



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของตัวเลือกลักษณะต่าง ๆ 5 รูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบ อันได้แก่ ตัวเลือกตัด ตัวเลือกเฉียด ตัวเลือกปลายเปิด ตัวเลือกแปลกและตัวเลือกให้เติมที่มีต่อโค้งลักษณะของข้อสอบ (Item Characteristic Curves) ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Functions) ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information Functions) และรูปแบบการตอบสนองข้อสอบ (Response Patterns) ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การพัฒนาแบบสอบ
2. การเลือกผลวิจัย
3. การควบคุมความคลาดเคลื่อน
4. การรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. การรายงานผลการศึกษา

การพัฒนาแบบสอบ

1. แบบสอบที่เลือกมาพัฒนา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ใช้แบบสอบแบบเลือกตอบจำนวน 5 ฉบับ แต่ละฉบับมีตัวเลือกแบบใดแบบหนึ่ง ดังต่อไปนี้ คือ ตัวเลือกตัด ตัวเลือกเฉียด ตัวเลือกปลายเปิด ตัวเลือกแปลกและตัวเลือกให้เติม ซึ่งพัฒนามาจากแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการที่ประดิษฐ์ เรื่องตระกูล (2529) สร้างขึ้นซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงวินิจฉัย ทั้งนี้เนื่องจากแบบสอบดังกล่าวมีกระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบและมีคุณภาพที่ยอมรับได้ ผู้วิจัยขอนำมากล่าวโดยสรุปดังต่อไปนี้

1.1 การสร้างแบบสอบของประดิษฐ์ เรื่องตระกูล

ในกระบวนการสร้างแบบสอบนั้น ประดิษฐ์ เรื่องตระกูล ได้ศึกษารูปแบบ และลักษณะที่สำคัญของแบบสอบวินิจัยพร้อมกับวิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเนื้อหาเรื่องสมการซึ่งสามารถกำหนดเป็นโดเมนย่อยได้จำนวน 6 โดเมนย่อย ในแต่ละโดเมนย่อยแยกเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น 13 จุดประสงค์ ดังรายละเอียดในภาคผนวก ตารางที่ ก1 จากนั้นให้ผู้ชำนาญการสอนช่วยตัดลิ้นหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วสร้างแบบสอบเชิงสำรวจแบบอัตนัยให้ผู้สอบแสดงวิธีทำหรือเติมคำตอบสั้น ๆ จำนวน 120 ข้อ เมื่อรวบรวมคำตอบที่ผิดหรือวิธีทำที่ผิดมาวิเคราะห์ประกอบกับข้อมูลอื่น ๆ แล้วจึงสร้างแบบสอบวินิจัยขึ้นเป็นแบบสอบแบบเลือกตอบประเภท 4 ตัวเลือกจำนวน 60 ข้อ ได้ให้ผู้ชำนาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงวินิจัยตามวิธีของโรวิเนลลีสและแอมเบิลตัน แล้วยังได้หาเกณฑ์ตัดสินความบกพร่องของผู้สอบอีกด้วย

หลังจากนำแบบสอบที่มีข้อสอบจำนวน 60 ข้อนี้ไปทดสอบกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกรุงเทพมหานครจำนวน 1600 คนแล้วประดิษฐ์ เรื่องตระกูล ได้นำข้อมูลมาตรวจสอบคุณสมบัติของการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว เพื่อให้เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิส 5 วิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตามแบบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรแบบไบโนเมียลของ Lovett และความเที่ยงตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจากค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information Functions) อีกทั้งได้ตรวจสอบความตรงร่วมสมัยและความตรงเชิงพยากรณ์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบสอบกับระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ตามลำดับ ส่วนความตรงเชิงทฤษฎีใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบของความสอดคล้องของข้อกระทงที่ถูกจัดเข้าไว้ในองค์ประกอบเดียวกันกับข้อกระทงที่อยู่ในโดเมนย่อยเดียวกัน

1.2 คุณภาพของแบบสอบที่ประดิษฐ์ เรื่องตระกูลสร้างขึ้น

แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงวินิจัยที่ประดิษฐ์ เรื่องตระกูล สร้างขึ้นนี้มีคุณภาพดังนี้

1.2.1. แบบสอบฉบับนี้วัดเพียงคุณลักษณะเดียว ดังจะเห็นได้จากผลการตรวจสอบการวัดเพียงคุณลักษณะเดียวของแบบสอบ ด้วยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ปรากฏว่าได้ตัวประกอบที่มีค่าไอเกน (Eigen Value) เกิน 1.00 อยู่ 15 ตัว

ประกอบ รายละเอียดดังแสดงไว้ในภาคผนวก ตารางที่ ก2 ซึ่งจะเห็นว่า ค่าไอเกน และค่าร้อยละของความแปรปรวนของตัวประกอบตัวที่ 1 มีค่าสูงสุดและสูงกว่าตัวประกอบตัวที่ 2 เป็นอันมาก กล่าวคือค่าไอเกนและค่าร้อยละของความแปรปรวนของตัวประกอบตัวที่ 1 มีค่า 11.40020 และ 19.0 ตามลำดับ ส่วนตัวประกอบตัวที่ 2 มีค่า 2.67222 และ 4.5 ตามลำดับ ขณะที่ค่าไอเกนและค่าร้อยละของความแปรปรวนของตัวประกอบตัวที่ 2 และตัวประกอบตัวต่อ ๆ ไปจนถึงตัวประกอบตัวที่ 15 มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ลักษณะเช่นนี้กล่าวได้ว่าแบบสอบนี้นี้วัดคุณลักษณะสำคัญเพียงคุณลักษณะเดียว

1.2.2. ข้อสอบที่คัดเลือกไว้ในแบบสอบนี้นี้ จำนวน 38 ข้อ จาก 60 ข้อ มีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกล่าวคือมีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก ($a > 0$) ค่าความยากน้อยกว่า 2 ($b < 2$) และค่าการเดาน้อยกว่า .3 ($c < .3$) ที่เหลืออีก 22 ข้อ จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ได้ ดังรายละเอียดในภาคผนวก ตารางที่ ก3

