บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร การสุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้แล้วที่สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ มาทำการวิเคราะห์ซ้ำ ข้อมูลเป็นผลการตอบแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 ที่ทำการทดสอบในวันที่ 13-14 ธันวาคม 2526 จำนวน 146,879 คน ในโครงการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาซึ่งจำแนกตามภาคภูมิศาสตร์และเขตการศึกษาดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 : จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบวิชาคณิตศาสตร์และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร จำแนกตามภาคภูมิศาสตร์และเขตการศึกษา

ภาค/จังหวัด	เขตการศึกษา(เขต)	จำนวนนักเรียน(คน)	μ	σ
กลาง	1,5,6	24,523	28.44	*
เหนือ	7,8	24,887	27.82	*
ตะวันออก	12	7,568	29.88	*
ตะวันออกเฉียงเหนือ	9,10,11	39,912	25.21	*
ใต้	2,3,4	20,413	26.25	*
กรุงเทพมหานคร	13	29,576	34.41	*
รวม	12 เขต 1 จังหวัด	146,879	28.79	9.85

ที่มา : ผู้วิจัยได้คำนวณจำนวนนักเรียนและค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากรจากข้อมูลที่สำนักงานทดสอบทางการศึกษาได้รายงานจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบแยกเป็นจังหวัดและค่าเฉลี่ยรายสมรรถภาพจำแนกตามภูมิศาสตร์ไว้(สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2528:25;26, 129-141)

* ไม่มีข้อมูล

จะเห็นว่าจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบวิชาคณิตศาสตร์มีจำนวนมากที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกมีจำนวนผู้เข้าสอบน้อยที่สุด กรุงเทพมหานครทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงที่สุด ในขณะที่ผู้สอบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำคะแนนเฉลี่ยได้ต่ำที่สุด จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน

การสุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจคำตอบจากการเฉลยของสำนักงานทดสอบและรวมคะแนนรายคนของผู้สอบในแต่ละภาคภูมิศาสตร์ แล้วตัดคนที่ได้คะแนนรวมเป็นศูนย์ออกไปเหลือประชากรรวมทั้งหมด 140,708 คน แล้วทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยไม่กลับคืน (Simple Random Sampling Without Replacement) จำนวน 5% จากประชากรแต่ละภาคภูมิศาสตร์ที่ตัดคนที่ได้คะแนนรวมเป็นศูนย์ออก โดยใช้โปรแกรมสำเร็จ SPSS-X ที่สร้างตัวเลขสุ่มขึ้นภายในโปรแกรม ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทุกภาค 7,036 คน

กลุ่มตัวอย่าง

จากการสุ่มตัวอย่างได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 7,036 คน โดยจำแนกตามภาคภูมิศาสตร์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 : แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบกับจำนวนประชากร ที่นำไปใช้วิเคราะห์

ภาค / จังหวัด	ประชากรที่เข้าสอบทั้งหมด (คน)	ประชากรที่ตัดผู้ได้คะแนนรวมเป็นศูนย์ออก (คน)	กลุ่มตัวอย่าง (คน)	% เทียบกับประชากรที่ตัดผู้ได้คะแนนรวมเป็นศูนย์ออก
กลาง	24,523	23,380	1,169	5.0
เหนือ	24,887	23,700	1,185	5.0
ตะวันออก	7,568	7,568	379	5.0
ตะวันออกเฉียงเหนือ	39,912	38,420	1,921	5.0
ใต้	20,413	19,440	972	5.0
กรุงเทพมหานคร	29,576	28,200	1,410	5.0
รวมทุกภาค	146,879	140,708	7,036	5.0

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จะเห็นว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์แต่ละภาคภูมิศาสตร์มีจำนวนร้อยละ 5 ของประชากรที่ตัดผู้ได้คะแนนรวมเป็นศูนย์ออก

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเป็นตัวแทนประชากรของกลุ่มตัวอย่างโดยการคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ของแต่ละภาคภูมิศาสตร์และรวมทุกภาค และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-Test ได้ผลดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 : ค่าสถิติพื้นฐานแสดงลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง และการทดสอบความเป็นตัวแทนประชากรของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t-test

ภาค/จังหวัด	ค่าสถิติ					ทดสอบ
	n_i	$\bar{x}_i$	$S.D_i$	Sk_i	Ku_i	t-test
1. ภาคกลาง	1,169	28.16	8.72	0.42	-0.33	-1.10
2. ภาคเหนือ	1,185	28.12	9.51	0.57	-0.15	1.09
3. ภาคตะวันออก	379	30.09	9.70	0.40	-0.56	0.42
4. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1,921	25.16	8.74	0.80	-0.56	-0.25
5. ภาคใต้	972	26.94	8.95	0.66	-0.01	2.40
6. กรุงเทพมหานคร	1,410	34.38	10.72	0.10	-0.95	-0.11
กลุ่มตัวอย่างรวมทุกภาค	7,036	28.51	9.91	0.56	-0.29	-2.37

$P < 0.001$

จากตารางที่ 5 n_i คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างเมื่อ i คือภาคภูมิศาสตร์แต่ละภาค 5 ภาค และกรุงเทพมหานคร $\bar{x}_i$ คือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง $S.D_i$ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง Sk_i กับ Ku_i คือ ความเบ้และความโด่งของการกระจายของคะแนนรวมกลุ่มตัวอย่าง จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของประชากรในตารางที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยสถิติ t พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ในทุกภาค แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยของประชากร นั่นคือ กลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของประชากร

ลักษณะของแบบทดสอบคณิตศาสตร์

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือคะแนนสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 ที่เข้าสอบในโครงการตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ แบบทดสอบสร้างโดยคณะกรรมการสร้างเครื่องมือในกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ (รายชื่อคณะกรรมการอยู่ที่ภาคผนวก) ซึ่งมีหลักการดำเนินการสร้างแบบทดสอบในทุกกลุ่มวิชาได้ยึดถือปฏิบัติเหมือนกัน ข้อกระทงเป็นคำถามเฉพาะด้านความคิด (Cognitive) แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รวม 60 ข้อ ใช้เวลาสอบ 90 นาที คะแนนถ้าตอบถูกข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็มทั้งหมด 60 คะแนนประกอบด้วยสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ในกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตามหลักสูตรพุทธศักราช 2524 แต่ขอบเขตเนื้อหาที่นำมาวัดให้เกิดสมรรถภาพ อยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งนักเรียนในทุกแผนการเรียนจะเรียนเหมือนกันหมด ข้อคำถามวัดพฤติกรรมขั้นความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์เป็นส่วนใหญ่ สมรรถภาพที่สอบวัดและจำนวนข้อกระทงในแต่ละสมรรถภาพดังตารางที่ 6 หลังจากที่ได้แบบทดสอบแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 โดยได้จัดทำคู่มือการดำเนินการสอบซึ่งให้รายละเอียดของวิชาที่จัดสอบ การจัดห้องสอบ กำหนดการสอบ วิธีดำเนินการสอบและการนำส่งกระดาษคำตอบ ให้แก่ครู อาจารย์ของแต่ละโรงเรียนซึ่งทำหน้าที่เป็นกรรมการผู้ดำเนินการสอบได้ปฏิบัติตาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 : สมรรถภาพที่สอบ และจำนวนข้อกระทงในแต่ละสมรรถภาพของแบบสอบคณิตศาสตร์

สมรรถภาพที่สอบ	จำนวนข้อ
1. ความเข้าใจในหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์	15
1.1 แปลงรูปการนำเสนอจำนวนเป็นแบบต่าง ๆ	
1.2 เปรียบเทียบจำนวน	
1.3 ประมาณค่าต่าง ๆ	
1.4 อ่านแผนผัง ตาราง แผนภูมิ	
1.5 เปลี่ยนสมการเป็นกราฟ	
2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	15
2.1 บอกวิธีหาคำตอบโดยไม่ต้องหาผลลัพธ์	
2.2 หาคำตอบจากโจทย์	
3. การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์	20
3.1 ระบุว่าสิ่งที่กำหนดให้ในปัญหาข้อใด ไม่จำเป็นในการหาคำตอบ	
3.2 ระบุสิ่งที่จะต้องเพิ่มในปัญหาเพื่อให้เพียงพอต่อการแก้ปัญหา	
3.3 หาและใช้ความสัมพันธ์ของจำนวน	
4. ทักษะในการคำนวณ	10
4.1 หาคำตอบจาก คูณ หาร หรือยกกำลัง	
4.2 หาคำตอบโจทย์ตัวเลขระคน	
รวม	60

จะเห็นว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์ฉบับนี้เน้นการวัดความสามารถทางการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์มากที่สุด และมีข้อกระทงที่วัดทักษะในการคำนวณจำนวนน้อยที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาในแต่ละภาคภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบคณิตศาสตร์โดยวิธีอัลฟาครอนบรัค นอกเหนือจากที่สำนักงานทดสอบทางการศึกษาได้คำนวณค่าความเที่ยงของประชากรทั้งหมดไว้ค่าเดียว (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2528:25) โดยรายงานค่าความเที่ยงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 : ความเที่ยงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามภาคภูมิศาสตร์และรวมทุกภาค ที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัย

ภาคภูมิศาสตร์	ค่าความเที่ยง
1. ภาคกลาง	0.8412
2. ภาคเหนือ	0.8677
3. ภาคตะวันออก	0.8754
4. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	0.8434
5. ภาคใต้	0.8496
6. กรุงเทพมหานคร	0.9034
รวมทุกภาค	0.8794
ประชากรทั้งหมด (สำนักงานทดสอบการศึกษา, 2528:25)	0.8599

จะเห็นว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง คือ มากกว่า 0.8 ขึ้นไปในทุก ๆ ภาคภูมิศาสตร์

เพื่อที่จะอธิบายถึงลักษณะของข้อกระทงในแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่สุ่มได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากของข้อกระทงรายข้อ 60 ข้อของแบบทดสอบนี้ในทุก ๆ ภาค โดยใช้ทฤษฎีดั้งเดิมและได้สรุปจำนวนข้อและข้อกระทงที่มีค่าความยากตามทฤษฎีดั้งเดิม (คำนวณจากจำนวนผู้ตอบผิดส่วนจำนวนทั้งหมด) โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้จำแนกค่าความยากออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. ยาก มีค่า มากกว่า 0.6 ขึ้นไป
2. ยาก-ง่ายปานกลาง มีค่า ระหว่าง 0.4 ถึง 0.6
3. ง่าย มีค่า ต่ำกว่า 0.4

