวนไม่น้อยจนเกินไป รวมทั้งการแจกแจงของค่าความยากเป็นแบบปกติ และจะมีค่าแตกต่างกันมากขึ้นเมื่อข้อคำถามมีจำนวนน้อย รวมทั้งการแจกแจงของค่าความยากมีลักษณะเบ้ (Skewed) หรือเป็นแบบมีฐานนิยมสองค่า (Bimodal) (Wright. 1988b : 288 ; Linacre. 1991 : 2) ต่อมาไรท์ และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 77-78) ได้นำวิธีทั้งสองมาประมาณค่าความยากของข้อความ (Scale Value) ของเรตติง สเกล โมเดล (SCALE) ซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้กับข้อคำถามแบบให้คะแนนเป็นหลายค่า (Polychotomous) เช่นเดียวกับพาเซียล เครดิต โมเดล (CREDIT) พบว่าให้ผลทำนองเดียวกัน

3. การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน พบว่าไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3. ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ กล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีพรีออกซ์กับคะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณมาจากการประมาณค่าด้วยวิธียูคอน ทั้งนี้ น่าจะเป็น เพราะว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์ มีความแม่นยำสูง (Accuracy) สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ในกลุ่มผู้ตอบที่มี เจตคติระดับปานกลาง ซึ่งความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวนี้ สังเกตได้จากค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีพรีออกซ์มีค่าสูงกว่าวิธียูคอน ในช่วงของเจตคติระดับปานกลาง และประกอบกับกลุ่มของผู้ตอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยเฉลี่ยมีเจตคติอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นจึงเป็นผลให้เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบที่ประมาณค่าได้จากวิธีพรีออกซ์ กับคะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษามาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กัน จึงพบว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์มีค่าสูงกว่าวิธียูคอน นั่นคือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์ เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพรีออกซ์สูงกว่าวิธียูคอน

4. การศึกษาค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความ ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน พบว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์มีค่าต่ำกว่าวิธียูคอน ไม่ครบทุกช่วงของเจตคติทุกระดับ ดังสมมติฐานข้อ 4. ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ โดยพบว่าในช่วงของเจตคติระดับปานกลาง ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์สูงกว่าวิธียูคอน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากพิสัย (Range) หรือระยะห่างระหว่างค่าความยากประจำชั้นที่ 1 (b_1) และชั้นที่ 4 (b_4) ของข้อความแต่ละรายการ ในแบบทดสอบ ที่ประมาณค่าได้จากวิธีพรีออกซ์ โดยเฉลี่ยแล้วมีค่าน้อยกว่าวิธียูคอน และประกอบกับข้อความแต่ละรายการในแบบทดสอบ จากการวิจัยครั้งนี้มีค่าประจำชั้นโดยทั่วไปอยู่รอบ ๆ ศูนย์ (ดังตาราง 5) ซึ่งถือว่าเป็นค่าความยากที่อยู่ในระดับปานกลาง กล่าวคือมีค่าความยากประจำชั้นเป็นทั้งทางบวก (Positive Step Estimate) และทางลบ (Negative Step Estimate) ดังนั้น จึงทำให้ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความแต่ละ

รายการ ด้วยวิธีพริกซ์มีค่าสูงกว่าวิธียูคอน ในช่วงของเจตคติระดับปานกลาง ผลการวิจัยดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการวิจัยของซามิโจมา (Samejima. 1969 : 39) และการวิจัยของดอดด์ กับค็อคซ์ ที่ศึกษาในปี ค.ศ.1985 และ 1987 (Dodd and Koch. 1987 : 372-378) ที่พบว่าค่าอินฟอร์เมชันของข้อความจะมีค่าสูงเมื่อระยะห่างระหว่างค่าความยากประจำชั้นที่ 1 และชั้นสุดท้ายมีค่าน้อย แต่จะครอบคลุมช่วงของคุณลักษณะที่ต้องการวัด (Trait Continuum) แคบกว่าข้อความที่มีระยะห่างระหว่างค่าความยากประจำชั้นที่ 1 และชั้นสุดท้ายมาก ดังนั้นจึงไม่เป็นที่น่าประหลาดใจ เมื่อพบว่าผลการวิจัยที่เกี่ยวกับค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นผลรวมจากค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อความแต่ละรายการในแบบทดสอบ ที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีพริกซ์มีค่าต่ำกว่าวิธียูคอน ในช่วงของเจตคติระดับสูงและต่ำ ทั้งนี้เพราะค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อความที่ประมาณค่าด้วยวิธีพริกซ์โดยส่วนใหญ่แล้ว ครอบคลุมช่วงของเจตคติในระดับปลายของเจตคติทั้งสองข้างน้อยกว่าวิธียูคอน จึงเป็นผลทำให้ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากประจำชั้นของข้อความด้วยวิธีพริกซ์ต่ำกว่าวิธียูคอนนั่นเอง (ดังภาพประกอบ 10) สำหรับค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพริกซ์เทียบกับวิธียูคอน พบว่ามีค่ามากกว่า 1.0000 ในช่วงของเจตคติระดับปานกลาง (ดังภาพประกอบ 11) ผลการวิจัยในส่วนนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของดอดด์และค็อคซ์ (Dodd and Koch. 1987 : 379) ซึ่งพบว่าค่า ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อความมีระยะห่างระหว่างค่าความยากประจำชั้นที่หนึ่งและชั้นสุดท้ายน้อย มีค่าสูงกว่าแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อความมีระยะห่างระหว่างค่าประจำชั้นทั้งสองมาก โดยค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์สูงสุดมีค่า ๗ เจตคติระดับใกล้เคียงกับศูนย์ เมื่อกำหนดให้ข้อความทุกรายการในแบบทดสอบที่เขาศึกษามีค่าความยากอยู่ในระดับปานกลาง ไม่ว่าค่าความยากประจำชั้นของข้อความดังกล่าวจะเรียงผันกลับ (Reversals) กันหรือไม่ก็ตาม จากผลการวิจัยจึงกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพริกซ์มีค่าสูงกว่าวิธียูคอน ในช่วงของเจตคติระดับปานกลาง หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบด้วยวิธีพริกซ์ มีความแม่นยำในการประมาณค่ามากกว่าวิธียูคอน ในช่วงของเจตคติระดับปานกลาง ลักษณะเช่นนี้แฮมเบิลตัน และสวามินาธาน (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 105) ได้กล่าวว่า สำหรับโมเดลโลจิสติกที่มีพารามิเตอร์

สองตัว และหนึ่งตัว (One, Two Logistic Model ; 1PL-2PL) ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อคำถามจะมีค่าสูงสุด ณ ระดับความยาก (b_x) ของข้อคำถามนั้น บนมาตราวัดความสามารถหรือคุณลักษณะ (Ability or Trait Scale) ซึ่งก็หมายความว่าแบบทดสอบ ที่ประกอบด้วยข้อความที่มีค่าความยากอยู่ในระดับใดเป็นส่วนใหญ่ ก็จะมีความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถหรือคุณลักษณะ (Trait) ระดับนั้นมาก

5. การศึกษาค่าเจตคติของผู้ตอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ระหว่างวิธีพรีออกซ์กับวิธียูคอน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสองมีค่าอยู่ในระดับสูงทางบวก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 5. ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของไรท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 78 - 80) ที่พบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ของผู้ตอบ (Person Parameter) จากการประมาณค่าด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอนมีค่าใกล้เคียงกันเป็นลำดับ (Ordering) ลดหลั่นกันตามคะแนนรวมของผลการตอบในแบบวัด กล่าวคือ ค่าประมาณพารามิเตอร์ของผู้ตอบ มีค่าแตกต่างกันมากเมื่อคะแนนรวมมีค่าสูงและลดลงตามลำดับเมื่อคะแนนรวมมีค่าต่ำ ถึงแม้ว่าการศึกษาในครั้งนั้นไรท์กับมาสเตอร์จะได้ศึกษากับเรตติง สเกล โมเดล ก็ตาม แต่แนวคิดหลักพื้นฐาน (Basic Conception) แล้วพาเซียล เครดิต โมเดลก็พัฒนามาจากราสช์ โมเดล เช่นเดียวกับเรตติง สเกล โมเดล หรืออาจกล่าวได้ว่าโมเดลทั้งสองอยู่ในตระกูลเดียวกับราสช์ โมเดล (Family of Rasch Model) กล่าวคือ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสูตรทั่วไปได้ร่วมกันได้ (Wright and Masters. 1982 : 56 ; Wright. 1988b : 287) ดังนั้น จึงทำให้พบว่าความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบของพาเซียล เครดิต โมเดล ระหว่างวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอนมีค่าอยู่ในระดับสูงทางบวก

6. การศึกษาค่าความยากประจำข้อของข้อความ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความยากประจำข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 4 ระหว่างการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสองมีความสัมพันธ์กันทางบวก โดยมีค่าอยู่ในระดับสูงทุกค่า ทำนองเดียวกับผลการศึกษาข้อ 5. และเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของไรท์และมาสเตอร์ (Wright and Masters. 1982 : 77-78) ที่พบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อความ (Item Estimate) ของเรตติง สเกล โมเดล มีค่าใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อตัดข้อความบางรายการที่ไม่สอดคล้อง

(Missfit) กับไม่เดลออกไป ทำให้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีทั้งสอง จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก เป็นลำดับลดหลั่นกันไป ทำนองเดียวกับค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ทั้งนี้ไรท์และ มาสเตอร์อธิบายว่าเป็นเพราะการประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสองใช้เวกเตอร์ของคะแนนข้อความ (Vector of Activity Score) ได้ตารางของเมตริกซ์ข้อมูลผลการตอบ (Data Matrix) ในการประมาณค่าเหมือนกัน ซึ่งหลักการดังกล่าวนี้ก็ยังได้นำมาใช้ในการประมาณค่า ของพาเซียล เครดิต โมเดล เพียงแต่แบ่งเวกเตอร์ของคะแนนข้อความออกเป็นแต่ละชั้นของการตอบ (Categories; S_{ij}) โดยไม่นำมารวมกันเหมือนกับเรตติง สเกล โมเดล (Wright and Masters. 1982 : 80,88 ; Masters. 1982 : 164) ดังนั้น จึงทำให้ค่าความยากประจำแต่ละลำดับชั้นมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอยู่ในระดับสูง ทางบวก

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเลือกใช้วิธีหรือข้อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลผลการตอบในกลุ่มผู้ตอบ ที่มีเจตคติระดับปานกลาง ส่วนในกลุ่มผู้ตอบที่มีเจตคติระดับสูงและต่ำ ควรใช้วิธียูคอน ขึ้น เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ เจตคติระดับดังกล่าวมีความแม่นยำมากที่สุด ถึงแม้ว่าการประมาณค่าด้วยวิธีหรือข้อโดยทั่วไป จะมีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย สูงกว่าวิธียูคอนอยู่บ้างก็ตาม แต่วิธีหรือข้อมีขั้นตอนในการคำนวณไม่ยุ่งยากซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจ รวมทั้งประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ผลมากกว่าวิธียูคอน ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมตามแต่ละสภาพการณ์ เช่น กรณีที่ไม่ต้องการค่าประมาณพารามิเตอร์แบบละเอียดมากนัก ก็ควรเลือกนำวิธีหรือข้อไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ เป็นต้น

2. สำหรับข้อมูลผลการตอบที่มีขนาดใหญ่และมีการแจกแจงเป็นแบบปกติแล้ว การประมาณค่าด้วยวิธีหรือข้อสามารถใช้แทนวิธียูคอนได้ เพราะให้ค่าใกล้เคียงกันโดยทั่ววิธีหรือข้อสามารถกระทำได้ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีหรือข้อ กับเมตริกซ์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ควรจะได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประมาณค่าด้วยวิธีหรือข้อขึ้น ซึ่งจะทำให้การคำนวณมีความสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ดังที่ผู้ยอมรับกันว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีทั้งสอง ของราล์ส โมเดล โดยใช้โปรแกรม BICAL วิธีหรือข้อมีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้ตอบขนาด 500 คน หรือต่ำกว่า ส่วนวิธียูคอนเหมาะสมสำหรับกลุ่มผู้ตอบขนาดใหญ่ เช่น 1000 คน (Flynn. 1986 : 2627A)

3. ควรทำการศึกษาค้นคว้าในแบบทดสอบที่ให้คะแนนเป็นแบบหลายค่า (Polychotomous Scoring) เช่น แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ แบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ เป็นต้น เพื่อเป็นการขยายความรู้เกี่ยวกับการนำพาเซียล เครดิต โมเดล ซึ่งเป็นโมเดลแบบหนึ่งของทฤษฎีการตอบข้อคำถามไปใช้ให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้นต่อไป

4. ควรได้มีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพาเซียล เครดิต โมเดลด้วยวิธีประมาณค่าแบบอื่น ๆ เช่น วิธีเพอร์ (Pairwise ; PAIR) วิธีคอน (Conditional Maximum Likelihood ; CON) ว่ามีประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์มากน้อย เพียงใด

5. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีเจตคติอยู่ในระดับปานกลางเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น จึงน่าจะมีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่มีเจตคติระดับสูงหรือต่ำในส่วนที่เกี่ยวข้อง ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่า ร่วมกับดัชนี (Index) ตัวอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรได้มีการทำการวิจัยโดยนำเทคนิควิธีมอนติ คาร์โล (Monte Carlo Method) มาใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลองข้อมูล (Simulated Data) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ระหว่างวิธีพหุคูณและวิธียูคอน ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่แปรเปลี่ยนไปดังนี้

5.1 จำนวนข้อความในแบบทดสอบ (Test Lengths)

5.2 ขนาดของจำนวนผู้ตอบ (Sample Sizes)

5.3 จำนวนของลำดับชั้นการตอบสนอง (Number of Response Categories)

5.4 การแจกแจงของค่าคุณลักษณะ (Trait) ของผู้ตอบ (True Distribution)

5.5 ค่าความยากประจำขั้นของข้อความที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น ข้อความที่มีค่าความยากประจำขั้นเป็นบวกทั้งหมด (Positive Step Estimate; Difficulty Item) ข้อความที่มีค่าความยากประจำขั้นที่เป็นลบทั้งหมด (Negative Step Estimate ; Easy Item) และข้อความที่มีค่าความยากประจำขั้นเป็นทั้งบวกและลบ (Positive and Negative Step Estimate; Moderate Difficulty Item) นอกจากนี้ควรใช้ค่า

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า (Standard Error of Estimate; SEE) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ (Estimate Parameter) กับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริง (True Parameter) เป็นดัชนีบ่งชี้ความมีประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าด้วยวิธีพหุคูณและวิธียูคอน ซึ่งการศึกษาลักษณะของการประมาณค่าตามปัจจัยประการต่าง ๆ ด้วยวิธีการที่กล่าวมาจะทำให้ผลการวิจัยที่ได้รับ มีแง่มุมของคำตอบกว้างขวางและเด่นชัดมากยิ่งขึ้น

גדחאמרשדרנו

บรรณานุกรม

- โกวิท ประวาลพุกษ์. "ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับไค่งลักษณะข้อสอบ," วารสารการวัดผลการศึกษา. 4(2) : 55-63 ; กันยายน - ธันวาคม 2525.
- จรรยา สุวรรณทัต. "ประวัติความเป็นมาของการวัดด้านนิภาวิสัยในประเทศไทย," วารสารการวัดผลการศึกษา. 7(19) : 1-14 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2528.
- เชิดศักดิ์ ไชวสินธุ์. การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520.
- นิยม ปุราคำ. ทฤษฎีของการสำรวจสถิติจากตัวอย่างและการประยุกต์. กรุงเทพฯ ศ.ส.การพิมพ์, 2517.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. ทัศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ไอดีเอ็นเอสไตร์, 2520.
- /ผจงจิต อินทสุวรรณ. "Latent Trait Theory," วารสารการวัดผลการศึกษา. 3(3) : 51-69 ; มกราคม - เมษายน, 2525.
- /ผจงจิต อินทสุวรรณ. "การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยโมเดลโลจิสติก," วารสารการวัดผลการศึกษา. 13(37) : 79-90 ; พฤษภาคม - สิงหาคม, 2534.
- ล้วน สายยศ. "ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวัดเจตคติแบบเทอร์สไตน์ แบบลิเคิร์ทและแบบบอสกูด," วารสารการวัดผลการศึกษา. 7(19) : 40-45 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2528.
- วิเศษ ชาวระนอง. การพัฒนาแบบวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของครูมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ด.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อุดมสำเนา.
- ส.วาสนา ประวาลพุกษ์. "ทัศนคติในแง่ของจิตวิทยา," วารสารการวัดผลการศึกษา. 3(2) : 1-6 ; กันยายน - ธันวาคม, 2524.
- สามัญศึกษา, กรม. จำนวนนักเรียน นักเรียน ครู และภารโรง ในสังกัดกองการมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2534. กรุงเทพฯ : กองแผนงาน กรมสามัญศึกษา, 2534.
- สงบ ลักษณะ. "ความสามารถเกี่ยวกับการตอบข้อคำถาม," วารสารการวัดผลการศึกษา. 4(1) : 47-54 , 83 - 93 ; พฤษภาคม - สิงหาคม, 2524.

- สงข ลักษณะ. "การวัดคุณลักษณะทางด้านการรู้สึก," วารสารการวิจัยการศึกษา. 16(3) : 41-59 ; กรกฎาคม - กันยายน, 2529.
- สมจิตร ทรัพย์อประไมย. การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดเจตคติด้วย คลาสสิกคอลโมเดลและราสช์โมเดล. ปริญญาโท. ม.กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อุดสาเนา.
- สุชาดา กิระนันท์. การอนุมานเชิงสถิติ : ทฤษฎีขั้นต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. การสร้างมาตรวัดในการวิจัยทางสังคมศาสตร์. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, โรงพิมพ์ภาพพิมพ์, 2534.
- สุธรรม จันทน์หอม. "วิเคราะห์ผลการสอบแบบราสช์โมเดล," วารสารการวัดผลการศึกษา. 4(3) : 45-61 ; มกราคม - เมษายน, 2526.
- สำเริง บุญเรืองรัตน์. "การพัฒนาทฤษฎีเลแทนเทรทเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ," วารสารการวัดผลการศึกษา. 4(2) : 1-20 ; กันยายน - ธันวาคม, 2525.
- Allen, Mary J. and Wendy M. Yen. Introduction to Measurement Theory. Monterey, California : Brookes/Cole Publishing Company, 1979.
- Andrich, David. "A Binomial Latent Trait Model for the Study of Likert-Style Attitude Questionnaires," The British Journal of Mathematical & Statistical Psychology. 31(1) : 84-98 ; 1978a.
- Andrich, David. "A Rating Formulation For Ordered Response Categories," Psychometrika. 43(4) : 561-574 ; December, 1978b.
- Cohen, Leslie. "Approximate Expressions for Estimates in the Rasch Model," The British Journal of Mathematical & Statistical Psychology. 32 : 113-120 ; 1979.
- Crocker, Linda M. and J. Algina. Introduction To Classical & Modern Test Theory. New York : CBS College Publishing, 1986.
- Cruze, Wendi W. Educational Psychology. New York : The Ronal Press Company, 1974.

- de Gruijter, Dato N.M. "A Note on the Bias of UCON Item Parater Estimation in the Rasch Model," Journal of Educational Measurement. 27(3) : 285-288 ; Fall, 1990.
- Dodd, Babara G. "Attitude Scaling : A Comparision of the Graded Response and Partial Credit Latent Trait Models," Dissertation Abstracts International. 45(7) : 2074A-2075A ; January, 1985.
- Dodd, Babara G. and William R. Koch. "Effects of Variations in Item Step Values on Item and Test Information in the Partial Credit Model," Applied Psychological Measurement. 11(4) : 371-384 ; December, 1987.
- Dodd, Babara G., William R. Koch and Ralph J. De Ayala. "Operational Characteristics of Adaptive Testing Procedures Using the Graded Response Model," Applied Psychological Measurement. 13(2) : 129-143 ; June, 1989.
- Dodd, Babara G. "The Effect of Item Selection Procedure and Stepsize On the Computerized Adaptive Attitude Measurement Using the Rating Scale Model," Applied Psychological Measurement. 14(4) : 355-366 ; December, 1990.
- Edwards, Allen L. Techinques of Attitude Scale Construction. New York : Appleton - Century - Crofts, Inc. 1957.
- Engellhard, George Jr. "Thorndike, Thurstone, and Rasch : A Comparision of their Method of Scaling, Psychological and Educational Tests," Applied Psychological Measurement. 5(1) : 21-38 ; Winter, 1984.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychological and Educational. 5th ed. New York : McGraw - Hill book Company, 1981.
- Fishbien, Martin. Readings in Attitude Theory and Measurement. New York : John Wiley and Sons, Inc., 1967.
- Fishbien, Martin and I. Ajzen . Belief, Attitude, Intention and Behavior : An Introduction to Theory and Research. Menlo Park, California : Addison - Weley Publishing Company, Inc. 1975.

- Flynn, James B. "A Study of Robustness of the Three - Parameter Item Response Model (Latent-Trait, AVRAM)."
Dissertation Abstracts International. 46(9) :2626A-2627A ; March, 1986.
- Gable, Robert K. Instrument Development in the Effective Domain. Boston : Kluwer - Nijhoff Publishing, 1986.
- Gable, Robert K., Larry H. Ludlow and Marvin B. Wolf. "The User of Classical And Rasch Latent Trait Models to Enhance the Validity of Affective Measure,"
Educational And Psychological Measurement. 50(4) : 869-878 ; Winter, 1990.
- Hambleton, Ronald K. and H. Swaminathan. Item Response Theory : Principles and Applications. Boston : Kluwer - Nijhoff Publishing, 1985.
- Hambleton, Ronald K. "Principles and Selected Applications of Item Response Theory," in Educational Measurement. edited by Linn, Robert L. p. 147-200. London : Callier Macmillan Publishers, 1989.
- Jensen, Paul G.W., Folkert W. Wierda and van den Arnold L. Wallenberg. "Corneeting Unconditional Parameter Estimation in the Rasch Model for Consistency,"
Applied Psychological Measurement. 12(3) : 297-306 ; September, 1988a.
- Jensen, Paul G.W., Folkert W. Wierda and van den Arnold L. Wallenberg. "Consistency of Rasch ;Model Parameter Estimation : A simulation Study,"Applied Psychological Measurement. 12(3) : 307-313 ; September, 1988b.
- Klayton, Keith N. An Introduction To Statistics for Psychological and Education. Bell & Howell Company, 1984.
- Koch, Willim R. "Likert Scaling Using the Grade Response Latent Trait Model," Applied Psychological Measurement. 7(1) : 15-32; Winter, 1983.
- Krathwohl, David R., Benjamin S. Bloom and Bertram B. Masia. Taxonomy of Educational Objectives the Classification of Educational Goals Hanbook II : Affective Domain. New York : DAVID McKay Company, Inc., 1964.

- Larsen, Richard J. and Morris L. Mark. An Introduction to Mathematical Statistics And Its Applications. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall International, Inc., 1986.
- Linarce, John M. Facimile Transmittal Cover Sheet ; PROX/UCON. Chicago, Illinois : The University of Chicago, Department of Education, 8 November , 1991.
- Lord, Federic M. and Mavin R. Novick. Statistical Theory of Mental Test Scores. Massachusetts : Addison - Wesley Publishing Company Inc., 1968.
- Lord, Federic M. Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1980.
- Lord, Federic M. and M.L. Stocking. "Item Response Theory," in Educational Research Methodology, and Measurement : An International Handbook. edited by John P. Keeves. p. 269-272 : Pergamon Press Plc, 1988.
- Masters, Geoffery N. "A Rasch Model for Rating Scales," Dissertation Abstracts International. 41(1) : 215-A -216-A ; July , 1980.
- Masters, Geoffery N. "Rasch Model for Partial Credit Scoring," Psychometrika. 47(2) : 149-174 ; June, 1982.
- Masters, Geoffery N. and Norman H. Hyde. "Measuring Attitude to School with a Latent Trait Model," Applied Psychological Measurement. 8(1) : 39-48 ; Winter, 1984.
- Masters, Geofferey N. "Partial Credit Model," in Educational Research Methodology, and Measurement : An International Handbook. edited by John P. Keeves. p.292-297 : Pergamon Press Plc, 1988.
- Muller, Hans. "A Rasch Model for Continuous Ratings," Psychometrika. 52(2) : 165-181; June, 1987.
- Muraki, Eiji. "Fitting a Polytomous Item Response Model to Likert - Type Data," Applied Psychological Measurement. 14(1) : 59-71 ; March, 1990.
- Rokeach, Milton B. Attitude and Values. San Francisco, California Jossey - Bass, Inc., 1970.

