บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งวิเคราะห์โครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวของ Bloom และคณะ โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ตรวจสอบว่าการจำแนกขั้นต่าง ๆ ของความสามารถด้านพุทธิพิสัยนั้นเป็นไปตามลำดับขั้นหรือไม่ และเป็นไปในลักษณะของรูปแบบใดตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายของการวิจัยมากที่สุด คือ Simple linear model, Miller's model และ Wright's model จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (Causal Relationship) ของตัวแปรที่เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยตามแนวของ Bloom และคณะ ทั้ง 6 ด้าน คือ ความจำ (Memory) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการตามลำดับดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 56,003 คน จากโรงเรียน 101 แห่ง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สุ่มมาจากประชากร โดยมีวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. สำรวจจำนวนโรงเรียนและนักเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร จากเอกสารของกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ประจำปีการศึกษา 2528 เพื่อนำไปกำหนดขอบเขตของประชากร พบว่า มีโรงเรียนมัธยมศึกษาทั้งหมด 103 แห่ง แต่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 101 แห่ง มีจำนวนนักเรียน 56,003 คน

2. ประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) โดยใช้สูตรสำหรับคำนวณหาขนาดของตัวอย่างเพื่อการประมาณค่าเฉลี่ย (นิยม ปุราคำ 2517 : 120) ดังนี้

$$n_{\hat{\mu}} = \frac{k^2 N \sigma_x^2}{k^2 \sigma_x^2 + NE^2}$$

เมื่อ $n_{\hat{\mu}}$ แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่พอดี

k แทน ค่าคงที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับการกำหนดระดับ α

N แทน ขนาดของประชากร

σ_x^2 แทน ความแปรปรวนที่มากที่สุดของคะแนนจากแบบสอบ

E แทน ขนาดของความคลาดเคลื่อนสูงสุดในการประมาณค่าเฉลี่ยที่วัดได้ด้วยความน่าจะเป็น $1 - \alpha$

คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่จะต้องใช้ในการศึกษาเมื่อมีขนาดประชากร 56,003 คน ยอมให้มีขนาดของความคลาดเคลื่อนสูงสุดในการประมาณค่าเฉลี่ยเป็น .08 ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประมาณค่าความแปรปรวนที่มากที่สุดของคะแนนจากแบบสอบ คือ 25 และกำหนดความเชื่อมั่น .95 ดังนั้นค่า $k \approx 2$ ซึ่งการคำนวณขนาดตัวอย่างได้จากกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่จำเป็นในการวิจัยประมาณ 640 คน

3. สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบสองขั้น (Two - Stage Sampling) โดยมีหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ในขั้นที่ 1 เป็นโรงเรียน ได้จำนวนโรงเรียน 7 แห่ง และและหน่วยของการสุ่มในขั้นที่ 2 เป็นห้องเรียน โรงเรียนละ 2 ห้อง รวมจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 14 ห้องเรียน และนักเรียน 642 คน ดังแสดงในตารางที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามที่ตั้งของโรงเรียน

ที่ตั้งของโรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
เขตพญาไท	84
เขตดลิ่งชัน	89
เขตหนองแขม	92
เขตบางกะปิ	103
เขตพระโขนง	99
เขตป้อมปราบ	72
เขตภาษีเจริญ	103
รวม	642

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ เป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เนื้อหาในแบบสอบอยู่ภายในขอบเขตของวิชา ค101 ค102 ค203 และ ค204 ซึ่งเป็นวิชาบังคับสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยที่นักเรียนจะได้เรียน วิชา ค101 และ ค102 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ วิชา ค203 และ ค204 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาละ 4 คาบ/สัปดาห์/ภาค และวิชาละ 2 หน่วยการเรียน

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือ มีดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรพุทธ-ศักราช 2521 ในวิชา ค101 ค102 ค203 และ ค204 โดยศึกษาจากเอกสารหลักสูตรอันประกอบด้วย หลักสูตร คู่มือครูประกอบการสอนรายวิชา แนวการสอน และแบบเรียนประกอบวิชา เพื่อศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์ของแต่ละวิชา ตลอดจนเนื้อหาวิชาในรายวิชาดังกล่าว

อันจะเป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตของความสามารถและเนื้อหาวิชาในแบบสอบ ได้หัวข้อของเนื้อหาวิชาดังนี้

วิชา ค101 ประกอบด้วยหัวข้อเนื้อหาวิชา

1. คุณสมบัติของจำนวนนับ
2. การเขียนตัวเลขแทนจำนวน
3. ทศนิยม
4. การนำเสนอข้อมูล
5. เศษส่วน
6. ความยาว พื้นที่ และปริมาตร