ดังตารางที่ 8 ต่อไปนี้ โดยที่ $\bar{P}_i$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าความยากทั้ง 60 ข้อในแต่ละกลุ่ม

$S.D_{P_i}$ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยากทั้ง 60 ข้อ

ตารางที่ 8 : สรุปผลการวิเคราะห์ค่าความยากของข้อกระทง ตามเกณฑ์ดั้งเดิม จำแนกตามภาคภูมิศาสตร์

ระดับความยาก / จังหวัด ภาค	ยาก	ปานกลาง	ง่าย	$\bar{P}_i$	$S.D_{P_i}$
กทม.	19, 38, 41, 42, 43, 45, 50, 53 รวม 8 ข้อ	3, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 37, 39, 46, 48, 49, 55, 56, 57, 58, 59 รวม 25 ข้อ	1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 36, 40, 44, 47, 51, 52, 54, 60, รวม 27 ข้อ	0.427	0.178
กลาง	8, 15, 17, 19, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 37, 38, 42, 43, 45, 46, 49, 50, 53, 55, 56, 59, รวม 22 ข้อ	2, 3, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 21, 26, 30, 32, 33, 39, 40, 41, 44, 47, 48, 54, 57, 58, 60, รวม 24 ข้อ	1, 4, 6, 9, 10, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 36, 51, 52, รวม 14 ข้อ	0.531	0.175
ใต้	8, 14, 15, 17, 19, 21, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 49, 50, 53, 55, 56, 57, 58, 59 รวม 27 ข้อ	2, 3, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 26, 30, 32, 33, 36, 39, 40, 44, 47, 48, 54, 60, รวม 22 ข้อ	1, 4, 6, 9, 20, 22, 23, 24, 25, 51, 52 รวม 11 ข้อ	0.551	0.175
เหนือ	8, 15, 17, 19, 26, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 49, 50, 53, 55, 56 รวม 23 ข้อ	2, 3, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 21, 30, 32, 33, 39, 40, 44, 47, 48, 54, 57, 58, 59, 60 รวม 23 ข้อ	1, 4, 6, 9, 10, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 36, 51, 52, รวม 14 ข้อ	0.531	0.169
ตะวันออกเฉียงเหนือ	3, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 รวม 33 ข้อ	2, 5, 10, 11, 13, 18, 26, 30, 32, 33, 39, 40, 44, 47, 51, 52, 60 รวม 17 ข้อ	1, 4, 6, 9, 20, 22, 23, 24, 25, 36, รวม 10 ข้อ	0.581	0.164
ตะวันออก	15, 19, 26, 27, 29, 34, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 49, 50, 53, 55, 56, 57, 59 รวม 21 ข้อ	3, 5, 7, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 21, 28, 30, 31, 32, 39, 44, 47, 48, 54, 58, 60 รวม 21 ข้อ	1, 2, 4, 6, 9, 10, 11, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 33, 36, 40, 51, 52 รวม 18 ข้อ	0.498	0.181

หมายเหตุ : ข้อที่ขีดเส้นใต้เป็นข้อที่มีค่าความยากในระดับเดียวกัน ซ้ำกันในทุก ๆ ภาค รวมทั้งกรุงเทพมหานคร

จะเห็นว่าข้อกระทงที่จัดเป็นข้อที่ยากมีจำนวนมากที่สุดในกลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือกลุ่มภาคใต้ จำนวนข้อที่มีความยากสำหรับกลุ่มในกรุงเทพมีจำนวนน้อยที่สุดต่ำกว่าภาคอื่น ๆ มาก ส่วนข้อที่ง่ายมีจำนวนมากที่สุดในกลุ่มกรุงเทพและมีจำนวนน้อยที่สุดในกลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงว่ากลุ่มนักเรียนในกรุงเทพสามารถทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ได้มาก แตกต่างจากกลุ่มนักเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาก เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่าความยากจะเห็นว่าสำหรับกลุ่มนักเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุด นั่นคือข้อกระทงส่วนใหญ่มีความยากสำหรับกลุ่มนี้เป็นส่วนใหญ่แต่สำหรับกลุ่มนักเรียนในกรุงเทพมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง นั่นหมายความว่า โดยเฉลี่ยแล้วข้อกระทงส่วนใหญ่ค่อนข้างง่ายต่อกลุ่มนี้ แต่มีการกระจายของค่าความยากมาก