- Samejima, Fumiko. "Amount of Information," ; Estimation of Mental Ability Using a Response Pattern of Graded Scores. Psychometrika Monograph Supplement. 34(4), Part 2 : 37-46 ; 1969.
- Shaw, Marvin E. and Jack M. Wright. Scale for the Measurement of Attitude. McGraw - Hill Inc., 1967.
- Steiger, James H. "Test for Comparing Elements of a Correlation Matrix," Psychology Bulletin. 87(2) : 245-251 ; 1980.
- Thissen, David and L. Steinberg. "Taxonomy of Item Response Model," Psychometrika. 51(4) : 567-578 ; December, 1986.
- Van de Vijver, J.R. Fons. "The Robustness of Rasch Estimates," Applied Psychological Measurement. 10(1) : 45-57 ; March, 1986.
- Walker - Bartnick, Leslie A. "An Investigation of Factors Affecting Invariance of Item Parameter Estimates for the Partial Credit Model," Dissertation Abstracts International. 51(5) : 1589-A ; November, 1990.
- Warm, Thomas A. A Primer of Item Response Theory. Oklahoma : Coast Guard Institute, 1978.
- Wilson, Mark. "Detecting and Interpreting Local Item Dependence Using a Family of Rasch Model," Applied Psychological Measurement. 12(4) : 353-364 ; December, 1988.
- Wright, Benjamin D. and N. Panchapakesan. "A Procedure for Sample Free Item Analysis," Educational and Psychological Measurement. 29 : 23-48 ; 1969.
- Wright, Benjamin D. "Solving Measurement Problems with the Rasch Model," Journal of Educational Measurement. 14(2) : 97-116 ; Summer, 1977.
- Wright, Benjamin D. and Mark H. Stone. Best Test Design. Chicago, Illinois : MESA Press, 1979.
- Wright, Benjamin D. and Geoffery N. Masters. Rating Scale Analysis. Chicago, Illinois : MESA Press, 1982.

- Wright, Benjamin D. and John M. Linacre. MICROSCALE Manual. Rasch Model Computer Programme : Mediatrix Interactive Technologies, 1984.
- Wright, Benjamin D. "The Efficacy of Unconditional Maximum Likelihood Bias Correction : Comment on Jansen, van den Wollenberg, and Wierda," Applied Psychological Measurement. 12(3) : 315-318 ; September, 1988a.
- Wright, Benjamin D. "Rasch Measurement Models" in Educational Research Methodology, and Measurement. edited by John P. Keeves. p. 286-292 : Pergamon Press Plc, 1988b.
- Wright, Benjamin D. and John M. Linacre. A User's Guide to BIGSTEPS Rasch - Model Computer Program. Chicago, Illinois : MESA Press, 1991.
- Wright, Benjamin D. Facimile Transmittal Cover Sheet; BIGSTEPS. Chicago, Illinois: The University of Chicago, Department of Education, 9 November, 1991.
- Yamane, Taro. Statistical An Introductory Analysis. 3th ed. New York : Harper & Row, Publication, Inc., 1973.

ภาคผนวก ก

ค่าประมาณพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์
ด้วยวิธีพรีออกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON) กับคะแนนผลการสังเกตของ
อาจารย์ที่ปรึกษา (TEAC)

ตาราง 17 ผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ ด้วยวิธีพร็อกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON) กับคะแนนผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา (TEAC)

คนที่	θ			คนที่	θ		
	PROX	UCON	TEAC		PROX	UCON	TEAC
1	0.343	0.328	8	21	1.030	1.046	5
2	0.268	0.252	5	22	1.671	1.734	7
3	1.030	1.046	8	23	3.268	3.373	5
4	1.030	1.046	5	24	1.200	1.228	7
5	1.904	1.983	8	25	1.096	1.117	6
6	0.343	0.328	5	26	1.502	1.553	9
7	1.200	1.228	5	27	0.965	0.977	8
8	1.308	1.345	5	28	0.369	0.354	6
9	0.394	0.380	5	29	0.527	0.516	10
10	2.555	2.658	7	30	2.059	2.146	6
11	1.063	1.081	5	31	2.705	2.810	7
12	1.715	1.782	5	32	0.841	0.844	5
13	0.965	0.977	5	33	0.293	0.277	4
14	1.627	1.688	5	34	0.965	0.977	8
15	0.218	0.202	6	35	1.584	1.642	6
16	0.218	0.202	5	36	2.114	2.204	6
17	2.417	2.517	10	37	2.484	2.586	8
18	1.584	1.642	5	38	0.722	0.719	8
19	1.384	1.426	7	39	1.096	1.117	10
20	2.114	2.204	7	40	1.715	1.782	10

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	θ			คนที่	θ		
	PROX	UCON	TEAC		PROX	UCON	TEAC
41	1.308	1.345	8	61	1.308	1.345	3
42	0.665	0.659	7	62	0.447	0.733	4
43	1.063	1.081	6	63	0.420	0.407	9
44	0.934	0.943	6	64	0.394	0.380	5
45	2.229	2.323	8	65	1.030	1.046	4
46	0.665	0.659	6	66	1.502	1.553	7
47	1.584	1.642	8	67	0.318	0.302	3
48	0.965	0.977	6	68	0.609	0.601	3
49	0.871	0.877	7	69	0.781	0.781	7
50	0.902	0.910	4	70	1.030	1.046	2
51	0.218	0.202	7	71	1.030	1.046	10
52	1.422	1.468	1	72	1.715	1.782	6
53	0.473	0.460	8	73	0.751	0.750	5
54	0.609	0.601	6	74	1.627	1.688	10
55	1.715	1.782	6	75	0.665	0.659	6
56	1.671	1.734	7	76	1.130	1.153	3
57	1.272	1.305	6	77	1.384	1.426	10
58	1.384	1.426	7	78	0.343	0.328	10
59	-0.246	-0.252	2	79	1.502	1.553	7
60	0.871	0.877	8	80	0.694	0.689	8

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	θ			คนที่	θ		
	PROX	UCON	TEAC		PROX	UCON	TEAC
81	0.609	0.601	10	101	0.902	0.910	10
82	0.694	0.689	10	102	1.346	1.385	10
83	0.554	0.544	2	103	1.030	1.046	5
84	1.096	1.117	9	104	0.609	0.601	10
85	0.637	0.630	2	105	1.030	1.046	10
86	0.841	0.844	9	106	0.841	0.844	7
87	2.555	2.658	9	107	1.096	1.117	10
88	0.902	0.910	6	108	1.130	1.153	6
89	0.997	1.011	6	109	0.781	0.781	5
90	1.030	1.046	10	110	1.130	1.153	10
91	-0.089	-0.100	0	111	2.628	2.732	10
92	0.447	0.433	1	112	0.343	0.328	10
93	1.308	1.345	10	113	1.584	1.642	10
94	1.200	1.228	10	114	0.609	0.601	10
95	0.902	0.910	10	115	1.235	1.266	10
96	1.200	1.228	10	116	1.384	1.426	10
97	0.902	0.910	10	117	0.218	0.202	6
98	0.811	0.812	10	118	1.462	1.510	9
99	1.346	1.385	5	119	1.584	1.642	8
100	0.722	0.719	5	120	1.030	1.046	10

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	θ			คนที่	θ		
	PROX	UCON	TEAC		PROX	UCON	TEAC
121	0.871	0.877	9	141	0.841	0.844	5
122	0.841	0.944	8	142	1.904	1.983	8
123	0.751	0.750	8	143	1.462	1.510	7
124	0.581	0.572	7	144	0.934	0.943	4
125	1.954	2.036	9	145	2.961	3.067	10
126	0.751	0.750	9	146	0.871	0.877	10
127	1.502	1.553	9	147	0.871	0.877	5
128	0.268	0.252	3	148	0.420	0.407	5
129	1.627	1.688	10	149	1.096	1.117	7
130	1.543	1.597	8	150	0.194	0.178	4
131	0.473	0.460	8	151	1.584	1.642	9
132	0.581	0.572	6	152	1.855	1.931	8
133	1.272	1.305	10	153	2.628	2.732	10
134	0.965	0.977	8	154	1.422	1.468	5
135	1.462	1.510	6	155	2.705	2.810	10
136	-0.020	-0.033	6	156	1.030	1.046	6
137	1.063	1.081	5	157	0.500	0.488	3
138	0.965	0.977	5	158	1.761	1.831	6
139	0.609	0.601	5	159	0.609	0.601	6
140	0.811	0.812	9	160	1.346	1.385	8

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	θ			คนที่	θ		
	PROX	UCON	TEAC		PROX	UCON	TEAC
161	-0.399	-0.399	5	181	0.447	0.433	6
162	2.229	2.323	10	182	1.030	1.046	6
163	1.346	1.385	9	183	1.384	1.426	8
164	0.293	0.277	8	184	0.369	0.354	8
165	0.694	0.689	8	185	0.871	0.877	10
166	0.997	1.011	9	186	0.965	0.977	9
167	0.722	0.719	6	187	0.902	0.910	8
168	2.289	2.386	10	188	1.807	1.880	9
169	1.422	1.468	9	189	0.934	0.943	9
170	1.165	1.190	7	190	0.473	0.460	8
171	0.527	0.516	7	191	2.871	2.977	9
172	0.637	0.630	5	192	0.934	0.943	7
173	1.422	1.468	8	193	0.997	1.011	7
174	0.665	0.659	5	194	0.934	0.943	10
175	0.841	0.844	4	195	1.130	1.153	8
176	0.841	0.844	9	196	2.289	2.386	10
177	1.272	1.305	7	197	0.997	1.011	9
178	0.050	0.036	4	198	0.169	0.154	5
179	0.027	0.013	3	199	1.502	1.553	10
180	0.581	0.572	9	200	1.272	1.305	7

ตาราง 17 (ต่อ)

คนปี	θ			คนปี	θ		
	PROX	UCON	TEAC		PROX	UCON	TEAC
201	1.715	1.782	7	221	0.169	0.154	6
202	0.369	0.354	9	222	1.165	1.190	7
203	-0.020	-0.033	1	223	1.384	1.426	8
204	1.235	1.266	8	224	1.030	1.046	7
205	0.500	0.488	6	225	0.694	0.689	5
206	0.369	0.354	7	226	0.997	1.011	8
207	0.841	0.844	9	227	0.811	0.812	9
208	0.965	0.977	6	228	0.751	0.750	9
209	0.554	0.544	9	229	1.165	1.190	6
210	1.130	1.153	9	230	0.997	1.011	10
211	1.096	1.117	10	231	0.781	0.781	10
212	1.904	1.983	10	232	1.502	1.553	10
213	1.235	1.266	6	233	1.543	1.597	9
214	1.715	1.782	8	234	1.584	1.642	5
215	1.096	1.117	8	235	1.715	1.782	10
216	1.130	1.153	7	236	0.420	0.407	10
217	1.671	1.734	5	237	1.200	1.228	9
218	0.722	0.719	6	238	0.527	0.516	5
219	-0.020	-0.033	4	239	1.807	1.880	9
220	1.761	1.831	9	240	0.997	1.011	6

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	θ			คนที่	θ		
	PROX	UCON	TEAC		PROX	UCON	TEAC
241	1.904	1.983	10	250	0.934	0.943	10
242	0.243	0.227	10	251	1.235	1.266	10
243	1.235	1.266	10	252	0.751	0.750	9
244	1.715	1.782	10	253	1.130	1.153	9
245	1.308	1.345	10	254	0.293	0.277	5
246	0.934	0.943	8	255	0.581	0.572	10
247	0.194	0.178	4	256	0.394	0.380	10
248	-0.201	-0.210	4	257	0.722	0.719	10
249	1.096	1.117	9				
				Mean	1.0740	1.0972	7.2607
				S.D.	0.5999	0.6320	2.2909

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน
2. แบบประเมินผลการสังเกตของอาจารย์ที่ปรึกษา

แบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียน
(ATTITUDE TOWARD SCHOOL TEST)

คำแนะนำในการตอบ

1. แบบทดสอบวัดเจตคติต่อโรงเรียนฉบับนี้ ประกอบด้วยข้อความทั้งหมด 50 รายการ โดยแต่ละรายการมีลำดับของการแสดงความรู้สึก 5 ระดับ ขอให้นักเรียนแสดงความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อข้อความแต่ละรายการ โดยการกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกอันแท้จริงของนักเรียนมากที่สุด ดังตัวอย่าง

ข้อความ	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0) ข้าพเจ้ารู้สึกมีความสุข ขณะที่อยู่ในโรงเรียน		✓			
00) ข้าพเจ้ารู้สึกอับอาย ขณะที่อยู่ในโรงเรียน					✓

- การตอบของนักเรียนเป็นการตอบที่มาจากความรู้สึกส่วนตัว จึงไม่มีการถูกหรือผิด
- ขอให้นักเรียนพิจารณาจากสถานการณ์ทั่ว ๆ ไป ตามความรู้สึกของนักเรียน แล้วให้ตอบตามความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน อันจะเป็นประโยชน์แก่ตัวนักเรียนเองและแก่โรงเรียน
- โปรดตอบข้อความให้ครบทุกรายการ แล้วส่งคืนกรรมการคุมสอบ

ขอขอบคุณ

ข้อความ	ไม่ เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่ เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกอบอุ่นใจ ขณะที่อยู่ในโรงเรียน					
2. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกสดชื่น ขณะที่อยู่ในโรงเรียน					
3. ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาต่าง ๆ ที่ครูสอนในโรงเรียน					
4. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกสนุกสนาน เมื่อโรงเรียนจัดให้มีกิจกรรมแข่งขันกีฬา					
5. ข้าพเจ้าไม่รู้สึกเบื่อ ในเวลาที่ครูสอน					
6. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกอบอุ่นใจเมื่ออยู่ใกล้ครู					
7. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกสนุกสนาน เมื่อเล่นหรือเชียร์กีฬาที่โรงเรียน					
8. ครูของข้าพเจ้าเป็นผู้มีความเมตตาต่อศิษย์					
9. ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจที่ครูของข้าพเจ้า ลงโทษนักเรียน อย่างมีเหตุผล					
10. การทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน ทำให้ข้าพเจ้า มีความรู้สึกสนุกสนาน					
11. ข้าพเจ้ารู้สึกมีความสุขเมื่อได้พบกับ เพื่อน ๆ ในวันเปิดเรียน					

ข้อความ	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
12. เมื่ออยู่กับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน ข้าพเจ้ามีความรู้สึกสบายใจ					
13. ข้าพเจ้ารู้สึกแจ่มใส เมื่อได้ทำกิจกรรม ร่วมกับเพื่อน ๆ ที่โรงเรียน					
14. การศึกษาหาความรู้ภายในโรงเรียน ทำให้คนมีจิตใจสูงขึ้น					
15. การศึกษาช่วยเสริมสร้างให้บุคลิกภาพ ของข้าพเจ้าดีขึ้น					
16. ข้าพเจ้าไม่รู้สึกย่อท้อ เมื่อประสบปัญหา ในเวลาเรียน					
17. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกภูมิใจที่โรงเรียน ของข้าพเจ้า มีสถานที่เหมาะสมสำหรับ ทำกิจกรรมต่าง ๆ					
18. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกภูมิใจที่โรงเรียน ของข้าพเจ้า ตั้งอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดี					
19. การให้บริการในด้านต่าง ๆ ของ โรงเรียน ทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้สึก ประทับใจ					
20. ข้าพเจ้ารู้สึกมีความสุขเมื่อเข้าร่วม กิจกรรมชุมนุมที่โรงเรียนจัดขึ้น					

ข้อความ	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
21. ข้าพเจ้ารู้สึกเพลิดเพลินที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมพิเศษ เนื่องในโอกาสต่าง ๆ ที่โรงเรียนจัดขึ้น					
22. การจัดให้มีกิจกรรมการอยู่ค่ายพักแรมของโรงเรียน ทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกมีความสุข					
23. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกประทับใจ เมื่อเข้าร่วมในพิธีวันไหว้ครูของโรงเรียน					
24. ข้าพเจ้าภูมิใจที่ครูของข้าพเจ้า ให้ความสนใจใส่กับนักเรียนทุกคนโดยเท่าเทียมกัน					
25. ข้าพเจ้ามีความสุขที่ได้เรียนร่วมชั้นกับเพื่อน ๆ ในห้องนี้					
26. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกสนุกสนาน เมื่อได้เล่นกับเพื่อน ๆ ที่โรงเรียน					
27. ผู้ที่ไม่รู้จักคบเพื่อน ในชั้นเรียน เป็นบุคคลที่น่าสงสาร					
28. ข้าพเจ้าอยากให้ระยะเวลาของการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน ๆ ที่โรงเรียนยาวนานกว่านี้					
29. ข้าพเจ้ารู้สึกเสียดาย โอกาสสำหรับบางคน ที่ไม่ได้เรียนหนังสือ					
30. การศึกษาหาความรู้ภายในโรงเรียน ทำให้ความเป็นอยู่ของคนดีขึ้น					

ข้อความ	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
31. การเสียเวลาและเงินไปเรียนหนังสือที่ โรงเรียน เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า					
32. ข้าพเจ้าไม่รู้สึกกังวลใจต่อกฎระเบียบ ต่าง ๆ ของโรงเรียน					
33. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกภูมิใจที่ผู้บริหาร ของโรงเรียน ดูแลเอาใจใส่ความ เป็นอยู่ของนักเรียน					
34. ภายในโรงเรียนมีกิจกรรมที่น่าสนใจ ให้ทำหลายอย่าง					
35. กิจกรรมการทดสอบที่โรงเรียนจัดขึ้น เป็นสิ่งท้าทายความสามารถ					
36. การจัดกิจกรรมทัศนศึกษานอกสถานที่ ของโรงเรียน ทำให้ข้าพเจ้ารู้สึก มีความสุข					
37. ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจที่ข้าพเจ้าได้ งานประจำปีของโรงเรียน					
38. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกประทับใจต่อคำสอน ของครูในโรงเรียน					
39. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกผิดหวังที่เห็นนักเรียน บางคน ไม่เชื่อฟังคำสอนของครู					
40. ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจที่ครูของข้าพเจ้า ให้ความยุติธรรมกับนักเรียนทุกคน					

ข้อความ	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
41. ครูของข้าพเจ้าเป็นบุคคลที่น่าเชื่อถือ					
42. เมื่อประสบปัญหาในการเรียนหรือเรื่องใด ๆ ข้าพเจ้ามักจะคิดถึงครูเป็นคนแรก					
43. ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจที่ครูของข้าพเจ้ารับฟังความคิดเห็นของนักเรียน					
44. การเรียนร่วมชั้นเดียวกันกับเพื่อน ๆ ในห้องนี้ ทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้สึกประทับใจ					
45. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกเบื่กบานใจเมื่อได้พูดคุยกับเพื่อน ๆ ที่โรงเรียน					
46. สัมพันธภาพระหว่างเพื่อน ๆ ที่มีต่อกันในห้องเรียนทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกอบอุ่นใจ					
47. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกเสียดย ที่ไม่ได้พบกับเพื่อนที่โรงเรียนในวันหยุด					
48. เมื่อมีเวลาว่างข้าพเจ้าชอบทำการบ้านหรือทบทวนบทเรียน					
49. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกว่าเวลาของการเรียนในแต่ละวันที่โรงเรียนผ่านไปเร็วเหลือเกิน					
50. โรงเรียนปิดภาคเรียนคราวใด ข้าพเจ้ามีความรู้สึกหงอยเหงาคราวนั้น					

แบบประเมินผลการสังเกตเจตคติต่อโรงเรียน

ความหมายเจตคติต่อโรงเรียน

เจตคติต่อโรงเรียน หมายถึง ท่าที หรือความรู้สึกของนักเรียนแต่ละคนที่มีต่อองค์ประกอบของโรงเรียนในด้าน สภาพของโรงเรียน กิจกรรม ครู และการศึกษา ซึ่งความรู้สึก ที่มีต่อสิ่งต่างๆ เหล่านี้รวมกันจะก่อให้เกิดเป็นแนวโน้มที่พร้อมที่ตอบสนองต่อโรงเรียนในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อาจเข้าหาโรงเรียนเมื่อเกิดความรู้สึกชอบ หรือถอยหนีโรงเรียนเมื่อเกิดความรู้สึกไม่ชอบ สำหรับองค์ประกอบของโรงเรียนที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกของนักเรียนสามารถแยกนิยามได้ตามความหมายเฉพาะด้านดังนี้

1. **เจตคติต่อสภาพของโรงเรียน** หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อสภาพของโรงเรียนโดยทั่ว ๆ ไป ทั้งในด้านกายภาพ ได้แก่ ท่าเลที่ตั้ง อาณาบริเวณ อาคารสถานที่ สนาม ต้นไม้ ความสะอาด และในด้านการบริหารงานต่าง ๆ ของโรงเรียน ได้แก่ การบริหารงานวิชาการ การปกครอง และการบริการต่าง ๆ
2. **เจตคติต่อกิจกรรม** หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่องาน หรือกิจกรรมต่างๆ ทั้งในหลักสูตรหรือเสริมหลักสูตร ที่โรงเรียนได้จัดขึ้นภายใน หรือภายนอกโรงเรียน ได้แก่ การเรียนตามรายวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตร การอยู่ค่ายพักแรม การแข่งขันกีฬา การแห่เทียนเข้าพรรษา การทัศนศึกษานอกสถานที่ การทำงานที่ครูมอบหมาย (การบ้าน, รายงาน) หรือการร่วมกิจกรรมพิเศษอื่น ๆ ที่โรงเรียนจัดขึ้น เป็นต้น
3. **เจตคติต่อครู** หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อ การสอน การปกครอง และบุคลิกภาพของครูในโรงเรียน ได้แก่ ความเมตตากรุณา ความเอาใจใส่ ความรับผิดชอบ การรับฟังความคิดเห็น การเป็นแบบอย่างที่ดี การให้ความใกล้ชิดกับนักเรียน เป็นต้น
4. **เจตคติต่อเพื่อนในชั้นเรียน** หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อเพื่อนในชั้นเรียนเดียวกัน ในลักษณะความสัมพันธ์ของการเป็นเพื่อนที่ดีต่อกัน ได้แก่ ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความมีน้ำใจ ความปรารถนาดี ความห่วงใย การให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นต้น

5. เจตคติต่อการศึกษา หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการศึกษ ในด้านของการเห็นคุณค่า หรือความสำคัญของการศึกษาหาความรู้ภายในโรงเรียน ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิต

คำแนะนำในการตอบ

ในการประเมินเจตคติต่อโรงเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดต่อไปนี้

1. แบบประเมินเจตคติต่อโรงเรียนฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ตามที่ได้นิยามไว้ข้างต้น ขอท่านได้โปรดพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีเจตคติต่อโรงเรียนในแต่ละด้านเป็นอย่างไร ตามความรู้สึกอันแท้จริงของท่านโดยปราศจากอคติใด ๆ เท่าที่ท่านได้สังเกตเห็นนักเรียนขณะที่ได้ศึกษาอยู่ในโรงเรียน แล้วจึงกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความรู้สึกซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ น้อย ปานกลาง และมาก ดังเกณฑ์การพิจารณาต่อไปนี้

เกณฑ์การตอบ

ก. ตอบน้อย เมื่อท่านมีความรู้สึกว่านักเรียนคนที่ท่านกำลังพิจารณานั้น มีความรู้สึกต่อองค์ประกอบของโรงเรียนในด้านใดด้านหนึ่ง อยู่ในระดับน้อย

ข. ตอบปานกลาง เมื่อท่านมีความรู้สึกว่านักเรียนคนที่ท่านกำลังพิจารณานั้น มีความรู้สึกต่อองค์ประกอบของโรงเรียนในด้านใดด้านหนึ่ง อยู่ในระดับปานกลาง

ค. ตอบมาก เมื่อท่านมีความรู้สึกว่านักเรียนคนที่ท่านกำลังพิจารณานั้น มีความรู้สึกต่อองค์ประกอบของโรงเรียนในด้านใดด้านหนึ่ง อยู่ในระดับมาก

ตัวอย่างการตอบ

เลขที่	ชื่อ - สกุล	สภาพของโรงเรียน			กิจกรรม			ครู			เพื่อนในชั้นเรียน			การศึกษา		
		น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย	ปานกลาง	มาก
1	ด.ช. สมชาย นิยมไทย	...	✓	...	...	✓	...	...	✓	...	...	✓	...	...	...	✓
2	ด.ญ. สมศรี ศรีเวียง	...	...	✓	...	✓	...	...	✓	...	...	✓	...	✓	...	...