วิชา ค102 ประกอบด้วยหัวข้อเนื้อหาวิชา

7. อัตราส่วนและร้อยละ
8. เส้นตรงและมุม
9. สมการ
10. คู่อันดับและกราฟ
11. จำนวนเต็ม

วิชา ค203 ประกอบด้วยหัวข้อเนื้อหาวิชา

1. จำนวนและตัวเลข
2. ระบบจำนวนเต็ม
3. พื้นที่
4. ความเท่ากันทุกประการ
5. เศษส่วนและทศนิยม

วิชา ค204 ประกอบด้วยหัวข้อเนื้อหาวิชา

6. สมการและอสมการ
7. อัตราส่วนและร้อยละ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. ปริมาตรและพื้นผิว

9. การวัดและการประมาณ

10. เส้นขนาน

11. การนำเสนอข้อมูล

12. ความคล้าย

13. คุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

14. กราฟ

จากหัวข้อเนื้อหาวิชาทั้งหมด 25 หัวข้อ ได้รวมกลุ่มเนื้อหาวิชาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน รวมทั้งหมด 10 หัวข้อ คือ

1. จำนวน ตัวเลข และระบบจำนวนเต็ม

2. เศษส่วน ทศนิยม

3. การนำเสนอข้อมูล

4. ความยาว พื้นที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว

5. สมการ อสมการ

6. อัตราส่วน ร้อยละ

7. เส้นตรง มุม เส้นขนาน สามเหลี่ยมมุมฉาก

8. คู่อันดับ กราฟ

9. ความคล้าย ความเท่ากันทุกประการ

10. การวัดและการประมาณ

2. สร้างตารางเฉพาะของแบบสอบ (Table of Specification) ในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถและเนื้อหาวิชา โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 นำเนื้อหาวิชาทั้ง 10 หัวข้อไปให้ผู้สอนจำนวน 2 คน เรียงลำดับความสำคัญของเนื้อหาวิชาจากสำคัญและเน้นมากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 และรองลงไปตามลำดับ โดยคำนึงถึงสภาพการเรียนการสอนเป็นหลัก และนำผลมาพิจารณารวมกับเอกสารหลักสูตร เช่น เวลาที่ใช้ในการสอนแต่ละเนื้อหา จำนวนหน้าของแต่ละเนื้อหา ผลการพิจารณาการเรียงลำดับความสำคัญของเนื้อหาวิชาทั้ง 10 หัวข้อ มีดังนี้

1. ความยาว พื้นที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว
2. การนำเสนอข้อมูล
3. อัตราส่วน ร้อยละ
4. จำนวน ตัวเลข และระบบจำนวนเต็ม
5. สมการ อสมการ
6. เส้นตรง มุม เส้นขนาน สามเหลี่ยมมุมฉาก
7. เศษส่วน ทศนิยม
8. คู่อันดับ กราฟ
9. ความคล้าย ความเท่ากันทุกประการ
10. การวัดและการประมาณ

2.2 ให้ผู้สอนจำนวน 2 คน เรียงลำดับความสำคัญของความสามารถที่ต้องการเน้นในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเสนอแนะความสามารถด้านพุทธิพิสัยทั้ง 6 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า พร้อมทั้งรายละเอียดของความสามารถแต่ละประเภท ให้ครูผู้สอนพิจารณาลำดับความสำคัญ ผลการพิจารณาลำดับความสำคัญของความสามารถมีดังนี้

1. ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. การนำไปใช้
4. การวิเคราะห์
5. การสังเคราะห์
6. การประเมินค่า

2.3 สร้างตารางเฉพาะของแบบสอบ โดยกำหนดรูปแบบของความสามารถและเนื้อหาตามลำดับความสำคัญที่ได้จากข้อ 2.1 และ 2.2 เป็นหลัก ให้ผู้สอนจำนวน 2 คน กำหนดจำนวนข้อคำถามในแบบสอบ โดยใช้ข้อคำถามทั้งหมด 100 ข้อ ผลการกำหนดข้อคำถามในตารางเฉพาะของแบบสอบ แสดงในตารางที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 จำนวนข้อคำถามในตารางเฉพาะของแบบสอบจากการกำหนดของผู้สอน จำแนกตามความสามารถ และเนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชา \ ความสามารถ	M	C	Ap	An	S	E	รวม	อันดับความสำคัญ
จำนวน ตัวเลข ระบบจำนวนเต็ม	9	1	1	–	1	–	12	4
เศษส่วน ทศนิยม	2	1	1	1	1	–	6	7
การนำเสนอข้อมูล	2	5	1	2	3	4	17	2
ความยาว พื้นที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว	4	2	8	5	1	1	21	1
สมการ อสมการ	1	3	1	1	1	3	10	5
อัตราส่วน ร้อยละ	5	3	3	1	1	–	13	3
เส้นตรง มุม เส้นขนาน สามเหลี่ยม	4	1	1	2	1	–	9	6
คู่อันดับ กราฟ	1	2	1	1	–	–	5	8
ความคล้าย ความเท่ากันทุกประการ	1	1	1	1	–	–	4	9
การวัดและการประมาณ	1	1	1	–	–	–	3	10
รวม	30	20	19	14	9	8	100	
อันดับความสำคัญ	1	2	3	4	5	6		