ด้วยลักษณะข้อกระทงของแบบทดสอบคณิตศาสตร์จากที่สำนักงานทดสอบทางการศึกษาได้รายงานผลการวิเคราะห์ ประกอบกับผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เพิ่มเติมทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความลำเอียงของข้อกระทงและแบบทดสอบระหว่างกลุ่มผู้สอบในกรุงเทพกับกลุ่มผู้สอบในทุกภาคภูมิศาสตร์ว่ามีความลำเอียงหรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์โครงสร้างภายในของแบบทดสอบด้วยเทคนิควิธีทางสถิติ 3 วิธี คือ วิธีการกำหนดจุดค่าเคลต้าตามทฤษฎีดั้งเดิม วิธีทดสอบความแตกต่างของกลุ่มด้วยสถิติไคสแควร์ และวิธีการตอบสนองของข้อกระทง 3 พารามิเตอร์ ซึ่งวิเคราะห์ตามทฤษฎี IRT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1. หลังจากได้ผลการสอบแล้วสำนักงานทดสอบทางการศึกษาได้ทำการบันทึกข้อมูลลงเทปบันทึกข้อมูล โดยมีรายละเอียดการบันทึกข้อมูลสำหรับนักเรียน 1 คน คือรหัสจังหวัด เขตต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร รหัสโรงเรียน เลขประจำตัว รหัสของแต่ละวิชาและรหัสตัวเลือกที่นักเรียนตอบ ซึ่งการบันทึกเหล่านี้อยู่ในความรับผิดชอบของคณะกรรมการวิเคราะห์ประมวลผล เมื่อติดต่อและรับเทปบันทึกข้อมูลมาแล้วผู้วิจัยได้ทำการถ่ายข้อมูลจากเทปของสำนักงานทดสอบทางการศึกษาลงในเทปบันทึกข้อมูลของผู้วิจัย และตรวจสอบลักษณะของข้อมูลจากกระดาษแสดงจำนวน (Printout) ที่ได้พร้อมกับการถ่ายข้อมูล และได้พิมพ์ข้อมูลบางส่วนเพื่อดูลักษณะข้อมูล

2. จากข้ออันจำกัดของโปรแกรมสำเร็จ LOGIST 5 ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้มากที่สุด 15,000 คน ทำให้ต้องสุ่มตัวอย่างในแต่ละภาคแยกกัน โดยใช้โปรแกรมการสุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยในโปรแกรมสำเร็จ SPSS-X คือ SAMPLE 0.05 โดยควบคุมการสุ่มจากคำสั่ง SELECT IF ตามเขตการศึกษาในแต่ละภาคภูมิศาสตร์ ก่อนคำสั่งสุ่มตัวอย่างได้ตรวจคำตอบของข้อกระทงรายข้อด้วยคำสั่ง DO REPEAT จากคำตอบที่ถูกของสำนักงานทดสอบทางการศึกษาได้เฉลยไว้ และบันทึกผลการตรวจคำตอบโดย ตอบถูกมีรหัส 1 ตอบผิดหรือไม่ตอบมีรหัส 0

3. รวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคน แล้วนำไปวิเคราะห์หาความลำเอียงของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ โดยวิธีวิเคราะห์ด้วยการกำหนดจุดค่าเดลต้า (Delta-Plot Method) วิธีทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Method) และวิธีตอบสนองข้อกระทง 3 พารามิเตอร์ (Three Parameter Logistic Model) ดังนี้

3.1 วิธีการกำหนดจุดค่าเดลต้า

1. หาค่าความยากของข้อกระทงรายข้อของกลุ่มผู้สอบแต่ละกลุ่ม 6 กลุ่ม ตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม

2. คำนวณค่าความยาก(P)และเปลี่ยนค่าความยากให้อยู่ในรูปค่าเดลต้า ดังนี้

(2.1) ค่าความยากจะเป็นสัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อกระทงผิดต่อ

จำนวนคนทั้งหมด

(2.2) แปลงค่าความยากเป็นค่าเดลต้า (Δ) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4 จากสมการแปลงค่าความยากดังนี้

$$\Delta_{ij} = 4 Z_{ij} + 13$$

เมื่อ Δ_{ij} คือ ค่าเดลต้าของข้อที่ i และกลุ่มที่ j

Z_{ij} คือ ค่ามาตรฐานของความยากที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 แล้วจับคู่ค่า Δ แต่ละกลุ่มมาเขียนกราฟ โดยค่า Δ ของกลุ่มหนึ่งเป็นแกน X ค่า Δ ของกลุ่มกรุงเทพเป็นแกน Y

3. ทดสอบสมมติฐานทางสถิติในการตรวจสอบความลำเอียง ซึ่งมีนิยามว่าข้อกระทงที่ไม่ลำเอียง ค่าความยากของข้อกระทงจะเรียงลำดับไปในทางเดียวกันสำหรับแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกัน

$H_0 : \Delta_{i1} - \Delta_{i2} = 0$ สำหรับข้อที่ i

$H_1 : \Delta_{i1} - \Delta_{i2} \neq 0$

การทดสอบสมมติฐานทำได้ ดังนี้

(3.1) ข้อกระทงที่ถือว่าค่าเดลต้าไม่มีการเรียงลำดับเหมือนกันสำหรับแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกัน จะวัดจากคู่อันดับค่าเดลต้าของทั้ง 2 กลุ่มที่อยู่ห่างจากจุดอื่น ๆ ซึ่งกระจายกันอยู่ในรูปวงรีนั่นคือระยะห่างจากจุดถึงแกนหลัก (Major Axis) ของรูปวงรีนั้น จะถูกพิจารณาว่ามีผลร่วม (Interaction) ระหว่างข้อกระทงกับกลุ่มที่ต่างกัน