1.2.3. แบบสอบนี้นี้มีความเที่ยงในรูปแบบอิงเกณฑ์สูงมากถึง 0.9126 เมื่อใช้สูตรการหาแบบไบนอมิเยลของ Lovett และเมื่อพิจารณาแต่ละโดเมนย่อยพบว่าค่าความเที่ยงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ว่ามีความเที่ยงแบบอิงเกณฑ์ รายละเอียดดังแสดงไว้ในภาคผนวก ตารางที่ ก4

1.2.4. แบบสอบนี้นี้เหมาะกับผู้สอบที่มีความสามารถระดับปานกลาง เนื่องจากให้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบนี้นี้สูงที่สุดเมื่อ θ อยู่ระหว่าง -1.5 ถึง 1.5 (ประดิษฐ์ เรื่องตระกูล 2529 : 66)

1.2.5. แบบสอบนี้นี้เป็นแบบสอบที่มีความตรง ทั้งความตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) และความตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity)

ความตรงร่วมสมัยแสดงได้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบสอบนี้นี้ที่สอบในภาคเรียนที่สอง กับระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนแรกซึ่งมีค่า 0.578 มีนัยสำคัญที่ระดับ .001 (ประดิษฐ์ เรื่องตระกูล 2529 : 66)

ความตรงเชิงพยากรณ์แสดงได้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบสอบนี้นี้ กับระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่สองซึ่งมีค่า 0.665 มีนัยสำคัญที่ระดับ .001 (ประดิษฐ์ เรื่องตระกูล 2529 : 66)

ความตรงเชิงทฤษฎีเห็นได้จากผลการวิเคราะห์ตัวประกอบ ซึ่งเมื่อเลือกเฉพาะตัวประกอบที่ประกอบด้วยข้อสอบอย่างน้อย 3 ข้อ แต่ละข้อมีค่าน้ำหนักตัวประกอบ (Loading Factor) ตั้งแต่ .5 ขึ้นไป ได้ผลดังแสดงไว้ในภาคผนวก ตารางที่ ก5 ซึ่งจะเห็นว่า ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 1 ที่มีข้อสอบอยู่ 5 ข้อ ถูกจัดไว้ในตัวประกอบเดียวกันทั้ง 5 ข้อ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 2 มีอยู่ 12 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในตัวประกอบเดียวกัน 3 ข้อ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 3 มี 12 ข้อถูกจัดเข้าไว้ใน 2 ตัวประกอบ ๆ ละ 3 ข้อ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 4 มี 16 ข้อถูกจัดเข้าไว้ใน 2 ตัวประกอบ ๆ หนึ่ง 6 ข้ออีกตัวประกอบหนึ่ง 5 ข้อ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 5 มี 7 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในตัวประกอบเดียวกัน 6 ข้อ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 6 มี 8 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในตัวประกอบเดียวกัน 5 ข้อ จะเห็นว่าข้อสอบในโดเมนย่อยเดียวกันถูกจัดเข้าไว้ในตัวประกอบเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ จึงกล่าวได้ว่าแบบสอบฉบับนี้มีความตรงเชิงทฤษฎี

เนื่องจากการสร้างแบบสอบของประติษฐ์ เรื่องตระกูล ได้กระทำอย่างเป็นระบบและผลการวิเคราะห์ข้อมูลก็ได้แสดงถึงคุณภาพของแบบสอบซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกแบบสอบฉบับนี้มาพัฒนาเป็นแบบสอบ 5 ฉบับเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้อย่างต่อเนื่องต่อไป

2. การพัฒนาแบบสอบเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

2.1 แบบสอบฉบับตัวเลือกตัด หรือ แบบสอบ FORM A

แบบสอบฉบับนี้ใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการ ที่ประติษฐ์ เรื่องตระกูล (2529) สร้างขึ้นโดยผู้วิจัยได้ปรับถ้อยคำในคำถามบางข้อเพื่อความเหมาะสมแต่ยังคงความหมายเดิมไว้ ข้อที่ปรับคือ ข้อ 21, 22, 24 และ 25 ซึ่งปรับจากเท่ากับข้อใด มาเป็น มีค่าเท่าใด เนื่องจากคำตอบเป็นตัวเลขล้วน ๆ

2.2 แบบสอบฉบับตัวเลือกเจียด หรือ แบบสอบ FORM B

แบบสอบฉบับนี้ปรับปรุงจากแบบสอบฉบับตัวเลือกตัด หรือแบบสอบ FORM A โดยปรับตัววงให้ใกล้เคียงกับคำตอบถูกมากที่สุด รายละเอียดการปรับปรุงมีดังนี้

2.2.1 ข้อกระทบเกี่ยวกับประโยคสมการ คือ ข้อ 1 ถึง ข้อ 5 ได้คงคำตอบถูกไว้ตามเดิม ส่วนตัววงนำคำตอบถูกมาเปลี่ยนเครื่องหมาย = ให้เป็นเครื่องหมาย \neq หรือ + หรือ - หรือ > หรือ < ส่วนเครื่องหมายอื่น ๆ อาจคงไว้ หรือเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

2.2.2 ข้อกระทงเกี่ยวกับประโยคสัญลักษณ์ คือ ข้อ 6 ถึง ข้อ 17 ได้ คงคำตอบถูกไว้ตามเดิม ตัวลวงนั้นได้จากการนำคำตอบถูกมาเขียนใหม่ด้วยการใช้เครื่องหมาย +, -, >, < หรือใช้การเขียนในรูปการหาร การคูณ โดยคงจำนวนเลขและตัวแปรตาม โจทย์ไว้

2.2.3 ข้อกระทงเกี่ยวกับการหาค่านิพจน์ คือ ข้อ 18 ถึง ข้อ 29 ได้ คงคำตอบถูกและตัวลวงที่มีค่าใกล้เคียงกับคำตอบถูกมากที่สุดไว้ ตัวลวงอีก 2 ตัวเป็นตัวเลขที่มี ค่าอยู่ระหว่างตัวเลือก 2 ตัวที่คงไว้นี้ เมื่อเรียงตัวเลือกตามลำดับ จากค่ามากไปหาน้อย หรือ น้อยไปหามากแล้ว ค่าความแตกต่างระหว่างตัวเลือกที่อยู่ติดกันได้พยายามให้เท่ากันหรือใกล้เคียง กันมากที่สุด