จากตัวอย่างข้างต้น แสดงว่าท่านมีความรู้สึกว่าได้ช่วยสมชาย นิยมไทย มีความรู้สึกต่อสภาพของโรงเรียนระดับปานกลาง ต่อกิจกรรมระดับมาก ต่อครูมาก ต่อเพื่อนในชั้นเรียนระดับปานกลาง และต่อการศึกษาในระดับมาก ตามลำดับ ท่านเองเดียวกันท่านได้พิจารณาเห็นว่าเด็กหญิงสมศรี ศรีเรือน มีความรู้สึกต่อสภาพของโรงเรียนระดับมาก กิจกรรมระดับปานกลาง ต่อครูระดับน้อย ต่อเพื่อนในชั้นเรียนระดับปานกลาง และการศึกษาในระดับน้อย ตามลำดับ

* ขอขอบพระคุณท่านที่ได้กรุณาตอบแบบประเมินผลฉบับนี้
นายองอาจ นัยพัฒน์

ภาคผนวก ค

ได้งลักษณะและลำดับชั้นของข้อความ (OCCs) ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์
ด้วยวิธีพร็อกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON)

PROX

UCON

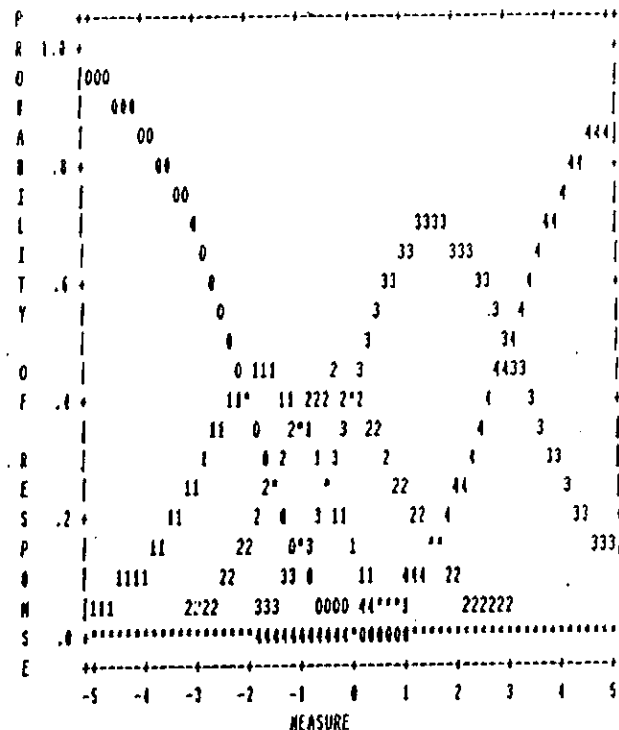
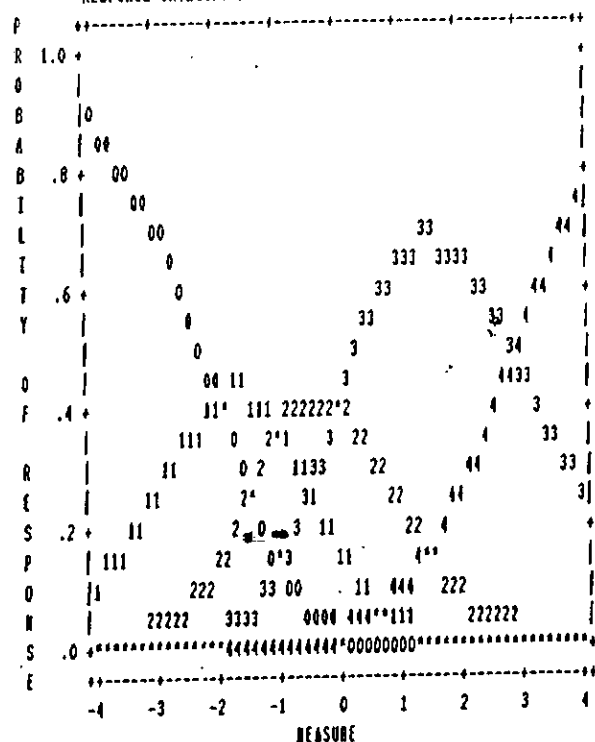
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 1

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 1

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .26
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .27
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

181

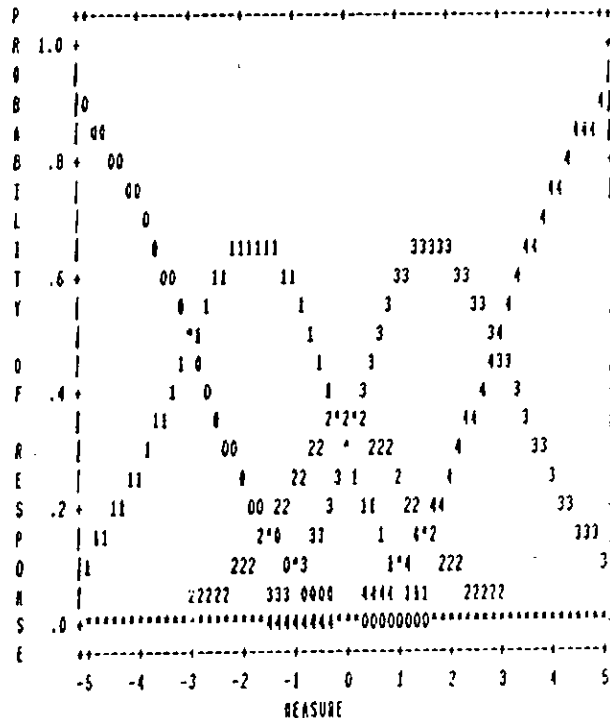
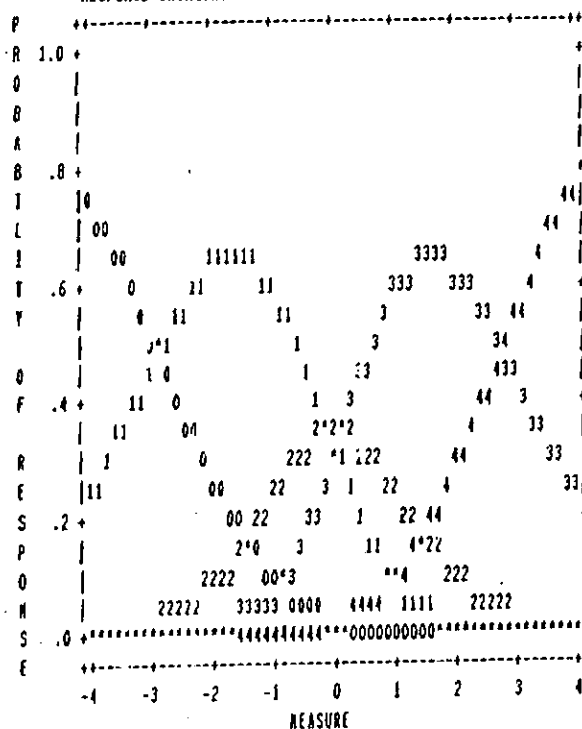


FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 2

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 2

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.18
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

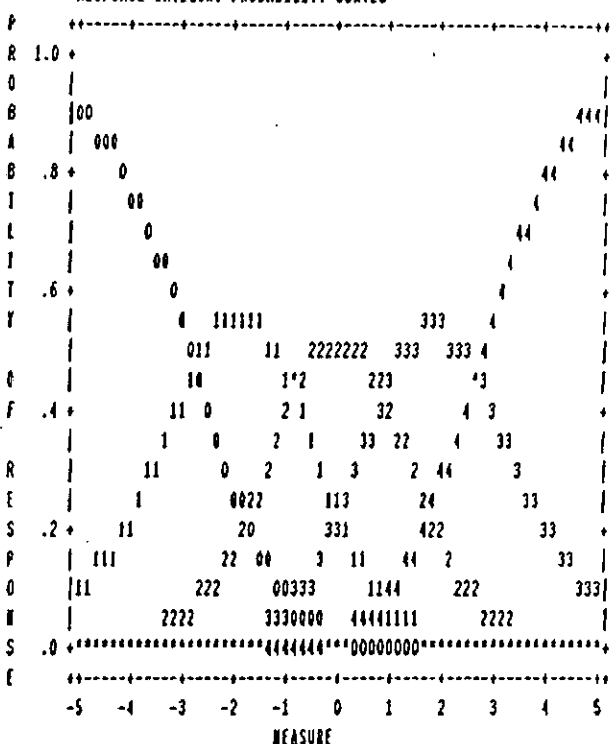
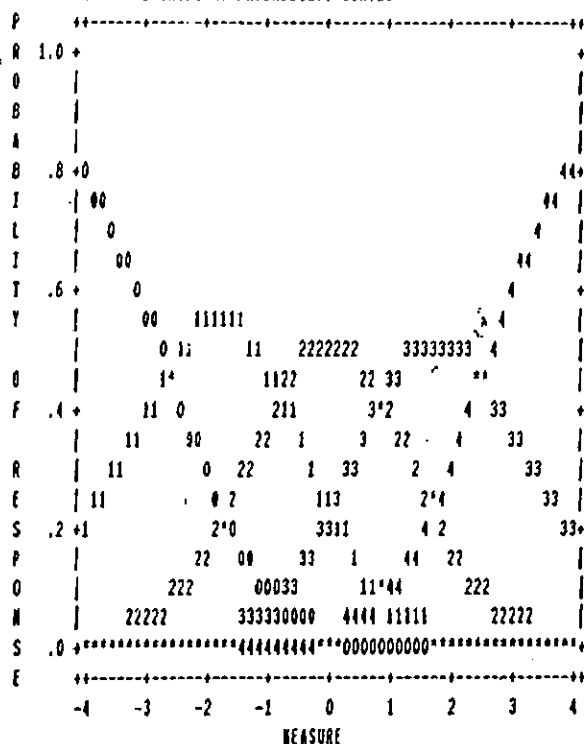
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.28
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 3

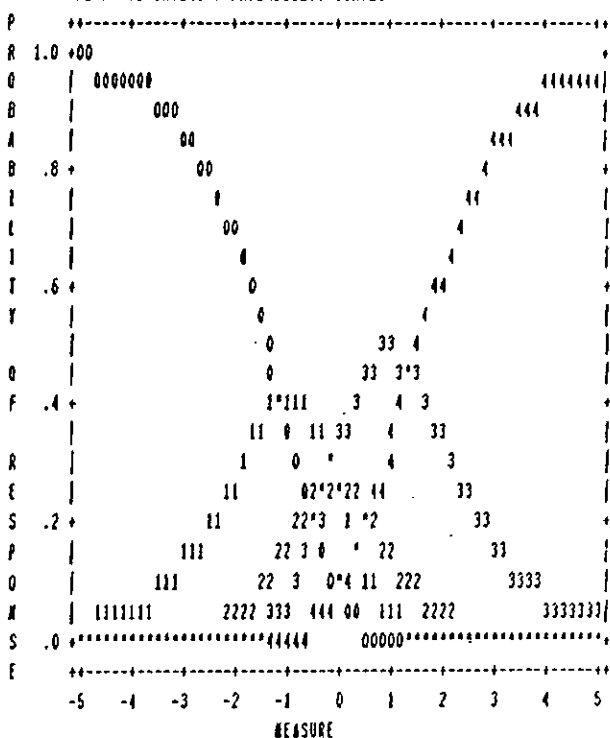
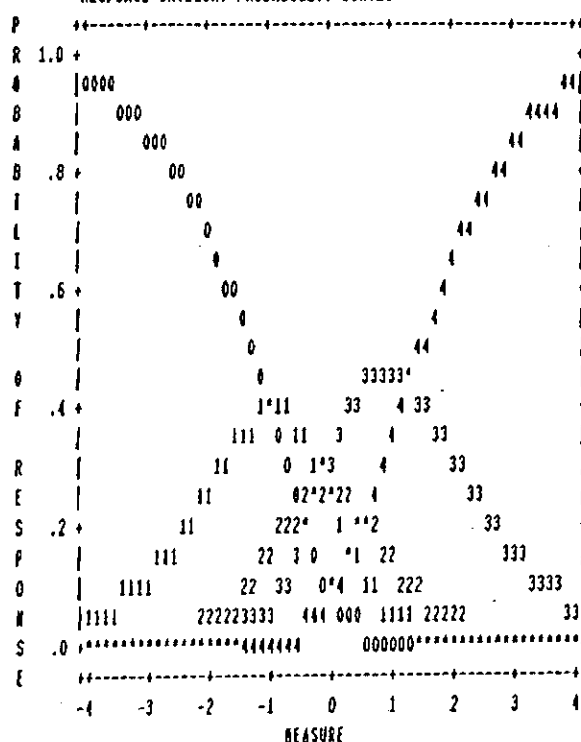
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 3

182

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .31
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .23
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 4

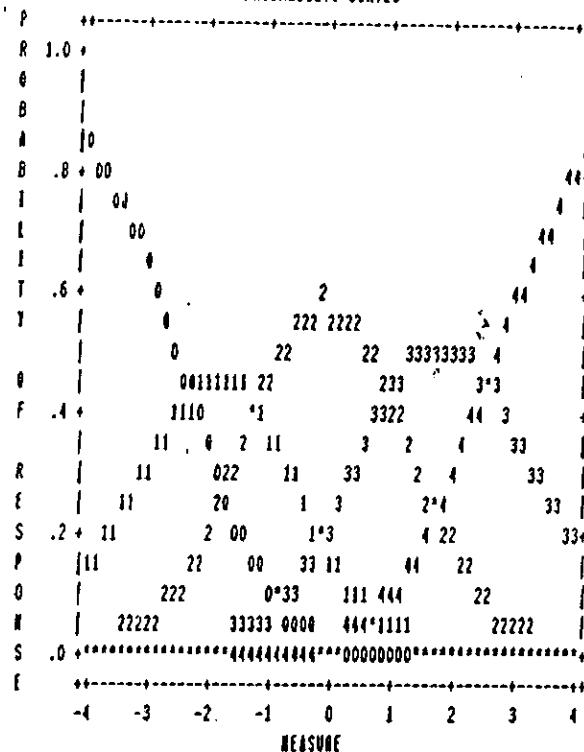
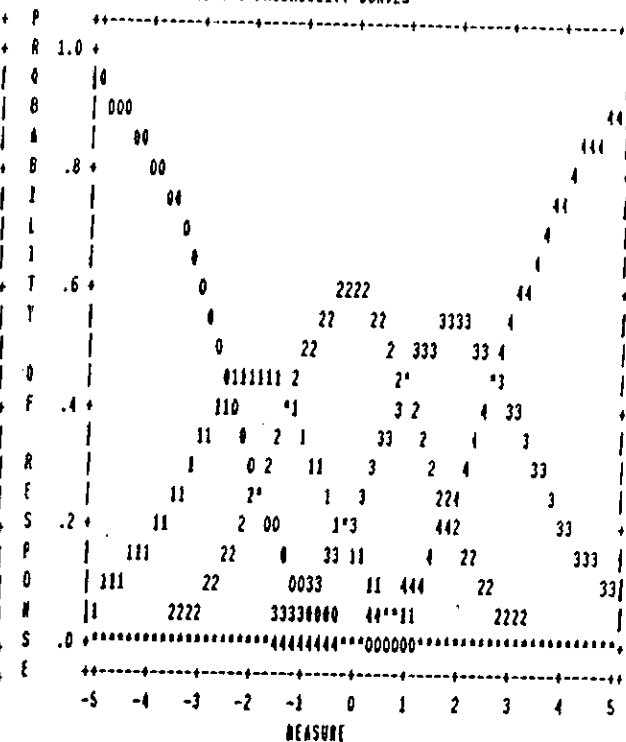
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 4

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.19
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.23
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 5

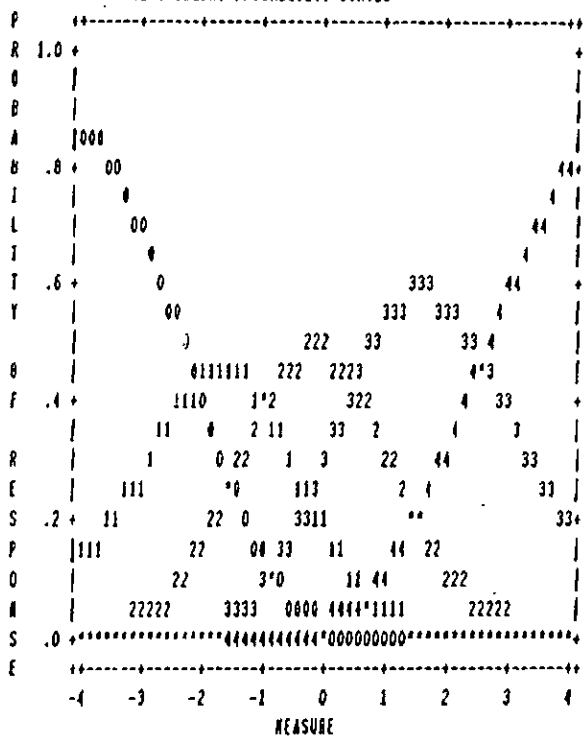
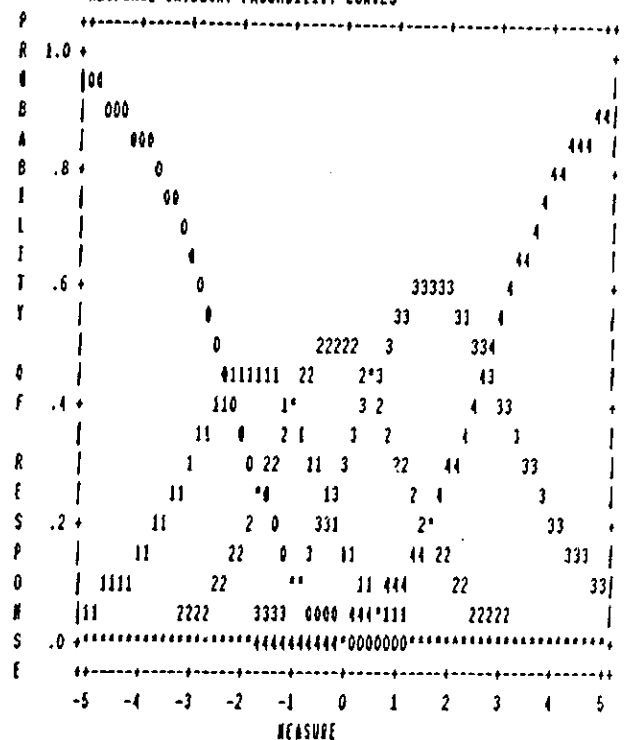
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 5

183

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .93
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF 1.04
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 6

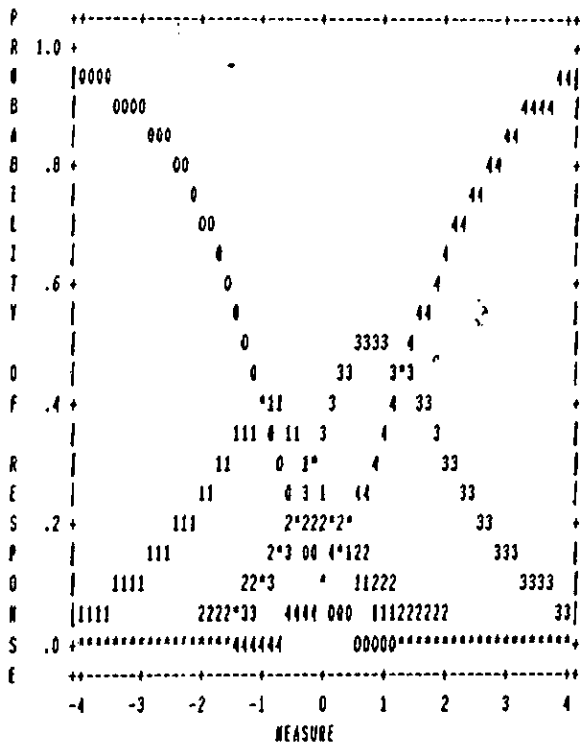
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 6

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .48
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .52
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

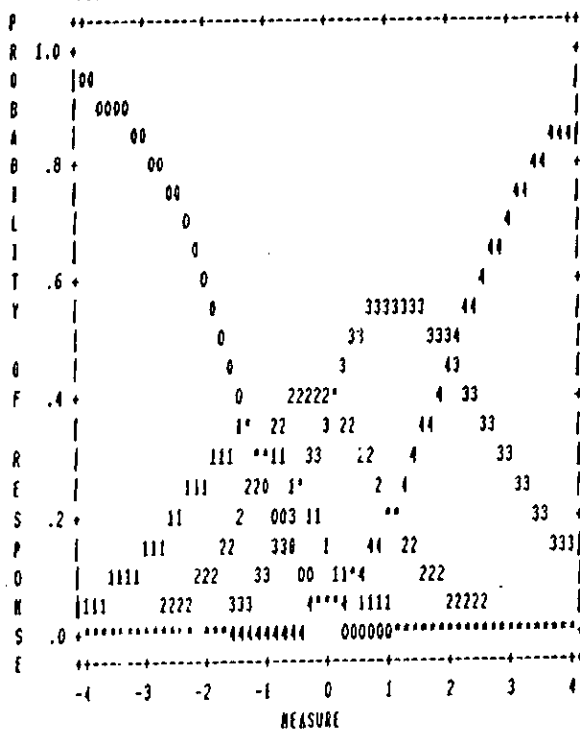
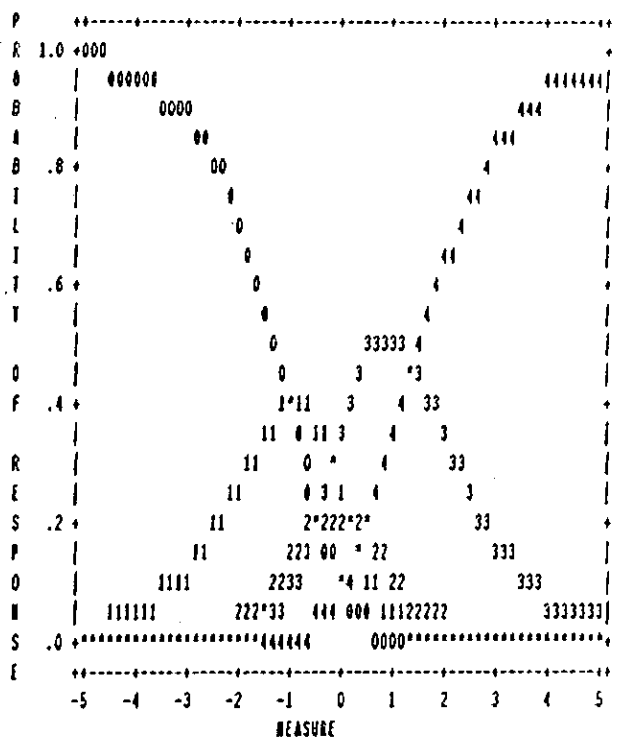
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 7

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 7

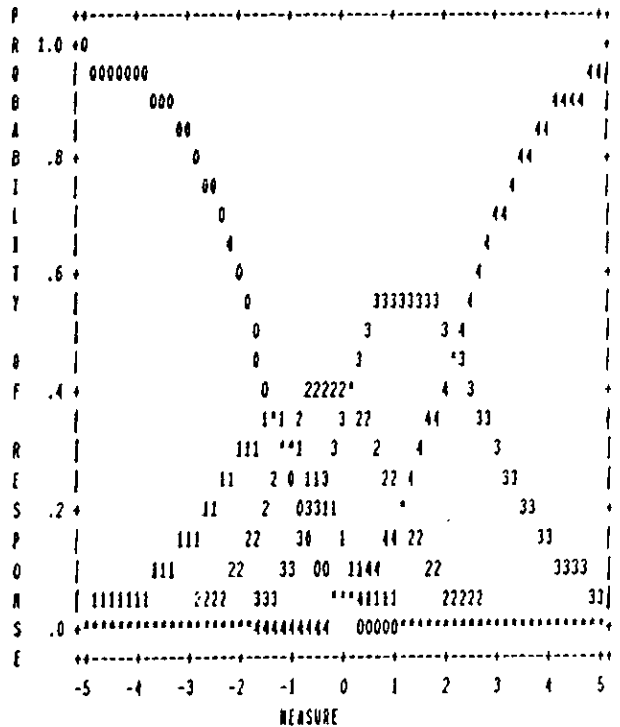
184

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.03
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 8

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.29
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.07
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