(3.2) คำนวณเส้นแกนหลักจากสมการ ดังนี้

$$Y = bx + a$$

เมื่อ b เป็นความชันของเส้นตรง a เป็นค่าคงที่ของการตัดแกน y ซึ่งคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (Angoff and Ford, 1973)

$$b = \frac{(\sigma_y^2 - \sigma_x^2) \pm \sqrt{(\sigma_y^2 - \sigma_x^2)^2 + 4r_{xy}^2 \sigma_x^2 \sigma_y^2}}{2r_{xy} \sigma_x \sigma_y}$$

$$a = M_x - bM_y$$

โดยที่ค่า x และ y คือ ค่า Δ ของกลุ่มที่ 1 และ 2 ของการเปรียบเทียบ

σ_x และ σ_y คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ x และ y

M_x และ M_y คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ x และ y

r_{xy} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่า x และ y

(3.3) คำนวณหาระยะห่างตั้งฉากจากคู่อันดับค่าเดลต้าของข้อกระทง แต่ละข้อไปยังเส้นแกนหลัก จากสูตรดังนี้

$$D_i = \frac{bx_i + a - y_i}{\sqrt{b^2 + 1}}$$ สำหรับข้อที่ i

เมื่อ b และ a เป็นค่าความชันและค่าตัดแกน y ของเส้นแกนหลัก

x_i และ y_i เป็นค่าเดลต้าของกลุ่มที่ 1 และ 2 สำหรับข้อที่ i

สำหรับการคำนวณตั้งแต่ข้อ 2.2 , 3.2 และ 3.3 ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมการคำนวณด้วยภาษาโฟรแทรน (FORTRAN) เอง

4. เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินความลำเอียงเป็นเกณฑ์ของ Merz และ Grossen, 1979 และ Rudner, 1977 คือ ระยะห่างที่ถือว่ามีความลำเอียงคือ ± 0.75 Z_d (Score Units) (quoted in Osterlind, 1983 : 35)

5. สรุปผลการวิเคราะห์โดยคำนวณจำนวนข้อกระทงที่มีค่าระยะห่างจากคู่อันดับค่าเดลต้าไปยังเส้นแกนหลัก มากกว่า ± 0.75 เป็นข้อกระทงที่มีความลำเอียงระหว่างคู่ของการตรวจสอบ ข้อกระทงที่ค่าระยะห่างมีเครื่องหมาย + จะแสดงทิศทางของความลำเอียงว่าข้อกระทงมีความยากต่อกลุ่มที่อยู่ในแกนตั้งมากกว่ากลุ่มที่อยู่ในแกนนอน ส่วนข้อที่มีเครื่องหมายเป็น - จะแสดงทิศทางความลำเอียงว่าข้อกระทงมีความยากต่อกลุ่มที่อยู่ในแกนนอนมากกว่ากลุ่มที่อยู่ในแกนตั้ง

3.2 <u>วิธีวิเคราะห์ที่ 2</u> <u>วิธีทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนของแต่ละกลุ่มด้วยสถิติไคสแควร์</u>

1. จำแนกข้อมูลในแต่ละกลุ่มตัวอย่างออกเป็นช่วงระดับความสามารถตามคะแนนรวม โดยใช้หลักการดังต่อไปนี้ (Scheuneman, 1979 quoted in Ironson, 1982:121)

(1.1) ความถี่ของการตอบถูกในแต่ละช่วงคะแนนที่แสดงความสามารถของแต่ละกลุ่ม มีค่าอย่างน้อย 10 ถึง 20 ความถี่ที่คาดหวังมีค่าอย่างน้อยที่สุด 5 ในแต่ละเซล

(1.2) ความถี่ของการตอบผิดในแต่ละช่วงคะแนนมีค่าอย่างน้อย 10 ถึง 20 ในแต่ละเซล (ไม่จำเป็นสำหรับกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่ม) ความถี่ของค่าคาดหวังของการตอบผิดมีค่าอย่างน้อย 5 ในแต่ละเซล

(1.3) ช่วงกว้างของคะแนนในแต่ละระดับ จะมีจำนวนคนประมาณใกล้เคียงกัน ในงานวิจัยนี้แบ่งช่วงความสามารถเป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 คะแนนรวมตั้งแต่ 1 - 23 คะแนน
ช่วงที่ 2 คะแนนรวมตั้งแต่ 24 - 31 คะแนน
ช่วงที่ 3 คะแนนรวมตั้งแต่ 32 - 60 คะแนน

2. หาความถี่คือสัดส่วนของการตอบถูกและผิดในแต่ละช่วงระดับความสามารถและแต่ละกลุ่ม ทุกเซล นำไปคำนวณในโปรแกรม SPSS-X คำสั่ง LOG-LINEAR

3. ทดสอบสมมติฐานทางสถิติในการวิเคราะห์ความลำเอียงในงานวิจัยนี้ใช้โมเดล LOG-LINEAR มาวิเคราะห์ข้อมูลการตอบข้อกระทงจากกลุ่มที่แตกต่างกันโดยการหาโมเดลซึ่งเหมาะสมกับข้อมูลเพื่อจะประเมินว่าโอกาสในการตอบข้อกระทงถูกนั้นขึ้นอยู่กับช่วงระดับคะแนนที่แทนความสามารถและกลุ่มในแต่ละภาคหรือไม่ โดยใช้สถิติไคสแควร์ (Likelihood Ratio Chi-Square) เป็นตัวทดสอบความเหมาะสมกับโมเดล โดยมีโมเดลที่สนใจ 2 โมเดล แต่ละโมเดลมีสมมติฐานแตกต่างกันดังนี้