2.2.4 ข้อกระทงเกี่ยวกับการแก้สมการ คือ ข้อ 30 ถึง ข้อ 45 ได้ใช้ วิธีการเช่นเดียวกับ 2.2.3

2.2.5 ข้อกระทงเกี่ยวกับการตรวจคำตอบ คือ ข้อ 46 ถึง ข้อ 52 ได้ คงคำตอบถูกไว้ ตัวลวงใช้สมการจากคำตอบถูกและใช้ค่าตัวแปรตามตัวเลือกเดิม

2.2.6 ข้อกระทงเกี่ยวกับโจทย์สมการคือ ข้อ 53 ถึง ข้อ 60 ได้ใช้วิธีการเช่นเดียวกับ 2.2.3

2.3 แบบสอบฉบับตัวเลือกปลายเปิด หรือ แบบสอบ FORM C

แบบสอบฉบับนี้ปรับจากแบบสอบฉบับตัวเลือกค้ำหรือแบบสอบ FORM A ด้วยการสุมตัวเลือกมาข้อละ 1 ตัวเลือกเพื่อเปลี่ยนเป็นตัวเลือกปลายเปิด **ไม่มีข้อใดถูก** โดยให้ได้ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง จากแบบสอบเดิมตัวเลือกละ 15 ข้อ จะนำตัวเลือกที่สุมมาเปลี่ยนนี้ทั้ง คำตอบถูกและตัวลวงจึงมีข้อที่ตัวเลือกปลายเปิดเป็นคำตอบถูกจำนวน 15 ข้อ หลังจากเปลี่ยนเป็นตัวเลือกปลายเปิดแล้วจัดเรียงตัวเลือกเสียใหม่ให้ตัวเลือกปลายเปิดน้อยอยู่ในลำดับสุดท้าย

2.4 แบบสอบฉบับตัวเลือกแปลก หรือ แบบสอบ FORM D

แบบสอบฉบับนี้ปรับจากแบบสอบตัวเลือกค้ำหรือแบบสอบ FORM A ด้วยการปรับตัวเลือกที่สุมได้ใน 2.3 มาเป็นตัวเลือกที่เขียนโดยใช้สัญลักษณ์ หรือข้อความที่นักเรียนไม่คุ้นเคยนัก ได้แก่ การเขียนโดยใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ \log การเขียนในรูปการยกกำลัง หรือ ใน

รูปปรากฏกำลังต่าง ๆ การใช้ข้อความที่ไม่ค่อยใช้กันนักในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น **มีได้หลายค่า** **ไม่สามารถหาค่าได้** **ไม่มีคำตอบที่ต้องการ** **มีคำตอบมากกว่า 1 ข้อ** **ตัวเลือกที่ปรับมีทั้งคำตอบถูกและตัวลวง** จึงมีข้อที่ตัวเลือกแปลกเป็นคำตอบถูกจำนวน 15 ข้อ

แบบสอบฉบับนี้เมื่อปรับตัวเลือกเสร็จแล้ว ได้นำไปให้ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 11 คนจากโรงเรียนที่ใช้นักเรียนเป็นผลวิจัยตามรายชื่อในภาคผนวก ข ทำการตรวจสอบว่าตัวเลือกที่ปรับให้แปลกไปให้นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน หรือ ไม่คุ้นเคยจริง ๆ

2.5 แบบสอบฉบับตัวเลือกให้เติม หรือ แบบสอบ FORM E

แบบสอบฉบับนี้ปรับจากแบบสอบฉบับตัวเลือกปลายเปิดหรือแบบสอบFORM C ด้วยการเปลี่ยนตัวเลือกปลายเปิด **ไม่มีข้อใดถูก** มาเป็นตัวเลือกชนิดให้เติม คือ **คำตอบที่ถูกต้องคือ.....** **ตัวเลือกนี้ทั้งที่เป็นตัวลวงและคำตอบที่ถูกต้อง** กรณีที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง ผู้ที่เลือกตัวเลือกนี้จะต้องเติมคำตอบได้ถูกต้องจริง ๆ จึงจะนับว่าตอบถูก

3. การทดลองใช้แบบสอบ

เมื่อปรับปรุงแบบสอบทั้ง 5 ฉบับเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้จัดพิมพ์และนำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนฤๅติพิทยาสรรพ์ เพื่อตรวจสอบการสื่อความหมายของถ้อยคำภาษาที่ใช้และเพื่อประมาณระยะเวลาที่ใช้ในการตอบแบบสอบแต่ละฉบับ รวมทั้งให้ทราบข้อบกพร่องหรือปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในการทดสอบจริงจะได้หาทางแก้ไขเพื่อให้ข้อมูลที่ได้รับความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

ผลการทดลองสอบพบว่า เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตอบแบบสอบ FORM A FORM B FORM C FORM D และ FORM E คือ 64 65 65 64 และ 66 นาที ตามลำดับ และจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ทุกห้องสอบนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบสอบเสร็จในเวลาใกล้เคียงกันคือประมาณ 60 นาที ฉะนั้น เวลาที่กำหนดไว้ 90 นาทีจึงเป็นเวลาที่เพียงพอ

อีกทั้งจากการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนประมาณ 15 คน เมื่อสอบเสร็จในเรื่องถ้อยคำภาษาที่ใช้ ทุกคนตอบว่าเข้าใจทั้งตัวคำถามและตัวเลือก ยกเว้นตัวเลือกแปลกบางตัวเลือกในแบบสอบ FORM D ซึ่งเป็นเจตนาของผู้วิจัย ฉะนั้นจึงไม่มีการปรับถ้อยคำภาษาแต่อย่างใด

อนึ่งกระบวนการในการดำเนินการสอบของการทดลองสอบนี้เหมือนกับการดำเนินการสอบในการทดสอบจริงของขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลทุกประการ

4. ลักษณะและคุณภาพของแบบสอบที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ลักษณะของข้อสอบ

เมื่อนำแบบสอบทั้ง 5 ฉบับไปให้พลวิจัยตอบแล้ว ได้นำผลการตอบมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LOGIST VERSION 2.5 ปรากฏว่าข้อสอบข้อที่ 57 ในแบบสอบฉบับตัวเลือกคักและข้อสอบข้อที่ 28 ในแบบสอบฉบับตัวเลือกเจียดและฉบับตัวเลือกปลายเปิดข้อมูลไม่สอดคล้องกับโมเดลที่ใช้วิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงตัดข้อสอบข้อที่ 28 และ 57 ของแบบสอบทุกฉบับออกจากการวิเคราะห์ ฉะนั้นแบบสอบแต่ละฉบับจึงเหลือข้อสอบอยู่ 58 ข้อ ข้อสอบข้อที่ 28 นั้นอยู่ในโดเมนย่อยที่ 3 ซึ่งมีข้อสอบอยู่ 12 ข้อ ส่วนข้อสอบข้อที่ 58 อยู่ในโดเมนย่อยที่ 6 ซึ่งมีข้อสอบอยู่ 8 ข้อ เมื่อตัดข้อสอบออกไปโดเมนย่อยละ 1 ข้อ จึงกระทบกระเทือนต่อความครอบคลุมของเนื้อหาน้อย

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ตารางที่ ก6 โดยภาพรวมพบว่า ข้อสอบในแบบสอบทุกฉบับมีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวกทั้งสิ้นและมีค่าตั้งแต่ 0.1 ขึ้นไปจนถึง 2.0 ค่าความยากและค่าการเดาส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ หากใช้เกณฑ์เดียวกับประดิษฐ์ เรื่องตระกูล (2529 : 51) ในการพิจารณาว่าข้อสอบที่เหมาะสมควรมีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก ($a > 0$) ค่าความยากน้อยกว่า 2 ($b < 2$) และค่าการเดาน้อยกว่า .3 ($c < .3$) แล้ว ร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนข้อสอบในแบบสอบแต่ละฉบับอยู่ในเกณฑ์ดี และมีจำนวนมากกว่าในแบบสอบฉบับเดิมของประดิษฐ์ เรื่องตระกูล รายละเอียดแสดงในตารางที่ 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 พิสัยของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและจำนวนข้อสอบที่ค่าพารามิเตอร์ตามเกณฑ์ที่กำหนด

แบบสอบ	พิสัยของค่าพารามิเตอร์			จำนวนข้อ		
	a	b	c	ดี	พอใช้ได้	รวม
ฉบับเต็ม	(.074)-(2.00)	(-3.753)-(1.904)	(.000)-(.500)	38	22	60
FORM A	(.105)-(2.00)	(-1.631)-(7.730)	(.057)-(.448)	50	8	58
FORM B	(.156)-(2.00)	(-1.429)-(2.585)	(.078)-(.430)	43	15	58
FORM C	(.121)-(2.00)	(-1.734)-(2.142)	(.068)-(.488)	53	5	58
FORM D	(.246)-(2.00)	(-2.664)-(2.529)	(.017)-(.368)	47	11	58
FORM E	(.107)-(2.00)	(-1.669)-(4.960)	(.000)-(.369)	49	9	58

4.2 ลักษณะของคะแนนสอบ

เมื่อพิจารณาคะแนนสอบของพลวิชัยจากค่าสถิติพื้นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่า คะแนนสอบจากแบบสอบทั้ง 5 ฉบับมีคะแนนต่ำสุดและคะแนนสูงสุดใกล้เคียงกัน กล่าวคือ คะแนนต่ำสุดอยู่ในช่วง 6 - 10 คะแนน คะแนนสูงสุดอยู่ในช่วง 54 - 56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 58 คะแนน คะแนนเฉลี่ย (Mean) อยู่ในช่วง 23 - 31 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบฉบับตัวเลือกเฉลี่ยมีค่าสูงสุดคือ 31.9 คะแนนและคะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบฉบับตัวเลือกให้เต็มมีค่าต่ำสุดคือ 23.8 คะแนน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดอยู่ในช่วง 0.5 - 0.6 คะแนน โดยคะแนนจากแบบสอบฉบับตัวเลือกเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดสูงสุดคือ 0.6 ส่วนคะแนนจากแบบสอบฉบับตัวเลือกให้เต็มมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดต่ำสุดคือ 0.5 คะแนนสอบจากแบบสอบทั้ง 5 ฉบับมีค่าความเที่ยงชนิดความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) สูงมากคือตั้งแต่ 0.89 ขึ้นไป

ตารางที่ 9 ค่าสถิติแสดงลักษณะของคะแนนสอบจากแบบสอบ 5 ฉบับ

ค่าสถิติ	FORM A	FORM B	FORM C	FORM D	FORM E
RANGE	46	48	48	45	49
MINIMUM	10	8	8	9	6
MAXIMUM	56	56	56	54	55
MEAN	29.390	31.987	27.230	26.858	23.812
MEDIAN	26.000	30.000	24.000	25.000	21.000
MODE	26.000	24.000	22.000	17.000	21.000
SD	11.814	11.995	11.083	10.705	9.929
SE	0.585	0.603	0.560	0.543	0.508
ALPHA	0.918	0.982	0.906	0.902	0.891

4.3 ความเป็นมิติเดียวของแบบสอบ

เมื่อนำผลการตอบแบบสอบทั้ง 5 ฉบับมาตรวจสอบความเป็นมิติเดียวของแบบสอบโดยการสกัดตัวประกอบด้วยวิธีตัวประกอบสำคัญ (Principle Component Analysis) และหมุนแกนโดยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax) ปรากฏว่าแบบสอบฉบับตัวเลือกตัดมีตัวประกอบที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 17 ตัวประกอบ แบบสอบฉบับตัวเลือกเจ็ดและฉบับตัวเลือกปลายเปิดมี 18 ตัวประกอบ แบบสอบฉบับตัวเลือกแปลกและฉบับตัวเลือกให้เติมมี 19 ตัวประกอบ นอกจากนี้ยังปรากฏว่าแบบสอบทุกฉบับตัวประกอบตัวแรกมีค่าไอเกนและค่าร้อยละของความแปรปรวนสูงกว่าตัวประกอบตัวที่สองมาก ส่วนตัวประกอบตัวที่สองและตัวต่อ ๆ ไปนั้นค่าต่างกันไม่มากนัก จึงถือได้ว่าข้อสอบในแบบสอบแต่ละฉบับนั้นร่วมกันวัดคุณลักษณะที่สำคัญลักษณะเดียว รายละเอียดโปรดดูภาคผนวก ตารางที่ ก7 - ก11