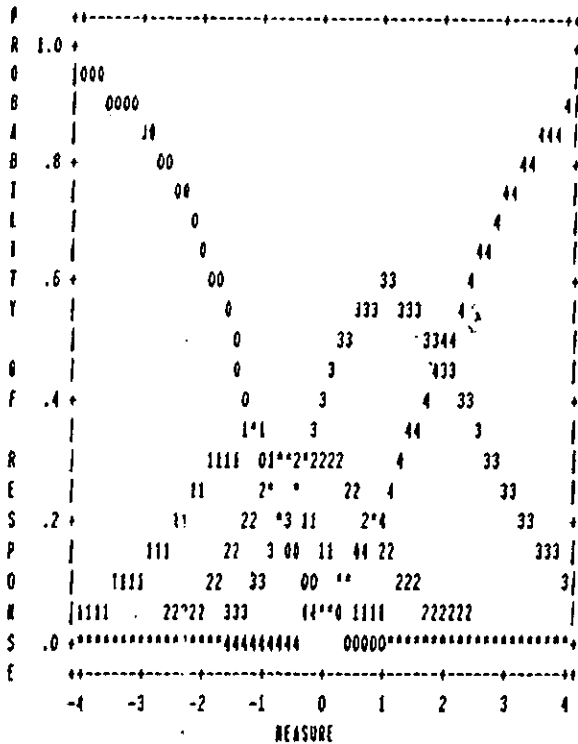
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 8

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.33
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

PROX

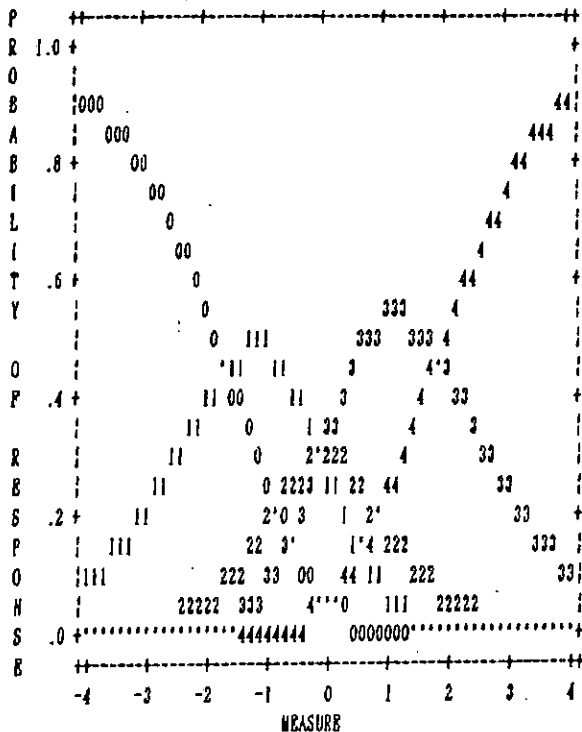
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 9

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.22
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 10

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.63
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

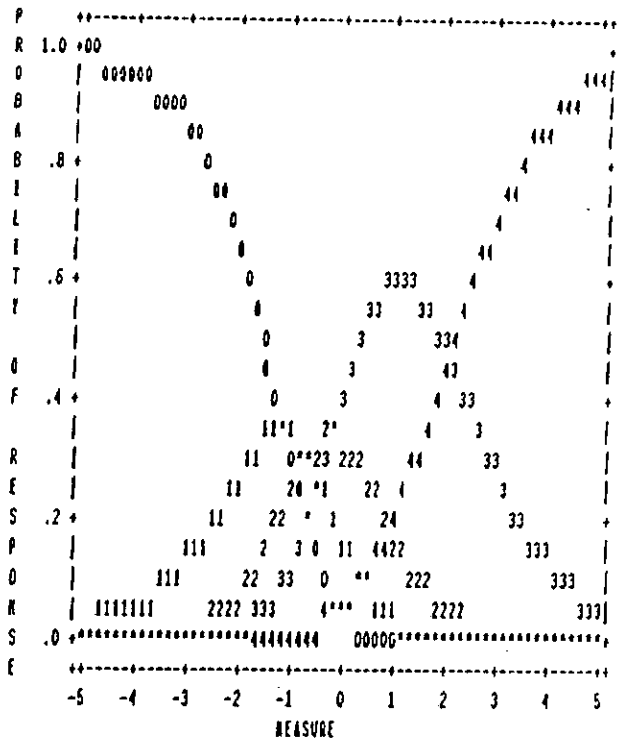


UCON

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 9

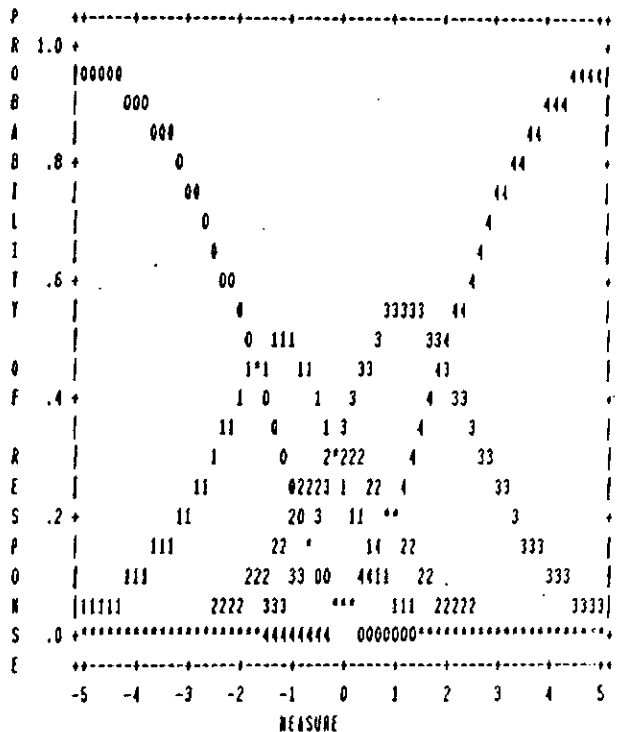
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.24
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

185



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 10

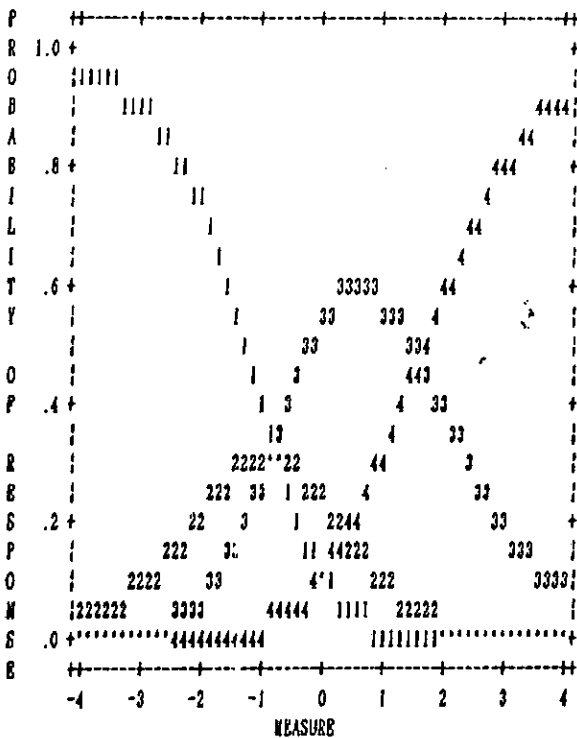
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.65
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



PROX

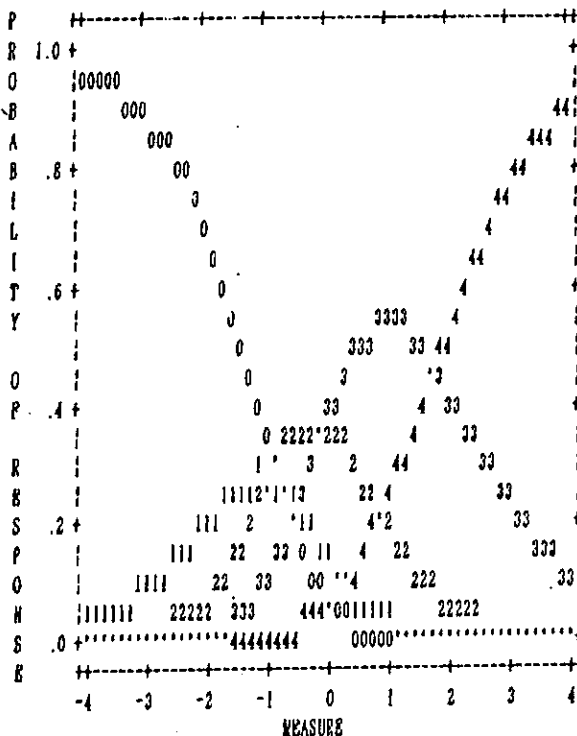
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 11

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.52
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 12

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.20
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

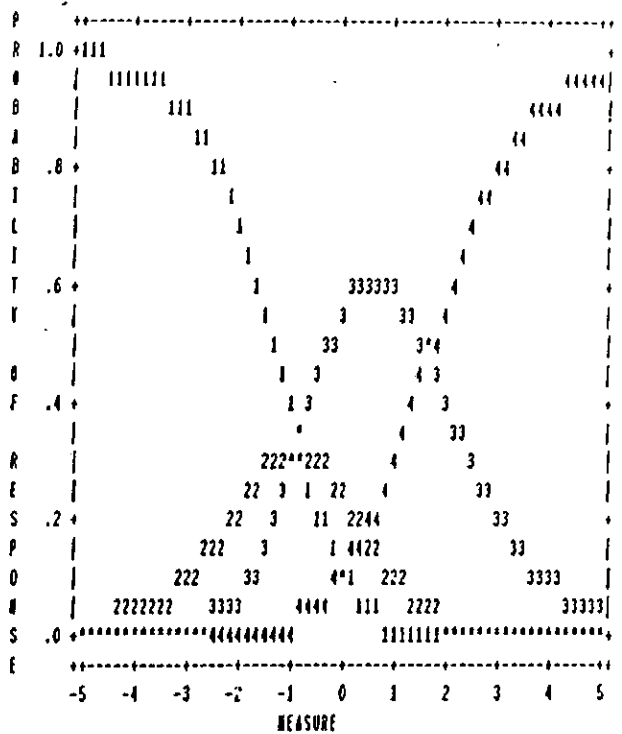


UCON

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 11

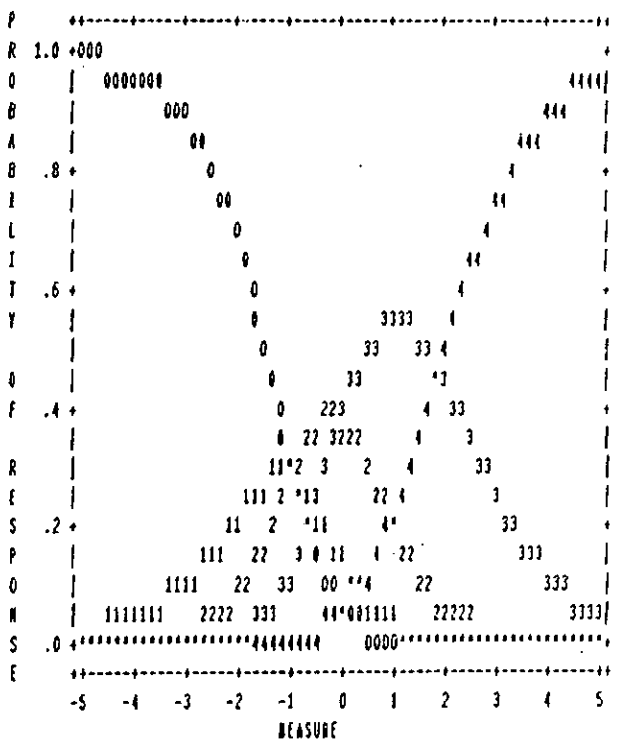
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.53
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

186



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 12

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.17
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



PROX

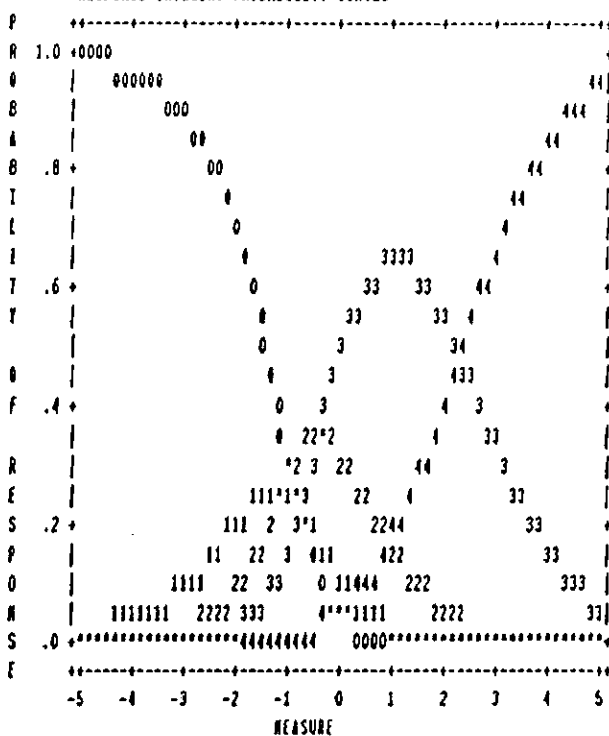
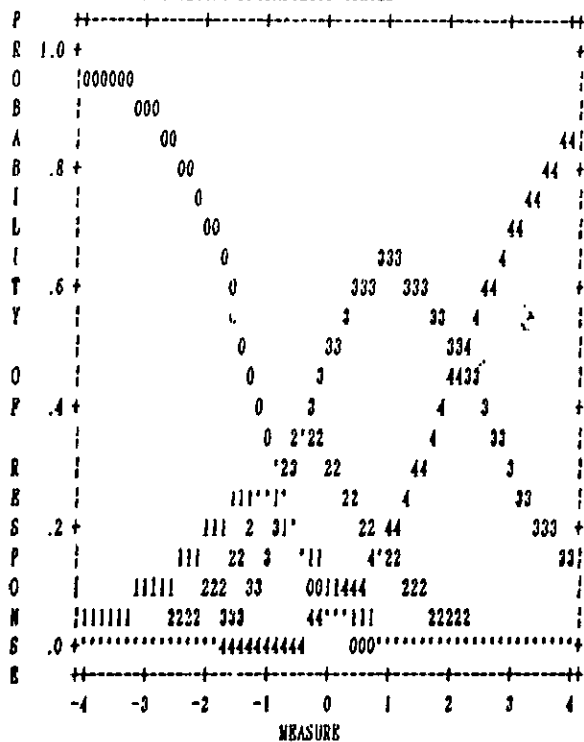
UCON

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 13

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 13

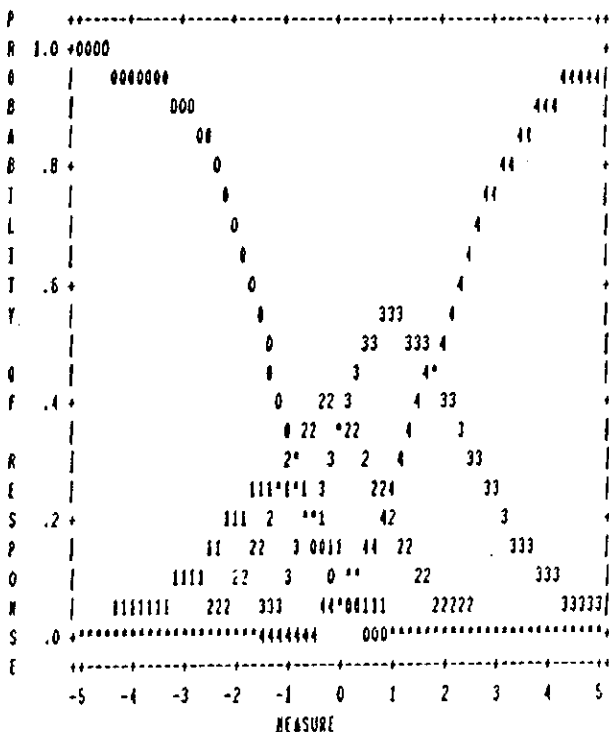
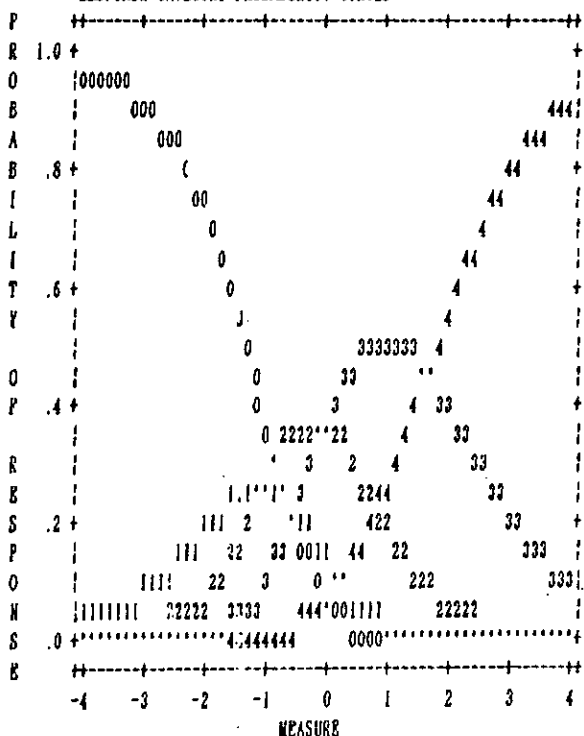
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.27
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.70
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

187



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 14

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 14

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.06
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.85
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

PROX

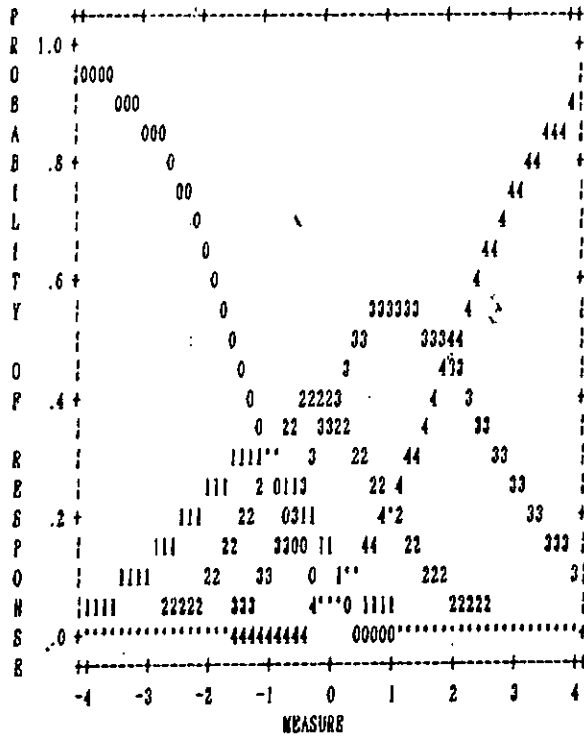
UCON

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 16

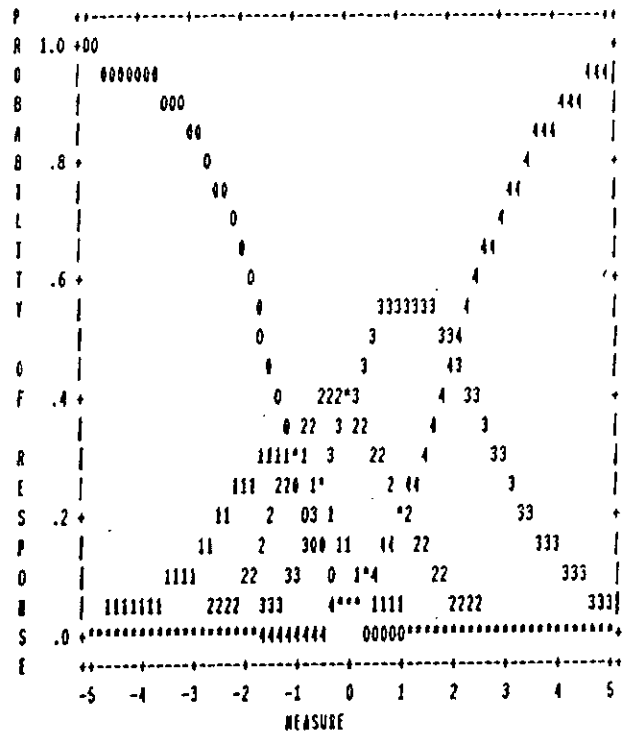
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 15

188

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.37
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



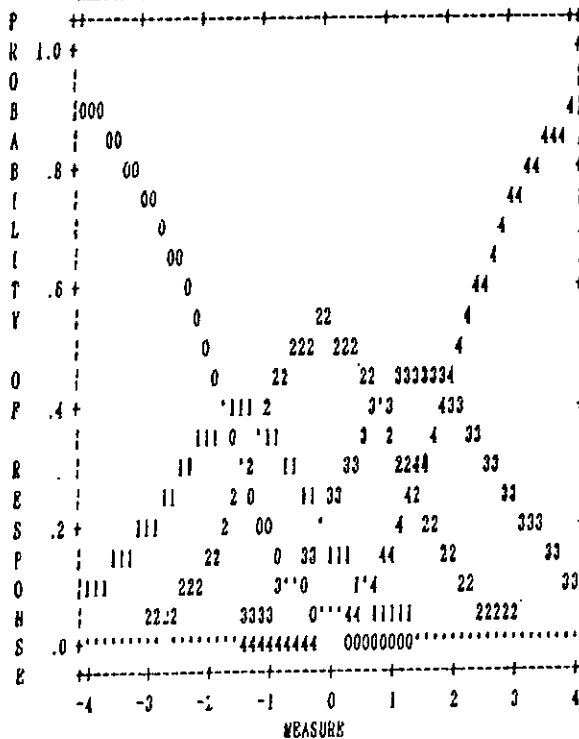
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.37
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



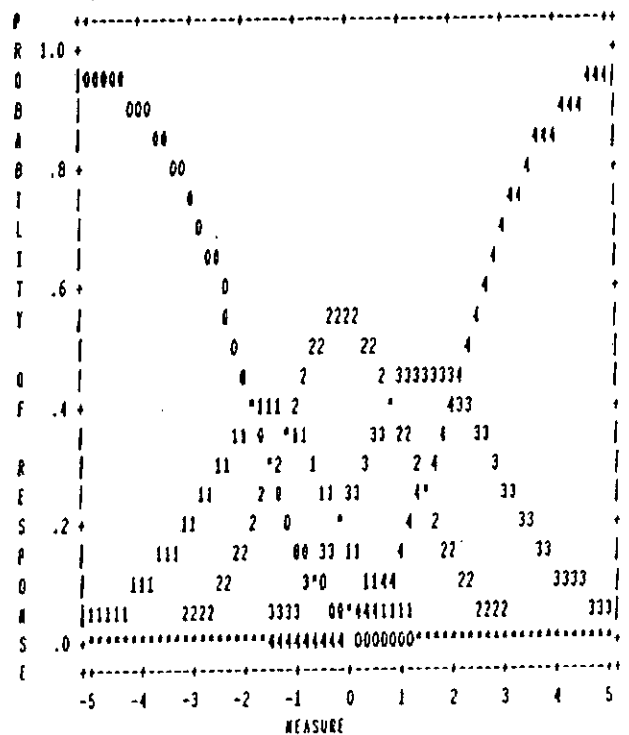
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 16

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 16

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .52
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .54
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

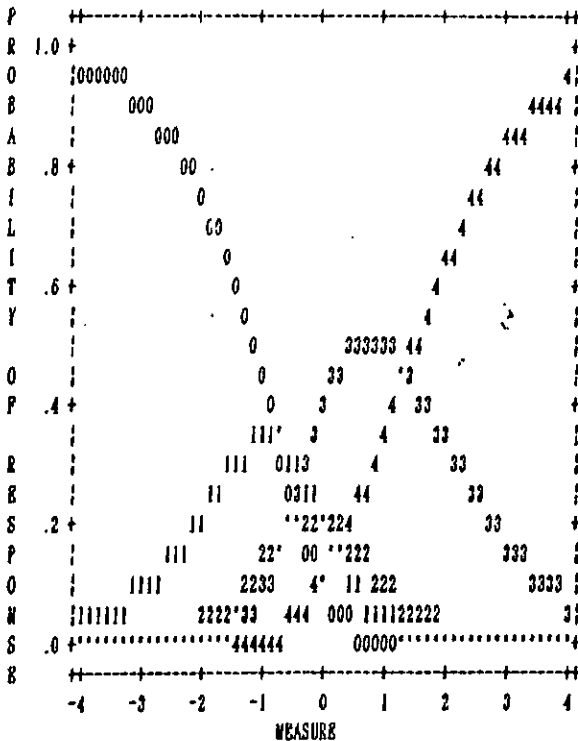


FOR GROUP 'O', MODEL TYPE 'R', ITEM NUMBERS: 17

FOR GROUP "O", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 17

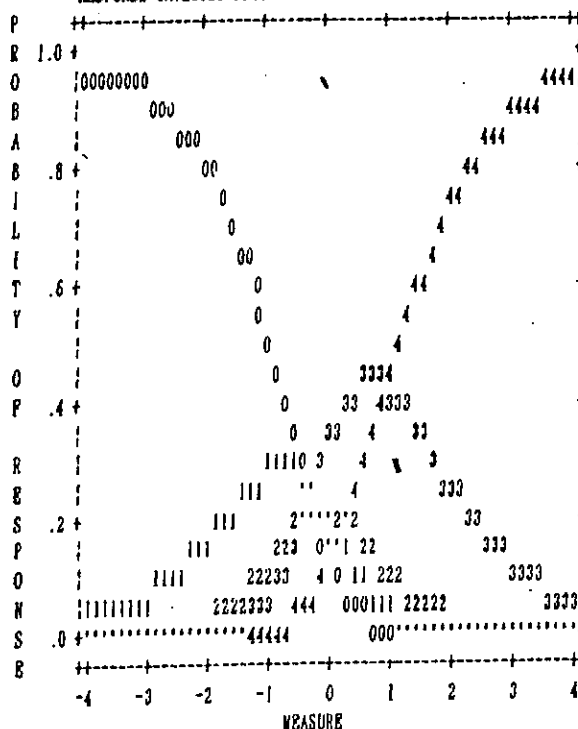
189

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .39
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