2.4 ปรับจำนวนข้อคำถามในแบบสอบ โดยกำหนดให้จำนวนข้อคำถามทั้งหมดเป็น 200 ข้อ ทั้งนี้เพื่อจะให้ได้ข้อคำถามที่มากพอที่จะเป็นตัวแทนของข้อคำถามเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

3. สร้างข้อคำถามในแบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 1 โดยยึดหลักการและแบบอย่างจากเอกสารและตำราต่าง ๆ ดังนี้

3.1 เทคนิคการวัดผลและเทคนิคการเขียนข้อทดสอบของ ชวาล แพรัตกุล (2518, 2520)

3.2 การจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยตามแนวของ Bloom และและคณะ (1971, 1972)

3.3 ตารางเฉพาะของแบบสอบจากการกำหนดของผู้สอนในขั้นตอนที่ 2

3.4 เอกสารหลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คู่มือครูประกอบการสอนรายวิชา แนวการสอน แบบเรียนประกอบวิชา แบบฝึกหัด และตัวอย่างแบบสอบของโรงเรียนต่าง ๆ

จากแนวทางในเอกสารและตำราดังกล่าว ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถามในแบบสอบให้ครอบคลุมความสามารถในการเรียนรู้ 6 ด้านและเนื้อหาวิชา 10 หัวข้อ ได้ข้อคำถามทั้งสิ้น 198 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนข้อคำถามในแบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 1 จำแนกตามความสามารถและเนื้อหา

เนื้อหาวิชา \ ความสามารถ	M	C	Ap	An	S	E	รวม
จำนวน ตัวเลข ระบบจำนวนเต็ม	19	1	3	–	2	–	25
เศษส่วน ทศนิยม	5	2	1	1	1	–	10
การนำเสนอข้อมูล	4	12	–	5	7	10	38
ความยาว พื้นที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว	9	1	18	11	2	2	43
สมการ อสมการ	2	8	2	1	1	9	23
อัตราส่วน ร้อยละ	10	5	6	2	3	–	26
เส้นตรง มุม เส้นขนาน สามเหลี่ยม	10	–	2	4	3	1	20
คู่อันดับ กราฟ	–	5	–	1	1	–	7
ความคล้าย ความเท่ากันทุกประการ	–	1	1	2	–	–	4
การวัดและการประมาณ	1	–	1	–	–	–	2
รวม	60	35	34	27	20	22	198

4. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามที่สร้างขึ้นกับความสามารถที่ต้องการวัด ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยบุคคล 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้สอน เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษามาไม่ต่ำกว่า 5 ปี และเป็นผู้ที่ได้รับการยอมรับว่ามีผลงานวิชาการในด้านการสร้างแบบสอบ จำนวน 14 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มนักวัดผล เป็นผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกพฤติกรรมของจุดประสงค์ทางการศึกษา และการสร้างข้อคำถามความสามารถในการเรียนรู้พุทธิพิสัย โดยสำเร็จการศึกษาและทำงานด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาและเป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการในด้านการสอนและการสร้างแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 11 คน

เอกสารที่ผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ประกอบด้วยหนังสือขอความร่วมมือจากบัณฑิตวิทยาลัย หนังสือขอความร่วมมือจากผู้วิจัย โครงการวิจัยฉบับย่อ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ วิชา ค101 ค102 ค203 และ ค204 และคำชี้แจงในการพิจารณาข้อคำถาม และข้อคำถาม โดยแบ่งข้อคำถามทั้ง 198 ข้อ ตามลำดับของความสามารถ คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ในแต่ละตอนจะให้คำนิยามของความสามารถและการแบ่งประเภทของความสามารถและเรียงข้อคำถามตามลำดับของเนื้อหาวิชา ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและความสามารถที่ต้องการวัดอย่างหนึ่งอย่างใดจากช่อง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย

5. วิเคราะห์ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 กลุ่ม มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

5.1 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาค่าความตรงของข้อคำถามและความสามารถ ใช้วิธีการของ Lawshe (Lawshe, C.H. cited by Somwang Pitiyanuwat 1981 : 179) คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความตรง} = \frac{n_e - \frac{1}{2}N}{\frac{1}{2}N}$$

