

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นการสร้างแบบทดสอบปฐมิต แบบทดสอบดั้งเดิม และการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการดำเนินการสอบแบบทดสอบปฐมิต ระยะที่ 2 เป็นการประเมินแบบทดสอบปฐมิตและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการดำเนินการสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 วิธีดำเนินการระยะที่ 1 การสร้างแบบทดสอบปฐมิต แบบทดสอบดั้งเดิม และการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการดำเนินการสอบแบบทดสอบปฐมิต

3.1.1 การดำเนินการสร้างแบบทดสอบปฐมิต และแบบทดสอบดั้งเดิมจากแบบทดสอบจำนวน 8 ฉบับ รวม 200 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1.1 กลุ่มตัวอย่าง เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Clustered Sampling) จากประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดขอนแก่นโดยแบ่งเป็นโรงเรียนในเขตอำเภอเมืองและโรงเรียนในต่างอำเภอได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 7 โรงเรียนได้แก่โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน (ข.ก.) โรงเรียนกัลยาณวัตร (ก.ว.) โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย (ก.น.ว.) โรงเรียนนครขอนแก่น (น.ก.) โรงเรียนบ้านองศึกษา (น.บ.ศ.) โรงเรียนบ้านไผ่ (บ.ผ.) และ โรงเรียนผาฮิมมอดินแดง (ม.ด.) จำนวน 40 ห้องเรียน รวมนักเรียน 1,912 คน ทุกโรงเรียนใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมดเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วสุ่มกลุ่มตัวอย่างนักเรียนแต่ละห้องเรียนของแต่ละโรงเรียนแบบสุ่มธรรมดา (Simple Random Sampling) ให้ตอบแบบทดสอบ 8 ฉบับ ๗ ละ 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบแต่ละฉบับแสดงไว้ในตารางที่ 1

3.1.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแบบทดสอบจำนวน 8 ฉบับ ที่วัดเนื้อหาวิชาเดียวกัน แบบทดสอบแต่ละฉบับประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ วัดความรู้ความสามารถในเนื้อหาวิชา ว.033 เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบทดสอบทั้ง 8 ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทดลองแบบทดสอบย่อย 8 ฉบับ
จำแนกตามโรงเรียนและชุดของแบบทดสอบ

โรงเรียน	น.ก.		ก.น.ว.		ช.ก.		ก.ว.		บ.ผ.		น.น.ศ.		ม.ค.		รวม	
ฉบับที่	ห้อง	คน	ห้อง	คน	ห้อง	คน	ห้อง	คน	ห้อง	คน	ห้อง	คน	ห้อง	คน	ห้อง	คน
1	1	49	-	-	2	97	1	48	-	-	1	47	-	-	5	241
2	1	48	1	48	1	47	1	47	-	-	1	48	-	-	5	238
3	1	49	1	46	1	48	1	48	1	47	-	-	-	-	5	238
4	1	48	1	48	1	48	1	47	1	48	-	-	-	-	5	239
5	-	-	1	47	1	49	1	48	1	47	1	48	-	-	5	239
6	-	-	1	49	1	47	1	47	1	49	1	48	-	-	5	240
7	-	-	1	48	1	48	1	47	1	48	-	-	1	46	5	237
8	-	-	1	49	1	48	-	-	1	47	1	49	1	47	5	240
รวม	4	194	7	335	9	432	7	332	6	286	5	240	2	93	40	1912

แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมีตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา
ตั้งรายละเอียดในตารางที่ 22 ภาคผนวก ก

2. กำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (Item Specification) รายจุดประสงค์
การเรียนรู้ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและด้านเนื้อหาตรวจสอบความสอดคล้องของลักษณะเฉพาะ
ของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3. เขียนข้อสอบตามรายจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ให้ได้
จำนวนข้อสอบตามตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ รวม 200 ข้อ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน
เนื้อหาวิชาเคมีตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อ
บกพร่อง

4. นำข้อสอบที่สร้างขึ้นในข้อ 3 มาจัดทำเป็นแบบทดสอบ 8 ฉบับ ๆ ละ 50 ข้อ โดย
จะมีข้อสอบแต่ละข้อถูกจัดเข้าโดยลุ่มในฉบับใดฉบับหนึ่งหนึ่งครั้ง และจัดเรียงข้อสอบในแต่ละฉบับตาม
จุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนั้นข้อสอบแต่ละฉบับจะมีโครงสร้างเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้
เดียวกัน ตั้งรายละเอียดแสดงในตารางที่ 23 ภาคผนวก ก

การสร้างแบบทดสอบทั้ง 8 ฉบับนี้ดำเนินการในระหว่างเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม 2531

3.1.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำแบบทดสอบ 8 ฉบับที่สร้างขึ้นตามข้อ 3.1.1.2 ไปดำเนินการสอบนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
ตามจำนวนที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 โดยก่อนดำเนินการสอบจะมีการชี้แจงวัตถุประสงค์ของการสอบ
การนำผลการสอบไปใช้และวิธีตอบข้อสอบ การทดลองใช้แบบทดสอบ 8 ฉบับที่สร้างขึ้นนี้ มีวัตถุประสงค์
สังคเนื่อประเมินคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลอยู่ในรูปคำตอบ
ของนักเรียนแต่ละคนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบฉบับใดฉบับหนึ่งใน 8 ฉบับ การเก็บรวบรวมข้อมูลนี้
ดำเนินการในระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2531

3.1.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จาก 3.1.1.3 มาวิเคราะห์หาค่านารามีเตอร์ของข้อสอบรายข้อ (a_g, b_g, c_g)
ตามทฤษฎีคุณลักษณะแฝง (Latent Trait Theory) โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. สร้างแฟ้มข้อมูลบันทึกผลการตอบแบบทดสอบแต่ละชุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นรายข้อ
โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป dBASE แล้วตรวจสอบข้อสอบโดยใช้โปรแกรมการตรวจสอบข้อสอบที่สร้างขึ้น
โดยกำหนดให้บันทึกผลการตรวจไว้ในแฟ้มข้อมูลดังนี้ ตอบถูกให้รหัส 1 ตอบผิดให้รหัส 0

2. นำแฟ้มข้อมูลผลการตรวจข้อสอบมาตรวจสอบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถหรือคุณลักษณะ

เดียวกัน (Unidimensionality) หรือไม่ โดยนำผลการตอบมาหา Interitem Correlation Matrix โดยวิธี Tetrachoric แล้วนำค่า Correlation Matrix นั้นไปวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ (Principal Component) แล้วหมุนแกนด้วยวิธีออบลิมีน (Oblimin) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS^X แล้วนำค่า Eigenvalue กับตัวประกอบ (ข้อสอบ) มาเขียนกราฟเพื่อพิจารณาคุณสมบัติวัดความสามารถด้านเดียวกันของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในภาพที่ 15

3. นำแฟ้มข้อมูลผลการตรวจข้อสอบ ไปดำเนินการวิเคราะห์หาค่านารามิเตอร์ของข้อสอบ ด้วยโปรแกรม LOGIST V โดยจัดแฟ้มข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เป็น 4 เซต ๆ ละ 50 ข้อ จากนั้นตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สอบข้อสอบเป็นรายข้อ ดังรายละเอียดในตารางที่ 24 ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์หาค่านารามิเตอร์ข้อสอบจำนวน 200 ข้อที่ได้จะเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 26 ภาคผนวก ก

4. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก(a) มากกว่า 0.30 และค่าสัมประสิทธิ์การเดา(c) ต่ำกว่า .30 เพื่อสร้างเป็นกลุ่มข้อสอบ (Item Pool) โดยบันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ประกอบด้วยข้อสอบและค่านารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่า และแยกเป็นกลุ่มตามรายจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับการสร้างแบบทดสอบปรีมาตรและแบบทดสอบดั้งเดิมต่อไป

การวิเคราะห์หาค่านารามิเตอร์ของข้อสอบและสร้าง Item Pool นี้ดำเนินการในระหว่างเดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์ 2532

3.1.1.5 การสร้างแบบทดสอบปรีมาตรและแบบทดสอบดั้งเดิม

1. การสร้างแบบทดสอบปรีมาตร

การสร้างแบบทดสอบปรีมาตรทั้งสองฉบับ คือแบบทดสอบปรีมาตรชนิด 8 ชั้น ที่มีขนาดชั้นคงที่ภายใต้กฎการแยกทางแบบ เพิ่ม 1/ลด 1 ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 36 ข้อ และแบบทดสอบปรีมาตรชนิด 5 ชั้นที่มีข้อสอบชุดละ 3 ข้อในแต่ละชั้น มีขนาดชั้นคงที่ภายใต้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1/ลด 1 ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 45 ข้อ กระทำโดยการเลือกข้อสอบจากแฟ้มข้อมูลที่บันทึกกลุ่มข้อสอบพร้อมค่านารามิเตอร์ที่สร้างไว้ในข้อ 3.1.1.4 ข้อ 4 เพื่อจัดเข้าโครงสร้างแบบทดสอบปรีมาตรทั้งสองฉบับ ดังแสดงในภาพที่ 16 และ 17 และในตารางที่ 4 และ 6 บันทึกหมายเลขข้อสอบ ตัวข้อสอบ และค่านารามิเตอร์ของข้อสอบ แต่ละข้อของแบบทดสอบปรีมาตรทั้ง 2 ฉบับไว้ในแฟ้มข้อมูลที่สร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป dBASE ชื่อแฟ้ม ITEMFIL1 จำนวน 36 ข้อ และ ITEMFIL2 จำนวน 45 ข้อ ตามลำดับ (ข้อสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ข) สำหรับการดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ต่อไป หลังจากคัดเลือกข้อสอบเพื่อสร้างแบบทดสอบปรีมาตรทั้งสองฉบับแล้ว เหลือข้อสอบในกลุ่มข้อสอบ จำนวน 91 ข้อ สำหรับการสร้างแบบทดสอบดั้งเดิมต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบดั้งเดิม

การสร้างแบบทดสอบดั้งเดิม กระทำโดยคัดเลือกข้อสอบจากกลุ่มข้อสอบที่เหลือจากการสร้างแบบทดสอบรูปปริมาตรทั้งสองฉบับแล้วจำนวน 30 ข้อ จากกลุ่มข้อสอบ 91 ข้อ หลังจากนั้นจัดเรียงข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด 30 ข้อ ตามค่าความยากจากน้อยสุดไปหาข้อสอบที่มีค่าความยากมากที่สุด ซึ่งมีค่านารามิเตอร์รายข้อตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 จัดนิมน์แบบทดสอบดั้งเดิมพร้อมคำชี้แจงสำหรับผู้สอบเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป ดังแสดงในภาคผนวก ข

3.1.2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการดำเนินการสอบแบบทดสอบปริมาตร

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการดำเนินการสอบแบบทดสอบปริมาตรนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจกับกระบวนการทดสอบของแบบทดสอบปริมาตรโดยละเอียด แล้วเขียนเป็นขั้นตอนต่าง ๆ สำหรับการดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เริ่มตั้งแต่ผู้สอบนั่งลงที่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ผู้สอบแจ้งเลขประจำตัวของผู้สอบ
2. สร้างแฟ้มข้อมูลเพื่อบันทึกผลการสอบรายบุคคลตามเลขประจำตัวที่ป้อนเข้า
3. แสดงข้อสอบข้อแรกจากโครงสร้างแบบทดสอบปริมาตรที่จอภาพ
4. ผู้สอบอ่านข้อสอบ คิดคำนวณ เพื่อหาคำตอบ แล้วตอบคำถามโดยการกดแป้นตัวเลข 1 ถึง 4 ที่ตรงกับตัวเลขหน้าคำตอบที่ต้องการ
5. ที่จอภาพแสดงคำถามว่าผู้สอบต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบหรือไม่ ถ้าต้องการเปลี่ยนก็มีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้หนึ่งครั้ง
6. ตรวจคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วบันทึกผลการตอบไว้
7. ใช้ผลการตอบที่บันทึกไว้เป็นเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบในชั้นถัดไปดังนี้
 - 7.1 แบบทดสอบปริมาตรฉบับที่ 1 ถ้าผลการตอบถูกข้อสอบข้อต่อไปในชั้นถัดไปจะมีค่าความยากมากขึ้น ถ้าตอบผิดข้อสอบที่จะได้ทำในชั้นถัดไปจะมีค่าความยากลดลง
 - 7.2 แบบทดสอบปริมาตรฉบับที่ 2 รวมผลการตอบในแต่ละชั้นเพื่อเลือกชุดข้อสอบในชั้นถัดไปให้ทำตามเกณฑ์ดังนี้ ถ้าตอบถูก 2 หรือ 3 ข้อ ให้เลือกข้อสอบชุดที่มีค่าความยากมากขึ้น ถ้าตอบถูก 1 ข้อหรือไม่ถูกเลยให้เลือกข้อสอบชุดที่ค่าความยากลดลง โดยแสดงข้อสอบให้ทำทีละข้อ
8. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 4 ถึง 7 ซ้ำจนกว่าจะทำแบบทดสอบครบตามโครงสร้างของแบบทดสอบปริมาตรแต่ละฉบับ จึงยุติการสอบ
9. คำนวณคะแนนผลการสอบ เมื่อการสอบยุติแล้วคำนวณคะแนนผลการสอบซึ่งคิดโดยคำนวณค่าเฉลี่ยของค่าความยากของข้อสอบข้อที่ตอบถูกเหมือนกันทั้งสองฉบับ
10. เมื่อคิดคะแนนเรียบร้อยแล้ว จะรายงานผลการสอบแบบทดสอบทางจอภาพ โดยมี

รายการดังต่อไปนี้

เลขประจำตัวผู้สอบ

เส้นทางการตอบข้อสอบตามโครงสร้างแบบทดสอบปรีามิต

คะแนนที่ได้

เวลาเมื่อเริ่มสอบและยุติการสอบ

จากขั้นตอนการดำเนินการสอบดังกล่าว ผู้วิจัยเขียนโครงสร้างของโปรแกรม ดังแสดงในภาพที่ 18 และเขียนผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรมการดำเนินการสอบดังแสดงในภาพที่ 19 และ 20 หลังจากนั้นจึงเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ควบคุมการดำเนินการสอบแบบทดสอบปรีามิตทั้งสองฉบับ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป dBASE III ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 16 bit มีแผงควบคุมการแสดงผลที่จอภาพเป็นภาษาไทยระบบ 25 บรรทัด และใช้รหัสภาษาไทยของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม(สมอ.) รายละเอียดของโปรแกรมแสดงไว้ในหัวข้อ 4.2.3

3.2 วิธีดำเนินการระยะที่ 2 การประเมินแบบทดสอบปรีามิตที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์และการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการดำเนินการสอบ

3.2.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินผลของการทดลองใช้ แบบทดสอบปรีามิตที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ครั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ช่วย ผู้วิจัยจึงใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นซึ่งกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 เป็นกลุ่มประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คนโดยการสุ่มอย่างง่าย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการนำผลการวิจัยไปใช้ด้วยเนื่องจากผู้วิจัยสอนวิชาเคมีนักเรียนชั้นดังกล่าวด้วย

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบปรีามิต แบบทดสอบดั้งเดิม แบบสอบถามความคิดเห็น และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบปรีามิต

แบบทดสอบปรีามิต เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแบบจำลองรูปปรีามิต จากกลุ่มข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก วิชาเคมี ว.033 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งสร้างขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่บันทึกลงบนแผ่นจานแม่เหล็ก (Floppy Diskette) จำนวน 2

ฉบับ ดังต่อไปนี้

1.1 แบบทดสอบปิรามิดชนิด 8 ชั้น ที่ใช้กฎการแยกทางในการทำข้อสอบแบบเพิ่ม 1/ลด 1 มีข้อสอบทั้งฉบับจำนวน 36 ข้อ นักเรียนแต่ละคนจะต้องตอบแบบทดสอบฉบับนี้ขึ้นละ 1 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบที่นักเรียนจะต้องตอบ 8 ข้อ

1.2 แบบทดสอบปิรามิดชนิด 5 ชั้น ที่ใช้กฎการแยกทางในการทำข้อสอบแบบเพิ่ม 1/ลด 1 มีข้อสอบทั้งฉบับจำนวน 45 ข้อ นักเรียนแต่ละคนจะต้องตอบแบบทดสอบฉบับนี้ขึ้นละ 3 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบที่นักเรียนจะต้องตอบ 15 ข้อ

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบปิรามิดทั้ง 2 ฉบับ ใช้วิธีให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูก (Average Difficulty of All Items Answered Correctly)

2. แบบทดสอบดั้งเดิม

แบบทดสอบดั้งเดิมเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ในวิชาเคมี ว.033 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ โดยเลือกข้อสอบจากกลุ่มข้อสอบที่ไม่ได้ใช้จัดลงในโครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดฉบับที่ 1 และ 2 การตรวจให้คะแนนใช้วิธีตอบถูกให้ 1 ตอบผิดให้ 0

3. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ชนิด IBM-PC 16 bit มีหน่วยความจำ 640 Kbyte มีจอภาพ (Monitor) พร้อมอุปกรณ์หน่วยเก็บข้อมูลประเภทจานแม่เหล็ก (Disk Drive) จำนวน 5 ชุด

4. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้สอบที่มีต่อการทดสอบแบบปิรามิดที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยข้อความจากผลงานวิจัยของ Fletcher and Collins (1987) เป็นแนวทางในการสร้าง ข้อความในแบบสอบถามจะเกี่ยวกับเรื่องค่าชี้แจง วิธีดำเนินการทดสอบ การสนใจ ความวิตกกังวลในการตอบข้อสอบ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบ รวมข้อความทั้งสิ้น 20 ข้อ ให้นักเรียนพิจารณาตอบตามความคิดเห็น 5 ระดับ ทั้งนี้แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้สอบดังกล่าวนี้ ได้ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นเชิงความคงที่ภายในของแบบสอบถามโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient)

การตรวจให้คะแนนแบบสอบถามความคิดเห็นฉบับนี้ เนื่องจากข้อความในแบบสอบถามมีความหมายทั้งในทางนิยม (Positive) และนิเสธ (Negative) ดังนั้นการตรวจให้คะแนนจึงกำหนดเกณฑ์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การให้คะแนนระดับความคิดเห็นในแบบสอบถาม

ระดับความคิดเห็น	ค่าคะแนน	
	ข้อความทางนิยาม	ข้อความทางนิเสธ
เห็นด้วยกับข้อความนั้นอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วยกับข้อความนั้น	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น	2	4
ไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้นอย่างยิ่ง	1	5

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การนำแบบทดสอบปรีามิต แบบทดสอบดั้งเดิมและแบบสอบถามไปเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ขอความร่วมมือจากอาจารย์ผู้สอนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และทำหนังสือถึงผู้ปกครองเพื่อขออนุญาตให้นักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างมารับการทดสอบด้วยแบบทดสอบดั้งเดิมแบบทดสอบปรีามิตทั้ง 2 ฉบับ และตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ตามวัน และเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด

2. การทดสอบครั้งที่ 1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบดั้งเดิมในวันที่ 16 มีนาคม 2532 เวลา 9.00 น. พร้อมกันทุกคน และให้ทำแบบทดสอบปรีามิตที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งสองฉบับติดต่อกัน ในวันที่ 17 มีนาคม 2532 พร้อมทั้งให้ตอบแบบสอบถามหลังจากที่ทำแบบทดสอบปรีามิตทั้ง 2 ฉบับเสร็จแล้ว ตารางเวลาสอบสำหรับการสอบแบบทดสอบปรีามิตแสดงไว้ในตารางที่ 25 ในภาคผนวก ก

3. การทดสอบครั้งที่ 2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบดั้งเดิมในวันที่ 30 มีนาคม 2532 และแบบทดสอบปรีามิตที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งสองฉบับในวันที่ 31 มีนาคม 2532 โดยใช้ตารางเวลาสอบเช่นเดิม

ที่ต้องดำเนินการสอบสองครั้งเพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับโดยวิธีการสอบซ้ำ (Test-Retest)

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล มาวิเคราะห์หาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ปิรามิตและโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการดำเนินการสอบ โดยใช้โปรแกรม MICROSTAT ในการวิเคราะห์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.4.1 การประเมินประสิทธิภาพของแบบทดสอบปิรามิต

1. นิยามค่าสถิติเบื้องต้นและการกระจายของคะแนน (Score Distribution) ที่ได้จากแบบทดสอบปิรามิต 2 ฉบับและแบบทดสอบดั้งเดิม โดยนิยามจาก

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Diviation)

1.3 สัมประสิทธิ์ความเบ้ (Coefficient of Skewness)

1.4 สัมประสิทธิ์ความโด่ง (Coefficient of Kurtosis)

2. นิยามความตรงเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ ระดับคะแนนวิชาเคมี เป็นเกณฑ์ โดยวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson Product Moment ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบปิรามิตและแบบทดสอบดั้งเดิม กับระดับคะแนนวิชาเคมี

3. นิยามค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Test Reliability) ซึ่งหาโดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเนียร์สัน ของคะแนนความสามารถของผู้สอบครั้งที่ 1 กับคะแนนความสามารถของผู้สอบครั้งที่ 2 ซึ่งมีช่วงเวลาห่างกันประมาณ 2 สัปดาห์

การทดสอบเกี่ยวกับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรดังต่อไปนี้

3.1 การทดสอบเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับเกณฑ์

$$Z = (Z_r - Z_a) \sqrt{N - 3} \quad ; \text{ (McCall, 1980)}$$

เมื่อ Z_r คือ คะแนนมาตรฐานของนิชเชอร์ที่แปลงมาจากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 Z_a คือ คะแนนมาตรฐานของนิชเชอร์ที่แปลงมาจากค่าความเชื่อมั่นที่ใช้เป็นเกณฑ์
 N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นระหว่างแบบทดสอบ

$$\chi^2 = \sum Z^2(N-3) - \frac{[\sum Z(N-3)]^2}{\sum (N-3)} \quad ; \text{ (Wert, Neidt and Ahman, 1954)}$$

เมื่อ x^2 คือ ค่าไคสแควร์

Z คือ คชแนนมาตรฐานของนิช เซอร์ที่แปลงมาจากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$$df = n-1$$

3.3 การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นรายคู่

$$Z = \frac{Z_{ri} - Z_{rj}}{\sqrt{\frac{1}{N_i - 3} + \frac{1}{N_j - 3}}} \quad ; \text{ (McCall, 1980)}$$

เมื่อ Z_{ri} คือ คชแนนมาตรฐานของนิช เซอร์ที่แปลงมาจากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ i

Z_{rj} คือ คชแนนมาตรฐานของนิช เซอร์ที่แปลงมาจากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ j

N_i คือ จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ i

N_j คือ จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ j

4. ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบทดสอบรูปปริมาตรเชิงจิต-สังคม (Psycho-Social Criteria) และเชิงค่าใช้จ่าย (Cost Criteria) โดยการวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอบแบบปริมาตรด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบกับข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและเวลาที่ใช้ในการสร้างและการดำเนินการสอบแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

5. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าความตรงเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์ของแบบทดสอบ โดยใช้การทดสอบที (t-test) ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์เมื่อกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งมีสูตรดังนี้ (Holtelling, อ้างถึงใน Guildford, 1978)

$$t = (r_{12} - r_{13}) \sqrt{\frac{(N - 3)(1 + r_{23})}{2(1 - r_{23}^2 - r_{12}^2 - r_{13}^2 + 2r_{23}r_{12}r_{13})}}$$

$$df = N-3$$

เมื่อ r_{12} คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับคะแนนวิชาเคมีกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ
ปริมาตรฉบับที่ 1

r_{13} คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับคะแนนวิชาเคมีกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ
ปริมาตรฉบับที่ 2

r_{23} คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบปริมาตร 2 ฉบับที่นำมา
พิจารณาความตรงเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2.4.2 การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการสอบ

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ควบคุมการดำเนินการสอบแบบทดสอบ
ปริมาตรที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วยการประเมินใน 3 ลักษณะดังนี้ (Senn, 1986; Pressman, 1987)

1. การประเมินทางด้านเทคนิค (Technical Evaluation) ประกอบด้วย

1.1 การตรวจสอบความผิดพลาด (Error Detection)

1.2 การทดสอบโมดูล (Module Testing)

1.3 การทดสอบโปรแกรม (Program Testing)

2. การประเมินทางด้านการใช้ (Operational Evaluation) ประกอบด้วย

2.1 ปัญหาของโปรแกรมที่เกิดจากผู้ใช้ (User's Problems)

2.2 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของโปรแกรม (Program Validity)

3. การประเมินทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Evaluation) โดยการวิเคราะห์ความคุ้ม ค่าของการใช้โปรแกรม (Cost Benefit Analysis) ที่พัฒนาขึ้น