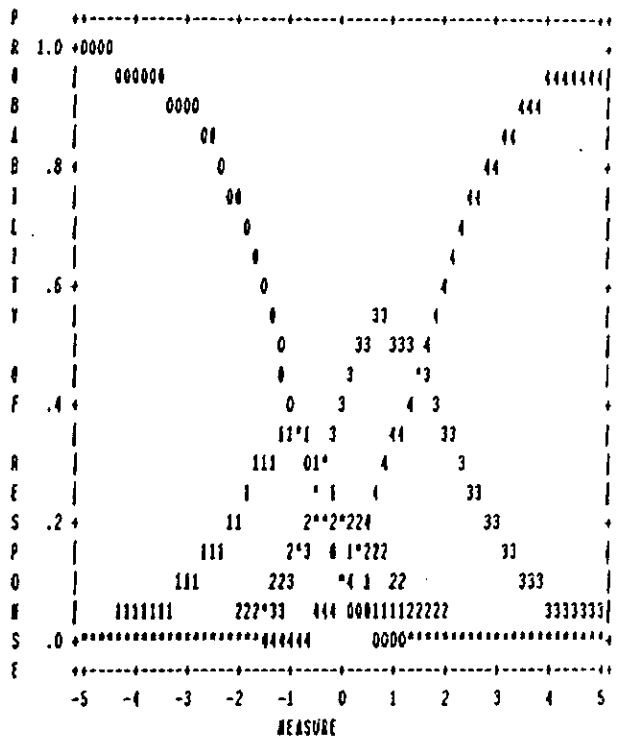


FOR GROUP "O", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 18

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .44
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

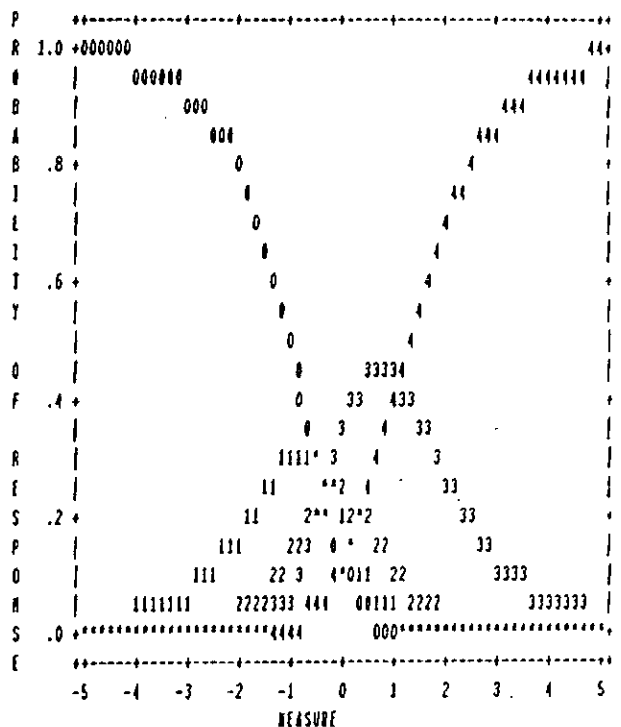


PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .30
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "D", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 18

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .36
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



PROX

HCON

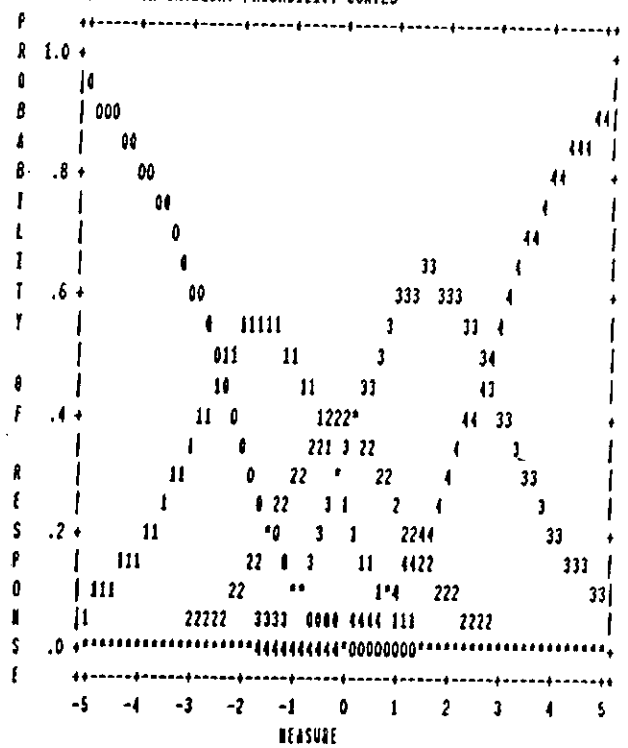
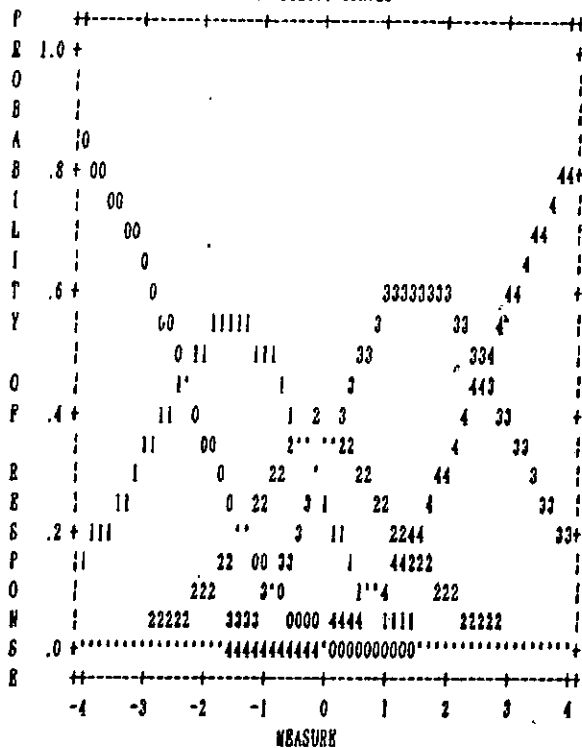
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 19

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 19

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .46
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .48
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

190-

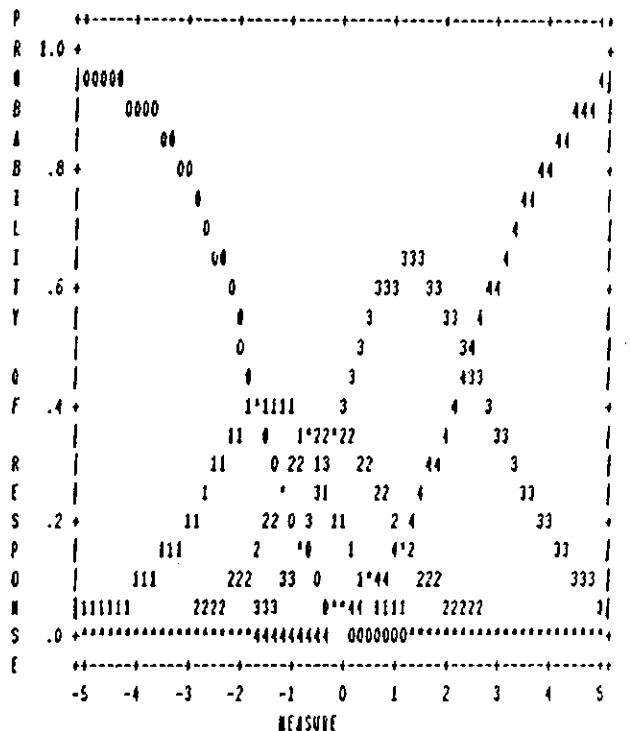
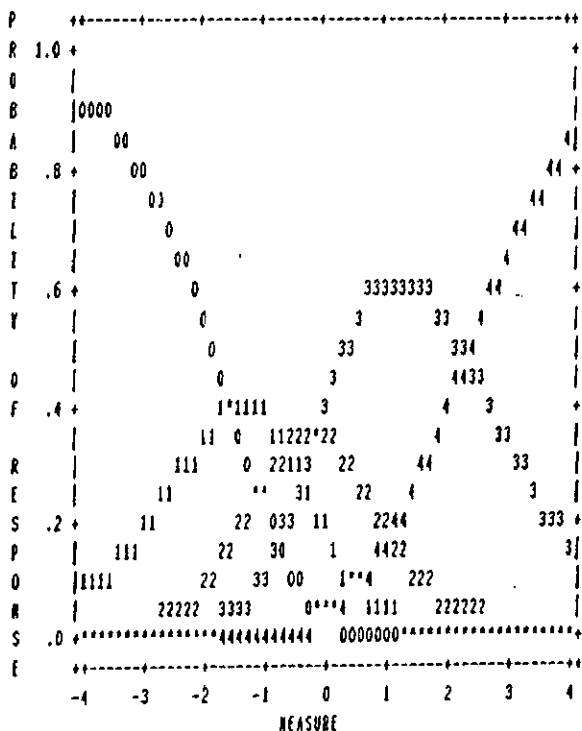


FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 20

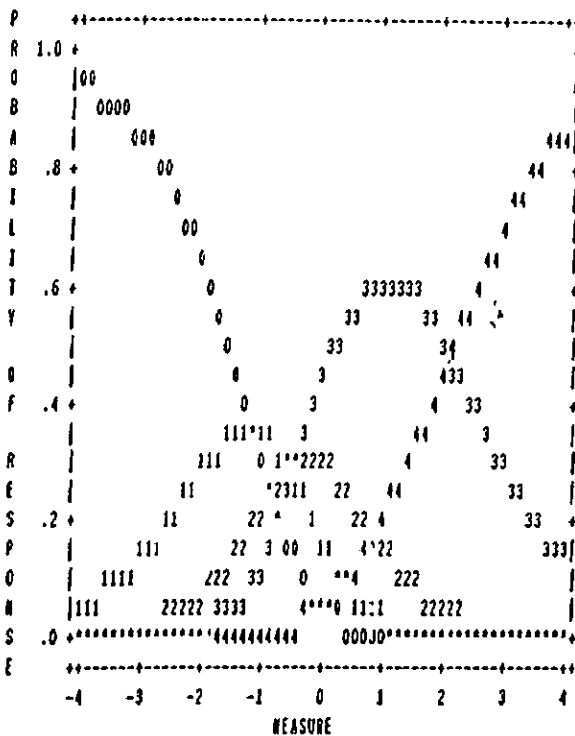
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 20

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .00
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

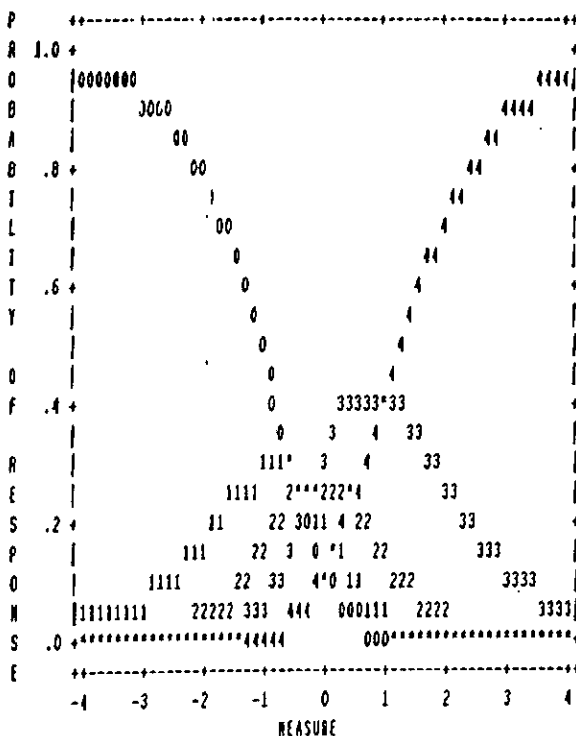
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .02
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 21

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.22
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

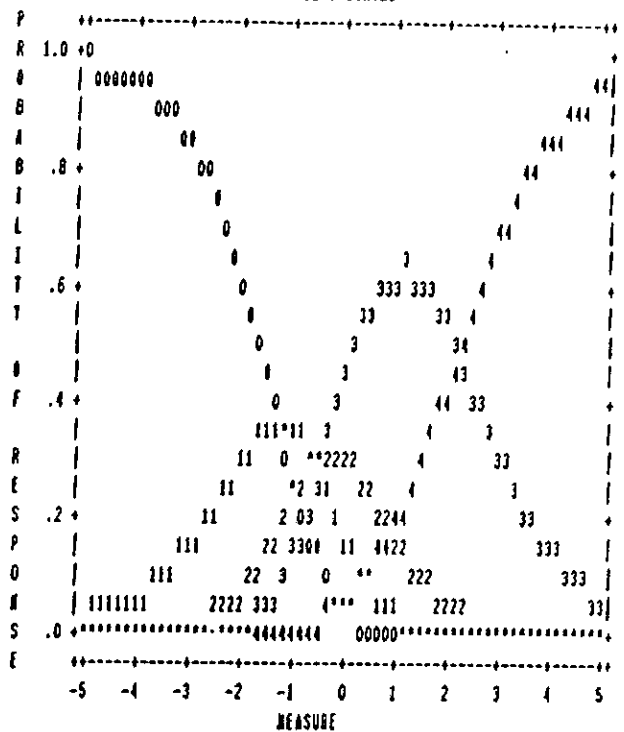
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 22

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .03
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

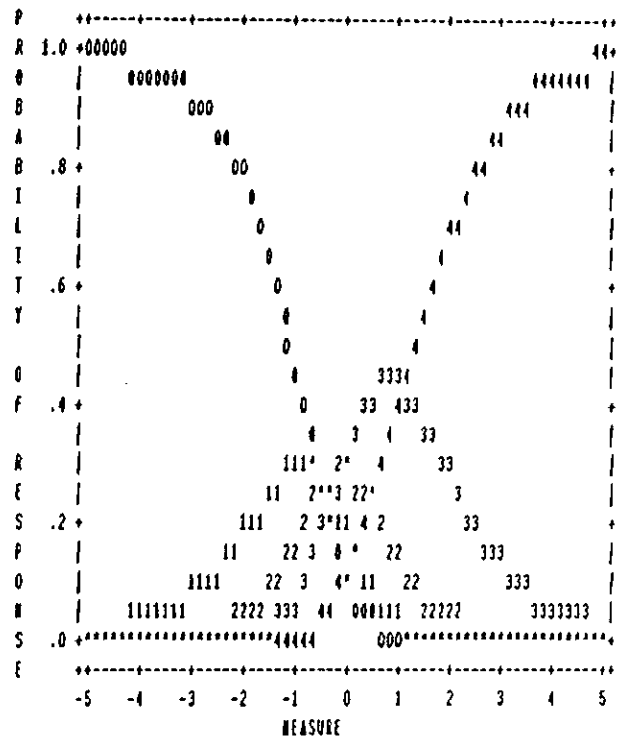
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 21

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.24
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

191



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 22

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.01
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

PROX

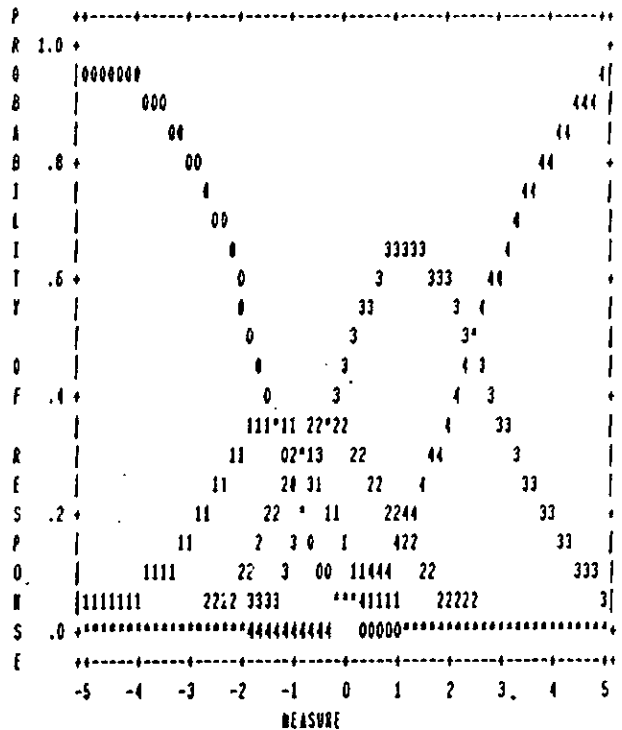
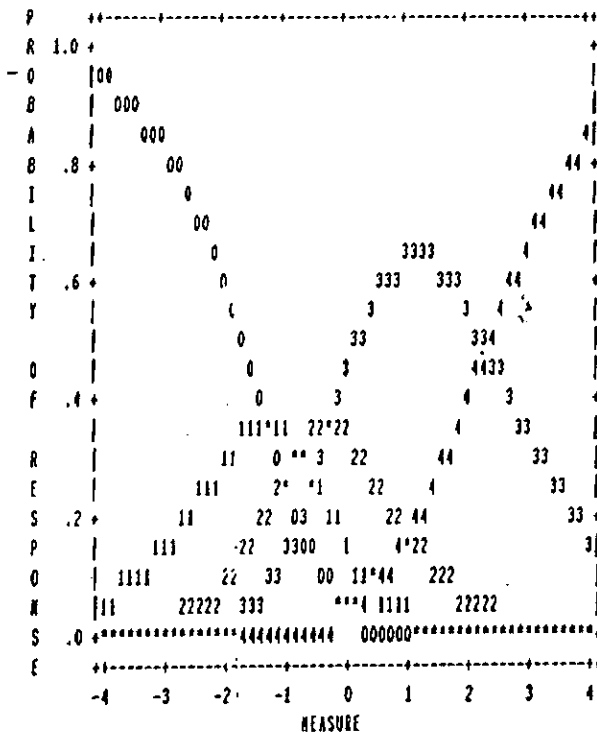
UCON

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 23

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 23

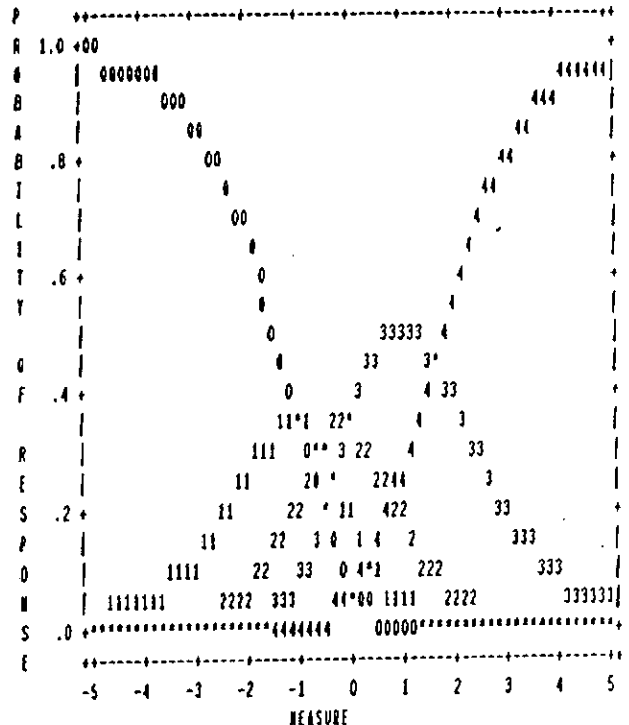
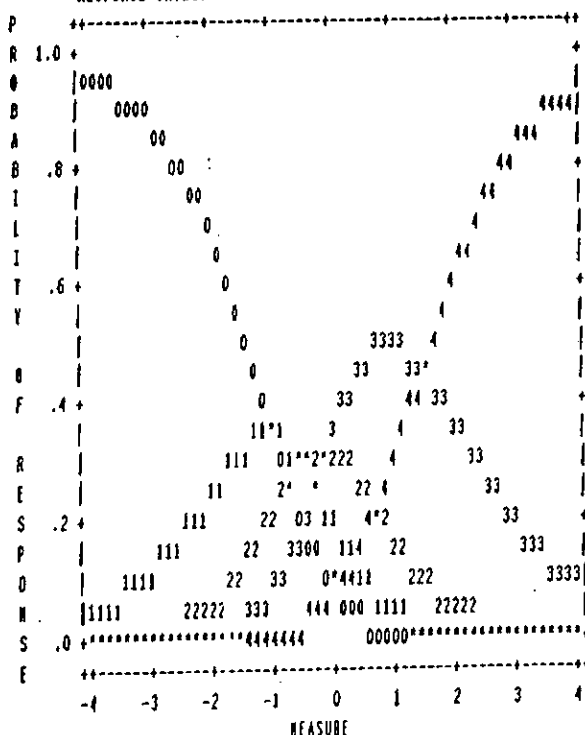
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.24
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.27
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

192



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 24

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 24

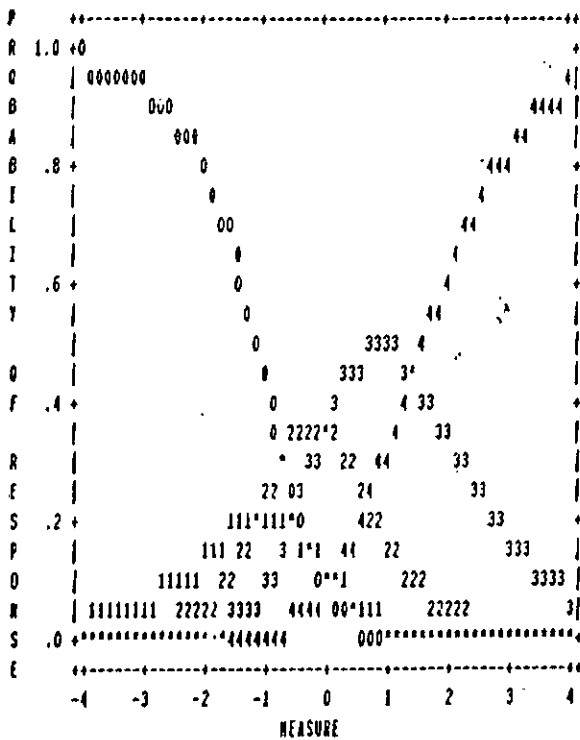
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .03
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .03
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

PROX

UCON

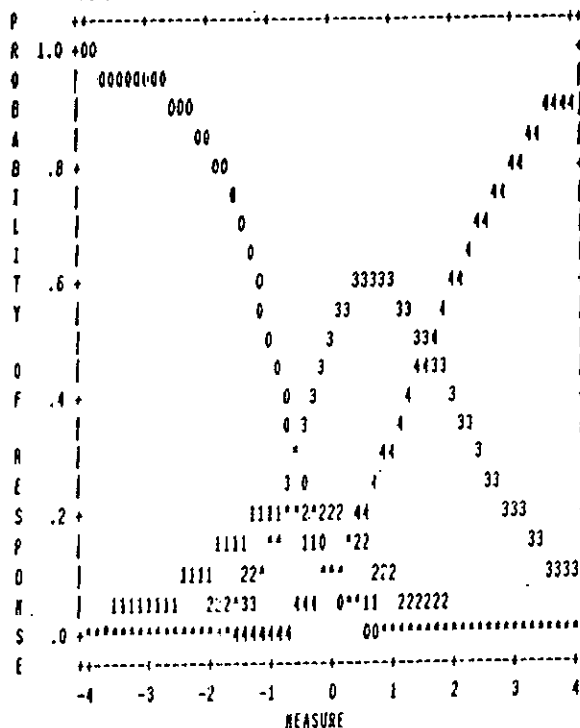
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 25

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.23$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



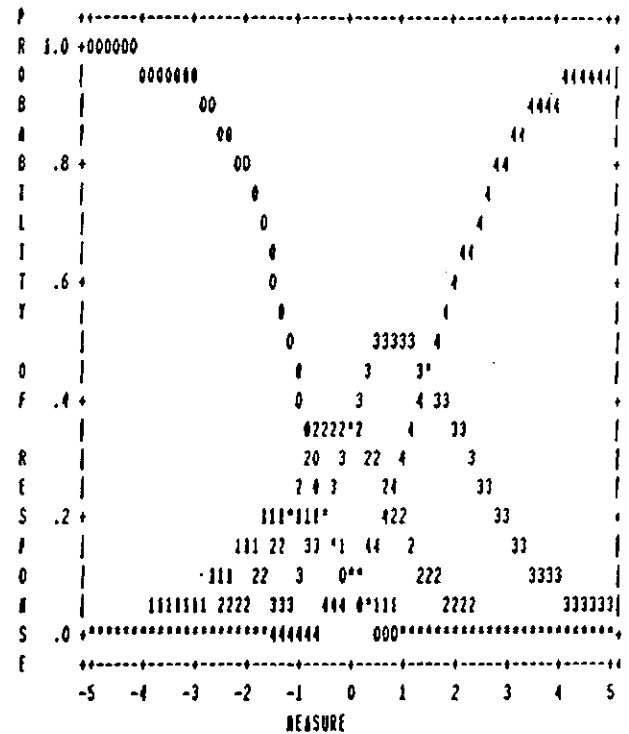
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 26

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.60$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



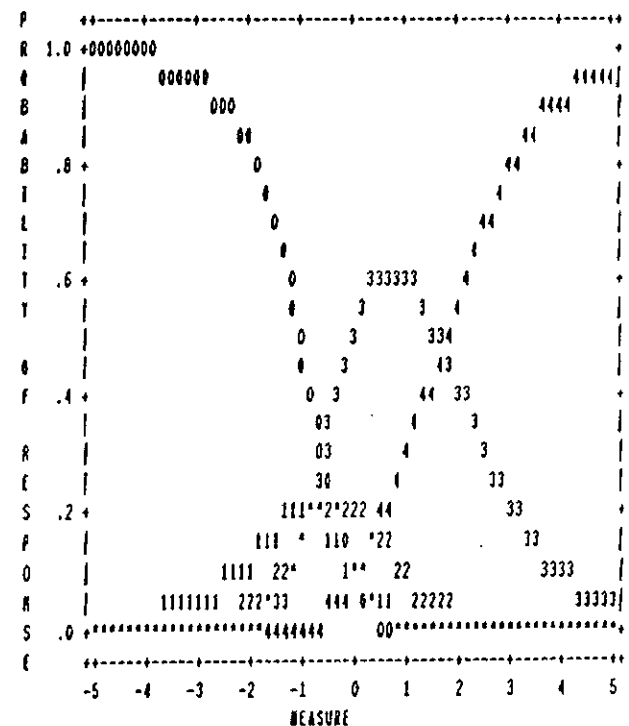
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 25

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.21$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 26

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.55$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



U CON

FOR GROUP "O", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 27

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .36
 RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

```

P
R 1.0 +00000                                444
B | 0000000                                4444444
B | 000                                444
A | 00                                44
B .8 + 00                                44
I | 0                                44
I | 0                                44
I | 0                                4
T .6 + 0                                4
Y | 0                                4
O | 0                                4
F .4 + 0 33*3
| 4 33 4 333
R | 1111* 2* 4 3
F | 11 *** 22* 33
S .2 + 111 22 * 1 4 2 33
P | 11 22 1 0 * 22 333
O | 1111 22 33 4*011 22 333
M / 1111111 2222 333 44 00111 2222 3333333
S .0 +*****44444 000*****
E
-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5
MEASURE

```

FOR GROUP "D", MODEL TYPE "A", ITEM NUMBERS: 28

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .10
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

```

P      |-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
R 1.0 + |                                                     444 |
B      | 00000000 |                                                     444444 |
B      |          000 |                                                     4444 |
A      |            000 |                                                     44 |
B .8 + |              0 |                                                     44 |
I      |             00 |                                                     4 |
L      |              0 |                                                     4 |
I      |               0 |                                                     4 |
T .6 + |              0 |                                                     4 |
Y      |               0 |                                                     4 |
O      |                0 111 |                                                     4 |
F .4 + |                 11* 11 |                                                     4 |
        |                 11 0 1 33*333 |
R      |                  1 0 2*2* 4 33 |
E      |                 11 022 3* 2* 33 |
S .2 + |                11 220 3 14 2 33 |
P      |                 11 22 * 41 22 333 |
O      |                1111 22 33 0*4 11 22 333 |
H      | 11111111 2222 333 444 000 111 2222 3333333 |
S .0 + | .....4444.....00000..... |
E      |-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-5     -4     -3     -2     -1     0     1     2     3     4     5
MEASURE

```

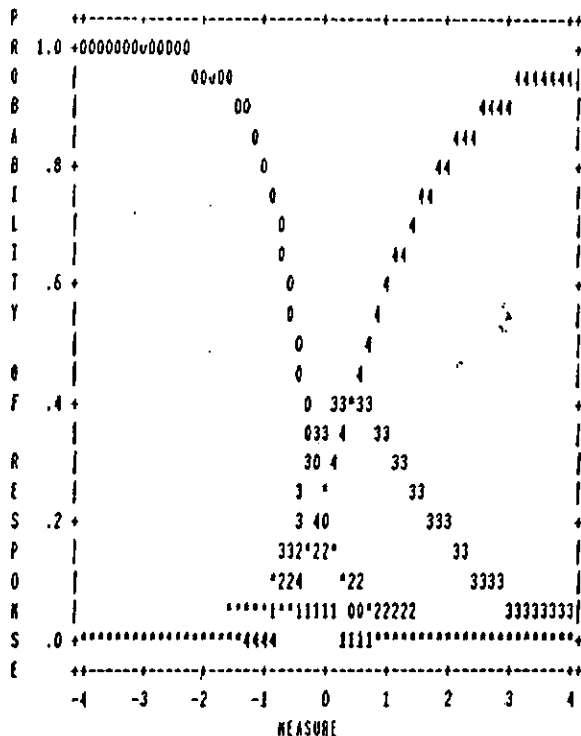
PROX

UCON

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 29

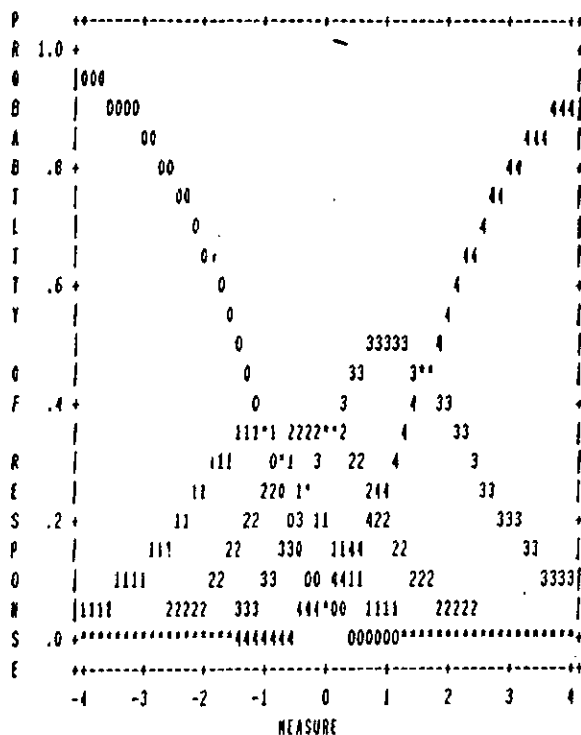
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 29

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.32$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

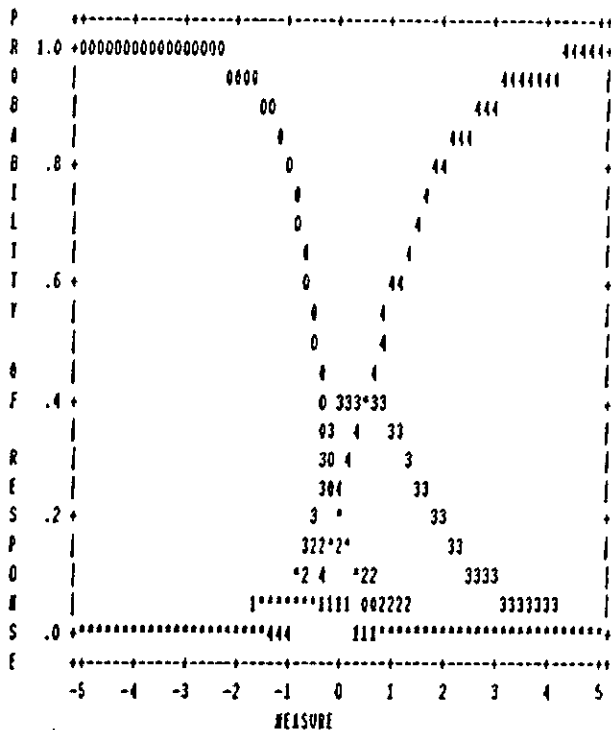


FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 30

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.27$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

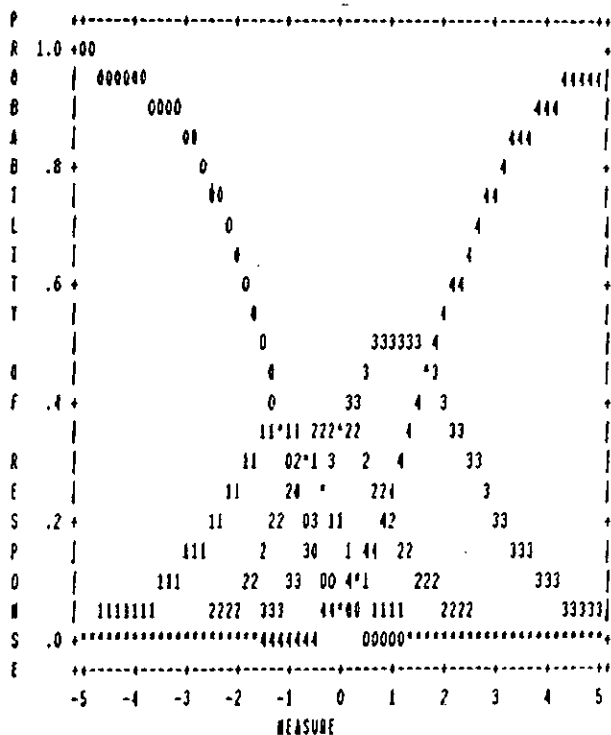


PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.38$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 30

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.31$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

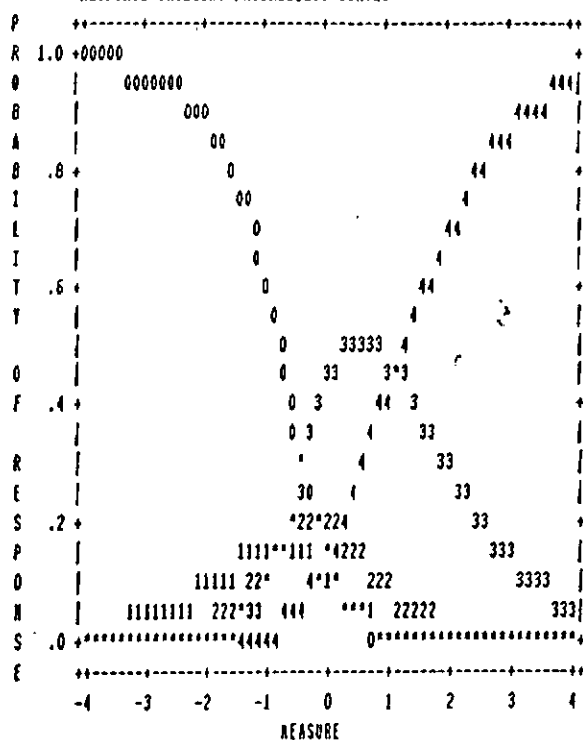


FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 31

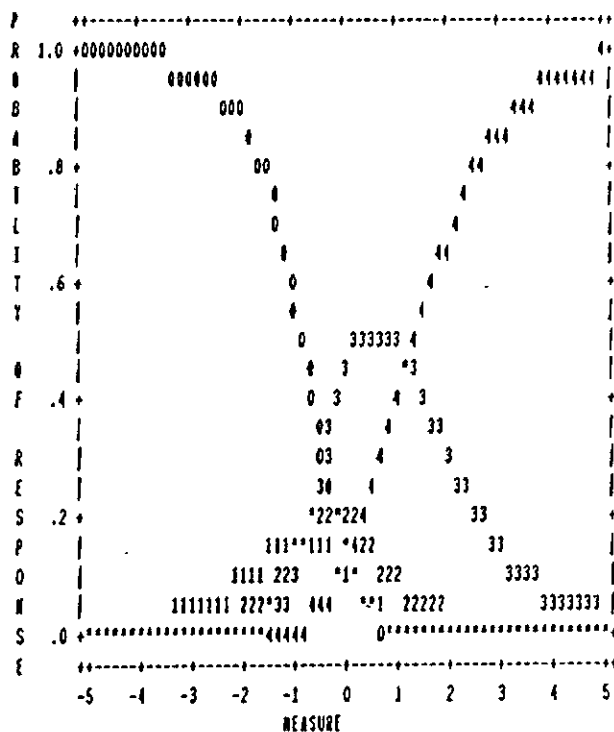
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 31

196

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.56$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



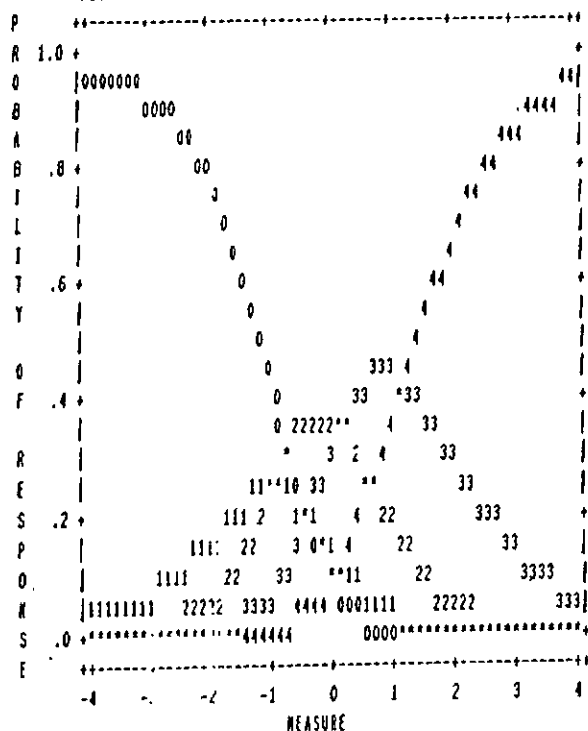
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.52$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



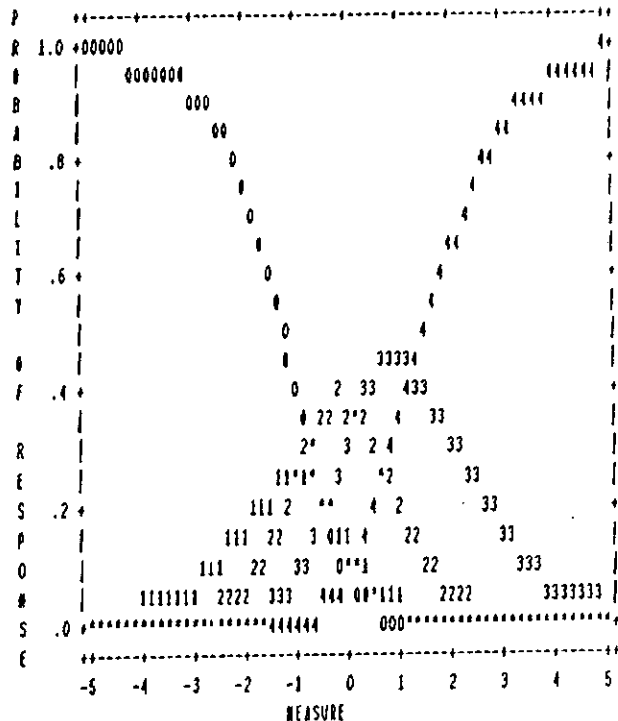
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 32

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 32

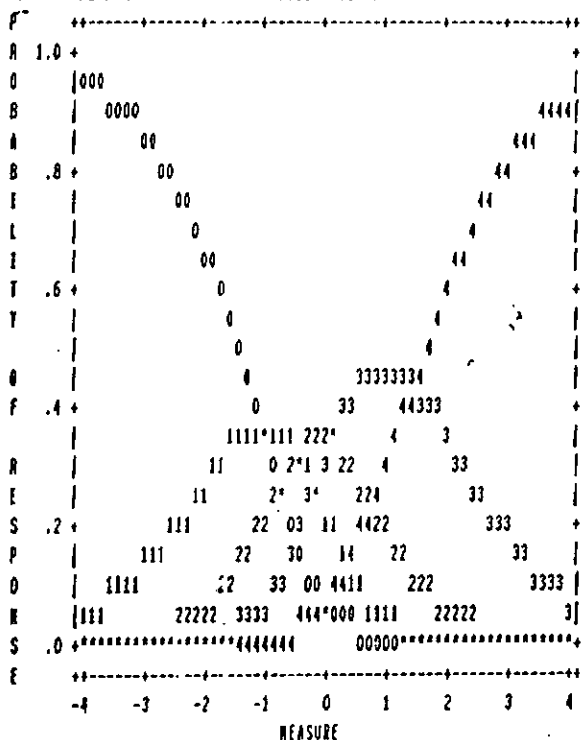
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $.46$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



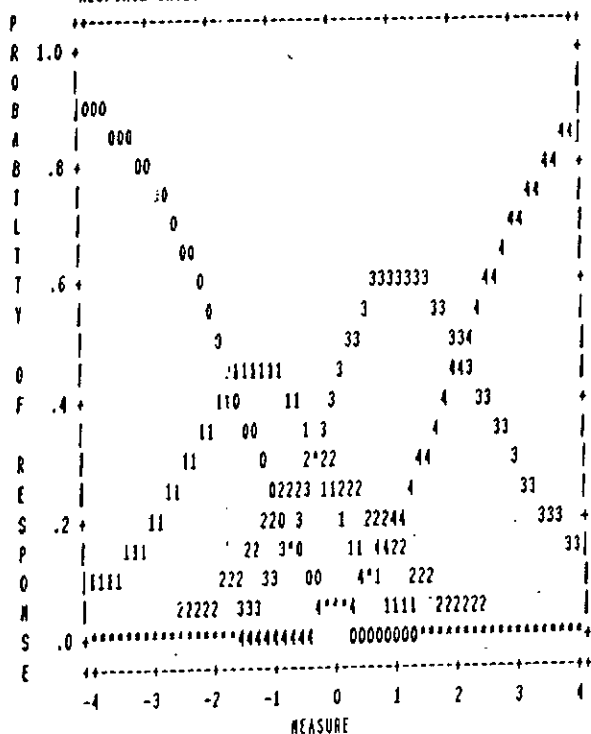
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $.47$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 33

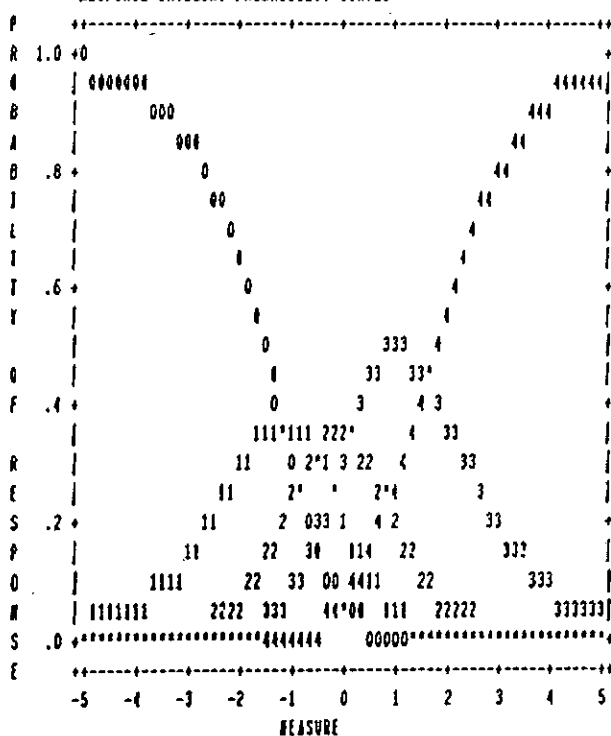
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.07
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 34

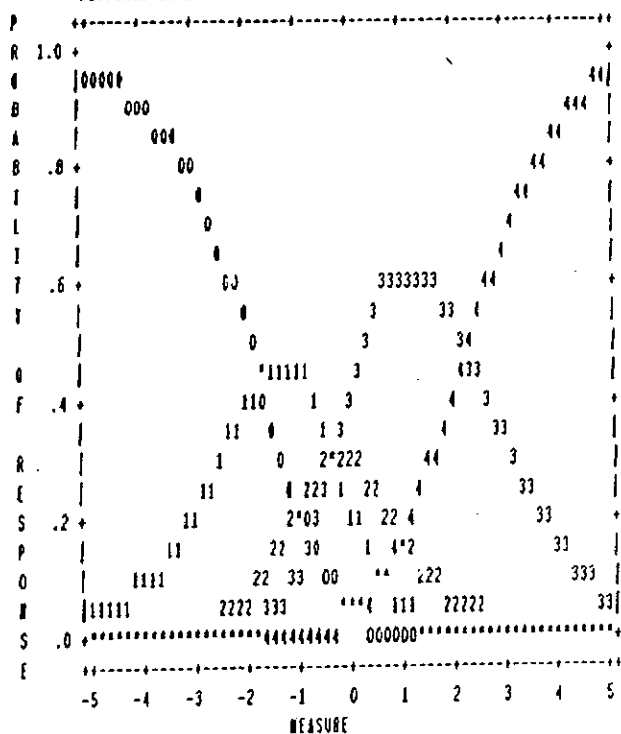
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.07
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 33

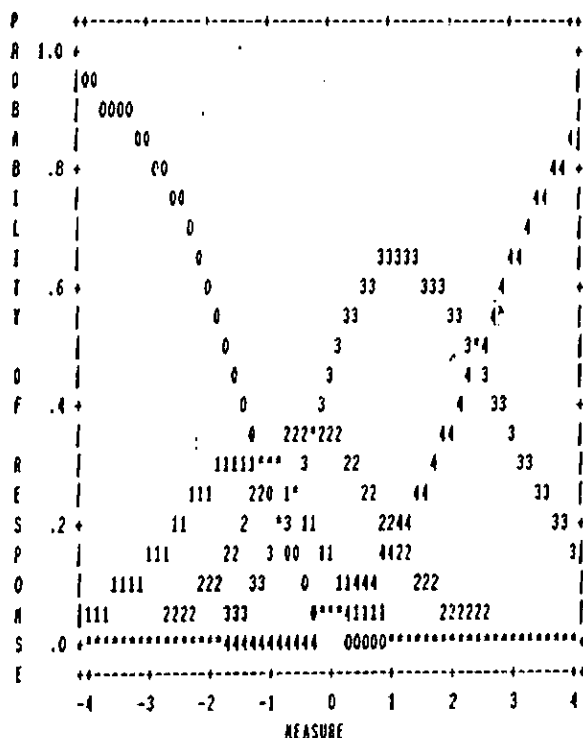
197

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.07
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

