บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัย โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test: SAT) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและผลการศึกษาวิจัยต่าง ๆ ซึ่งเป็นการสำรวจแนวคิดและ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้
2. คัดเลือกแนวคิดหรือตัวแปรที่สำคัญ และให้นิยามเชิงปฏิบัติการที่สามารถวัดค่าได้
3. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทฤษฎีหรือตัวแปร
4. เชื่อมโยงข้อความและจัดระบบความสัมพันธ์ของแนวคิดทฤษฎีหรือตัวแปรที่น่าสนใจเป็นกรอบแนวคิด
5. เสนอโมเดลที่สมบูรณ์ที่สร้างขึ้น เป็นโมเดลสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือ ผลคะแนนจากการทดสอบความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2547 ทั่วประเทศ จำนวน 164,250 คน

กลุ่มตัวอย่าง

ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เป็นผลคะแนนจากการทดสอบความถนัดทางการเรียน (SAT) ที่ผ่านการตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 เรียบร้อยแล้ว ซึ่งดำเนินการโดยสำนักทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่างเป็นผลคะแนนจากการทดสอบความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2547 ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จากประชากร มีขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 2,000 คน เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล ที่ว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยต้องมีจำนวน 10-20 คน ต่อตัวแปรหนึ่งตัวแปร (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 311)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าครั้งนี้ คือ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test: SAT) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยข้อสอบแบบ 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน ดำเนินการสร้างโดยสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน คณะกรรมการออกข้อสอบประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัย ครูผู้สอน ศึกษานิเทศก์ นักวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง โดยมีโครงสร้างแบบทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4 โครงสร้างองค์ประกอบของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน

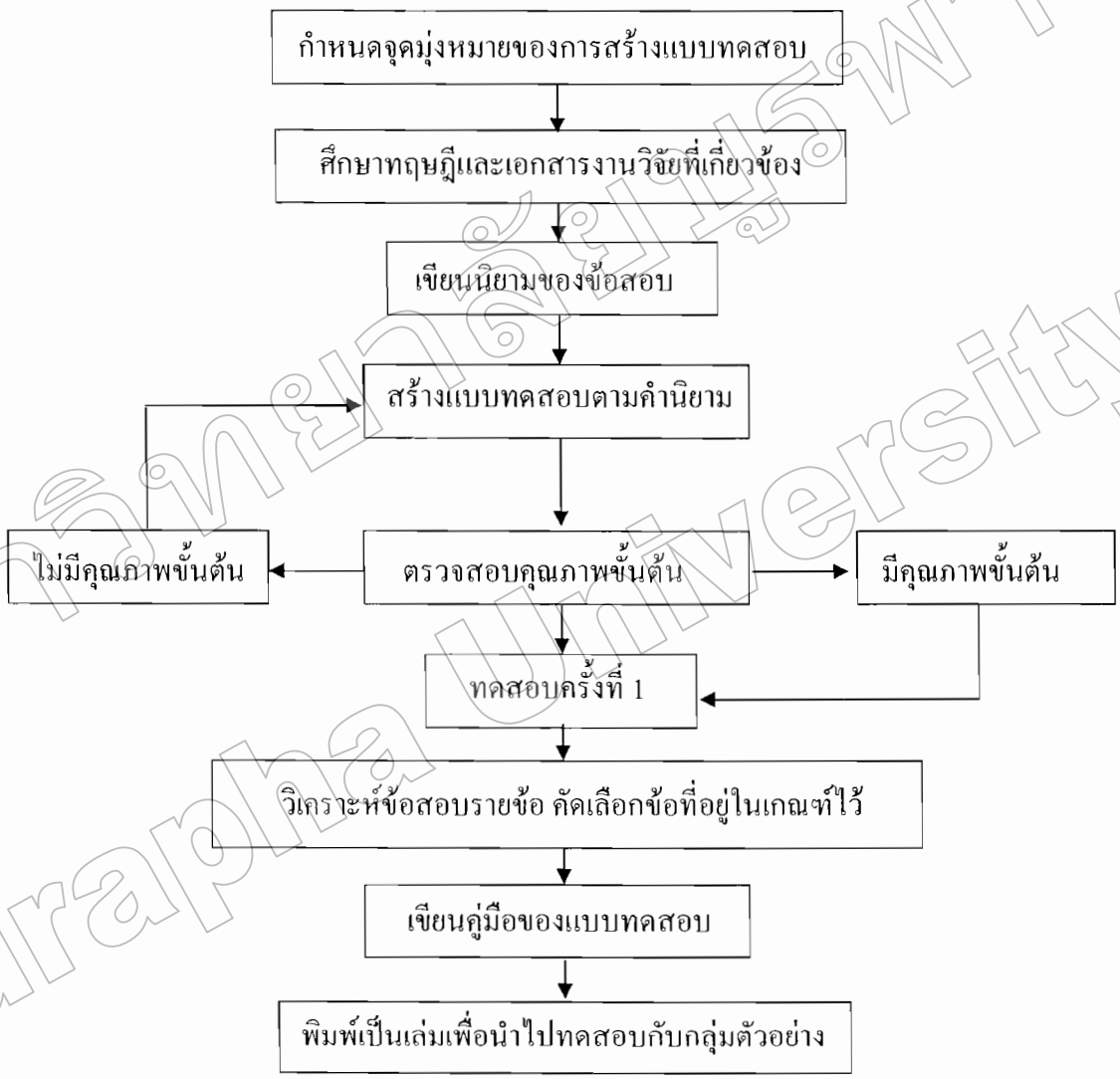
องค์ประกอบ	**องค์ประกอบย่อย**
1. ความสามารถทางภาษา (35 ข้อ)	1.1 การเติมความให้สมบูรณ์ (10 ข้อ)
	1.2 อุปมาอุปไมยทางภาษา (5 ข้อ)
	1.3 การอ่านอย่างมีวิจารณญาณ (20 ข้อ)
2. ความสามารถทางการคิดคำนวณ (35 ข้อ)	2.1 ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (10 ข้อ)
	2.2 การเปรียบเทียบเชิงปริมาณ (10 ข้อ)
	2.3 การตีความข้อมูล (5 ข้อ)
	2.4 การประเมินความเพียงพอของข้อมูล (10 ข้อ)
3. ความสามารถเชิงวิเคราะห์ (30 ข้อ)	3.1 การวิเคราะห์เชิงภาษา (10 ข้อ)
	3.2 การวิเคราะห์แผนภูมิเชิงตรรก (10 ข้อ)
	3.3 การวิเคราะห์เชิงภาพและสัญลักษณ์ (10 ข้อ)

สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ทั้งรายข้อและรายฉบับพบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายเฉลี่ยทั้งฉบับทุกวิชาเท่ากับ .50 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป เฉลี่ยทั้งฉบับมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า .40 ค่าความเที่ยง .80 ขึ้นไป มีค่าความตรงต่อหลักสูตรทั้งหมด 100 % (ค่า *IOC* = 1.00)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ตามแนวทฤษฎีการประมวลผลทางปัญญา ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 11 แสดงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน

จากภาพที่ 11 แสดงลำดับขั้นการสร้าง และหาคุณภาพของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน โดยสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถทางภาษา (Verbal Ability) ความสามารถทางการคิดคำนวณ (Numerical Ability) และด้านความสามารถเชิงวิเคราะห์ (Analytical Ability) เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน

3. เขียนนิยามของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน จำนวน 3 ด้าน ได้แก่

3.1 แบบทดสอบความถนัดด้านความสามารถทางภาษา

3.2 แบบทดสอบความถนัดด้านความสามารถทางการคิดคำนวณ

3.3 แบบทดสอบความถนัดด้านความสามารถเชิงวิเคราะห์

4. การสร้างแบบทดสอบ โดยคณะกรรมการออกข้อสอบประกอบด้วยครูผู้สอน ศึกษานิเทศก์ นักวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง โดยมีการวิจารณ์ข้อสอบทุกข้อ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณลักษณะที่ดีในเบื้องต้น จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ100 ข้อ

5. นำแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่สร้างขึ้นทั้ง 4 ฉบับ ฉบับละ100 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

6. นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดลองในภาคสนาม (Tryout) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ให้ได้ตัวแทนของสังกัดและขนาดโรงเรียน

7. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ประมวลผล เพื่อหาค่าสถิติต่าง ๆ เช่น ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น เป็นต้น โดยนำค่าสถิติที่ได้มาใช้พิจารณาปรับปรุงและพัฒนาข้อสอบ จนได้แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน ดังนี้

7.1 แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายเหมาะสม คือ มีข้อสอบค่อนข้างง่ายประมาณ 25% ข้อสอบยากง่ายปานกลาง 50% และข้อสอบค่อนข้างยากประมาณ 25% (เฉลี่ยทั้งฉบับมีค่าความยากประมาณ .50)

7.2 แบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกที่ดี ข้อสอบแต่ละข้อจะมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (เฉลี่ยทั้งฉบับมีค่าอำนาจมากกว่า .40)

7.3 แบบทดสอบมีค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) ที่ดีมีค่าค่อนข้างสูงประมาณ .80 ขึ้นไป

7.4 ครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) แบบทดสอบแต่ละฉบับซึ่งมีความเที่ยงตรงต่อหลักสูตรทั้งหมด 100%

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

8. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน และนำแบบทดสอบที่คัดเลือกทั้ง 3 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ ไปพิมพ์เป็นรูปเล่ม เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

จากขั้นตอนการสร้างดังกล่าวข้างต้น แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนของนักเรียนทุกฉบับ จึงเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่สามารถวัดได้อย่างน่าเชื่อถือ กล่าวคือ ทุกฉบับมีค่าความยากเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง คือประมาณ .40 – .60 มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย (Average Item Discrimination) สูงกว่า .40 และมีความน่าเชื่อถือ (Reliability) ซึ่งวัดจากค่า *KR-20* สูงกว่า .80 สำหรับแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ที่ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ IRT พบว่ามีอำนาจจำแนก (*a*-Parameter) ในระดับที่น่าพอใจ มีค่าความยาก (*b*-Parameter) ในระดับปานกลาง และมีค่าการเดา (*c*-Parameter) ต่ำกว่าค่า Psudo-Guessing Level คือ ต่ำกว่า .20 สำหรับความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี ทั้งที่จำแนกเป็นฉบับ โดยแต่ละฉบับมีค่า *IRT*-Based Reliability สูงกว่า .80 และฉบับรวมมีค่าเท่ากับ .94 ซึ่งเทียบเท่ามาตรฐานสากล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลผลคะแนนจากการสอบวัดความถนัดทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ จากสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

คำนวณค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าความเบ้ (Skewness) ค่าความโด่ง (Kurtosis) เพื่อบรรยายลักษณะการแจกแจงของคะแนนการสอบ โดยใช้โปรแกรม SPSS 18.0 for Windows

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนตามทฤษฎีการประมวลผลทางปัญญา

1. วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน โดยใช้โปรแกรม SPSS 18.0 for Windows ได้เมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 ความสามารถทางภาษา (Verbal Ability) จำนวน 35 ข้อ องค์ประกอบที่ 2 ความสามารถทางการคิดคำนวณ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(Numerical Ability) จำนวน 35 ข้อ และองค์ประกอบที่ 3 ด้านความสามารถเชิงวิเคราะห์ (Analytical Ability) จำนวน 30 ข้อ

2. การตรวจสอบความตรงของโมเดลสมมติฐาน (Validation of the Model) เป็นการตรวจสอบความตรงของโมเดลสมมติฐานในการวิจัย คือ การประเมินผลความถูกต้องของโมเดลสมมติฐานของการวิจัย หรือการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

2.1 การตรวจสอบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยการพิจารณาจากค่าประมาณพารามิเตอร์ (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ) ว่ามีนัยสำคัญหรือไม่ ซึ่งถ้าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่ และโมเดลการวิจัยอาจจะยังไม่ดีพอ

2.2 การตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และค่าสัมประสิทธิ์พยากรณ์ (Coefficients of Determination: R^2) ซึ่งถ้าผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ขนาดค่าเหล่านี้สูงแสดงว่าโมเดลสมมติฐานมีความตรง เพราะได้รวมตัวแปรที่สำคัญที่มีอิทธิพลในการอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรตามไว้ในโมเดลสมติฐานแล้ว

2.3 การวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืน (Goodness–of–Fit Measures) ของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่ 2 (Secondary Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอนคือ

2.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบและเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของข้อคำถามของแต่ละองค์ประกอบย่อยกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน แล้วนำมาสร้างสเกลองค์ประกอบย่อย จำนวน 10 ประองค์ประกอบย่อย จากข้อคำถามเดี่ยวทั้งหมด 100 ข้อ ขึ้นก่อนซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบย่อยจากคะแนนรวมของคะแนนสเกลองค์ประกอบที่ได้จากผลคูณของสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (Factor Score) กับคะแนนมาตรฐาน (Standard Score) ของข้อคำถามเดี่ยว สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$F_i = \sum_{i=1}^{n} a_i Zx_i$$

เมื่อ F_i คือ ค่าสเกลองค์ประกอบตัวที่ i

a_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ที่ i

n คือ จำนวนตัวบ่งชี้ i

Zx_i คือ ค่าคะแนนมาตรฐาน ของตัวบ่งชี้ที่ i

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบย่อย 10 องค์ประกอบย่อย จากองค์ประกอบใหญ่ 3 องค์ประกอบ ด้วยข้อคำถามเดี่ยว จำนวน 100 ข้อ ดังนี้ คือ องค์ประกอบที่ 1 ความสามารถทางภาษา (Verbal Ability) มี 3 องค์ประกอบย่อย คือ อุปมาอุปไมยทางภาษา (10 ข้อ) การเติมความให้สมบูรณ์ (5 ข้อ) และการอ่านอย่างมีวิจารณญาณ (20 ข้อ) องค์ประกอบที่ 2 ความสามารถทางการคิดคำนวณ (Numerical Ability) มี 4 องค์ประกอบย่อย คือ ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (10 ข้อ) การเปรียบเทียบเชิงปริมาณ (10 ข้อ) การตีความข้อมูล (5 ข้อ) และการประเมินความเพียงพอของข้อมูล (10 ข้อ) และองค์ประกอบที่ 3 ด้านความสามารถเชิงวิเคราะห์ (Analytical Ability) มี 3 องค์ประกอบย่อย คือ การวิเคราะห์เชิงภาษา (10 ข้อ) วิเคราะห์แผนภูมิเชิงตรรก (10 ข้อ) และการวิเคราะห์เชิงภาพและสัญลักษณ์ (10 ข้อ) ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิด 3 โมเดล ดังนี้

2.3.1.1 โมเดลองค์ประกอบที่ 1 ความสามารถทางภาษา (Verbal Ability) ใช้ข้อคำถาม 35 ข้อ เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบย่อย 3 องค์ประกอบย่อยโดยเขียนสมการได้ดังนี้

$$F_1 = a_1Zx_1+a_2Zx_2+a_3Zx_3+a_4Zx_4+a_5Zx_5+a_6Zx_6+a_7Zx_7+a_8Zx_8+a_9Zx_9+a_{10}Zx_{10}$$

$$F_2 = a_{11}Zx_{11}+a_{12}Zx_{12}+a_{13}Zx_{13}+a_{14}Zx_{14}+a_{15}Zx_{15}$$

$$F_3 = a_{16}Zx_{16}+a_{17}Zx_{17}+a_{18}Zx_{18}+a_{19}Zx_{19}+a_{20}Zx_{20}+a_{21}Zx_{21}+a_{22}Zx_{22}+a_{23}Zx_{23}$$
$$+a_{24}Zx_{24}+a_{25}Zx_{25}+a_{26}Zx_{26}+a_{27}Zx_{27}+a_{28}Zx_{28}+a_{29}Zx_{29}+a_{30}Zx_{30}+a_{31}Zx_{31}$$
$$+a_{32}Zx_{32}+a_{33}Zx_{33}+a_{34}Zx_{34}+a_{35}Zx_{35}$$

2.3.1.2 โมเดลองค์ประกอบที่ 2 ความสามารถทางการคิดคำนวณ (Numerical Ability) ใช้ข้อคำถาม 35 ข้อ เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบย่อย 4 องค์ประกอบย่อยโดยเขียนสมการได้ดังนี้

$$F_4 = a_{36}Zx_{36}+a_{37}Zx_{37}+a_{38}Zx_{38}+a_{39}Zx_{39}+a_{40}Zx_{40}+a_{41}Zx_{41}+a_{42}Zx_{42}+a_{43}Zx_{43}$$
$$+a_{44}Zx_{44}+a_{45}Zx_{45}$$

$$F_5 = a_{46}Zx_{46}+a_{47}Zx_{47}+a_{48}Zx_{48}+a_{49}Zx_{49}+a_{50}Zx_{50}+a_{51}Zx_{51}+a_{52}Zx_{52}+a_{53}Zx_{53}$$
$$+a_{54}Zx_{54}+a_{55}Zx_{55}$$

$$F_6 = a_{56}Zx_{56}+a_{57}Zx_{57}+a_{58}Zx_{58}+a_{59}Zx_{59}+a_{60}Zx_{60}$$

$$F_7 = a_{61}Zx_{61}+a_{62}Zx_{62}+a_{63}Zx_{63}+a_{64}Zx_{64}+a_{65}Zx_{65}+a_{66}Zx_{66}+a_{67}Zx_{67}+a_{68}Zx_{68}$$
$$+a_{69}Zx_{69}+a_{70}Zx_{70}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3.1.3 โมเดลองค์ประกอบที่ 3 ความสามารถเชิงวิเคราะห์ (Analytical Ability) ใช้ข้อคำถาม 30 ข้อ เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบย่อย 3 องค์ประกอบย่อยโดยเขียนสมการได้ดังนี้

$$F_8 = a_{81}Zx_{81}+a_{82}Zx_{82}+a_{83}Zx_{83}+a_{84}Zx_{84}+a_{85}Zx_{85}+a_{86}Zx_{86}+a_{87}Zx_{87}+a_{88}Zx_{88}+a_{89}Zx_{89}$$
$$+a_{810}Zx_{810}$$

$$F_9 = a_{91}Zx_{91}+a_{92}Zx_{92}+a_{93}Zx_{93}+a_{94}Zx_{94}+a_{95}Zx_{95}+a_{96}Zx_{96}+a_{97}Zx_{97}+a_{98}Zx_{98}+a_{99}Zx_{99}$$
$$+a_{910}Zx_{910}$$

$$F_{10} = a_{101}Zx_{101}+a_{102}Zx_{102}+a_{103}Zx_{103}+a_{104}Zx_{104}+a_{105}Zx_{105}+a_{106}Zx_{106}+a_{107}Zx_{107}+a_{108}Zx_{108}+a_{109}Zx_{109}$$
$$+a_{1010}Zx_{1010}$$

2.3.2 การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างและเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบความถนัดทางการเรียนตามทฤษฎีการประมวลผลทางปัญญากับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการนำสเกลองค์ประกอบย่อยที่ได้จากการคำนวณหาค่าได้ในตอนที่ 2.3.1 มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่ 2 (Secondary Order Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งตามหลักสถิติแล้วเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่ 3 (Third Order Confirmatory Factor Analysis) (Bolle, 1998, Joreskog & Sorbom, 1989; Long, 1983; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2539, สมเกียรติ ทานอก, 2539 อ้างถึงใน รัชดาภรณ์ สุราเลิส, 2545) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LISREL 8.72 ของทุกโมเดลในการวิจัย ซึ่งการวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืน (Goodness of Fit Measures) ของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยจะแบ่งการตรวจสอบเป็น 4 ส่วน ดังนี้

2.3.2.1 ส่วนที่ 1 การตรวจสอบความกลมกลืนเชิงสมบูรณ์ (Measure of Absolute Fit) เป็นการตรวจสอบความกลมกลืนของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานในการวิจัยโดยรวมทั้งรูปแบบ (Overall Model Fit) ค่าสถิติที่สำคัญที่ใช้ตรวจสอบความกลมกลืนของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีจำนวน 5 ค่า โดยต้องพิจารณาทั้ง 5 ค่าร่วมกันว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถจะยอมรับได้หรือไม่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (Joseph et al., 1992, pp. 489–494 อ้างถึงในนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537, หน้า 44–52)

2.3.2.1.1 ค่าสถิติไค–สแควร์ (Chi-square statistic) เป็นค่าสถิติที่ทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรแตกต่างจากเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ประมาณค่าจากโมเดลสมมติฐานหรือไม่ ถ้าค่าสถิติไค–สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่าโมเดลสมมติฐาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่เนื่องจากค่าสถิติไค–สแควร์ ได้รับผลกระทบได้ง่ายจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ทำให้ค่าไค – สแควร์ มีโอกาสที่จะมีนัยสำคัญได้ง่ายจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างและข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normality) (Jöreskog & Sörborm, 1996, pp. 121-122 อ้างถึงใน อติราช เกิดทอง, 2551, หน้า 164) การพิจารณาค่าไค–สแควร์ที่มีนัยสำคัญ จึงไม่ได้หมายความว่าโมเดลที่ทดสอบได้ไม่มีความกลมกลืนเสมอไป

เกณฑ์ ค่า ไค–สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2.3.2.1.2 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน *GFI* (Goodness–of–Fit Index) ซึ่งเป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากค่าไค–สแควร์ ในการเปรียบเทียบระดับความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลก่อนและหลังปรับโมเดล ซึ่งดัชนี *GFI* เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างฟังก์ชันความกลมกลืนจากโมเดลก่อนปรับและหลังปรับโมเดล กับฟังก์ชันความกลมกลืนก่อนปรับโมเดล โดยจะมีค่าตั้งแต่ 0 (Poor Fit) ถึง 1.00 (Perfect Fit) โดยที่ค่าที่เข้าใกล้ 1 สูงจะบ่งบอกว่าโมเดลมีความกลมกลืนสูง (Joseph et al., 1992, pp. 491 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537, หน้า 46)

เกณฑ์ ค่าดัชนีที่เกิน .90 เป็นค่าที่ยอมรับได้แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนสูง

2.3.2.1.3 ดัชนีค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการแปรปรวน *RMSEA* (Root Mean Square Error of Approximation) เป็นดัชนีที่บ่งถึงความไม่กลมกลืนระหว่างโมเดลที่สร้างขึ้นกับเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากร

เกณฑ์ ค่า *RMSEA* ควรมีค่าน้อยกว่า .05 เป็นค่าที่ยอมรับได้ (อติราช เกิดทอง, 2551, หน้า 164 อ้างอิงจาก Browne & Cudeck, 1993, pp. 137 -138) และค่าดังกล่าวเมื่อผ่านการทดสอบ Goodness of Fit แล้วควรจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.3.2.1.4 ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษที่เหลือ *RMR* (Root Mean Squared Residuals) เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดล เฉพาะกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ดัชนี *RMR* จะบอกขนาดของเศษที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของโมเดลสองโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และจะใช้ได้ดีเมื่อตัวแปรภายนอกและตัวแปรสังเกตได้เป็นตัวแปรมาตรฐาน (Standardized *RMR*) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537, หน้า 46)

เกณฑ์ ค่าดัชนี *RMR* ควรมีค่าน้อยกว่า .05 เป็นค่าที่ยอมรับได้ แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์สูง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3.2.1.5 ดัชนี *SRMR* (Standard Root Mean squared Residual) เป็นค่าเฉลี่ยของค่าที่เหลือที่อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐาน โดยจะแปรค่าอยู่ในช่วง 0-1

เกณฑ์ ค่าดัชนี *SRMR* ควรมีค่าน้อยกว่า .05 เป็นค่าที่ยอมรับได้ แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์สูง

2.3.2.2 ส่วนที่ 2 การวัดความกลมกลืนเชิงเปรียบเทียบ (Incremental Fit Measure) ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบโมเดลการวิจัย (Purposed Model) ว่ามีความกลมกลืนสูงกว่าโมเดลอิสระ (Null Model) มากน้อยเพียงใด ดัชนีในกลุ่มนี้ ได้แก่

2.3.2.2.1 ค่าดัชนี *IFI* (Incremental Fit Index) เป็นดัชนีที่วัดขึ้นโดยโบลเลน (อติราช เกิดทอง, 2551, หน้า 165 อ้างอิงจาก Hu & Bentler, 1995, p. 84) เป็นดัชนีเชิงเปรียบเทียบที่สร้างขึ้นจากค่าสถิติไค – สแควร์ ที่มีการแจกแจงแบบ Central Distribution ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 โดยค่าของดัชนี *IFI* ที่เข้าใกล้ 1 จะแสดงว่า โมเดลการวิจัยมีความกลมกลืนดีกว่าโมเดลอิสระ

เกณฑ์ ค่าดัชนีที่เกิน .90 เป็นค่าที่ยอมรับได้ แสดงว่าโมเดลการวิจัยสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์สูงกว่าโมเดลอิสระ

2.3.2.2.2 ค่าดัชนี *CFI* (Comparative Fit Index) ดัชนีที่พัฒนาโดย เบนท์เลอร์ (อติราช เกิดทอง, 2551, หน้า 165 อ้างอิงจาก Hu & Bentler, 1995, p. 85) เป็นดัชนีเชิงเปรียบเทียบที่คำนวณขึ้นจากค่าสถิติไค – สแควร์ที่มีการแจกแจงแบบ Non–Central Distribution มีค่าระหว่าง 0–1 ยิ่งค่า เข้าใกล้ 1 ก็ยิ่งแสดงว่าโมเดลการการวิจัยมีความกลมกลืนดีกว่าโมเดลอิสระ

เกณฑ์ ค่าดัชนีที่เกิน .90 เป็นค่าที่ยอมรับได้ แสดงว่าโมเดลการวิจัยมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์สูงกว่าโมเดลอิสระ

2.3.2.3 ส่วนที่ 3 การวัดความประหยัดของโมเดล (Parsimonious Fit Measure) ซึ่งเป็นการวัดระดับความกลมกลืนของโมเดลกับจำนวนเส้นทางที่โมเดลต้องการน้อยที่สุดภายใต้ระดับความกลมกลืน (Level of Fit) ดังกล่าว โดยที่มีความประหยัดจะเป็นโมเดลที่มีจำนวนเส้นทางน้อยที่สุด ขณะที่อำนาจการอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวของตัวแปรอิสระไม่เปลี่ยนแปลง ภาวะจำนวนเส้นทางที่มากเกินความจำเป็น (Over fitting) จึงเป็นการแสดงว่าโมเดลการวิจัยมีจำนวนเส้นทางที่มากเกินไป ซึ่งในทางปฏิบัติ Parsimonious Fit Measure จะเหมือนกับ Adjusted R^2 ในการวิเคราะห์ การถดถอย แต่อย่างไรก็ตามหากมีสถิติทดสอบที่หาได้จากการวัดครั้งนี้ ก็ควรใช้ความรู้สึกและวิจารณญาณของผู้วิจัยในการตัดสินใจว่าจำนวนเส้นทาง (ตัวแปรอิสระ) เท่าไรจึงจะเพียงพอในการอธิบายและถูกต้องตามหลักความเป็นจริง สถิติที่ใช้วัดความประหยัดของโมเดล (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537, หน้า 44–52 อ้างอิงจาก Joseph et al., 1992, pp. 491–492) ได้แก่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3.2.3 .1 ดัชนี *AGFI* (Adjusted Goodness–of–Fit Index) เป็นการนำเอาดัชนี *GFI* มาปรับแก้โดยคำนึงถึงขนาดของชั้นความเป็นอิสระที่รวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์ ค่าดัชนีที่เกิน .90 เป็นค่าที่ยอมรับได้ แสดงว่าโมเดลมีความประหยัด

2.3.2.3.2 ดัชนี *PFI* (Parsimonious Fit Index) เป็นการนำดัชนี *NFI* มาปรับแก้ (Modification) โดยการนำเอาชั้นความเป็นอิสระมาคำนวณด้วย ดัชนี *PFI* ที่ดีควรมีค่าสูงและใช้สำหรับเปรียบเทียบโมเดลการวิจัยหลาย ๆ โมเดลกับโมเดลทางเลือก (Alternative Model) หรือเปรียบเทียบโมเดลสมมติฐานก่อนและหลังการตบแต่ง

2.3.2.4 ส่วนที่ 4 ดัชนีวัดความพอเพียงของกลุ่มตัวอย่าง *CN* (Critical N) ดัชนีนี้จะมีลักษณะแตกต่างจากดัชนีที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด โดยค่า *CN* ให้ความสนใจโดยตรงไปที่ความพอเพียงของขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการทดสอบโมเดลมากกว่าทดสอบความกลมกลืนของโมเดล โดยที่วัตถุประสงค์ของการพัฒนาค่า *CN* ขึ้นเพื่อการประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอที่จะทำให้โมเดลมีความกลมกลืนในการทดสอบไค–สแควร์

เกณฑ์ ค่า *CN* ควรมีมากกว่าหรือเท่ากับ 200 และน้อยกว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (อติราช เกิดทอง, 2551, หน้า 166 อ้างอิงจาก Bollen, 1989, p. 277)

2.4 การประเมินความสอดคล้องในโมเดลการวัด ภายหลังจากโมเดลโครงสร้างในภาพรวมมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นอย่างดีแล้ว ผู้วิจัยจะทำการแยกประเมินตัวแปรแฝงแต่ละตัว โดยพิจารณาประเด็นหลัก ๆ 3 ส่วนได้แก่

2.4.1 การตรวจสอบค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรที่สังเกตได้ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝงนั้นว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

2.4.2 การประเมินค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง (Construct Reliability: ρ_c) เป็นการประเมินความคงที่ภายในของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝงนั้น ๆ ซึ่งความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝงจะเกิดจากการที่ชุดของตัวแปรสังเกตได้เป็นตัวบ่งชี้ส่วนรวมกันในการวัดตัวแปรแฝง การที่ความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝงมีค่าสูงแสดงว่าตัวแปรบ่งชี้ของตัวแปรแฝงนั้นมีความสัมพันธ์กันสูง จะบ่งชี้ได้ว่าตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดกำลังวัดตัวแปรแฝงเดียวกันและหากความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝงลดลง แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ชุดนั้นไม่คงเส้นคงวา

2.4.3 การประเมินค่าความแปรปรวนที่สกัดได้ (Variance Extracted: ρ_v) เป็นการประเมินความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง ซึ่งเป็นการวัดว่าความแปรปรวนในตัวแปรสังเกตได้ถูกอธิบายด้วยตัวแปรแฝงในภาพรวมร้อยละเท่าใด ซึ่งเป็นการวัดว่าความแปรปรวนในตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นตัวบ่งชี้นั้นเป็นตัวแทนที่แท้จริงของตัวแปรแฝงที่ผู้วิจัยต้องการวัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University