เมื่อ n_e แทน จำนวนคนที่ตอบเห็นด้วย

N แทน จำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

เมื่อพิจารณาความสมบูรณ์ในการตอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ในกลุ่มของผู้สอนสามารถนำผลมาพิจารณาความสอดคล้องได้ 12 คน และกลุ่มนักวัดผลสามารถนำผลมาพิจารณาได้ 10 คน เมื่อนำจำนวนผู้ตอบทั้งหมดในแต่ละกลุ่มไปหาเกณฑ์ขั้นต่ำตามแนวทางของ Lawshe แล้ว ได้เกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับพิจารณาค่าความตรงของข้อคำถามในกลุ่มผู้สอนเป็น 0.56 และในกลุ่มนักวัดผลเป็น 0.62

5.2 วิธีการในการพิจารณาค่าความตรง ได้ดำเนินงานตามลำดับดังนี้

5.2.1 รวมจำนวนผู้ตอบในแต่ละช่องความคิดเห็นคือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย โดยแยกเป็นแต่ละข้อคำถามและแต่ละความสามารถ แยกกลุ่มระหว่างผู้สอนและนักวัดผล ตลอดจนรวบรวมข้อเสนอแนะในแต่ละข้อคำถาม

5.2.2 คำนวณหาค่าความตรง โดยใช้วิธีการของ Lawshe ที่เสนอไว้แล้ว จากจำนวนผู้ตอบที่เห็นด้วย โดยแยกเป็นแต่ละข้อคำถาม และแต่ละกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญ

5.2.3 ตัดสินค่าความตรงของแต่ละข้อคำถาม โดยยึดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ Lawshe เสนอแนะไว้ แยกพิจารณาตามเกณฑ์ของทั้ง 2 กลุ่ม ของคำถามที่ถือว่ามีความตรงจะต้องผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำทั้งของกลุ่มผู้สอน คือ 0.56 และกลุ่มนักวัดผล คือ 0.62 จึงจะถือว่าเป็นข้อคำถามที่ใช้ได้

จากเกณฑ์และวิธีการดังกล่าว ได้ข้อคำถามที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำทั้ง 2 เกณฑ์ จำนวน 104 ข้อ และได้ปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามประจำแต่ละความสามารถตามที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 กลุ่มได้เสนอแนะไว้ จำนวน 31 ข้อ และมีข้อคำถามจำนวนหนึ่งที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้เปลี่ยนความสามารถที่ทำการวัด จำนวน 37 ข้อ รวมข้อคำถามที่ใช้ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ จำนวนทั้งหมด 172 ข้อ เมื่อนำข้อคำถามทั้ง 172 ข้อ มาพิจารณาอีกครั้งพบว่ายังไม่ครอบคลุมทุกความสามารถและทุกเนื้อหาวิชา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างข้อคำถามเพิ่มเติม เพื่อให้ครอบคลุมทุกความสามารถและทุกเนื้อหาวิชา โดยยึดแนวทางจากที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 กลุ่มได้เสนอแนะไว้ และเพื่อให้แน่ใจยิ่งขึ้นว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นใหม่นั้นสามารถวัดความสามารถที่ต้องการได้ จึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 คน พิจารณา และปรับปรุงแก้ไข และได้จัดประชุมผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อพิจารณารายละเอียดและลักษณะเฉพาะของข้อคำถามอีกครั้ง ได้ข้อคำถามที่ออกเพิ่มเติมทั้งหมด 29 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมด 200 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนข้อคำถามในแบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 2 จำแนกตามความสามารถ

ความสามารถ \ จำนวนข้อคำถาม	ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ	ปรับปรุง	โอน	รวมข้อที่ใช้ได้	ออกเพิ่มเติม
M	60	25	8	7	40	6
C	35	24	3	13	40	5
Ap	34	24	6	-	30	4
An	27	14	3	13	30*	-
S	20	4	7	3	14	6
E	22	13	4	1	18	8
รวม	198	104	31	37	172	29

* ตัดทิ้ง 1 ข้อ

ปรับปรุง หมายถึง ปรับปรุงลักษณะด้านภาษาของข้อคำถามในแต่ละความสามารถตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

โอน หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า เหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถอื่น

ออกเพิ่มเติม หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม โดยอาศัยแนวทางจากที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะไว้

6. จัดทำแบบสอบฉบับร่าง ครั้งที่ 2 โดยแบ่งข้อคำถามทั้งหมด 200 ข้อ ออกเป็นแบบสอบย่อย 2 ฉบับ ฉบับละ 100 ข้อ ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับระยะเวลาและสภาพความตั้งใจในการสอบของนักเรียน การแบ่งข้อคำถามในแบบสอบแต่ละฉบับพยายามให้วัดความสามารถและเนื้อหาใกล้เคียงกัน ตลอดจนมีจำนวนข้อในแต่ละเนื้อหา และความสามารถไม่แตกต่างกันมากนัก โดยพิจารณาในด้านของเนื้อหาและความสามารถที่ต้องการวัดเป็นหลัก การเรียงลำดับของข้อคำถามในแบบสอบถามย่อยทั้ง 2 ฉบับ ยึดเนื้อหาเป็นหลักโดยเรียงตามลำดับของเนื้อหาในตาราง