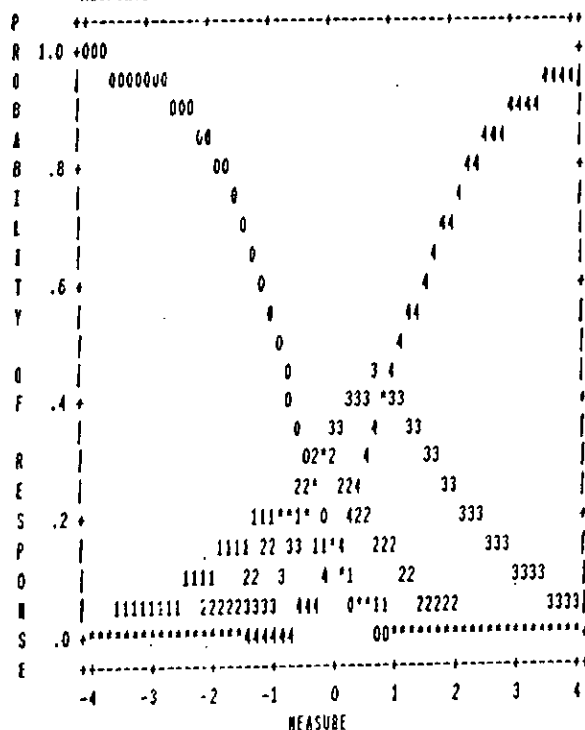
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 34

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.05
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 35

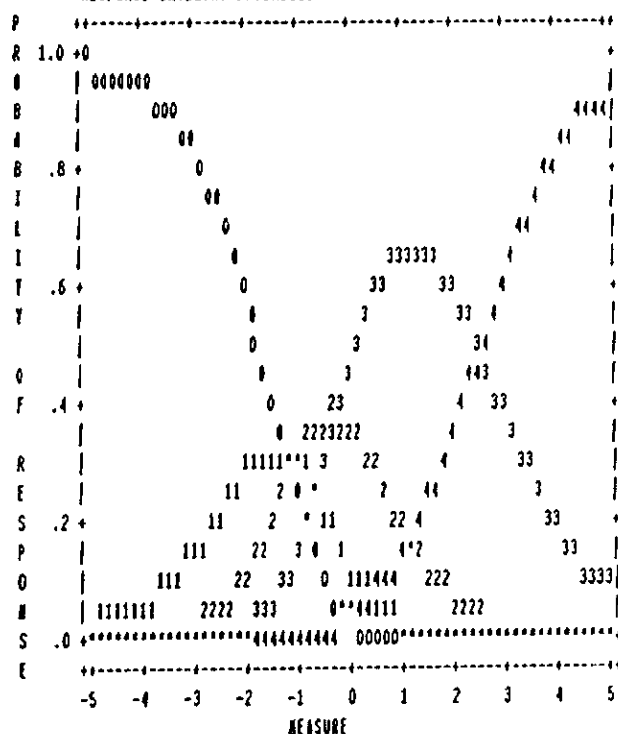
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.10
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 36

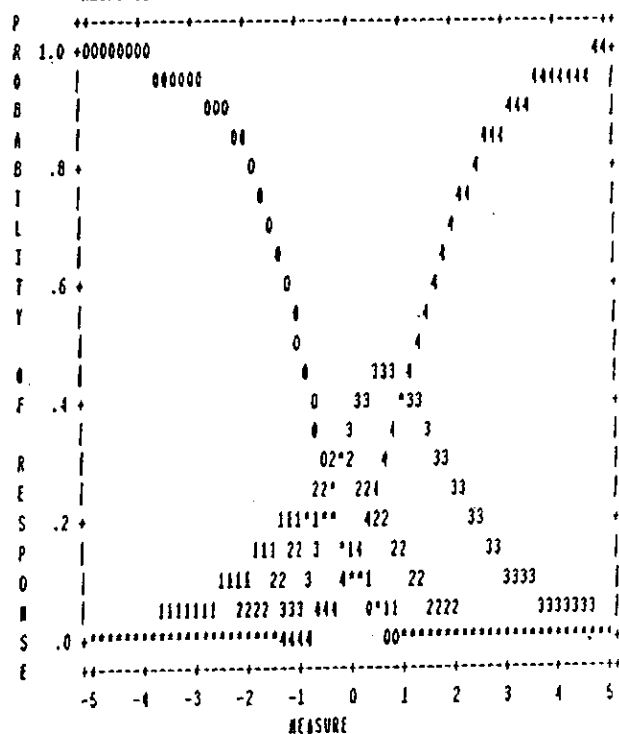
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.49
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 35

198

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.10
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

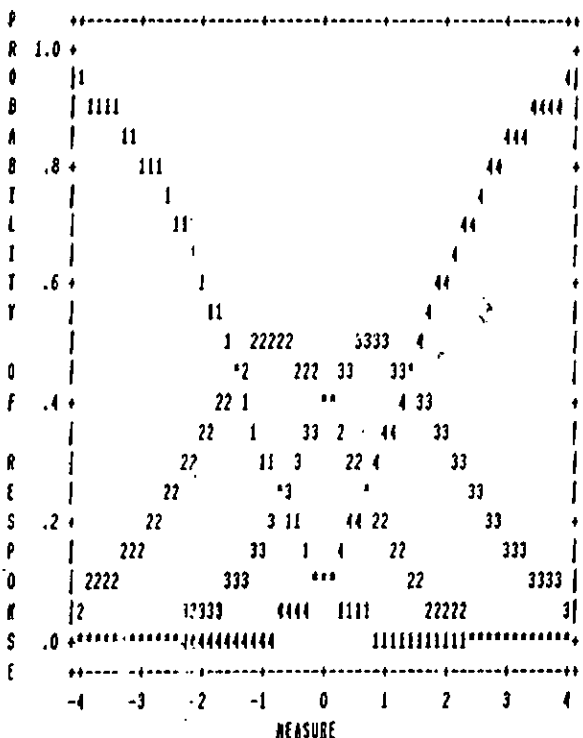
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 36

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.52
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

PROX

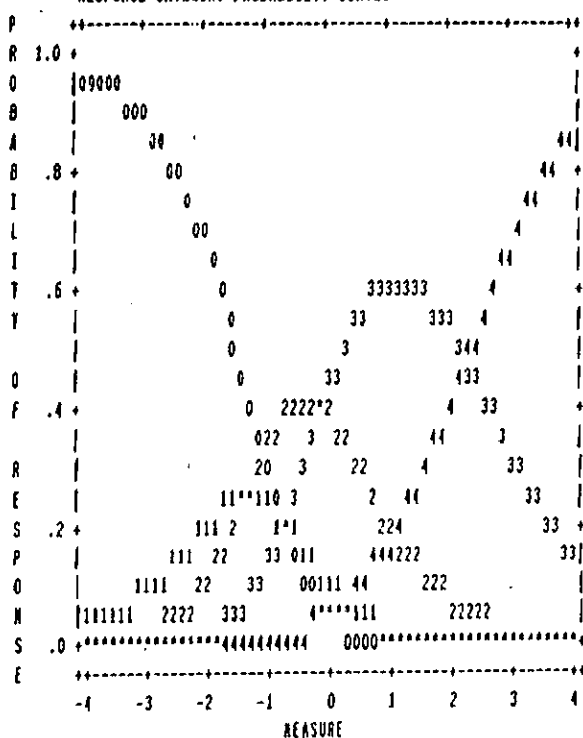
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 37

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.42$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 38

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.18$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

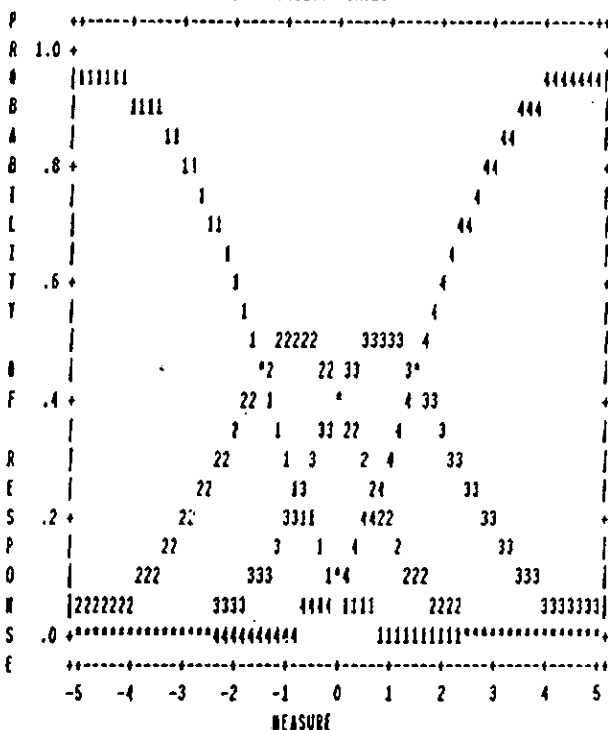


UCON

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 37

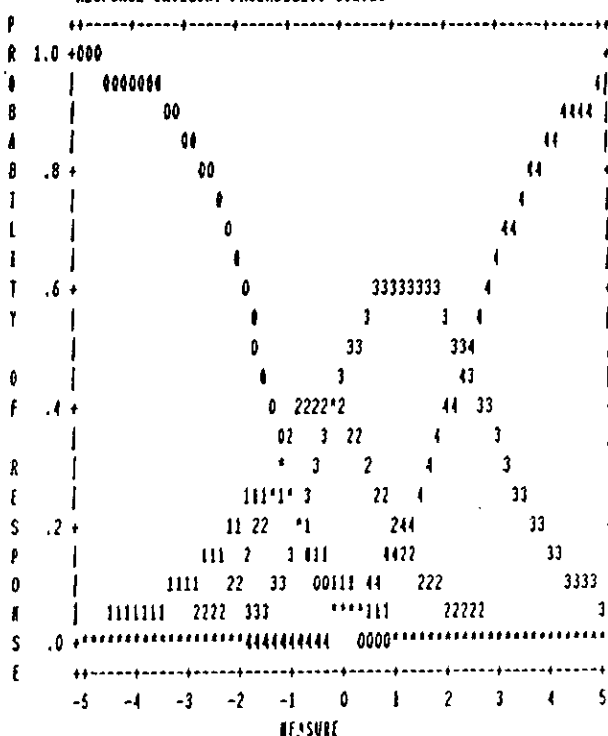
199

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.41$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 38

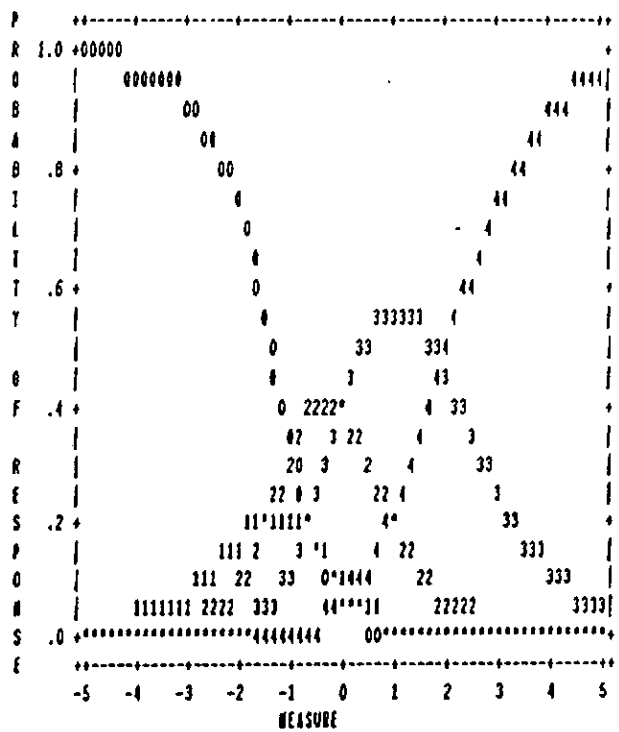
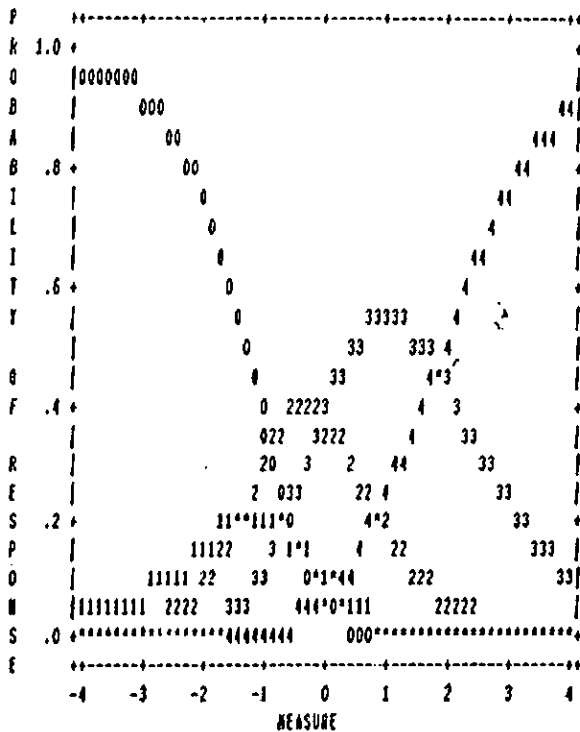
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.14$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 39

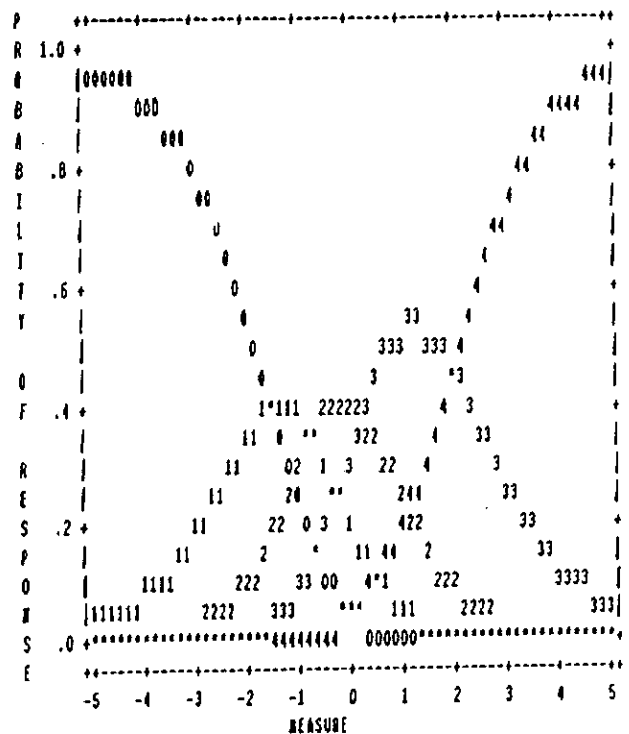
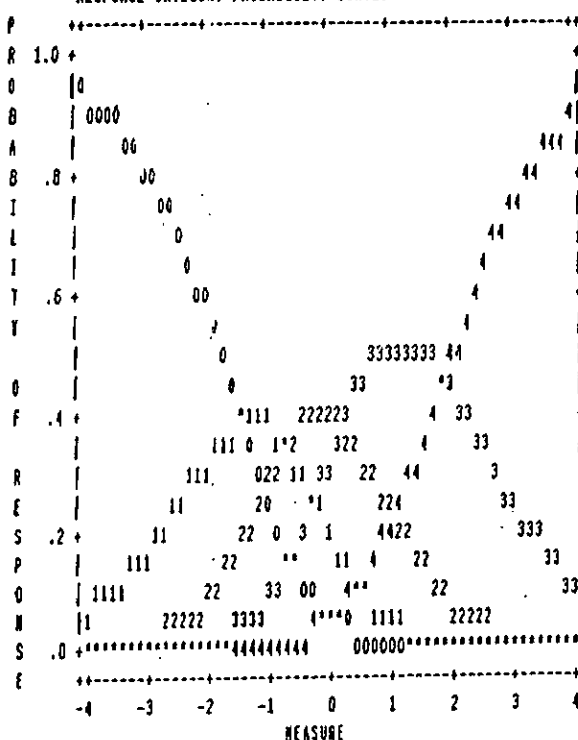
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 39

200

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.20$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.17$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 40

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 40

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.17$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.19$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

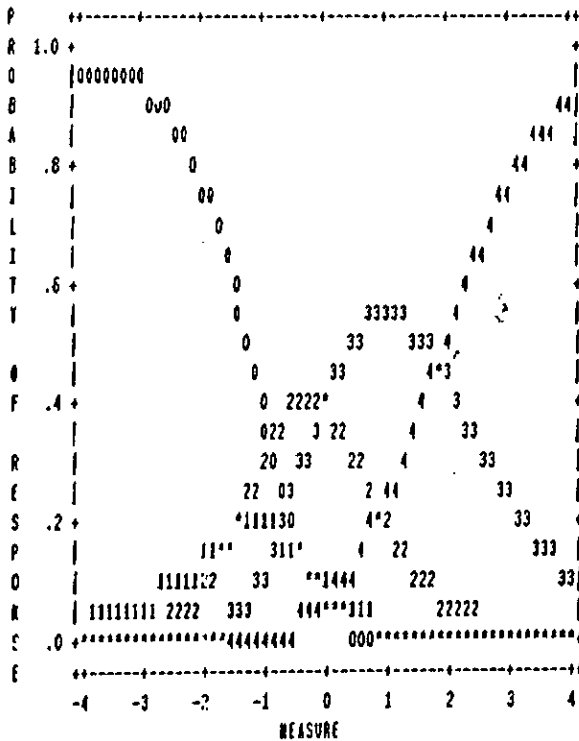
PROX

UCON

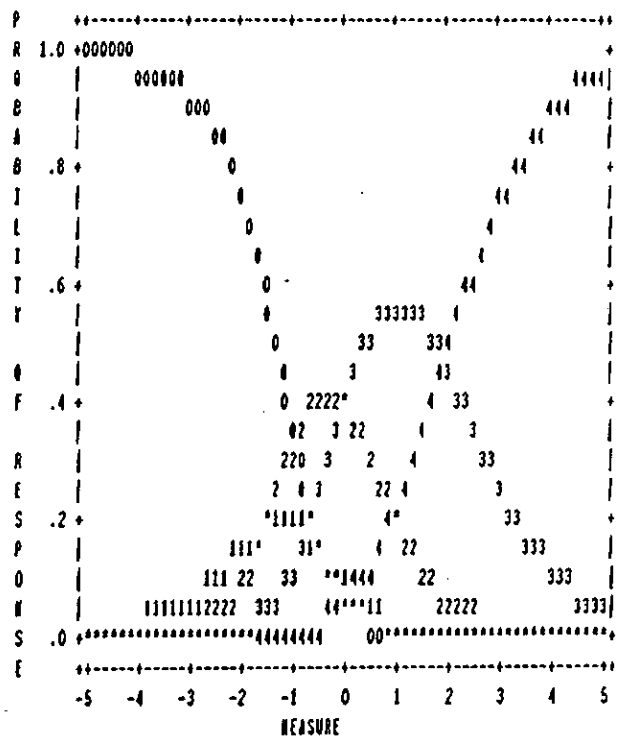
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 41

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 41 201

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.44
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



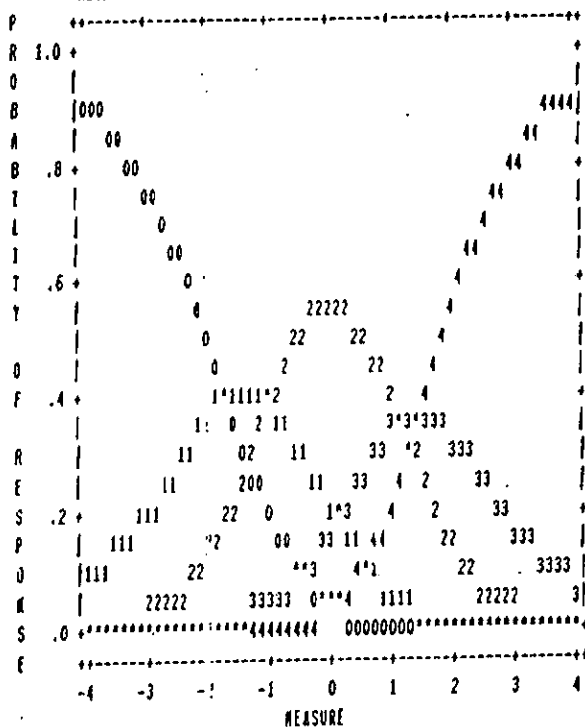
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF -.43
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



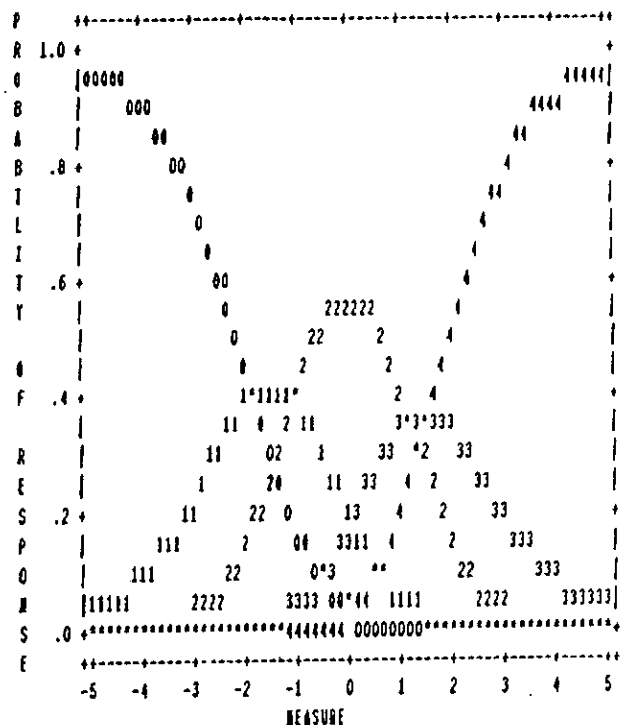
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 42

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 42

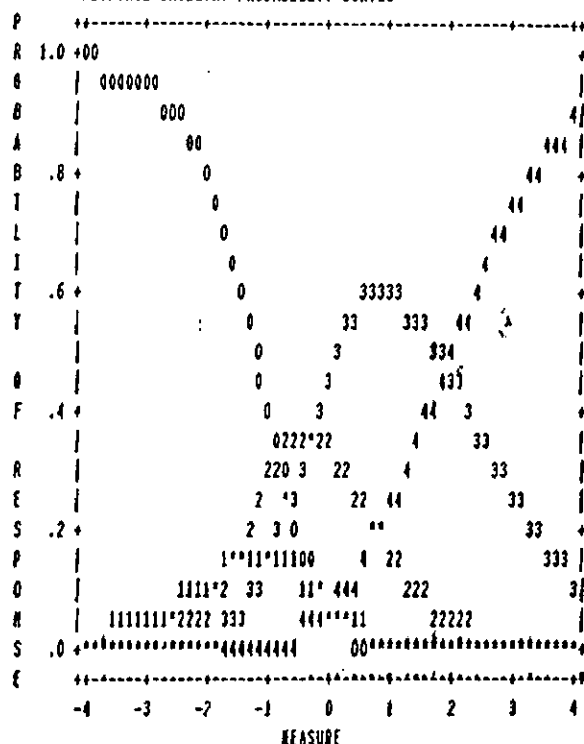
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .79
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



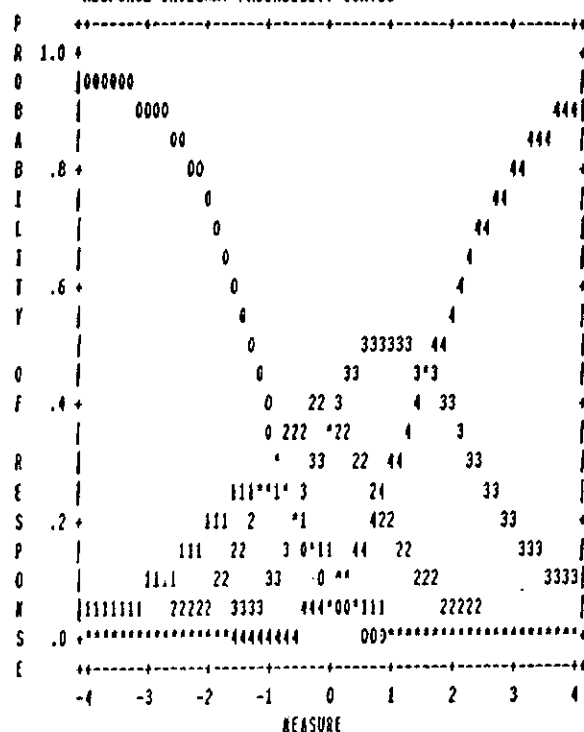
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .83
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



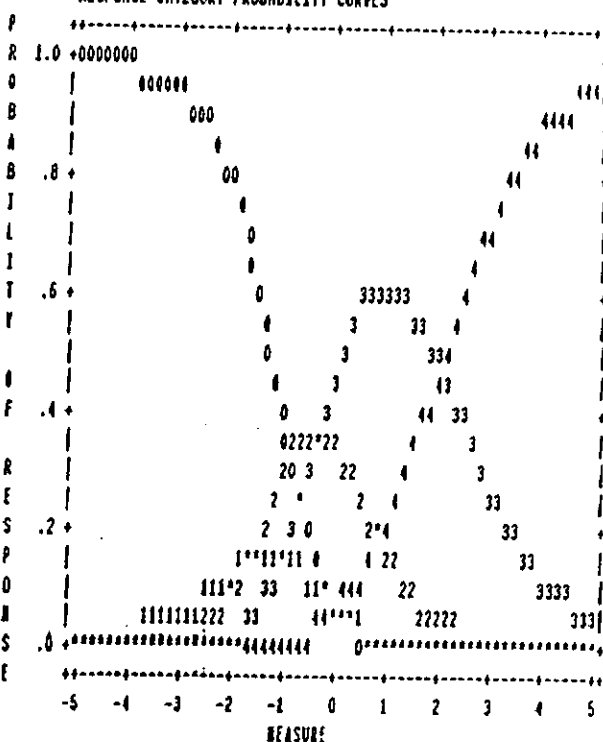
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 43

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.07$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

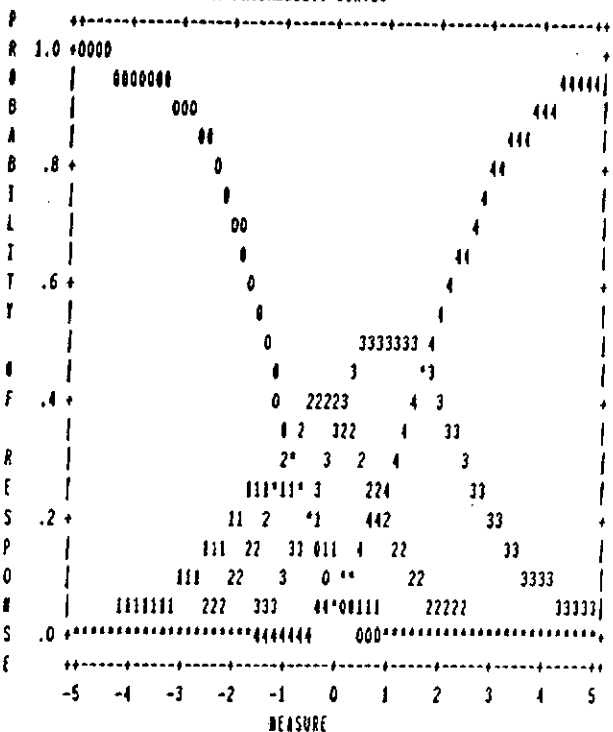
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 44

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.16$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 43 202

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.07$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 44

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.14$
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

PROX

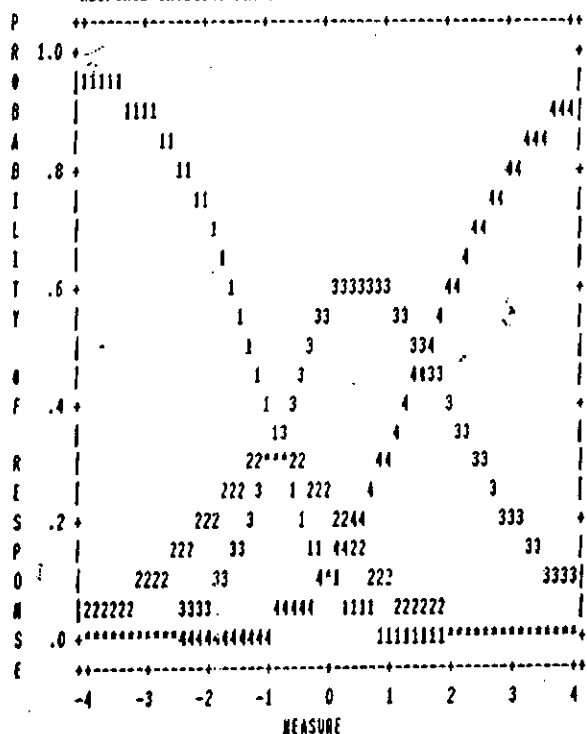
UCON

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 45

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 45

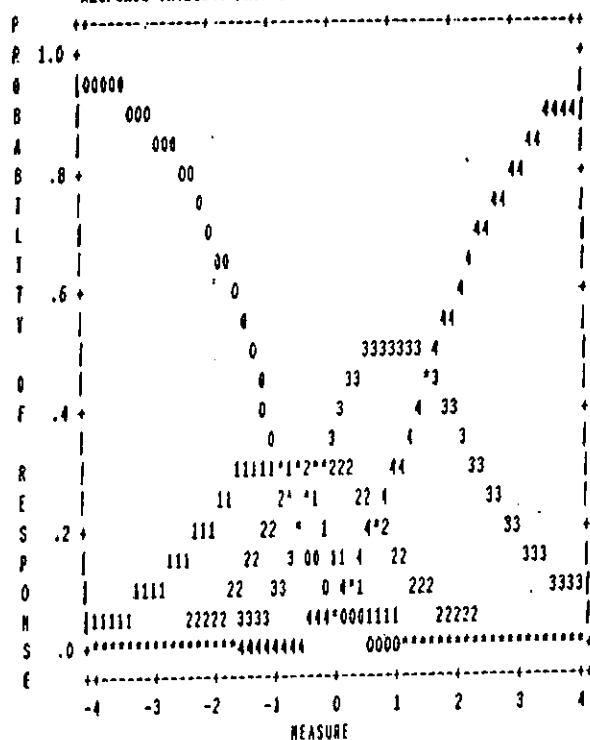
203

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.39$
 RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

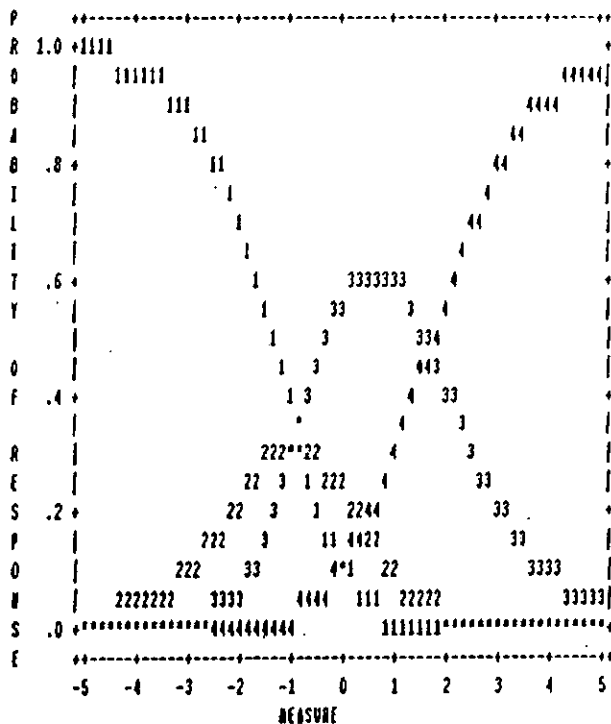


FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 46

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.16$
 RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

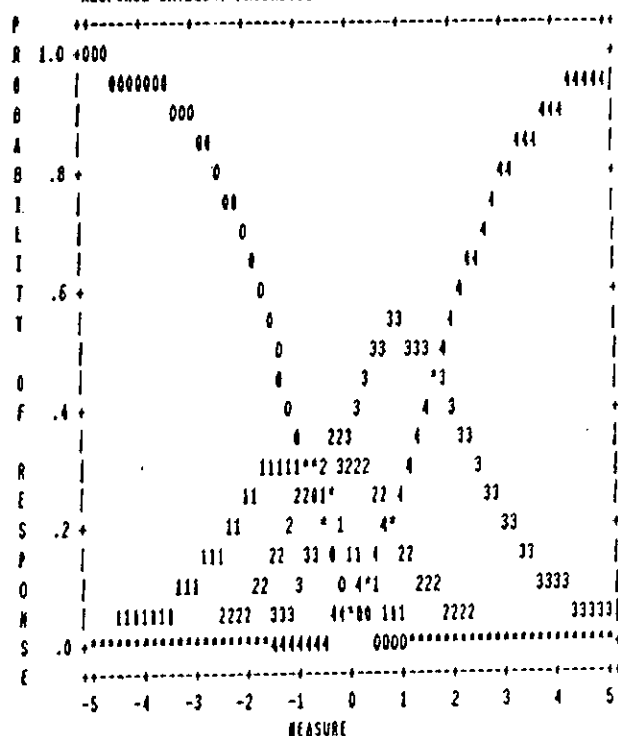


PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.29$
 RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 46

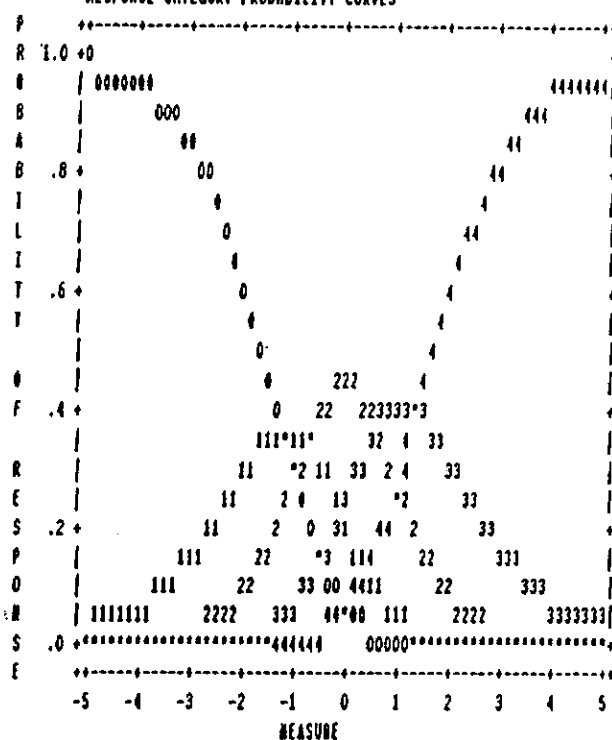
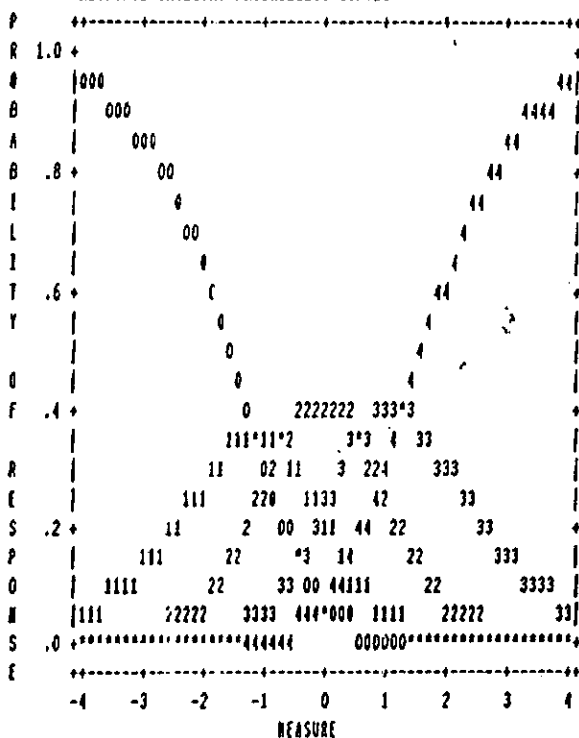
PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF $-.15$
 RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES



FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 47

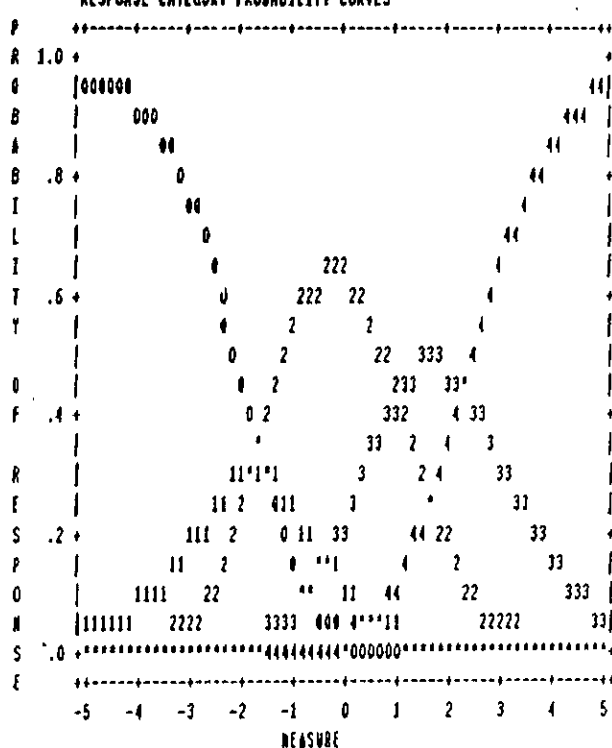
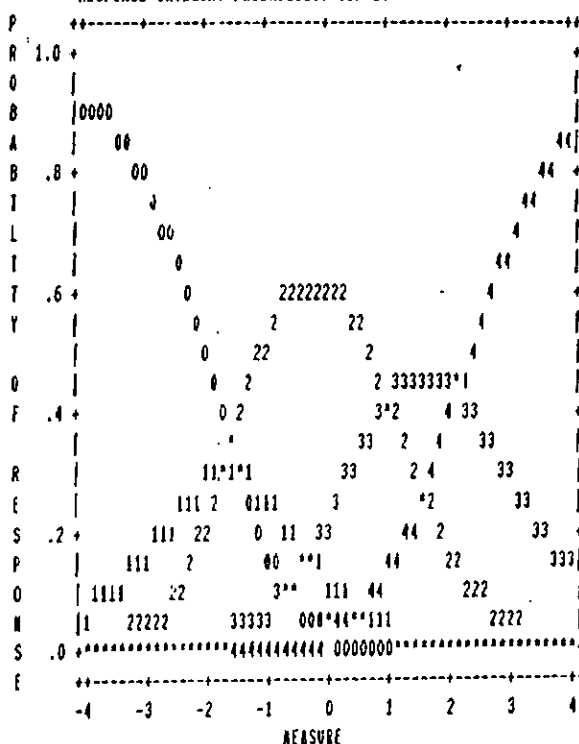
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 47

204

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .57
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .60
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

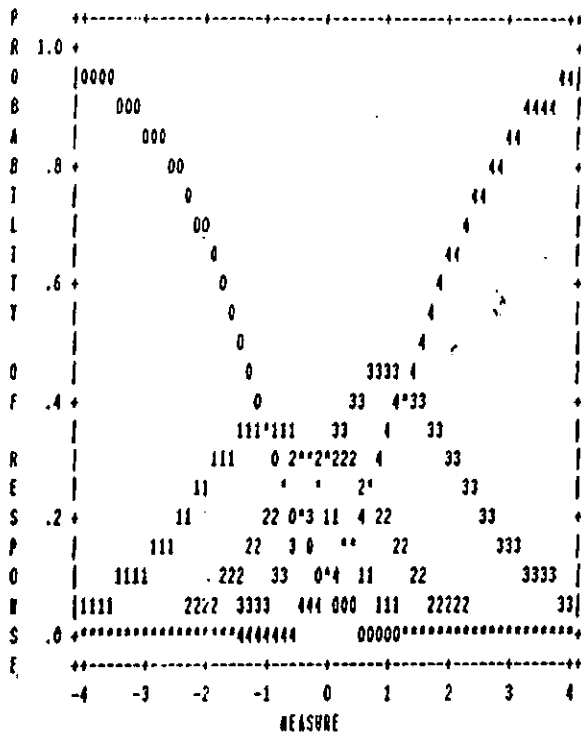
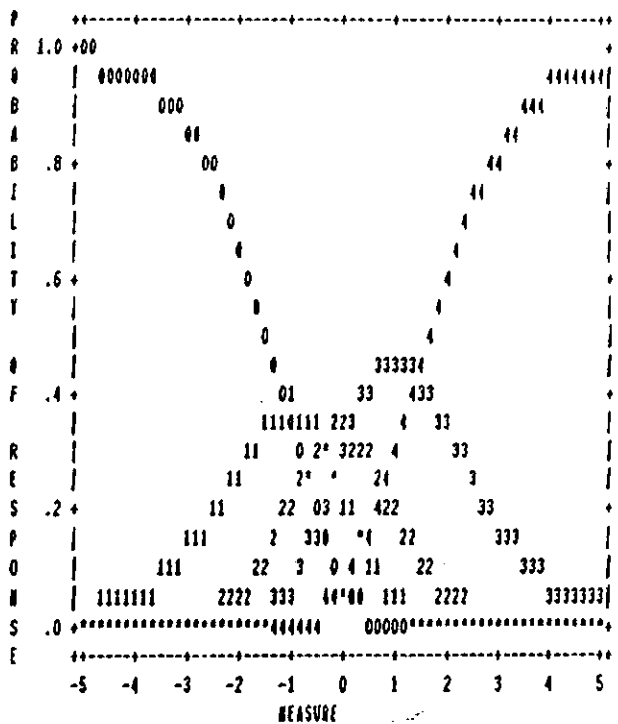
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 48

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 48

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .50
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .62
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

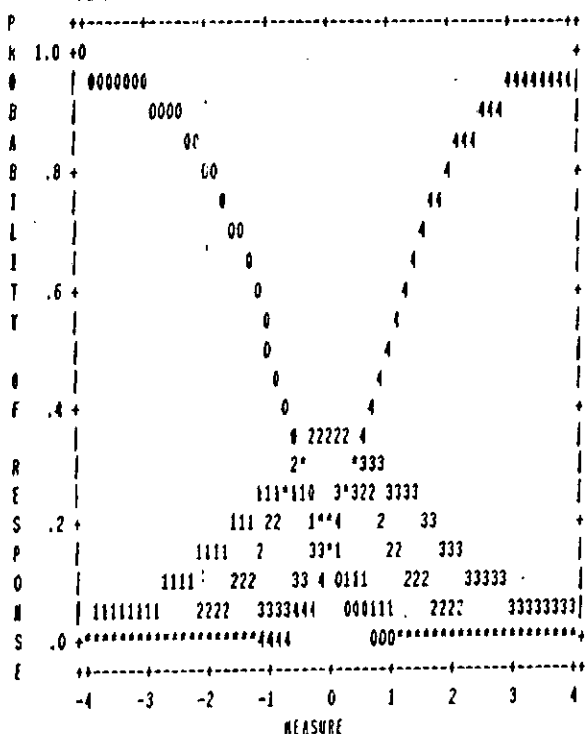
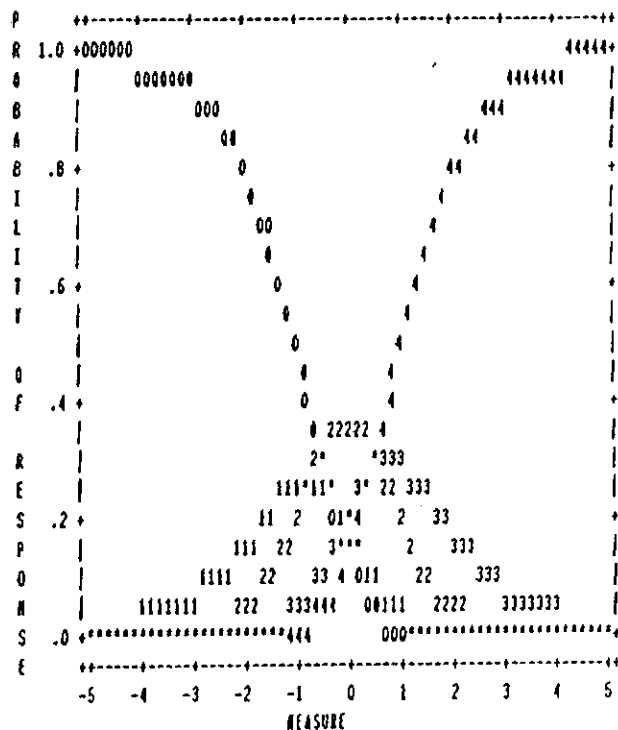
FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 49

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 49

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .50
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .52
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 50

FOR GROUP "0", MODEL TYPE "R", ITEM NUMBERS: 50

PLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .83
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVESPLOT CENTERED ON ITEM DIFFICULTY OF .86
RESPONSE CATEGORY PROBABILITY CURVES

ประวัติย่อของผู้นิพนธ์

ชื่อ นายองอาจ ชื้อสกุล นัยพัฒน์

เกิดวันที่ 7 เดือน พฤษภาคม พุทธศักราช 2508

สถานที่เกิด อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัด สุพรรณบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 207/91 ถนนพัฒนาการ

แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน นักวิชาการศึกษา

สถานที่ทำงานปัจจุบัน สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 10110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527 มัธยมศึกษาตอนปลาย (สายวิทย์-คณิต) จากโรงเรียน

สามกัณฑ์ ไก่ดราม จังหวัดสุพรรณบุรี

พ.ศ. 2531 กศ.บ. (วิชาเอกวัดผลการศึกษา วิชาโทคณิตศาสตร์)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก

พ.ศ. 2535 กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ของพาเซี่ยล เครดิต โมเดล
(CREDIT) ระหว่างวิธีพรีออกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON)
ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสเกล

บทคัดย่อ
ของ
องอาจ นัยพันธ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2535

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของพาเซี่ยล เครดิต โมเดล (CREDIT) ระหว่างวิธีพรีออกซ์ (PROX) และวิธียูคอน (UCON) ในแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสเกล ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิจัยนี้ประกอบด้วยผลของการตอบแบบทดสอบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสเกล จำนวน 50 รายการ ของกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ในเขตพระโขนง และเขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำนวน 500 คน ค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบ (β_{ij}) และค่าความยากประจำข้อของข้อความ (δ_{ij}) ได้ประมาณค่าโดยใช้โปรแกรม BIGSTEPS (Wright and Linacre, 1991) สำหรับค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบได้คำนวณจากโปรแกรม PCM (Partial Credit Model) ซึ่งเขียนขึ้นด้วยภาษาซี

ผลการวิจัยสรุปได้โดยสังเขปดังนี้ :

1. ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าเจตคติของผู้ตอบด้วยวิธียูคอนมีค่าต่ำกว่าวิธีพรีออกซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าความยากประจำข้อของข้อความระหว่างวิธีทั้งสอง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์เจตคติของผู้ตอบที่ประมาณค่าด้วยวิธีพรีออกซ์มีค่าสูงกว่า วิธียูคอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์สูงกว่าวิธียูคอน ในช่วงของเจตคติระดับปานกลาง ส่วนในช่วงเจตคติระดับต่ำและสูงพบว่าวิธียูคอนมีค่าสูงกว่า
3. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเจตคติ ที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีพรีออกซ์และวิธียูคอน มีความสัมพันธ์ในทางบวกซึ่งกันและกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทำนองเดียวกับค่าความยากประจำข้อของข้อความที่ประมาณค่าด้วยวิธีทั้งสอง ก็พบว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวกระดับสูงมาก เช่นเดียวกัน

A STUDY OF EFFICIENCY PARAMETER ESTIMATION
OF PARTIAL CREDIT MODEL (CREDIT) BETWEEN PROX
AND UCON METHODS IN LIKERT-TYPE ATTITUDE TEST

AN ABSTRACT

BY

ONG-ARD NAIYAPATANA

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Educational Measurement
at Srinakarinwirot University

May 1992

The purpose of this research was to study the efficiency parameters estimation of Partial Credit Model (CREDIT) between PROX and UCON methods in Likert-type attitude test. The data used for the present research consisted of responses from a total sample of 500, Mathayom Suksa II students of the academic years 1991, which was drawn by stratified random sampling from Phra Khanong and Klong Toey areas in Bangkok, to a 50 - item Likert scale. The person attitude parameters (β_n) of the examinees and the step difficulty parameters (δ_{ij}) for the items were estimated by the BIGSTEPS (Wright and Linacre, 1991) computer program. The values of the root mean square error (RMSE) and the test information function resulted by PROX and UCON methods were calculated by PCM (Partial Credit Model) computer program which was written by C languages.

The results of the research were summarized as follows :

1. The value of the root mean square error producing from the examinees' attitude estimated by the UCON method was less than that of the PROX method at .01 level of significance. For the value of the root mean square error producing from the step difficulty parameters estimated by two different methods was no statistical significance at the .05 level.

2. The concurrent validity of estimators computed by the PROX method was higher than that of the UCON method with a statistical significance at the .01 level. The test information function resulting from the PROX method was somewhat higher than that of the UCON method in the moderate attitude trait continuum except at the low and the high attitude trait levels.

3. The correlations between the PROX and UCON methods of the attitude trait estimates yielded by the two methods of person parameter estimation. It is quite evident from the high correlations that two methods produced highly positive related person attitude estimates. Likewise, the correlations between the PROX and UCON methods of the step difficulty estimates yielded by the two methods of item parameter estimation.