4.4 ความตรงของแบบสอบ

4.4.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

แบบสอบทั้ง 5 ฉบับที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้คำถามเดียวกันกับแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงวินิจัยของประดิษฐ์ เรื่องตระกูล ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหามาแล้ว ฉะนั้น แบบสอบทั้ง 5 ฉบับนี้จึงมีความตรงเชิงเนื้อหาตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่องสมการ ด้วย

4.4.2 ความตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity)

ความตรงเชิงทฤษฎีของแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ พิจารณาจากผลการวิเคราะห์ตัวประกอบว่า ข้อสอบในโดเมนย่อยเดียวกันเมื่อวิเคราะห์ตัวประกอบแล้วจัดอยู่ในตัวประกอบเดียวกันหรือไม่ โครงสร้างของแบบสอบทั้ง 5 ฉบับนี้เหมือนกัน กล่าวคือประกอบด้วย 6 โดเมนย่อย โดเมนย่อยที่ 1 วัด 1 จุดประสงค์ มีข้อสอบ 5 ข้อ โดเมนย่อยที่ 2 วัด 4 จุดประสงค์มีข้อสอบ 12 ข้อ โดเมนย่อยที่ 3 วัด 4 จุดประสงค์มีข้อสอบ 11 ข้อ โดเมนย่อยที่ 4 วัด 2 จุดประสงค์ มีข้อสอบ 16 ข้อ โดเมนย่อยที่ 5 วัด 1 จุดประสงค์ มีข้อสอบ 7 ข้อ และ โดเมนย่อยที่ 6 วัด 1 จุดประสงค์มีข้อสอบ 7 ข้อ

ในการพิจารณาผลการวิเคราะห์ตัวประกอบผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ไว้ ดังนี้คือประการแรก ตัวประกอบนั้นต้องประกอบด้วยข้อสอบตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป ประการที่ 2 ข้อสอบที่จัดเข้าไว้ในตัวประกอบใดต้องมีค่าน้ำหนักตัวประกอบตั้งแต่ .4 ขึ้นไป (หรือ -.4 ลงไป) ตามที่ ลินด์แมน(Lindeman and others 1980 : 273) เสนอแนะว่าเป็นค่าที่มีความหมายต่อการนิยามตัวประกอบ ผลการพิจารณาแสดงไว้ในภาคผนวก ตารางที่ ก12 - ก16 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

แบบสอบฉบับตัวเลือกตก ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 1 ซึ่งมีอยู่ 5 ข้อถูกจัดเข้าไว้ใน 2 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 2 จำนวน 10 ข้อจาก 12 ข้อ ถูกจัดเข้าไว้ใน 4 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 3 จำนวน 8 ข้อจาก 11 ข้อ ถูกจัดเข้าไว้ใน 3 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 4 จำนวน 11 ข้อจาก 16 ข้อ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 6 จำนวน 5 ข้อจาก 7 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในโดเมนย่อยละ 2 ตัวประกอบ ส่วนข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 5 ทั้ง 7 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในตัวประกอบเดียวกัน

แบบสอบฉบับตัวเลือกเจ็ด ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 1 ทั้ง 5 ข้อ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 5 จำนวน 6 ข้อจาก 7 ข้อ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 6 จำนวน 2 ข้อ จาก 7 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในโดเมนย่อยละ 1 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 2 จำนวน 10 ข้อ จาก 12 ข้อถูกจัดเข้าไว้ใน 4 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 3 จำนวน 5 ข้อจาก 11 ข้อ ถูกจัดไว้ใน 2 ตัวประกอบ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 4 จำนวน 13 ข้อจาก 16 ข้อถูกจัดเข้าไว้ใน 3 ตัวประกอบ

แบบสอบฉบับตัวเลือกปลายเปิด ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 1 ทั้ง 5 ข้อ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 6 จำนวน 4 ข้อจาก 7 ข้อ ถูกจัดเข้าไว้ในโดเมนย่อยละ 2 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 2 จำนวน 8 ข้อจาก 12 ข้อ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 3 จำนวน 9 ข้อจาก 11 ข้อ ถูกจัดเข้าไว้ในโดเมนย่อยละ 4 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 4 จำนวน 12 ข้อจาก 16 ข้อถูกจัดเข้าไว้ใน 3 ตัวประกอบ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 5 จำนวน 6 ข้อจาก 7 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในตัวประกอบเดียวกัน

แบบสอบฉบับตัวเลือกแปด ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 1 ทั้ง 5 ข้อ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 5 ทั้ง 7 ข้อ ถูกจัดเข้าไว้ในโดเมนย่อยละ 1 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 2 จำนวน 7 ข้อจาก 12 ข้อ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 3 จำนวน 6 ข้อจาก 11 ข้อ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 4 จำนวน 13 ข้อ จาก 16 ข้อ ถูกจัดเข้าไว้ในโดเมนย่อยละ 3 ตัวประกอบ ส่วนข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 6 จำนวน 4 ข้อจาก 7 ข้อถูกจัดเข้าไว้ใน 2 ตัวประกอบ

แบบสอบฉบับตัวเลือกให้เติม ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 1 จำนวน 4 ข้อจาก 5 ข้อ โดเมนย่อยที่ 3 จำนวน 5 ข้อจาก 11 ข้อ โดเมนย่อยที่ 4 จำนวน 12 ข้อ จาก 16 ข้อ และโดเมนย่อยที่ 5 จำนวน 7 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในโดเมนย่อยละ 2 ตัวประกอบ ข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 2 จำนวน 8 ข้อจาก 12 ข้อถูกจัดเข้าไว้ใน 3 ตัวประกอบ และข้อสอบในโดเมนย่อยที่ 6 จำนวน 2 ข้อจาก 7 ข้อถูกจัดเข้าไว้ในตัวประกอบเดียว

จะเห็นว่า ข้อสอบในแต่ละโดเมนย่อยของแบบสอบทั้ง 5 ฉบับนี้ ส่วนใหญ่ถูกจัดเข้าไว้ในตัวประกอบเดียวกัน ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า แบบสอบทั้ง 5 ฉบับนี้มีความตรงเชิงทฤษฎี

การเลือกผลวิจัย

ผลวิจัยในการศึกษาคั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดนครราชสีมา โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ทดลองสอบและกลุ่มที่ทดสอบจริง เพื่อนำผลการสอบไปวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาคั้งนี้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนผลวิจัยที่ตอบแบบสอบถามแต่ละฉบับ จำแนกตามโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					รวม
	FORM A	FORM B	FORM C	FORM D	FORM E	
กลุ่มทดลองสอบ						
1. กุดจิกวิทยา	36	36	35	33	33	173
กลุ่มทดสอบจริง						
1. บุญวัฒนา	98	98	98	97	95	486
2. สุรธรรมพิทักษ์	124	120	119	119	117	599
3. ปีกธงชัยประชานิรมิต	58	55	54	53	54	274
4. สู่เนิน	66	65	63	62	59	315
5. ขามทะเลสอวิทยา	62	58	57	57	57	291
รวม	408	396	391	388	382	1965
รวมทั้งสิ้น	444	432	426	421	415	2138

ในการเลือกโรงเรียนนั้น ผู้วิจัยได้เลือกโรงเรียนที่เป็นโรงเรียนสหศึกษาทั้งหมดและกลุ่มทดสอบจริงนั้นเป็นโรงเรียนในเขตเมืองทั้งสิ้น กล่าวคือ เป็นโรงเรียนในตัวจังหวัด 2 โรงเรียนและโรงเรียนในตัวอำเภอ 3 โรงเรียน

การควบคุมความคลาดเคลื่อน

เนื่องจากการศึกษาผลของรูปแบบตัวเลือกว่าต่างกันในครั้งนี้ แบบสอบฉบับตัวเลือกเขียนตัวเลือกปลายเปิด ตัวเลือกแปลก และตัวเลือกให้เติมนั้นดัดแปลงไปจากแบบสอบฉบับตัวเลือกด้วยการเปลี่ยนแปลงนี้อาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ แหล่งของความคลาดเคลื่อนนี้ได้แก่ ตัวคำถามของแบบสอบแต่ละฉบับ ความคุ้นเคยกับลักษณะของแบบสอบ การรับรู้ผลกระทบของการสอบ และเวลาที่ใช้ในการตอบแบบสอบ ผู้วิจัยควบคุมความคลาดเคลื่อนจากแหล่งดังกล่าวดังต่อไปนี้

1. ตัวคำถามของแบบสอบทุกฉบับเหมือนกันข้อต่อข้อ

2. ความคุ้นเคยกับลักษณะของแบบสอบ เนื่องจากแบบสอบฉบับตัวเลือกให้เติมนั้นนักเรียนยังไม่คุ้นเคยนักอาจก่อให้เกิดความวิตกกังวลในการตอบหรือตอบไม่ถูกวิธี ผู้วิจัยจึงควบคุมโดยการเขียนคำชี้แจงสำหรับแบบสอบแต่ละฉบับไว้ที่หน้าแรกของแบบสอบและให้ผู้ดำเนินการสอบย้ำให้นักเรียนเข้าใจอย่างถูกต้องอีกชั้นหนึ่ง

3. การรับรู้ผลกระทบของการสอบ จากงานวิจัยของบุญมี พันธุ์ไทย (2531) พบว่าการรับรู้ผลกระทบของการสอบมีผลต่อความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดที่คำนวณจากผลการตอบแบบสอบของนักเรียนที่รับรู้ผลกระทบของการสอบ เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินผลการเรียน มีค่าน้อยกว่าที่คำนวณจากผลการตอบของนักเรียนที่รับรู้ผลกระทบของการสอบเพื่อการวิจัย ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงควบคุมความคลาดเคลื่อนจากการรับรู้ผลกระทบของการสอบ โดยขอให้ฝ่ายวิชาการของโรงเรียนแจ้งนักเรียนว่า เป็นการสอบเพื่อประเมินคุณภาพของโรงเรียน และเป็นการสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อจัดนักเรียนเข้าแผนการเรียนด้วย

4. เวลาที่ใช้ในการตอบแบบสอบ เนื่องจากแบบสอบฉบับตัวเลือกให้เติมนั้นผู้สอบจะต้องเติมคำตอบที่ตนคิดได้ลงไปด้วย ในกรณีที่เลือกตัวเลือก ง คำตอบที่ถูกต้องคือ ขณะที่แบบสอบอีก 4 ฉบับผู้สอบเพียงแต่เขียน X ตัวเลือกที่ตนเลือกเท่านั้น ฉะนั้นแบบสอบฉบับตัวเลือกให้เติมจึงอาจจะใช้เวลาในการตอบมากกว่าเล็กน้อย หากเวลาไม่เพียงพอผู้สอบตอบไม่เสร็จผลการวัดที่ได้ก็จะไม่สมบูรณ์ ผู้วิจัยควบคุมความคลาดเคลื่อนจากแหล่งนี้โดยการนำแบบสอบทั้ง 5 ฉบับไปทดลองสอบก่อนเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการตอบแบบสอบสำหรับการทดสอบจริง

การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน คือ การเตรียมการและการดำเนินการสอบ

1. การเตรียมการ ดำเนินการดังนี้

1.1 นัดหมายวันเวลาที่ดำเนินการสอบ โดยกำหนดในช่วงก่อนสอบปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาเรื่องสมการนี้ตามหลักสูตรจัดให้เรียนในภาคเรียนที่ 2

1.2 จัดเตรียมแบบสอบและกระดาษคำตอบสำหรับห้องสอบแต่ละห้อง โดยแบบสอบแต่ละชุดได้แนบกระดาษคำตอบสำหรับแบบสอบนั้นไว้ด้วยแล้ว เรียงลำดับแบบสอบจาก FORM A FORM B FORM C FORM D จนถึง FORM E แล้ววนมาที่ FORM A ใหม่ เรียงไปเช่นนี้จนครบตามจำนวนผู้สอบในห้องนั้นและจัดสำรองไว้อีกฉบับละ 2 ชุด นอกจากนี้แบบสอบแต่ละชุดมีหมายเลขกำกับไว้เพื่อการตรวจสอบอีกด้วย

1.3 ประชุมชี้แจงผู้ดำเนินการสอบก่อนทำการสอบเพื่อให้การดำเนินการสอบเป็นไปอย่างถูกต้องและเป็นแนวเดียวกัน การที่ผู้วิจัยไม่ดำเนินการสอบเองก็เพราะต้องการให้สภาพการณ์การสอบครั้งนี้เหมือนกับการสอบปกติของโรงเรียนเอง เพื่อให้นักเรียนตอบข้อสอบอย่างเต็มความสามารถ โดยทางฝ่ายวิชาการของโรงเรียนให้แจ้งนักเรียนว่าเป็นการสอบเพื่อประเมินคุณภาพของโรงเรียน และเป็นการสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเป็นข้อมูลในการจัดนักเรียนเข้าแผนการเรียน ในการทดสอบจริงมี 3 โรงเรียนที่จัดเวลาสอบไว้ในตารางสอบปลายภาคของโรงเรียน

2. การดำเนินการสอบ ดำเนินการดังนี้

2.1 ให้พลวิทยทุกคนในโรงเรียนเดียวกันได้รับการสอบในเวลาเดียวกัน

2.2 ผู้ดำเนินการสอบแจกแบบสอบพร้อมกระดาษคำตอบ โดยแจกตามลำดับที่ผู้วิจัยจัดไว้ไล่ตามแถวที่นั่งของผู้สอบตั้งแต่คนแรกจนถึงคนสุดท้าย ฉะนั้นในแต่ละห้องสอบจึงมีผู้สอบ 5 กลุ่มตามจำนวนแบบสอบ 5 ฉบับ แต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกันเพียง 1 เท่านั้น

2.3 หลังจากผู้สอบเขียนชื่อ-สกุลลงในกระดาษคำตอบแล้ว ผู้ดำเนินการสอบอ่านคำสั่งให้ผู้สอบฟังและอ่านตามในใจแล้วให้ชุกถามถ้ามีข้อสงสัย ต่อจากนั้นจึงให้ลงมือตอบพร้อมกับเริ่มจับเวลา

2.4 เมื่อตอบเสร็จแล้วให้ผู้สอบส่งกระดาษคำตอบพร้อมแบบสอบคืนให้ผู้ดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอบจดเวลาที่ผู้ตอบแบบสอบแต่ละฉบับทำเสร็จเป็นคนแรกและคนสุดท้าย เพื่อใช้ในการประมาณหรือตรวจสอบเวลาสอบที่เหมาะสม แล้วรวบรวมกระดาษคำตอบและแบบสอบคืนผู้วิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 เตรียมโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยศึกษาการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LOGIST และเขียนโปรแกรมสำหรับคำนวณค่าสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของข้อสอบและแบบสอบ ค่าดัชนีความเหมาะสมของรูปแบบการตอบสนองข้อสอบด้วยภาษา FORTRAN

1.2 นำกระดาษคำตอบของผลวิจัยมาลงรหัสข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบโค้งลักษณะของข้อสอบ

2.1 ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ อำนาจจำแนก(a) ความยาก(b) และการเดา(c) พร้อมทั้งประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LOGIST5 Version 2.5

2.2 คำนวณค่าฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบสำหรับข้อสอบทุกข้อที่ระดับความสามารถต่าง ๆ จำนวน 33 ระดับ คือ -4.00 -3.75 -3.50 -3.25 -3.00 -2.75 -2.50 -2.25 -2.00 -1.75 -1.50 -1.25 -1.00 -0.75 -0.50 -0.25 0.00 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 1.75 2.00 2.25 2.50 2.75 3.00 3.25 3.50 3.75 4.00 โดยใช้สูตรต่อไปนี้

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

(Hambleton and Swaminathan 1985 : 49)

เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

a_i คือ พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i

b_i คือ พารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ i

- c_i คือ พารามิเตอร์การเดาของข้อสอบข้อที่ i
 D คือ Scaling Factor มีค่าเท่ากับ 1.7
 e คือ ค่าคงที่เท่ากับ 2.71828

2.3 เปรียบเทียบค่าฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบหรือโค้งลักษณะของข้อสอบระหว่างข้อสอบในแบบสอบฉบับตัวเลือกติดกับแบบสอบฉบับตัวเลือกเจียด แบบสอบฉบับตัวเลือกปลายเปิด แบบสอบฉบับตัวเลือกแปลก และแบบสอบฉบับตัวเลือกให้เติมข้อต่อข้อ เป็นการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ว่า

$$\begin{vmatrix} \hat{b}_{1A} - \hat{b}_{1B} \\ \hat{a}_{1A} - \hat{a}_{1B} \end{vmatrix} = 0$$

โดยใช้สถิติทดสอบ Chi-square ที่ Lord (1980 : 191, 223) เสนอ ดังนี้

$$\chi^2 = V_1' \Sigma_1^{-1} V_1$$

เมื่อ V_1' คือ เวกเตอร์ $\{\hat{b}_{1A} - \hat{b}_{1B}, \hat{a}_{1A} - \hat{a}_{1B}\}$ ซึ่งเป็นเวกเตอร์ความแตกต่างของพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ของข้อที่ i จากแบบสอบฉบับตัวเลือกติด (A) กับแบบสอบอีกฉบับหนึ่งที่นำมาเปรียบเทียบ (B)

และ Σ_1^{-1} เป็นอินเวอร์สของ Asymptotic Variance-covariance matrix ของ $\hat{b}_{1A} - \hat{b}_{1B}$ และ $\hat{a}_{1A} - \hat{a}_{1B}$

เนื่องจาก \hat{a}_{1A} และ \hat{b}_{1A} เป็นอิสระจาก \hat{a}_{1B} และ \hat{b}_{1B}

จะเห็น

$$\Sigma_1 = \Sigma_{1A} + \Sigma_{1B}$$

เมื่อ Σ_{1A} เป็น Sampling Variance-covariance Matrix ของ \hat{a}_{1A} และ \hat{b}_{1A}
 และ Σ_{1B} เป็น Sampling Variance-covariance Matrix ของ \hat{a}_{1B} และ \hat{b}_{1B}

เมตริกซ์ทั้งสองนี้จะได้เป็นตัวประมาณค่าไคลส์สูงสุดซึ่งได้จากสูตร

$$\Sigma_{1A} = I_{1A}^{-1} \quad \text{และ}$$

$$\Sigma_{IB} = I_{IB}^{-1}$$

เมื่อ I_1 คือ 2 X 2 Information Matrix ของ a_1 และ b_1

โดย

$$I_{1A} = \begin{bmatrix} I_{b_1} & I_{a_1 b_1} \\ I_{a_1 b_1} & I_{a_1} \end{bmatrix}$$

$$\text{เมื่อ } I_{b_1} = [Da_1 / (1 - c_1)]^2 \sum_{j=1}^N \{ [P_1(\theta_j) - c_1]^2 [Q_1(\theta_j) / P_1(\theta_j)] \}$$

$$I_{a_1} = [D / (1 - c_1)]^2 \sum_{j=1}^N \{ (\theta_j - b_1)^2 [P_1(\theta_j) - c_1]^2 [Q_1(\theta_j) / P_1(\theta_j)] \}$$

$$I_{a_1 b_1} = -[D^2 a_1 / (1 - c_1)^2] \sum_{j=1}^N \{ (\theta_j - b_1) [P_1(\theta_j) - c_1]^2 [Q_1(\theta_j) / P_1(\theta_j)] \}$$

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ

3.1 คำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบทุกข้อที่ระดับความสามารถของผู้สอบ 33 ระดับด้วยโปรแกรมที่ผู้วิจัยเขียนขึ้น โดยใช้สูตรดังนี้

$$I(\theta, u_i) = [P_i'(\theta)]^2 / P_i(\theta) Q_i(\theta)$$

เมื่อ $I(\theta, u_i)$ คือ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบข้อที่ i

$$P_i'(\theta) = Da_1 Q_i(\theta) [P_i(\theta) - c_1] / (1 - c_1)$$

$$Q_i(\theta) = 1 - P_i(\theta)$$

(Hambleton and Swaminathan 1985 : 105 - 107)

3.2 คำนวณค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของข้อสอบ ระหว่างข้อสอบในแบบสอบฉบับตัวเลือกตรงกับข้อสอบในแบบสอบฉบับตัวเลือกเฉียด ตัวเลือกปลายเปิด ตัวเลือกแปลก และตัวเลือกให้เติม ข้อต่อข้อ ที่ระดับความสามารถ 33 ระดับ โดยใช้สูตร

$$RE(\theta, I_Y, I_X) = \frac{\text{ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ Y ที่ระดับความสามารถ } \theta}{\text{ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ X ที่ระดับความสามารถ } \theta}$$

(Lord 1980 : 83)

ถ้า $RE(\theta, I_Y, I_X) = 1$ แสดงว่า ข้อสอบสองข้อนี้มีความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถเท่า ๆ กัน

$RE(\theta, I_Y, I_X) > 1$ แสดงว่า ข้อสอบ Y มีความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถมากกว่าข้อสอบ X

$RE(\theta, I_Y, I_X) < 1$ แสดงว่า ข้อสอบ Y มีความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถน้อยกว่าข้อสอบ X

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ

4.1 คำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบทั้ง 5 ฉบับที่ระดับความสามารถของผู้สอบ 33 ระดับ ด้วยโปรแกรมที่ผู้วิจัยเขียนขึ้น โดยใช้สูตรดังนี้

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^n \{ [P_i'(\theta)]^2 / P_i(\theta) Q_i(\theta) \}$$

(Hambleton and Swaminathan 1985 : 104)

เมื่อ $I(\theta)$ คือ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ

4.2 คำนวณค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของแบบสอบ ระหว่างแบบสอบฉบับตัวเลือกติดกับแบบสอบฉบับตัวเลือกเจียด ตัวเลือกปลายเปิด ตัวเลือกแปลกและตัวเลือกให้เติมที่ระดับความสามารถ 33 ระดับ โดยใช้สูตร

$$RE(\theta, T_Y, T_X) = \frac{\text{ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ Y ที่ระดับความสามารถ } \theta}{\text{ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ X ที่ระดับความสามารถ } \theta}$$

(Lord 1980 : 83)

- ถ้า $RE(\theta, T_Y, T_X) = 1$ แสดงว่า แบบสอบทั้งสองฉบับมีความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถเท่า ๆ กัน
- $RE(\theta, T_Y, T_X) > 1$ แสดงว่า แบบสอบ Y มีความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถมากกว่าแบบสอบ X
- $RE(\theta, T_Y, T_X) < 1$ แสดงว่า แบบสอบ Y มีความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถน้อยกว่าแบบสอบ X

5. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความเหมาะสมของรูปแบบการตอบสองข้อสอบ

5.1 คำนวณค่าดัชนีความเหมาะสมของรูปแบบการตอบสองข้อสอบของผู้สอบที่ระดับความสามารถ 33 ระดับ ด้วยโปรแกรมที่ผู้วิจัยเขียนขึ้น โดยใช้สูตรดังนี้

$$Z_3 = [l_0 - M(\hat{\theta})] / [S(\hat{\theta})]^{1/2}$$

เมื่อ Z_3 คือ ดัชนีความเหมาะสมของรูปแบบการตอบสองข้อสอบซึ่งเป็น Standardized l_0 Index

$$l_0 = \sum_{i=1}^n [u_i \log P_i(\hat{\theta}) + (1 - u_i) \log Q_i(\hat{\theta})]$$

$$M(\hat{\theta}) = \sum_{i=1}^n [P_i(\hat{\theta}) \log P_i(\hat{\theta}) + Q_i(\hat{\theta}) \log Q_i(\hat{\theta})]$$

$$S(\hat{\theta}) = \sum_{i=1}^n P_i(\hat{\theta}) Q_i(\hat{\theta}) \{ \log [P_i(\hat{\theta}) / Q_i(\hat{\theta})] \}^2$$

u_i คือ คะแนนข้อที่ i (ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0)

(Drasgow and others 1987 : 62 - 63)

5.2 คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีความเหมาะสมของรูปแบบการตอบสองข้อสอบแต่ละระดับความสามารถในแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