เฉพาะของข้อสอบ และในเนื้อหาแต่ละหัวข้อเรียงตามลำดับของความสามารถตั้งแต่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า จำนวนข้อคำถามในแบบสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับ ของแบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 2 แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนข้อคำถามในแบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 2 จำแนกตามแบบสอบฉบับย่อย ความสามารถ และเนื้อหาวิชา

ความสามารถ	M		C		Ap		An		S		E		รวม		รวม
เนื้อหา	ฉ.1*	ฉ.2	ฉ.1	ฉ.2	ฉ.1	ฉ.2	ฉ.1	ฉ.2	ฉ.1	ฉ.2	ฉ.1	ฉ.2	ฉ.1	ฉ.2	
1	7	6	1	1	1	1	1	1	1	1	–	1	11	11	22
2	1	1	2	3	2	1	1	–	–	1	1	1	7	7	14
3	1	1	1	2	–	1	3	2	5	3	4	4	14	13	27
4	6	6	1	–	6	6	4	4	1	1	–	1	18	18	36
5	1	1	5	1	–	1	–	2	2	–	2	6	10	11	21
6	1	1	2	2	3	2	2	1	–	1	–	1	8	8	16
7	2	2	–	1	1	1	2	2	1	1	1	–	7	7	14
8	1	2	8	6	1	–	–	1	–	–	2	–	12	9	21
9	2	2	2	3	2	2	1	1	1	–	–	1	8	9	17
10	1	1	1	3	1	2	–	1	1	–	1	–	5	7	12
รวม	23	23	23	22	17	17	14	15	12	8	11	15	100	100	200
	46		45		34		29		20		26		200		

* ฉ.1 หมายถึง แบบสอบย่อยฉบับที่ 1

ฉ.2 หมายถึง แบบสอบย่อยฉบับที่ 2

7. การลองใช้ (Try-out) แบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าคุณภาพและความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง โดยนำไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 191 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานครและอุบลราชธานี มีขั้นตอนการดำเนินการสอบ ดังนี้

7.1 ผู้วิจัยชี้แจงเหตุผลในการนำแบบสอบมาสอบนักเรียน พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบโดยให้นักเรียนทำอย่างตั้งใจและเต็มความสามารถ

7.2 ผู้วิจัยแจกแบบสอบ พร้อมทั้งกระดาษคำตอบ และกระดาษทด แก่นักเรียน ให้นักเรียนอ่านรายละเอียดคำชี้แจงในแบบสอบและเขียนรายละเอียดลงในกระดาษคำตอบ โดยที่ยังไม่ให้เปิดดูข้อคำถามในแบบสอบจนกว่าจะได้รับอนุญาต

7.3 เมื่อทุกคนพร้อมแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือทำแบบสอบได้ ให้เวลาในการทำแบบสอบ 100 นาที มีการเตือนเวลาเมื่อหมดครึ่งเวลา และเหลืออีก 10 นาทีจะหมดเวลา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำแบบสอบให้ครบทุกข้อ และตรวจทานกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนที่จะส่ง

7.4 เมื่อนักเรียนทุกคนส่งแบบสอบและกระดาษคำตอบคืนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยกล่าวขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือ และจะส่งคะแนนมายังอาจารย์ผู้สอนเพื่อที่นักเรียนจะได้ทราบผลสัมฤทธิ์ของตน

7.5 ผู้วิจัยได้ซักถามนักเรียนบางคนเกี่ยวกับลักษณะของข้อคำถาม เช่น ความยากง่ายของข้อคำถาม เวลาที่ใช้ในการตอบข้อคำถามแต่ละฉบับย่อย ภาษาและความชัดเจนของข้อคำถาม และลักษณะทั่วไปของข้อคำถาม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงข้อคำถามให้มีคุณภาพดีขึ้น

การลองใช้แบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 2 นี้ ได้ดำเนินการสอบครั้งละ 1 ฉบับย่อย ดังรายละเอียดในการสอบแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการลองใช้แบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 2 ทั้ง 2 ฉบับย่อย จำแนกตามโรงเรียนและวันที่สอบ

โรงเรียน	จังหวัด	จำนวนนักเรียน	วันที่สอบ
เบ็ญจะมะมหาราช	อุบลราชธานี	47	18 และ 19 สิงหาคม 2529
สตรีนารีนุกูล	อุบลราชธานี	41	18 และ 19 สิงหาคม 2529
สวนกุหลาบวิทยาลัย	กรุงเทพมหานคร	47	20 และ 25 สิงหาคม 2529
สตรีมหาพฤฒาราม	กรุงเทพมหานคร	56	29 สิงหาคม และ 5 กันยายน 2529
	รวม	191	