(3.1) โมเดลไม่สมบูรณ์ (Unsaturated Model) ซึ่งไม่มีพารามิเตอร์ของผลร่วม (Interaction Effect) ระหว่างช่วงระดับคะแนนกับกลุ่ม สมการโมเดล คือ

$$\ln (F_{ij1} / F_{ij2}) = \mu + \alpha_i + \beta_j \quad (1)$$

โดย $\ln (F_{ij1} / F_{ij2})$ เป็นลอกธรรมชาติของสัดส่วนการตอบถูกและผิด

μ เป็น Over All Item Difficulty Parameter

α_i เป็น Main Score Category Effect สำหรับข้อที่ i

β_j เป็น Main Group Effect สำหรับกลุ่มที่ j

$\alpha\beta_{ij}$ เป็น Score Category X Group Interaction Effect

โดยมีสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \text{All } (\lambda\beta)_{ij} = 0$$

$$H_1 : H_0 \text{ is false}$$

(3.2) โมเดลไม่สมบูรณ์ที่ไม่มีพารามิเตอร์ของผลหลักที่เกิดจากกลุ่ม คือ

$$\ln (F_{ij1} / F_{ij2}) = \mu + \lambda_i \qquad (2)$$

โดยมีสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \text{All } (\beta)_j = 0$$

$$H_1 : H_0 \text{ is false}$$

ทั้ง 2 โมเดลจะทดสอบโดยใช้สถิติ Likelihood Chi-Square ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 มีชั้นแห่งความอิสระเป็น $(I-1)(J-1)(K-1)$ คือ 2 สำหรับโมเดล (1) และชั้นแห่งความอิสระเป็น $I(J-1)(K-1)$ คือ 3 สำหรับโมเดลที่ (2)

สถิติที่ใช้ตัดสินความเหมาะสมกับโมเดล มีดังนี้

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{i} \sum_{j=1}^{j} \sum_{k=1}^{k} (F_{ijk} - \hat{F}_{ijk})^2 / \hat{F}_{ijk}$$

และ

$$G^2 = 2 \sum_{i=1}^{i} \sum_{j=1}^{j} \sum_{k=1}^{k} F_{ijk} \ln (F_{ijk} / \hat{F}_{ijk})$$

โดยที่ χ^2 คือ Pearson's Chi-Square

G^2 คือ Likelihood Ratio Chi-Square

สถิติทั้ง 2 ตัว มีชั้นแห่งความอิสระเป็น $(I-1)(J-1)(K-1)$ สำหรับโมเดลที่ (1)

และ $I(J-1)(K-1)$ สำหรับโมเดลที่ (2)

F_{ijk} เป็น ความถี่ที่สังเกตได้

$\hat{F}_{ijk}$ เป็น ความถี่ของการคาดหวัง คำนวณจากสูตร

$$\hat{F}_{ijk} = (\sum_{j=1}^{j} F_{ijk})(\sum_{k=1}^{k} F_{ijk}) / (\sum_{j=1}^{j} \sum_{k=1}^{k} F_{ijk})$$

4. สรุปผลการวิเคราะห์โดยเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินความลำเอียง ตัดสินจากความมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนี้

(4.1) ถ้าในโมเดลที่ (1) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือจะต้องมีผลร่วมระหว่างช่วงระดับคะแนนกับกลุ่มที่ต่างกัน 2 กลุ่ม มาร่วมอธิบายข้อมูลด้วย ข้อกระทงนั้นจะมีความลำเอียงที่เรียกว่า ความลำเอียงที่ไม่เป็นรูปแบบเดียวกัน Non Uniform Bias)

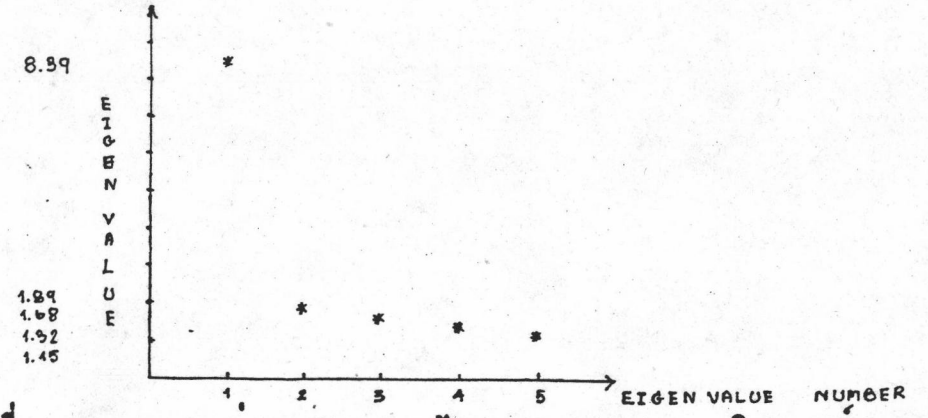
(4.2) ถ้าโมเดลที่ (1) และ (2) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แต่ความแตกต่างในการที่โมเดลที่ (1) และ (2) เหมาะสมกับข้อมูล มีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อกระทงนั้นจะมีความลำเอียงซึ่งเรียกว่า ความลำเอียงรูปแบบเดียว Uniform Bias)

(4.3) ถ้าโมเดลที่ (2) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความแตกต่างระหว่างโมเดลที่ (1) และ (2) ที่เหมาะสมกับข้อมูล ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อกระทงนั้นจะไม่ลำเอียง

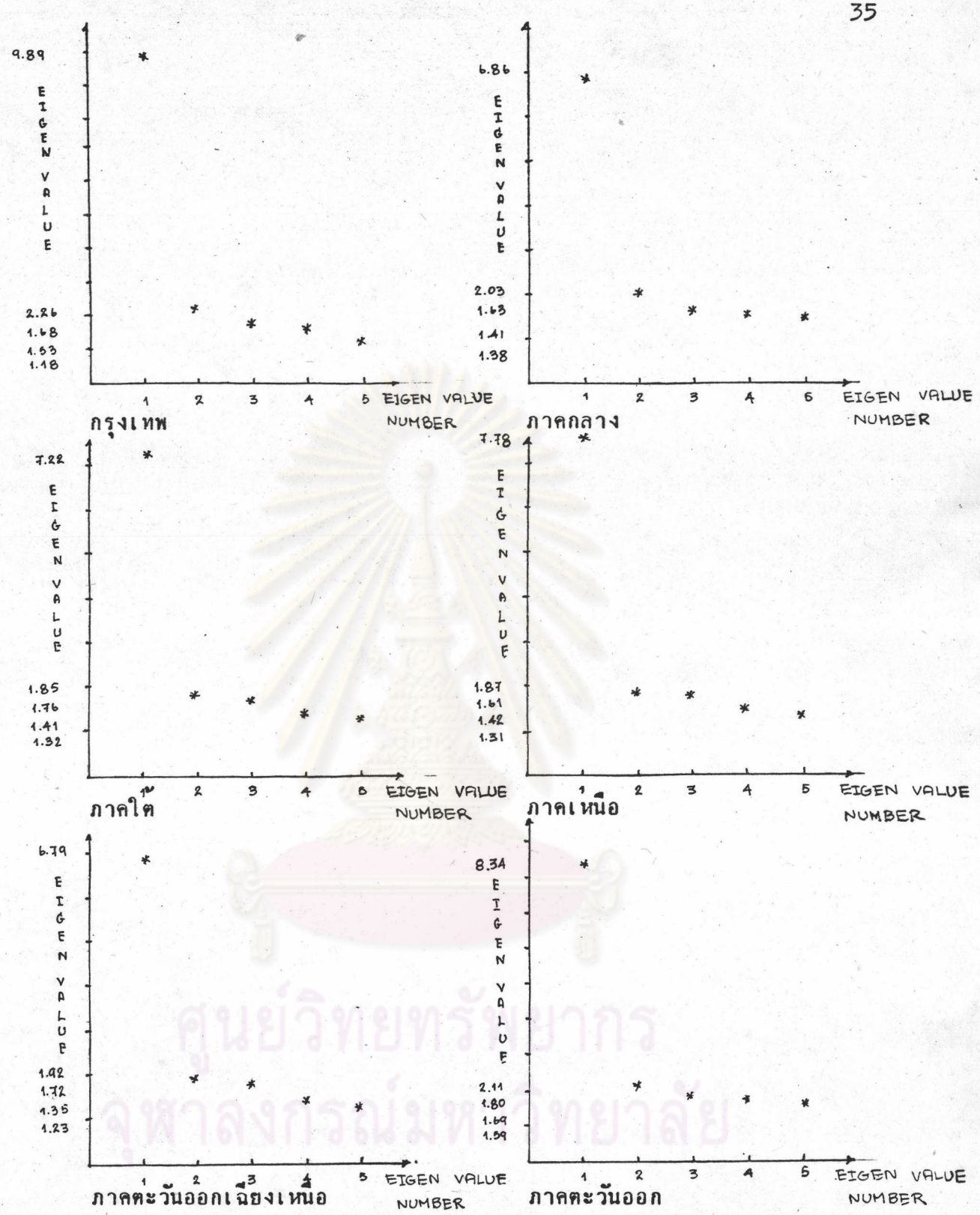
3.3 <u>วิธีการตอบสนองข้อกระทง 3 พารามิเตอร์</u>

1. แยกกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นว่าแบบทดสอบจะต้องวัดในมิติเดียว (Unidimensional) โดยหาค่า eigen ของค่า eigen ตัวแรกเทียบกับในตัวที่ 2,3 และในงานวิจัยนี้ยอมรับโมเดลโลจิสติกในการแสดงความสัมพันธ์ของค่าความสามารถและโอกาสในการตอบถูก

ผลการตรวจสอบความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบอย่างคร่าว ๆ โดยการหาค่า eigen ในทุก ๆ ภาค ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพแสดงค่า eigen 5ตัวแรกของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด



รูปที่ 1 : ภาพแสดงค่าความยาก eigen 5 ตัวแรกของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ในทุก ๆ ภาค จะเห็นว่าค่า eigen ตัวแรกมีค่าสูงเมื่อเทียบกับตัวที่ 2, 3, 4 มาก ดังนั้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีมิติเดียว (Lord, 1980:21)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 1029610A

2. นำแต่ละกลุ่มตัวอย่างไปประมาณค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว และค่าความสามารถโดยโปรแกรม LOGIST 5 แยกกันทีละภาคซึ่งทำให้ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) และค่าอำนาจจำแนก (a) ที่คำนวณแยกกันอยู่ในสเกลต่างกัน นำค่าพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัว มาปรับให้มีสเกลเดียวกันโดยการแปลงเชิงเส้นตรง ดังนี้

$$Y = ax + b$$

ค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละภาคจะถูกปรับ(equate) โดยมีค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มกรุงเทพเป็นตัวหลัก

โดยที่ $a^*_{i2} = (1/A)\, a_{i2}$ สำหรับข้อที่ i

$$b^*_{i2} = Ab_{i2} + B$$

* แทนพารามิเตอร์ที่ได้รับการปรับ

$$A = \sigma_{bi1} / \sigma_{bi2}$$

$$B = b_{.1} - Ab_{.2}$$

σ_{bi1} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยากของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวหลัก (base group)

σ_{bi2} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยากของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการการปรับสเกล

$b_{.1}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าความยากของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวหลัก

$b_{.2}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าความยากของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการปรับสเกล

3. คำนวณค่าโอกาสในการตอบถูกจากสมการโลจิสติกของ Birnbaum, Lord และ Novick (1968) โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับจากข้อ 2 จากสูตรต่อไปนี้

$$P_g(\theta_j) = c_g + (1-c_g)\frac{e^{1.7\, a_g (\theta_j - b_g)}}{1+e^{1.7\, a_g (\theta_j - b_g)}}$$

โดย θ_j เป็นค่าความสามารถของผู้สอบคนที่ j

$P_g(\theta_j)$ เป็นค่าโอกาสในการตอบข้อกระทงข้อที่ g ถูก ที่ความสามารถ θ_j

a_g เป็นพารามิเตอร์ค่าอำนาจจำแนกข้อที่ g

b_g เป็นพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อที่ g

c_g เป็นพารามิเตอร์ค่าการเดาของข้อที่ g

4. การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ วิธีการวิเคราะห์ความลำเอียงโดยวิธีนี้มีนิยามเชิงปฏิบัติว่า ข้อกระทงจะไม่ลำเอียงเมื่อผู้สอบที่มีความสามารถเท่ากันจะมีโอกาสในการตอบข้อกระทงถูกเท่ากัน ดังนั้น สมมติฐานทางสถิติของการทดสอบความลำเอียง คือ

$$H_0 : P_1(\theta) - P_2(\theta) = 0$$

$$H_1 : P_1(\theta) - P_2(\theta) \neq 0$$

การจะตรวจสอบว่าที่ทุก ๆ ค่าความสามารถ θ ผู้สอบในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จะมีโอกาสในการตอบถูกเท่ากัน โดยการเปรียบเทียบโค้งลักษณะของข้อกระทงแต่ละข้อสำหรับกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยยอมให้มีความแตกต่างกันบ้าง วิธีการเปรียบเทียบ ICC ของกลุ่มผู้สอบ 2 กลุ่มมีอยู่หลายวิธี ผู้วิจัยใช้ดัชนีที่คำนวณพื้นที่ระหว่าง ICC โดยไม่บอกทิศทางของความลำเอียงซึ่งคำนวณได้จากสูตร (ชัชชัย เผ่าพงษ์, 2526:26)

$$A = \int_S^m P_g(\theta)d\theta$$

$$= c_g\theta \Big|_S^m + \frac{(1-c_g)}{D_{ag}} \ln \left[1+\exp\left\{Da_g(\theta-b_g)\right\}\right] \Big|_S^m$$

โดย A_j คือ พื้นที่ใต้โค้งลักษณะของข้อกระทงของกลุ่มที่ j

S และ m คือ ช่วงของระดับความสามารถ

5. สรุปผลการวิเคราะห์โดยเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพื่อตัดสินความลำเอียง โดยการเปรียบเทียบICC ของกลุ่มที่นำมาวิเคราะห์จากพื้นที่ระหว่างโค้งลักษณะของข้อกระทงซึ่งเสนอโดย Rudner (อ้างถึงใน ชัชชัย เผ่าพงษ์, 2526:19) ว่าควรใช้ค่า 0.40 และ 0.70 เป็นเกณฑ์ที่แสดงว่าข้อกระทงมีความลำเอียงต่ำและสูง ในการพิจารณาความลำเอียงผู้วิจัยได้ใช้ภาพที่เขียนโค้งลักษณะของข้อกระทงของกลุ่มที่ทำการวิเคราะห์ซึ่งเขียนโดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้พัฒนาโปรแกรมคำสั่งจาก ชัชชัย เผ่าพงษ์ อธิบายทิศทางความลำเอียงของข้อกระทง

จำนวนข้อกระทงทั้งหมดในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิควิธีที่ 1 และ 2 จะมีจำนวนทั้งหมด 60 ข้อ ส่วนในวิธีวิเคราะห์ที่ 3 จะมีจำนวนข้อกระทงทั้งหมด 56 ข้อ โดยข้อที่ 26, 41, 42 และ 45 เป็นข้อที่ถูกตัดออกในระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรม LOGIST 5 เนื่องจากมีปัญหา (non-positive definite) หลังจาก

เครื่องคอมพิวเตอร์ได้วิเคราะห์ซ้ำ 16 ครั้งแล้วไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้จึงต้องตัดข้อเหล่านี้ออก นอกจากนี้ ข้อกระทงบางข้อคือข้อ 26 และ 41 มีค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) สูงมากในกลุ่มภาคใต้และกลุ่มในกรุงเทพ ซึ่งจำเป็นต้องตัดออกในการปรับเสกลของค่าพารามิเตอร์ เนื่องจากมีผลต่อค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า b

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย