

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. สัมภาษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.1 การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.2 การหาคุณภาพเบื้องต้น

1.3 การทดสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.3.1 การทดสอบครั้งที่ 1

1.3.2 การทดสอบครั้งที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.2 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน

2.3 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ลำดับชั้นที่หนึ่ง (First Order) และลำดับชั้นที่สอง (Second Order) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ที่ตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
p	แทน	ค่าความยาก
D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
IOC	แทน	ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
α	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
SEM	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
χ^2	แทน	ค่าจาก χ^2 -distribution
df	แทน	องศาความเป็นอิสระ
t	แทน	ค่าสถิติ t
SE	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
GFI	แทน	ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง
AGFI	แทน	ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว
RMR	แทน	ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ
RMSEA	แทน	ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ
RAI	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน
\bar{R}_{nk}	แทน	ค่าเฉลี่ยของความเชื่อมั่นของผู้ตรวจ
Skill	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
Hypothesis	แทน	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
Defining	แทน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
Control	แทน	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
Experiment	แทน	ทักษะการทดลอง
Conclusion	แทน	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

1.1 การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เริ่มแรกสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแบบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ 10 สถานการณ์ จำนวนข้อคำถาม 28 ข้อคำถาม เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ นำไปให้ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา ได้คัดเลือกที่ขาดความเป็นปรนัยหรือสามารถตอบได้หลายแนวทางออก เหลือ 9 สถานการณ์ 24 ข้อคำถาม แล้วได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้คำแนะนำ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50 ออก ส่วนข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 – 1.00 บางข้อ ที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ทดสอบเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อที่นักเรียนร้อยละ 80 ทำเสร็จ คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ (ค่าความยากระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป) ตัดข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์หรือใช้เวลาในการทำข้อสอบนานเกินไป และทดสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ (ค่าความยากระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ ดังมีรายละเอียดของจำนวนข้อสอบที่ทำการทดสอบแต่ละครั้งดังนี้

1.1.1 สร้างครั้งแรก จำนวน 10 สถานการณ์ 28 ข้อคำถาม

1.1.2 ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาลดเหลือข้อสอบ จำนวน 9 สถานการณ์ 24 ข้อคำถาม

1.1.3 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ลดเหลือข้อสอบ จำนวน 8 สถานการณ์ 21 ข้อคำถาม

1.1.4 ทดสอบครั้งที่ 1 ข้อสอบจำนวน 8 สถานการณ์ 21 ข้อคำถาม มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 สถานการณ์ 17 ข้อคำถาม

1.1.5 ทดสอบครั้งที่ 2 ข้อสอบจำนวน 8 สถานการณ์ 17 ข้อคำถาม ผลปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ผู้วิจัยจึงได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ

ผลการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการครั้งนี้ทำให้ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบความเรียง กำหนดสถานการณ์ 8 สถานการณ์ เพื่อตอบคำถาม 17 ข้อ

รวมเป็นแบบวัด 1 ฉบับ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 4 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 2 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 4 ข้อ

1.2 การหาคุณภาพเบื้องต้น เป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 สถานการณ์ 24 ข้อคำถาม ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน วัสดุ จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความเป็นปรนัย (Objectivity) ของข้อคำถาม เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) และคู่มือการตรวจให้คะแนน โดยพิจารณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ภาษา ความเหมาะสมตรงประเด็นของสถานการณ์และข้อคำถาม เมื่อผู้วิจัยนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.60 – 1.00 และปรับปรุงเพิ่มเติม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.3 การทดสอบหาคุณภาพเครื่องมือ

1.3.1 การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อทดสอบความเหมาะสมของเวลาในการทำข้อสอบ รายข้อและคัดเลือกข้อสอบ โดยพิจารณาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่ได้จากการวิเคราะห์ ข้อสอบรายข้อ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 21 ข้อ 8 สถานการณ์ โดยมีองค์ประกอบด้านทักษะ การตั้งสมมติฐาน จำนวน 5 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 ข้อ ทักษะ การกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 5 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 4 ข้อ และทักษะ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 4 ข้อ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ หาคุณภาพเครื่องมือ จำนวน 44 คน จากนั้นนำผลการตอบของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่า ความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B – Index ผลปรากฏว่าแบบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 21 ข้อ 8 สถานการณ์ เป็นข้อสอบ ที่ค่อนข้างยาก ($p = 0.20 - 0.39$) จำนวน 3 ข้อ ยากปานกลาง ($p = 0.40 - 0.59$) จำนวน 17 ข้อ และค่อนข้างง่าย ($p = 0.60 - 0.79$) จำนวน 1 ข้อ แสดงว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีความยากง่ายอยู่ใน ระดับปานกลาง

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 21 ข้อ 8 สถานการณ์ ที่ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ จำนวน 44 คน ผลปรากฏว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีจำนวนข้อที่ตัดออก ($D \leq 0.19$) ทั้งหมด 4 ข้อ ซึ่งข้อที่ตัดออกนั้นมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ควรปรับปรุง ($0.10 \leq D \leq 0.19$) แต่เนื่องจากต้องใช้เวลามากในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้เวลาในการทำแบบทดสอบมีความพอเหมาะผู้วิจัย จึงไม่ได้ทำการปรับปรุงข้อสอบทั้ง 4 ข้อ และได้ตัดออก มีจำนวนข้อที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด 17 ข้อ โดยข้อที่จำแนกได้พอใช้ ($0.20 \leq D \leq 0.39$) จำนวน 11 ข้อ และจำแนกได้ดี ($0.40 \leq D \leq 0.59$) จำนวน 6 ข้อ แสดงว่าข้อสอบส่วนใหญ่สามารถจำแนกได้พอใช้

1.3.2 การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือกข้อสอบโดยพิจารณาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งหมดับมีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 17 ข้อ 8 สถานการณ์ โดยมีองค์ประกอบด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 4 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 2 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 4 ข้อ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ จำนวน 45 คน จากนั้นนำผลการตอบของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B - Index ผลปรากฏว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 17 ข้อ 8 สถานการณ์ เป็นข้อสอบที่ยากง่ายปานกลาง ($p = 0.40 - 0.59$) จำนวน 15 ข้อ ค่อนข้างง่าย ($p = 0.60 - 0.79$) จำนวน 2 ข้อ แสดงว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 17 ข้อ 8 สถานการณ์ ที่ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ จำนวน 45 คน ผลปรากฏว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีจำนวนข้อที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด 17 ข้อ โดยข้อที่จำแนกได้พอใช้ ($0.20 \leq D \leq 0.39$) จำนวน 16 ข้อ และจำแนกได้ดี ($0.40 \leq D \leq 0.59$) จำนวน 1 ข้อ แสดงว่าข้อสอบส่วนใหญ่สามารถจำแนกได้พอใช้

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งหมดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งหมดเท่ากับ 0.91

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำกระดาษคำตอบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 472 คน ถ่ายเอกสาร จำนวน 3 ชุด ไปให้ผู้ตรวจ 3 คน ตรวจให้คะแนนทุกทักษะ โดยใช้กฎเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นคู่มือในการตรวจแล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัด จำแนกผลตามผู้ตรวจ ผลปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผู้ตรวจ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	α	SEM
คนที่ 1	68	45.49	5.91	0.816	2.53
คนที่ 2	68	45.65	5.83	0.815	2.50
คนที่ 3	68	45.46	5.89	0.817	2.52
รวม		45.55	5.86	0.815	2.52

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจทั้ง 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 2 มีค่ามากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.65 รองลงมาคือคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.49 และคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจคนที่ 3 มีค่าน้อยที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.46 ค่าเฉลี่ยรวมการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจทั้ง 3 คน เท่ากับ 45.55 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจทั้ง 3 คน เท่ากับ 5.86 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ โดยผู้ตรวจทั้ง 3 คน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.815 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.52

2.2 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน (Rater Agreement Indexes : RAI) ผลปรากฏดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน

จำนวนผู้ตรวจ	ผลรวมคะแนนผู้ตรวจคนที่ 1	ผลรวมคะแนนผู้ตรวจคนที่ 2	ผลรวมคะแนนผู้ตรวจคนที่ 3	$\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M R_{mnk} - \bar{R}_{nk} $	RAI
3 คน	21470	21549	21460	24.69	0.99

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้ผู้ตรวจ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.99 แสดงว่าผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกันมาก

2.3 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ลำดับขั้นที่หนึ่ง (First Order) และลำดับขั้นที่สอง (Second Order) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลค่าคะแนนของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 17 ตัวแปร มาวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรที่มีองค์ประกอบจำนวน 5 องค์ประกอบ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่หนึ่งเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่สอง เป็นการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีค่าความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด

2.3.1 การเปรียบเทียบความสอดคล้องของข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่หนึ่ง เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละตัวแปรว่ามีความสอดคล้องกับโมเดลการวิจัย โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความเหมาะสมของพารามิเตอร์ในแต่ละทักษะ ผลปรากฏดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการประมาณค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่หนึ่ง

องค์ประกอบ	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าน้ำหนักตัวประกอบ	SE	t	ความเชื่อมั่น (R^2)
Hypothesis	ITEM1	0.678*	0.048	13.984	0.460
	ITEM2	0.552*	0.050	10.995	0.306
	ITEM3	0.360*	0.051	7.096	0.131
	ITEM4	0.568*	0.050	11.427	0.323

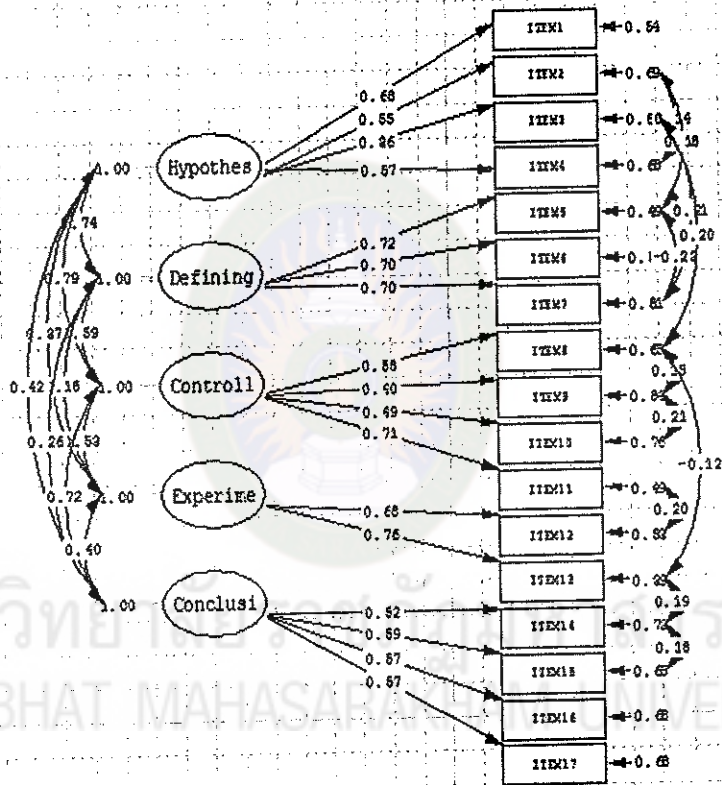
องค์ประกอบ	ตัวแปร สังเกตได้	ค่าน้ำหนัก ตัวประกอบ	SE	t	ความเชื่อมั่น (R ²)
Defining	ITEM5	0.720*	0.051	14.012	0.515
	ITEM6	0.696*	0.047	14.775	0.484
	ITEM7	0.700*	0.051	13.621	0.491
Control	ITEM8	0.583*	0.048	12.222	0.342
	ITEM9	0.402*	0.051	7.904	0.162
	ITEM10	0.494*	0.049	10.165	0.244
	ITEM11	0.712*	0.046	15.366	0.506
Experiment	ITEM12	0.683*	0.060	11.433	0.467
	ITEM13	0.761*	0.065	11.769	0.596
Conclusion	ITEM14	0.524*	0.055	9.542	0.273
	ITEM15	0.594*	0.054	11.035	0.353
	ITEM16	0.568*	0.053	10.764	0.322
	ITEM17	0.568*	0.053	10.769	0.322

* p < 0.05

$\chi^2 = 119.95$, $df = 98$, $p = 0.065$, $GFI = 0.971$, $AGFI = 0.955$, $RMR = 0.034$, $RMSEA = 0.022$

จากตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวแปรสังเกตได้ ทั้ง 17 ตัวแปร เมื่อพิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ในข้อ 1 – 4 มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบ Hypothesis ตัวแปรสังเกตได้ในข้อ 5 - 7 มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบ Defining ตัวแปรสังเกตได้ในข้อ 8 – 11 มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบ Control ตัวแปรสังเกตได้ในข้อ 12 – 13 มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบ Experiment และตัวแปรสังเกตได้ในข้อ 14 – 17 มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบ Conclusion คำนีความสอดคล้องของโมเดล องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่หนึ่ง จำนวน 5 องค์ประกอบ พบว่าค่าไค-สแควร์เท่ากับ 119.95 ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ 98 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ค่า $p = 0.065$) ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.971 ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.955 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ 0.034 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.022

ค่าดัชนีความสอดคล้องทุกตัวบ่งชี้ว่า โมเดลการวิจัยมีความเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ไค-สแควร์ต้องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า GFI และ AGFI มีค่ามากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMR และค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 และเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับชั้นที่หนึ่งมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการวัดได้เที่ยงตรงตามโครงสร้างที่มุ่งวัดโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับชั้นที่หนึ่ง 5 องค์ประกอบดังแผนภาพที่ 4



Chi-Square=119.95, df=98, P-value=0.06539, RMSEA=0.022

แผนภาพที่ 4 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับชั้นที่หนึ่ง ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.3.2 การเปรียบเทียบความเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่สอง เพื่อตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีค่าความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความเหมาะสมของพารามิเตอร์ในแต่ละทักษะ ปรากฏผลดังตารางที่ 12 และเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก ปรากฏผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12 ผลการประมาณค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่สอง

องค์ประกอบ	ตัวแปรแฝง	ค่าน้ำหนัก ตัวประกอบ	SE	t	ความเชื่อมั่น (R ²)
Skill	Hypothesis	0.759*	0.068	11.080	0.576
	Defining	0.536*	0.062	8.673	0.287
	Control	1.000*	0.082	12.161	1.000
	Experiment	1.000*	0.160	6.231	1.000
	Conclusion	0.664*	0.091	7.289	0.441

* P < 0.05

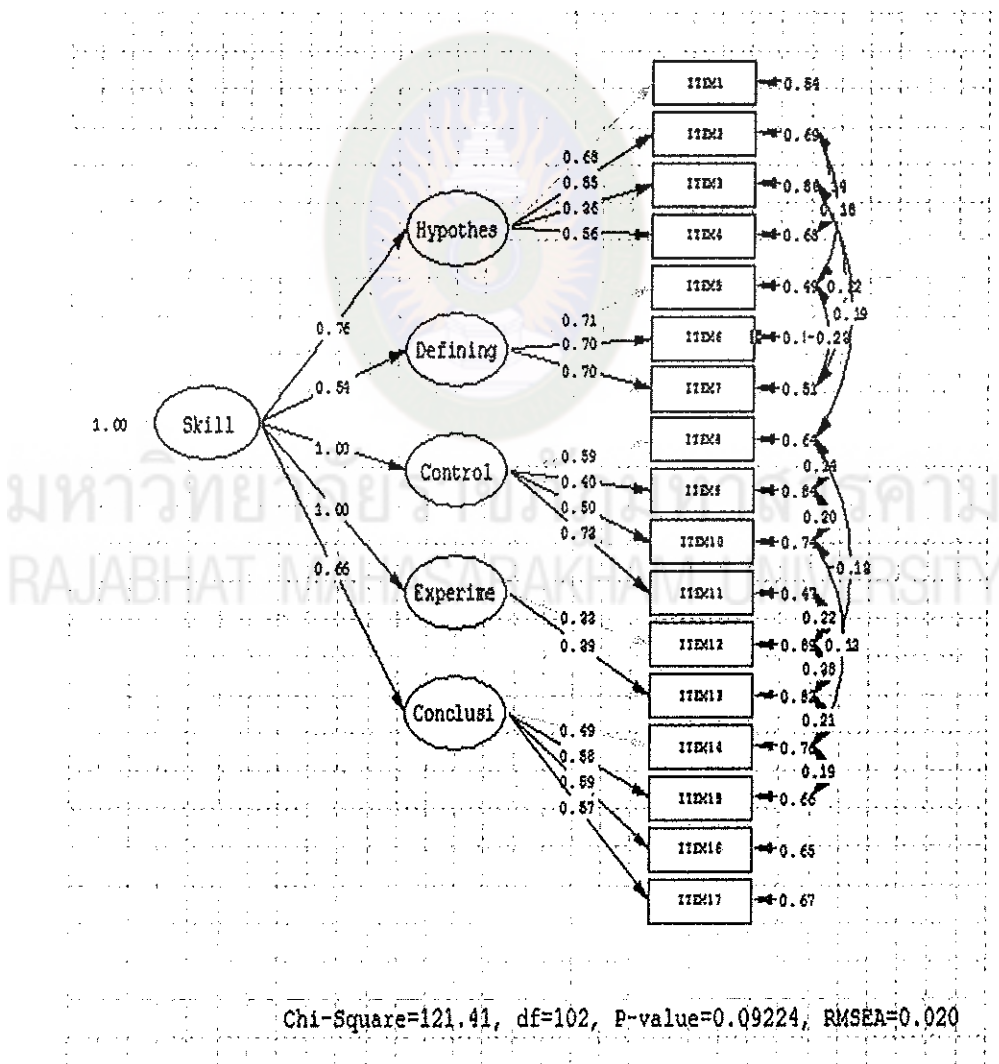
ตารางที่ 13 เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก

ตัวแปรแฝง	Hypothesis	Defining	Control	Experiment	Conclusion	Skill
Hypothesis	1.000					
Defining	0.747	1.000				
Control	0.759	0.536	1.000			
Experiment	0.759	0.536	1.000	1.000		
Conclusion	0.504	0.356	0.664	0.664	1.000	
Skill	0.759	0.536	1.000	1.000	0.664	1.000

$\chi^2 = 121.41$, $df = 102$, $p = 0.092$, $GFI = 0.971$, $AGFI = 0.956$, $RMR = 0.038$, $RMSEA = 0.02$

ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้ การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่สอง จำนวน 1 องค์ประกอบ พบว่าค่าไค-สแควร์เท่ากับ 121.41 ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ 102 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ค่า $p = 0.092$) ค่าดัชนี

วัดระดับความสอดคล้อง (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.971 ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.956 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ 0.038 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.020 ค่าดัชนีความสอดคล้องทุกตัวบ่งชี้ว่า โมเดลการวิจัยมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ไค-สแควร์ต้องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า GFI และ AGFI มีค่ามากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMR และค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 และเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่สองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วัดได้เที่ยงตรงตามโครงสร้างที่มุ่งวัด สำหรับโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่สอง 1 องค์ประกอบ ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับขั้นที่สอง ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