8. การหาค่าคุณภาพของแบบสอบ ได้ดำเนินการใน 3 ขั้นตอน ดังนี้

8.1 วิเคราะห์คุณภาพของคำถามรายข้อ โดยหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกประจำข้อคำถามในความสามารถแต่ละด้านมี ลำดับขั้นดังนี้

8.1.1 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ประจำข้อคำถามในความสามารถแต่ละด้าน โดยใช้เทคนิค 27% และใช้ตารางวิเคราะห์ข้อคำถามของ Chung - Teh Fan (2510)

8.1.2 คัดเลือกข้อคำถามในความสามารถแต่ละด้าน โดยใช้เกณฑ์ค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้จำนวนข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ทั้งค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก 112 ข้อ และข้อคำถามที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกับเกณฑ์อีก 8 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมด 120 ข้อ ดังแสดงจำนวนข้อคำถามในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนข้อคำถามในแบบสอบฉบับร่างครั้งที่ 2 ที่ผ่านเกณฑ์ตามการวิเคราะห์หาค่าคุณภาพรายข้อ จำแนกตามความสามารถ

จำนวนข้อคำถาม / ความสามารถ	นำไปลองใช้ ฉ.1	นำไปลองใช้ ฉ.2	ผ่านเกณฑ์ ฉ.1	ผ่านเกณฑ์ ฉ.2	รวม
M	23	23	11	13	24
C	23	22	14	10	24
Ap	17	17	14	10	24
An	14	15	7	9	16
S	12	8	11	5	16
E	11	15	7	9	16
รวม	100	100	64	56	120
	200		120		

* ฉ.1 หมายถึง แบบสอบย่อยฉบับที่ 1

ฉ.2 หมายถึง แบบสอบย่อยฉบับที่ 2

8.2 หาค่าความเที่ยงของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยตรวจกระดาษคำตอบจากกลุ่มลองใช้ทั้งหมดอีกครั้ง ตรวจเฉพาะข้อที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเท่านั้น หาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรของ Kuder - Richardson สูตรที่ 20 คือ

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อคำถามในแบบสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อคำถามแต่ละข้อ

q แทน $1 - p$

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบสอบ

ได้ค่าความเที่ยงของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับเท่ากับ .8296

8.3 วิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis) จากความสามารถในการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน โดยการวิเคราะห์ตัวประกอบแบบแอลฟา (Alpha Factoring) ปรากฏว่าความสามารถทั้ง 6 ด้าน วัดตัวประกอบสำคัญเพียงตัวประกอบเดียวมีค่า eigenvalue 2.23 มีความแปรปรวนร้อยละ 37.2 และมีค่าน้ำหนักตัวประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าน้ำหนักตัวประกอบ จากการสะกัดตัวประกอบแบบแอลฟา

ความสามารถ	factor loading
M	.70498
C	.71791
Ap	.59810
An	.60229
S	.54670
E	.44429

9. จัดทำแบบสอบฉบับจริง โดยแบ่งข้อคำถามทั้งหมด 120 ข้อออกเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 60 ข้อ เพื่อทำเป็นแบบสอบฉบับย่อย 2 ฉบับ สำหรับใช้ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการสอบได้ทั้งหมด ในการแบ่งข้อคำถามในแบบสอบฉบับย่อยทั้ง 2 ฉบับนั้น พยายามให้มีจำนวนข้อที่วัดความสามารถและเนื้อหาใกล้เคียงกันให้มากที่สุด การเรียงลำดับข้อคำถามในแบบสอบย่อยเรียงตามเนื้อหาที่กำหนดในตารางเฉพาะของแบบสอบทั้ง 10 ข้อ ในเนื้อหาแต่ละหัวข้อเรียงตามลำดับของความสามารถในการเรียนรู้คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

10. แบบสอบฉบับที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมี 2 ฉบับย่อย ฉบับย่อยละ 60 ข้อ ลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ถ้าผู้ตอบเลือกตัวเลือกถูกต้องจะได้ 1 คะแนน ดังนั้น คะแนนรวมทั้ง 2 ฉบับ เป็น 120 คะแนน

จากการที่แบบสอบได้รับการพัฒนา โดย (1) มีพื้นฐานจากการวิเคราะห์หลักสูตร และแนวการสอนรายวิชา (2) ผ่านการตรวจพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งทางด้านการสอนและการวัดผลในด้านโครงสร้างของการกระจายของข้อคำถามตามตารางเฉพาะของแบบสอบ และความถูกต้องของลักษณะข้อคำถามแต่ละข้อในการวัดความสามารถในการเรียนรู้แต่ละด้าน (3) ผ่านการศึกษานำร่องเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของข้อคำถามในการวัดความสามารถในการเรียนรู้แต่ละด้านและความเหมาะสมในการพัฒนาการสอบ (4) ผ่านการวิเคราะห์ข้อคำถามและแบบสอบในด้านความเที่ยง และ (5) ผ่านการวิเคราะห์ตัวประกอบเพื่อตรวจดูมิติของความสามารถที่ต้องการวัด ซึ่งขั้นตอนในการตรวจสอบและผลการตรวจสอบดังได้อธิบายข้างต้น บ่งชี้ว่าแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบสอบที่มีคุณภาพ คือมีความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) มีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีความเที่ยง มีความเป็นปรนัย และเหมาะสมในการนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

<u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำหนังสือขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอความร่วมมือจากกรมสามัญศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 7 แห่ง ใน 7 เขต คือ เขตพญาไท เขตตลิ่งชัน เขตหนองแขม เขตบางกะปิ เขตพระโขนง เขตป้อมปราบ และเขตภาษีเจริญ

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ไปติดต่อกับโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 7 แห่ง เพื่อร่วมกำหนดวัน เวลา และห้องเรียนที่จะทำการสอบ ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 วันที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามที่ตั้งของโรงเรียน

ที่ตั้งของโรงเรียน	วันที่เก็บรวบรวมข้อมูล
เขตพญาไท	19 กันยายน 2529
เขตคลิ่งชัน	20 กันยายน 2529
เขตหนองแขม	19 กันยายน 2529
เขตบางกะปิ	22 กันยายน 2529
เขตพระโขนง	23 กันยายน 2529
เขตป้อมปราบ	20 กันยายน 2529
เขตภาษีเจริญ	22 กันยายน 2529

3. เตรียมแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ กระดาษคำตอบและกระดาษทด ไว้ให้เรียบร้อยตามจำนวนนักเรียนที่มีในแต่ละแห่ง

4. นำแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปสอบนักเรียนตามวัน เวลา ที่กำหนดไว้ มีขั้นตอนการดำเนินการสอบดังนี้

4.1 ผู้วิจัยชี้แจงเหตุผลในการนำแบบสอบมาสอบนักเรียน พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบโดยให้นักเรียนทำอย่างตั้งใจ และเต็มความสามารถ

4.2 ผู้วิจัยแจกแบบสอบทั้ง 2 ฉบับพร้อมกัน ให้นักเรียนอ่านรายละเอียดคำชี้แจงในแบบสอบและเขียนรายละเอียดในกระดาษคำตอบเสียก่อน โดยยังไม่ให้เปิดดูแบบสอบจนกว่านักเรียนจะได้รับแบบสอบและเขียนรายละเอียดในกระดาษคำตอบทุกคน

4.3 เมื่อทุกคนพร้อมแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือทำแบบสอบได้ โดยให้เวลาในการทำแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ 100 นาที มีการเตือนเวลาเมื่อหมดครึ่งเวลา และเหลืออีก 10 นาทีจะหมดเวลา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำแบบสอบให้ครบทุกข้อและตรวจทานกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนที่จะส่ง

4.4 เมื่อกลุ่มตัวอย่างทุกคนส่งแบบสอบ และกระดาษคำตอบคืนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยกล่าวขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือ และจะส่งคะแนนจากแบบสอบมาทางอาจารย์ผู้สอน เพื่อที่นักเรียนจะได้ทราบผลสัมฤทธิ์ของตน

5. ตรวจให้คะแนนกระดาษคำตอบของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยแยกตรวจทีละความสามารถ และคะแนนรวมทั้งหมดเพื่อแจ้งผลให้นักเรียนทราบ

6. นำข้อมูลทั้งหมดมาลงรหัสในแบบลงรหัส (Coding form) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ตามระเบียบวิธีทางสถิติ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตามลำดับดังนี้

1. หาค่าคุณภาพของแบบสอบ

1.1 ค่าความตรงของข้อคำถามจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละกลุ่ม ใช้วิธีการซึ่ง Lawshe (1981) ได้เสนอแนะไว้ คือ

$$\text{ความตรง} = \frac{n_e - \frac{1}{2}N}{\frac{1}{2}N}$$

เมื่อ n_e แทน จำนวนคนที่ตอบเห็นด้วย

N แทน จำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

1.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบ โดยใช้ตารางวิเคราะห์ข้อคำถามของ Chung - Teh Fan

1.3 ค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ ใช้สูตร Kuder - Richardson สูตรที่ 20 คือ

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อคำถามในแบบสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในคำถามแต่ละข้อ

q แทน 1 - p

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบสอบ

1.4 วิเคราะห์ค่าประกอบจากความสามารถในการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน โดยการวิเคราะห์ตัวประกอบแบบแอลฟา (Alpha factoring)

2. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการเรียนรู้ ได้แก่ ค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

3. ศึกษารูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยในการอธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ 3 รูปแบบ โดยดำเนินการดังนี้

3.1 หาค่า R, R^2 , p_{jk} , F-ratio และผลกระทบของรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 3 รูปแบบ และรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบบเต็มรูป

3.2 ศึกษารูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยในการอธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ 3 รูปแบบ โดยใช้วิธีการของ Specht (1975 : 113-133) คือ

$$W = - (N - \bar{d}) \log_e Q$$

เมื่อ W แทน สถิติทดสอบที่มีการแจกแจงเป็น χ^2 ซึ่งมี df = d

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

d แทน จำนวนเส้นทางที่เกินมา ซึ่งเป็นจำนวนเส้นทางในรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการ เรียนรู้แบบเต็มรูปที่ตัดทิ้งไปในรูปแบบที่ต้องการศึกษา

$\log_e$ แทน natural logarithm

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$Q = \frac{1 - R_m^2}{1 - M}$$

เมื่อ R_m^2 แทน Generalized squared multiple correlation coefficient ของรูปแบบเต็มรูป

M แทน Generalized squared multiple correlation coefficient ของรูปแบบที่นำเสนอแต่ละรูปแบบ

$$R_m^2 = 1 - (1 - R_{y_1}^2)(1 - R_{y_2}^2) \ldots (1 - R_{y_p}^2)$$

เมื่อ $R_{y_i}^2$ แทน Ordinary squared multiple correlation coefficient ของสมการที่ i ของรูปแบบเต็มรูป

$$M = 1 - (1 - R_1^2)(1 - R_2^2) \ldots (1 - R_p^2)$$

เมื่อ R_i^2 แทน Ordinary squared multiple correlation coefficient ของสมการที่ i ของรูปแบบที่นำเสนอแต่ละรูปแบบ

ค่า M จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง R_m^2 ถ้ารูปแบบที่นำเสนอไม่แตกต่างจากรูปแบบเต็มรูปแล้ว ค่า $M = R_m^2$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การพิจารณารูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ในการอธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์</u>

การเปรียบเทียบรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบบเต็มรูป และรูปแบบที่นำเสนอในการอธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากการทดสอบนัยสำคัญของค่า Q จากค่า w ถ้าค่า w ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่า รูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ที่นำเสนออธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ไม่แตกต่างจากรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้แบบเต็มรูป ถ้าค่า w มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่า รูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ที่นำเสนออธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ได้แตกต่างจากรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้แบบเต็มรูป

ในกรณีที่รูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ที่นำเสนอเป็นรูปแบบที่อธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ได้สมบูรณ์และไม่แตกต่างจากรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้แบบเต็มรูปแล้ว ค่า $M = R_m^2$ ทำให้ $Q = 1$ และ $\log_e Q = 0$ นั่นคือ $w = 0$ เป็นการยอมรับรูปแบบโครงสร้างโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ที่นำเสนอทั้งรูปแบบว่าอธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ได้ไม่แตกต่างจากรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้แบบเต็มรูป ถ้าค่า M ยิ่งน้อยลง ค่า $\log_e Q$ มีค่ามากขึ้น ดังนั้น ค่า w มากขึ้น เป็นการปฏิเสธรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ที่นำเสนอทั้งรูปแบบว่าอธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ได้แตกต่างจากรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้แบบเต็มรูป

ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ที่นำเสนอว่ารูปแบบใดอธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ดีที่สุดนั้น พิจารณาจากค่า w ประจำแต่ละรูปแบบ ถ้ารูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้รูปแบบใดมีค่า w ที่น้อยกว่ารูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ แล้ว หมายความว่ารูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้รูปแบบนั้น อธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ดีกว่ารูปแบบอื่น ๆ

4. ในกรณีที่รูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่นำเสนออธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ได้แตกต่างจากรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบบเต็มรูปแล้ว ต้องหารูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้ที่อธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ไม่แตกต่างจากรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้แบบเต็มรูป โดยพิจารณาตัดเส้นทางบางเส้นทางที่ไม่ส่งผลต่อตัวแปรผล แต่รูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้นั้นยังคงอธิบายลำดับขั้นการเรียนรู้ของข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ไม่แตกต่างจากรูปแบบโครงสร้างของลำดับขั้นการเรียนรู้แบบเต็มรูป อาจเป็นรูปแบบที่ไม่ได้กำหนดไว้ในสมมุติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1, 2 ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSSX (Statistical Package for the Social Science Version X) และการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 3, 4 ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม PLS (Partial Least Squares Analysis) และเครื่องคำนวณ จากสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย