

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความเข้าใจถูกต้อง ในการจัดกระทำและแปลความหมายของข้อมูล จึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	จำนวนข้อของแบบวัด
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบเป็นรายข้อ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ
b	แทน	น้ำหนักองค์ประกอบ
R-Square	แทน	สัดส่วนความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับ องค์ประกอบรวมที่ต้องการวัด
$\chi^2$	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์
S.E	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักองค์ประกอบ
df	แทน	ค่าองศาอิสระ (Degree of Freedom)
$\chi^2/df$	แทน	ไค-สแควร์สัมพัทธ์

GFI	แทน	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index)
AGFI	แทน	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index)
RMSEA	แทน	ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองประมาณ ค่า (Root Mean Square Error of Approximate)
RMR	แทน	ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root Mean Square Residual)
t-value	แทน	ค่าสถิติทดสอบใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ
p-value	แทน	ความน่าจะเป็นของไค-สแควร์
T	แทน	คะแนนที่ปกติ (Normalize T-score)

### ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27

#### ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของแบบวัด

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

การทดสอบครั้งที่ 1

2.2 การหาค่าความยากและการหาค่าอำนาจจำแนก วิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบวัดเพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

การทดสอบครั้งที่ 2

2.3 การหาค่าความยากและการหาค่าอำนาจจำแนก และการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

2.4 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบวัดด้วยการตรวจสอบความสอดคล้องภายในระหว่างคะแนนเป็นรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

### ตอนที่ 3 สร้างเกณฑ์ปกติ

#### 3.1 ทดสอบเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ

3.1.1 สร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) โดยนำคะแนนดิบ (Raw Score) จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง แปลงเป็นคะแนนมาตรฐานในรูปคะแนน T ปกติ (Normalized T-score) โดยใช้วิธีการเทียบหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank)

#### 3.1.2 จัดพิมพ์แบบวัดและสร้างคู่มือการใช้แบบวัด

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

#### ตอนที่ 1 การสร้างแบบวัด

การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะของข้อคำถามเป็นข้อสอบ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ ของนักเรียนโดยใช้เนื้อหาในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน จำนวน 1 ฉบับ 90 ข้อ ที่มีองค์ประกอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ดังนี้ ทักษะการสังเกต จำนวน 6 ข้อ ทักษะการวัด จำนวน 8 ข้อ ทักษะการใช้ตัวเลข จำนวน 8 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 6 ข้อ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 7 ข้อ ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 8 ข้อ ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 8 ข้อ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จำนวน 6 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 8 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 6 ข้อ ทักษะการกำหนดและความคุมตัวแปร จำนวน 6 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 8 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 5 ข้อ

## ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของแบบวัด

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ที่สร้างขึ้น จำนวน 1 ฉบับ 90 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผ่านการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมด้านภาษา เนื้อหา ด้านวัดและประเมินผล และความสอดคล้องระหว่างนิยามศัพท์เฉพาะกับข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งความสอดคล้องต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2552 : 254 - 258) ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 6 ดังนี้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญ

ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC (0.60 ขึ้นไป)	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
1. ทักษะการ สังเกต	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
2. ทักษะการวัด	7	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	+1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	14	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
3. ทักษะการใช้ ตัวเลข	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	16	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	17	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	19	0	+1	+1	0	+1	3	0.60	ใช้ได้
	20	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้

ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC (0.60 ขึ้นไป)	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
4. ทักษะการ จำแนกประเภท	23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	26	+1	+1	+1	-1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	27	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
	28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. ทักษะการหา ความสัมพันธ์ ระหว่างสเปต กับสเปตและ สเปตกับเวลา	29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. ทักษะการสื่อ ความหมายข้อมูล	36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	38	-1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. ทักษะการ พยากรณ์	44	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC (0.60 ขึ้นไป)	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
7. ทักษะการ พยากรณ์	47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	51	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
8. ทักษะการลง ความเห็นจาก ข้อมูล	52	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	53	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	54	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	55	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	56	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	57	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	58	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	59	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	60	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	61	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.60	ใช้ได้
	62	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	63	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	64	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	65	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
10. ทักษะการ กำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	66	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	67	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	68	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้

ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC (0.60 ขึ้นไป)	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
10. ทักษะการ กำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	69	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	70	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	71	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
11. ทักษะการ กำหนดและ ควบคุมตัวแปร	72	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	73	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	74	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	75	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	76	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.60	ใช้ได้
	77	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
12. ทักษะการ ทดลอง	78	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	79	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	80	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	81	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	82	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	83	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	84	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.60	ใช้ได้
	85	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.60	ใช้ได้
13. ทักษะการ ตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป	86	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	87	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	88	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	89	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	90	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ 6 พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก  
ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา  
เขต 27 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้แบบวัด 1 ฉบับ จำนวนข้อสอบ 90 ข้อ ที่มีองค์ประกอบวัดทักษะ



กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ดังนี้ ทักษะการสังเกต จำนวน 6 ข้อ ทักษะการวัด จำนวน 8 ข้อ ทักษะการใช้ตัวเลข จำนวน 8 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 6 ข้อ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 7 ข้อ ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 8 ข้อ ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 8 ข้อ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จำนวน 6 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 8 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 6 ข้อ ทักษะการกำหนดและความคุมตัวแปร จำนวน 6 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 8 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 5 ข้อ

โดยรวมข้อสอบทั้งหมดจำนวน 90 ข้อ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60–1.00 ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีคุณภาพ ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2552 : 254–258) นั้น แสดงว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 1 ฉบับ 90 ข้อ มีคุณภาพตามเกณฑ์ทุกข้อ

#### การทดสอบครั้งที่ 1

2.2 วิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบวัดเพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก แก้ไขปรับปรุง และคัดเลือกข้อสอบที่คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ที่สร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว จำนวน 1 ฉบับ 90 ข้อ ไปทดลอง (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มย่อยที่ 1) จำนวน 50 คน ที่โรงเรียนสุวรรณภูมิวิทยาลัย แล้วนำข้อสอบมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม (ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป) โดยใช้สูตรตัวถูกและตัวลวง (สุรวาท ทองบุ, 2550 : 100) ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ครั้งที่ 1

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ความยาก (p=.20-.80)	อำนาจจำแนก (r=.20 ขึ้นไป)	สรุปผล
1. ทักษะการสังเกต	1	0.70	0.60	ใช้ได้
	2	0.66	0.56	ใช้ได้
	3	0.48	0.56	ใช้ได้
	4	0.46	0.46	ใช้ได้
	5	0.70	0.47	ใช้ได้
	6	0.68	0.74	ใช้ได้
2. ทักษะการวัด	7	0.60	0.75	ใช้ได้
	8	0.42	0.38	ใช้ได้
	9	0.76	0.69	ใช้ได้
	10	0.60	0.75	ใช้ได้
	11	0.60	0.75	ใช้ได้
	12	0.50	0.46	ใช้ได้
	13	0.44	0.44	ใช้ได้
	14	0.68	0.35	ใช้ได้
3. ทักษะการใช้ตัวเลข	15	0.72	0.58	ใช้ได้
	16	0.12	-0.16	ใช้ไม่ได้
	17	0.60	0.75	ใช้ได้
	18	0.16	-0.12	ใช้ไม่ได้
	19	0.46	0.36	ใช้ได้
	20	0.68	0.46	ใช้ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ความยาก (p=.20-.80)	อำนาจจำแนก (r=.20 ขึ้นไป)	สรุปผล
3. ทักษะการใช้ตัวเลข	21	0.64	0.72	ใช้ได้
	22	0.46	0.46	ใช้ได้
4. ทักษะการจำแนกประเภท	23	0.60	0.75	ใช้ได้
	24	0.65	0.46	ใช้ได้
	25	0.63	0.37	ใช้ได้
	26	0.50	0.41	ใช้ได้
	27	0.60	0.75	ใช้ได้
	28	0.68	0.53	ใช้ได้
	5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	29	0.70	0.47
30		0.60	0.75	ใช้ได้
31		0.60	0.75	ใช้ได้
32		0.48	0.34	ใช้ได้
33		0.24	-0.11	ใช้ไม่ได้
34		0.74	0.64	ใช้ได้
35		0.58	0.35	ใช้ได้
6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล	36	0.54	0.32	ใช้ได้
	37	0.44	0.34	ใช้ได้
	38	0.48	0.37	ใช้ได้
	39	0.12	-0.53	ใช้ไม่ได้
	40	0.72	0.59	ใช้ได้
	41	0.26	-0.19	ใช้ไม่ได้
6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล	42	0.60	0.75	ใช้ได้
	43	0.65	0.72	ใช้ได้

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ความยาก (p=.20-.80)	อำนาจจำแนก (r=.20 ขึ้นไป)	สรุปผล
7. ทักษะการพยากรณ์	44	0.66	0.33	ใช้ได้
	45	0.60	0.41	ใช้ได้
	46	0.62	0.30	ใช้ได้
	47	0.44	0.43	ใช้ได้
	48	0.60	0.75	ใช้ได้
	49	0.28	0.16	ใช้ไม่ได้
	50	0.40	0.40	ใช้ได้
	51	0.66	0.17	ใช้ไม่ได้
8. ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	52	0.62	0.67	ใช้ได้
	53	0.26	0.03	ใช้ไม่ได้
	54	0.56	0.59	ใช้ได้
	55	0.60	0.58	ใช้ได้
	56	0.54	0.48	ใช้ได้
	57	0.52	0.30	ใช้ได้
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	58	0.56	0.51	ใช้ได้
	59	0.56	0.59	ใช้ได้
	60	0.64	0.38	ใช้ได้
	61	0.56	0.59	ใช้ได้
	62	0.92	0.09	ใช้ไม่ได้
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	63	0.56	0.59	ใช้ได้
	64	0.56	0.59	ใช้ได้
	65	0.16	0.02	ใช้ไม่ได้
10. ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ	66	0.08	0.23	ใช้ไม่ได้
	67	0.56	0.59	ใช้ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ความยาก (p=.20-.80)	อำนาจจำแนก (r=.20 ขึ้นไป)	สรุปผล
	68	0.56	0.59	ใช้ได้
	69	0.60	0.75	ใช้ได้
	70	0.46	0.59	ใช้ได้
	71	0.56	0.59	ใช้ได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	72	0.42	0.37	ใช้ได้
	73	0.46	0.41	ใช้ได้
	74	0.42	0.54	ใช้ได้
	75	0.56	0.67	ใช้ได้
	76	0.62	0.67	ใช้ได้
	77	0.68	0.41	ใช้ได้
12. ทักษะการทดลอง	78	0.38	0.53	ใช้ได้
	79	0.62	0.67	ใช้ได้
	80	0.60	0.54	ใช้ได้
	81	0.56	0.54	ใช้ได้
	82	0.50	0.42	ใช้ได้
	83	0.58	0.66	ใช้ได้
12. ทักษะการทดลอง	84	0.56	0.59	ใช้ได้
	85	0.56	0.30	ใช้ได้
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	86	0.56	0.47	ใช้ได้
	87	0.50	0.54	ใช้ได้
	88	0.58	0.70	ใช้ได้
	89	0.58	0.61	ใช้ได้
	90	0.66	0.57	ใช้ได้
โดยรวม		p = 0.08 – 0.92	r = -0.53 – 0.75	

จากตารางที่ 7 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 90 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.08 ถึง 0.92 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.53 ถึง 0.75 มีข้อสอบจำนวน 11 ข้อ ที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์ต้องคัดออก ได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและมีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ และเป็นข้อที่น่าสนใจ ที่ครอบคลุมนิยามและพฤติกรรมบ่งชี้ ในแต่ละด้าน ได้ข้อสอบจำนวน 1 ฉบับ 79 ข้อ โดยมีองค์ประกอบทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้ทักษะการสังเกต จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก 0.46-0.70 ค่าอำนาจจำแนก 0.47-0.74 ทักษะการวัด จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยาก 0.42-0.76 ค่าอำนาจจำแนก 0.35-0.75 ทักษะการใช้ตัวเลข จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก 0.46-0.72 ค่าอำนาจจำแนก 0.36-0.75 ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก 0.50-0.68 ค่าอำนาจจำแนก 0.37-0.75 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก 0.48-0.74 ค่าอำนาจจำแนก 0.34-0.75 ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก 0.44-0.72 ค่าอำนาจจำแนก 0.32-0.64 ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก 0.40-0.66 ค่าอำนาจจำแนก 0.30-0.75 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.52-0.62 ค่าอำนาจจำแนก 0.30-0.67 ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก 0.56-0.64 ค่าอำนาจจำแนก 0.38-0.59 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.46-0.60 ค่าอำนาจจำแนก 0.59-0.75 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก 0.42-0.68 ค่าอำนาจจำแนก 0.41-0.67 ทักษะการทดลอง จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยาก 0.38-0.62 ค่าอำนาจจำแนก 0.30-0.67 และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.50-0.66 ค่าอำนาจจำแนก 0.47-0.70

นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ที่ผ่านการคัดเลือกและแก้ไขปรับปรุง จัดทำเป็นแบบวัดฉบับใหม่ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 13 ทักษะ จำนวน 1 ฉบับ 79 ข้อ แล้วนำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพในครั้งต่อไป

ทดสอบครั้งที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ทั้งฉบับ ดังนี้

2.3 วิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบวัดเพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก และวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ โดยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ วิชาโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ไปทดลอง(Try out) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 (กลุ่ม ย่อยที่ 2) จำนวน 375 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2554 สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก และ ค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นโดยการใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 8 และ 9 ดังนี้

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ครั้งที่ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ความยาก (p=.20-.80)	อำนาจจำแนก (r=.20 ขึ้นไป)	สรุปผล
1. ทักษะการสังเกต	1	0.54	0.62	ใช้ได้
	2	0.58	0.60	ใช้ได้
	3	0.33	0.48	ใช้ได้
	4	0.33	0.51	ใช้ได้
	5	0.33	0.49	ใช้ได้
	6	0.51	0.59	ใช้ได้
2. ทักษะการวัด	7	0.52	0.39	ใช้ได้
	8	0.33	0.51	ใช้ได้
	9	0.52	0.58	ใช้ได้
	10	0.52	0.39	ใช้ได้
	11	0.49	0.35	ใช้ได้
	12	0.33	0.51	ใช้ได้
	13	0.33	0.51	ใช้ได้
	14	0.35	0.56	ใช้ได้

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ความยาก (p=.20-.80)	อำนาจจำแนก (r=.20 ขึ้นไป)	สรุปผล
3. ทักษะการใช้ตัวเลข	15	0.59	0.49	ใช้ได้
	16	0.60	0.73	ใช้ได้
	17	0.57	0.46	ใช้ได้
	18	0.54	0.58	ใช้ได้
	19	0.58	0.71	ใช้ได้
	20	0.49	0.42	ใช้ได้
4. ทักษะการจำแนก ประเภท	21	0.50	0.36	ใช้ได้
	22	0.62	0.70	ใช้ได้
	23	0.51	0.38	ใช้ได้
	24	0.58	0.72	ใช้ได้
	25	0.42	0.49	ใช้ได้
	26	0.55	0.58	ใช้ได้
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส กับสเปสและสเปสกับเวลา	27	0.55	0.44	ใช้ได้
	28	0.57	0.51	ใช้ได้
	29	0.53	0.33	ใช้ได้
	30	0.57	0.34	ใช้ได้
	31	0.57	0.51	ใช้ได้
	32	0.54	0.69	ใช้ได้
6. ทักษะการสื่อ ความหมายข้อมูล	33	0.58	0.71	ใช้ได้
	34	0.57	0.51	ใช้ได้
	35	0.55	0.44	ใช้ได้
	36	0.62	0.48	ใช้ได้
	37	0.56	0.70	ใช้ได้
	38	0.61	0.70	ใช้ได้



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ความยาก (p=.20-.80)	อำนาจจำแนก (r=.20 ขึ้นไป)	สรุปผล
7. ทักษะการพยากรณ์	39	0.63	0.66	ใช้ได้
	40	0.68	0.49	ใช้ได้
	41	0.65	0.63	ใช้ได้
	42	0.56	0.69	ใช้ได้
	43	0.55	0.37	ใช้ได้
	44	0.57	0.51	ใช้ได้
8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	45	0.48	0.60	ใช้ได้
	46	0.58	0.71	ใช้ได้
	47	0.51	0.53	ใช้ได้
	48	0.54	0.58	ใช้ได้
	49	0.56	0.44	ใช้ได้
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	50	0.61	0.71	ใช้ได้
	51	0.49	0.56	ใช้ได้
	52	0.51	0.60	ใช้ได้
	53	0.54	0.52	ใช้ได้
	54	0.41	0.31	ใช้ได้
	55	0.55	0.55	ใช้ได้
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	56	0.55	0.55	ใช้ได้
	57	0.56	0.51	ใช้ได้
	58	0.31	0.25	ใช้ได้
	59	0.55	0.51	ใช้ได้
	60	0.44	0.35	ใช้ได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	61	0.55	0.51	ใช้ได้
	62	0.43	0.25	ใช้ได้

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ความยาก (p=.20-.80)	อำนาจจำแนก (r=.20 ขึ้นไป)	สรุปผล
	63	0.52	0.46	ใช้ได้
	64	0.52	0.39	ใช้ได้
	65	0.44	0.29	ใช้ได้
	66	0.59	0.37	ใช้ได้
12. ทักษะการทดลอง	67	0.52	0.46	ใช้ได้
	68	0.45	0.40	ใช้ได้
	69	0.45	0.40	ใช้ได้
	70	0.45	0.39	ใช้ได้
	71	0.29	0.27	ใช้ได้
	72	0.44	0.43	ใช้ได้
	73	0.54	0.49	ใช้ได้
	74	0.42	0.24	ใช้ได้
13. ทักษะการตีความ ข้อมูลและลงข้อสรุป	75	0.47	0.40	ใช้ได้
	76	0.63	0.68	ใช้ได้
	77	0.49	0.58	ใช้ได้
	78	0.45	0.54	ใช้ได้
	79	0.48	0.58	ใช้ได้
โดยรวม		p = 0.33 – 0.68	r = -0.24 – 0.73	

จากตารางที่ 8 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยรวมข้อสอบจำนวน 79 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33 – 0.68 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 – 0.73 ซึ่งมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ แต่มีข้อคำถามที่ต้องคัดออก จำนวน 14 ข้อ เนื่องจากเป็นข้อคำถามที่มีเนื้อหาและพฤติกรรมบ่งชี้ที่ซ้ำกัน และเพื่อให้มีความเหมาะสมกับเวลาในการสอบ ได้ข้อสอบจำนวน 1 ฉบับ 65 ข้อ เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยมีองค์ประกอบทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้ ทักษะการสังเกต

จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.33 – 0.58 ค่าอำนาจจำแนก 0.49 – 0.62 ทักษะการวัด มี  
 จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.35 – 0.52 ค่าอำนาจจำแนก 0.39 – 0.56 ทักษะการใช้ตัวเลข  
 จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.54 – 0.60 ค่าอำนาจจำแนก 0.46 – 0.71 ทักษะการจำแนก  
 ประเภท จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.50 – 0.62 ค่าอำนาจจำแนก 0.36 – 0.72 ทักษะการหา  
 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.53 –  
 0.57 ค่าอำนาจจำแนก 0.33 – 0.69 ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 5 ข้อ มีค่าความ  
 ยาก 0.55 – 0.92 ค่าอำนาจจำแนก 0.44 – 0.71 ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 5 ข้อ มีค่าความ  
 ยาก 0.55 – 0.63 ค่าอำนาจจำแนก 0.37 – 0.69 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จำนวน 5 ข้อ  
 มีค่าความยาก 0.48 – 0.56 ค่าอำนาจจำแนก 0.44 – 0.71 ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 5 ข้อ  
 มีค่าความยาก 0.41 – 0.61 ค่าอำนาจจำแนก 0.31 – 0.71 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ  
 จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.31 – 0.56 ค่าอำนาจจำแนก 0.25 – 0.55 ทักษะการกำหนดและ  
 ความคุมตัวแปร จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.43 – 0.55 ค่าอำนาจจำแนก 0.25 – 0.51  
 ทักษะการทดลอง จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.29 – 0.54 ค่าอำนาจจำแนก 0.24 – 0.49 และ  
 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก 0.45 – 0.63 ค่า  
 อำนาจจำแนก 0.54 – 0.68

ตารางที่ 9 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก  
 ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา  
 มัธยมศึกษา เขต 27

แบบวัด	จำนวน ข้อสอบ	n	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ความเชื่อมั่น (0.70 ขึ้นไป)
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ	79	375	79	36.80	17.33	0.95

จากตารางที่ 9 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดารา-  
 ศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27  
 ซึ่งมีคะแนนเต็ม 79 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 36.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.33  
 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.95 ซึ่งค่าความเชื่อมั่นที่นิยมทั่วไปมีค่าตั้งแต่  
 0.70 ขึ้นไป (สุรวาท ทองบุ, 2550 : 112) แสดงว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
 วิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยม

ศึกษา เขต 27 มีค่าความเชื่อมั่นเป็นไปตามเกณฑ์และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้

2.2.3 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อยืนยันว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จริง โดยพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบและทำการตรวจสอบค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืน ค่าน้ำหนักองค์ประกอบควรมีค่าไม่เท่ากับ 0 ค่าสถิติทดลองใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ (t-value) มากกว่า 1.96 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 10-22 ดังนี้

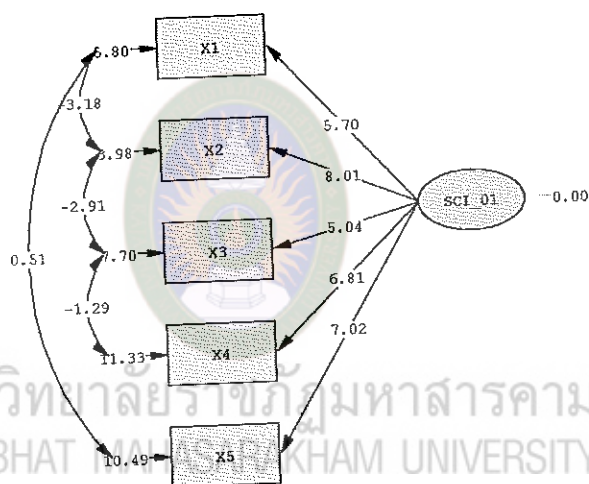
ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ องค์ประกอบที่ 1 ทักษะการสังเกต จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
1. ทักษะการสังเกต				
ข้อที่ 1	0.36	0.07	5.25	0.13
ข้อที่ 2	0.40	0.07	5.51	0.16
ข้อที่ 3	0.25	0.06	4.18	0.06
ข้อที่ 4	0.75	0.12	6.02	0.56
ข้อที่ 5	0.89	0.13	6.65	0.79

GFI = 1.00    AGFI = 0.98    RMR = 0.012  
 $X^2 = \text{Chi-Square} = 1.24$      $p = 0.26558$      $df = 1$      $X^2/df = 1.24$

จากตารางที่ 10 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ด้านทักษะการสังเกต ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.25 - 0.89 มีค่าสถิติทดลองใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนัก องค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 4.18 - 6.65 ค่าไค - สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 1.24 ค่าไค - สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ

1.24 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 1.00 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.98 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.012 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค - สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



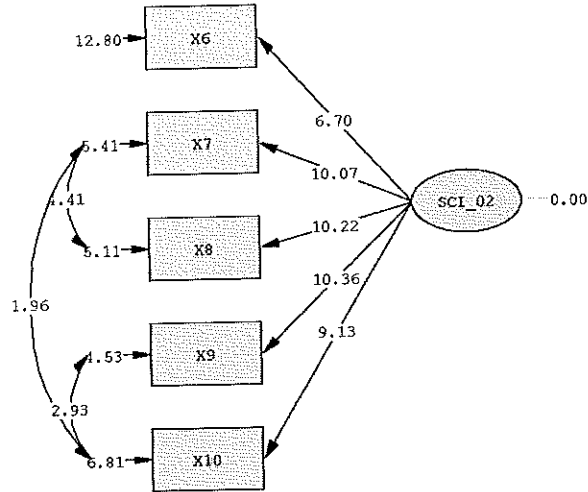
Chi-Square=1.24, df=1, P-value=0.26558, RMSEA=0.025

แผนภาพที่ 4 โมเดล ทักษะการสังเกต

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยันชั้น ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการวัด

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
2. ทักษะการวัด				
ข้อที่ 6	0.39	0.06	6.70	0.15
ข้อที่ 7	0.72	0.07	10.07	0.52
ข้อที่ 8	0.74	0.07	10.22	0.54
ข้อที่ 9	0.76	0.07	10.36	0.57
ข้อที่ 10	0.66	0.07	9.13	0.43
GFI = 1.00    AGFI = 0.97    RMR = 0.0081 Chi-Square = 3.61    p = 0.1644    df = 2				

จากตารางที่ 11 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก  
ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา  
เขต 27 ด้านทักษะการวัด ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) ตั้งแต่  
0.39 – 0.76 มีค่าสถิติทดสอบใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่  
6.70 – 10.36 ค่าไค-สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 3.61 ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.80  
ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 1.00 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้  
แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่  
คำนวณได้เท่ากับ 0.0081 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์  
เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI  
และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่า แบบวัดที่  
ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



Chi-Square=3.61, df=2, P-value=0.16447, RMSEA=0.046

### แผนภาพที่ 5 โมเดล ทักษะการวัด

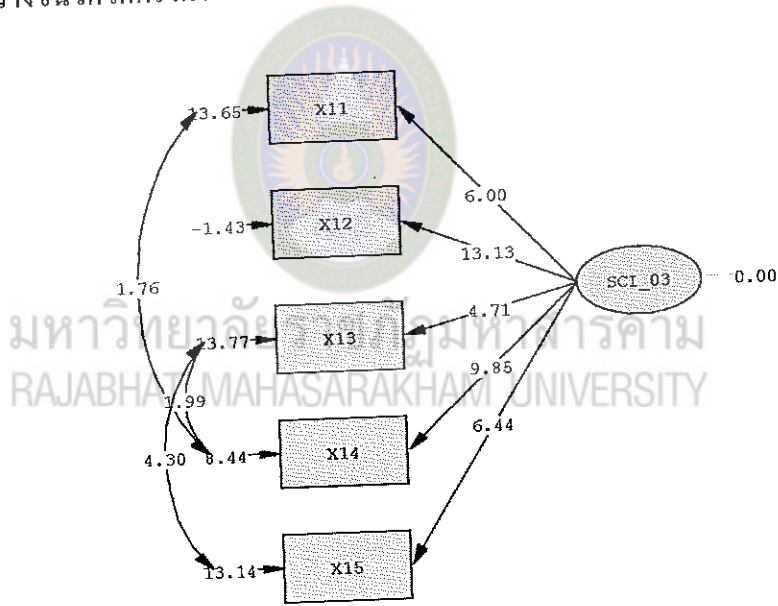
ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการใช้ตัวเลข จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
3. ทักษะการใช้ตัวเลข				
ข้อที่ 11	0.37	0.05	6.80	0.14
ข้อที่ 12	0.93	0.07	13.65	0.86
ข้อที่ 13	0.29	0.06	5.07	0.08
ข้อที่ 14	0.76	0.06	12.06	0.58
ข้อที่ 15	0.29	0.07	4.32	0.08

GFI = 1.00 AGFI = 0.97 RMR = 0.024

Chi-Square = 3.23 p = 0.19857 df = 2

จากตารางที่ 12 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ด้านทักษะการใช้ตัวเลข ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.29 – 0.93 มีค่าสถิติทดสอบใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 4.32 – 13.65 ค่าไค-สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 3.23 ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.61 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 1.00 ส่วนดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.024 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



Chi-Square=3.23, df=2, P-value=0.19857, RMSEA=0.041

แผนภาพที่ 6 โมเดล ทักษะการใช้ตัวเลข

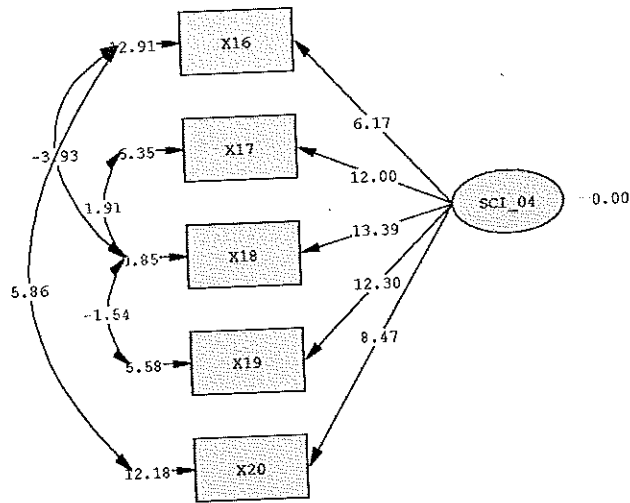


ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 4 ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
4. ทักษะการจำแนกประเภท				
ข้อที่ 16	0.36	0.06	6.17	0.13
ข้อที่ 17	0.74	0.06	12.00	0.55
ข้อที่ 18	0.84	0.06	13.07	0.70
ข้อที่ 19	0.76	0.06	12.30	0.58
ข้อที่ 20	0.48	0.06	8.47	0.23

GFI = 1.00    AGFI = 0.97    RMR = 0.010  
Chi-Square = 1.96    p = 0.16128    df = 1     $X^2/df = 1.96$

จากตารางที่ 13 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก  
ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา  
เขต 27 ด้านทักษะการจำแนกประเภท ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ  
(b) ตั้งแต่ 0.36 – 0.84 มีค่าสถิติทดลองใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ (t-value)  
ตั้งแต่ 6.17 – 13.07 ค่าไค – สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 1.96 ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ  
1.96 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 1.00 ส่วนดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่  
ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR]  
ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.010 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์  
เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI  
และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าแบบวัดที่  
ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



Chi-Square=1.96, df=1, P-value=0.16128, RMSEA=0.051

แผนภาพที่ 7 โมเดล ทักษะการจำแนกประเภท

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส  
และสเปสกับเวลา จำนวน 5 ข้อ

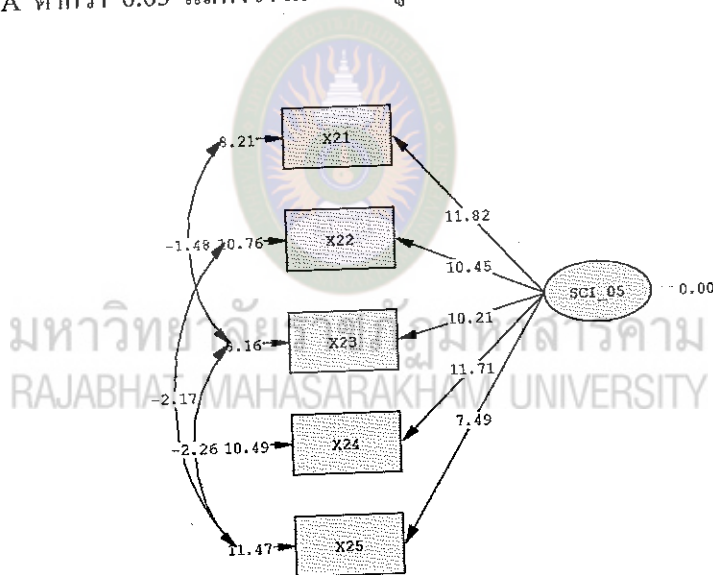
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา				
ข้อที่ 21	0.63	0.06	10.90	0.40
ข้อที่ 22	0.65	0.06	10.04	0.42
ข้อที่ 23	0.59	0.06	10.35	0.35
ข้อที่ 24	0.70	0.06	10.93	0.48
ข้อที่ 25	0.29	0.07	4.34	0.09

GFI = 1.00 AGFI = 0.97 RMR = 0.016

Chi-Square = 3.46 p = 0.17737 df = 2  $X^2/df = 1.73$

จากตารางที่ 14 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ด้านทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาประกอบด้วย ข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.29 – 0.70 มีค่าสถิติทดสอบใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 4.34 – 10.93 ค่าไค-สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 3.46 ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.73 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 1.00 ส่วนดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีราคาของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.016 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



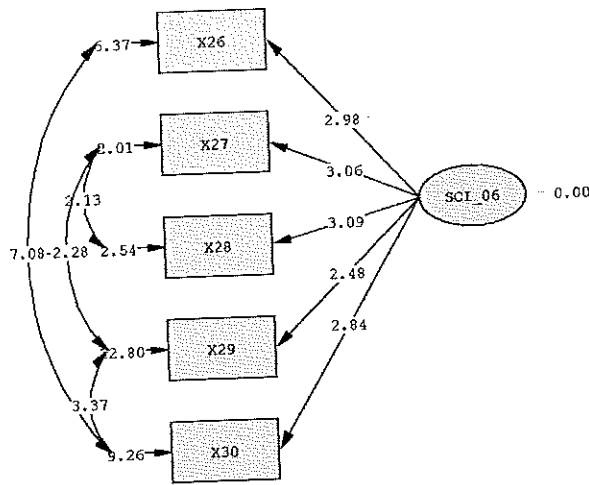
Chi-Square=3.46, df=2, P-value=0.17737, RMSEA=0.044

แผนภาพที่ 8 โมเดล ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 6 ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล				
ข้อที่ 26	0.52	0.03	17.41	1.13
ข้อที่ 27	0.13	0.03	5.11	0.07
ข้อที่ 28	0.12	0.03	4.84	0.06
ข้อที่ 29	0.09	0.03	2.99	0.03
ข้อที่ 30	0.42	0.03	14.69	0.72
GFI = 1.00    AGFI = 0.97    RMR = 0.0045				
Chi-Square = 1.58    p = 0.20930    df = 1 $X^2/df = 1.58$				

จากตารางที่ 15 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ด้านทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนัก องค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.09 – 0.52 มีค่าสถิติทดสอบใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนัก องค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 2.99 – 17.41 ค่าไค-สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 1.58 ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.58 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 1.00 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.0045 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



Chi-Square=1.58, df=1, P-value=0.20930, RMSEA=0.039

แผนภาพที่ 9 โมเดล ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล

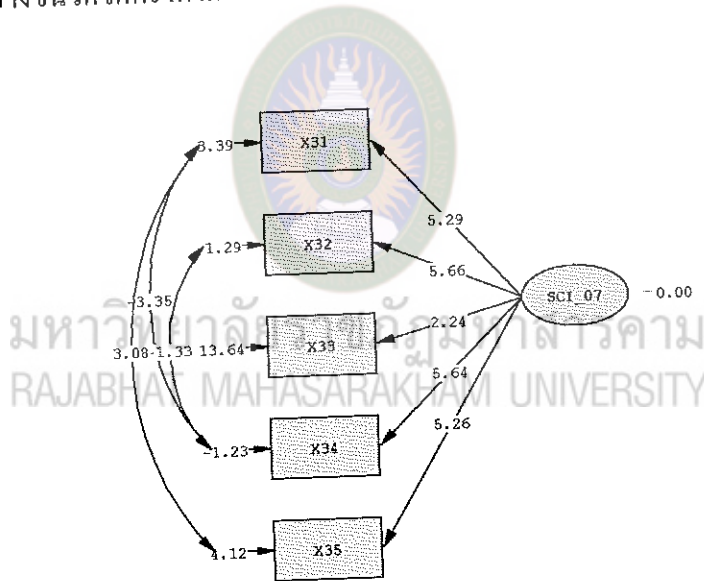
ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 7 ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
7. ทักษะการพยากรณ์				
ข้อที่ 31	0.33	0.06	5.29	0.45
ข้อที่ 32	0.66	0.12	5.66	1.85
ข้อที่ 33	0.06	0.03	2.24	0.02
ข้อที่ 34	0.64	0.11	5.64	1.78
ข้อที่ 35	0.31	0.06	5.26	0.04

GFI = 1.00 AGFI = 0.97 RMR = 0.0074

Chi-Square = 3.43 p = 0.1796 df = 2  $X^2/df = 1.71$

จากตารางที่ 16 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก คาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ด้านทักษะการพยากรณ์ ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.06 – 0.66 มีค่าสถิติทดลองใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 2.24 – 5.66 ค่าไค – สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 3.43 ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.71 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 1.00 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.0074 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



Chi-Square=3.43, df=2, P-value=0.17960, RMSEA=0.044

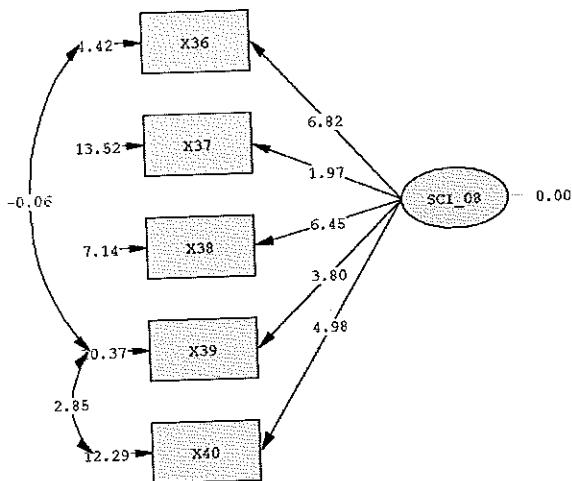
แผนภาพที่ 10 โมเดล ทักษะการพยากรณ์

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก คาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 8 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล				
ข้อที่ 36	0.20	0.03	6.33	0.16
ข้อที่ 37	0.26	0.03	10.39	0.45
ข้อที่ 38	0.15	0.03	4.79	0.09
ข้อที่ 39	0.26	0.03	8.63	0.29
ข้อที่ 40	0.23	0.03	8.97	0.31

GFI = 0.99   AGFI = 0.97   RMR = 0.029  
Chi-Square = 5.54   p = 0.14168   df = 3    $X^2/df = 1.81$

จากตารางที่ 17 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก คาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ด้านทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนัก องค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.15 – 0.26 มีค่าสถิติทดลองใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนัก องค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 4.39 – 10.79 ค่าไค – สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 5.45 ค่าไค – สแควร์ สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.81 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 0.99 ส่วน ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ย กำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.029 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค – สแควร์ สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่า แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



Chi-Square=5.45, df=3, P-value=0.14168, RMSEA=0.047

แผนภาพที่ 11 โมเดล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 5 ข้อ

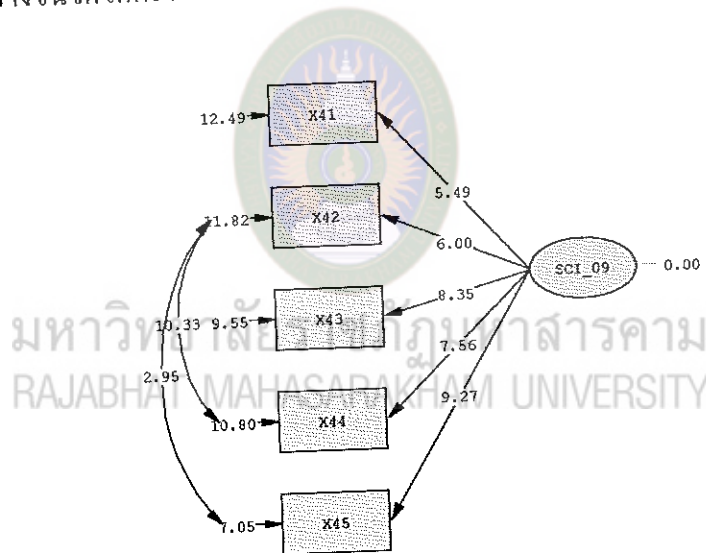
องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				
ข้อที่ 41	0.34	0.06	5.57	0.12
ข้อที่ 42	0.47	0.06	7.33	0.23
ข้อที่ 43	0.51	0.06	7.91	0.26
ข้อที่ 44	0.57	0.07	8.04	0.33
ข้อที่ 45	0.73	0.07	9.74	0.53

GFI = 0.99 AGFI = 0.97 RMR = 0.028

Chi-Square = 5.51 p = 0.13776 df = 3  $X^2/df = 1.83$



จากตารางที่ 18 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.34 – 0.73 มีค่าสถิติทดสอบใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 5.57 – 9.74 ค่าไค – สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 5.51 ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.83 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 0.99 ส่วนดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.028 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



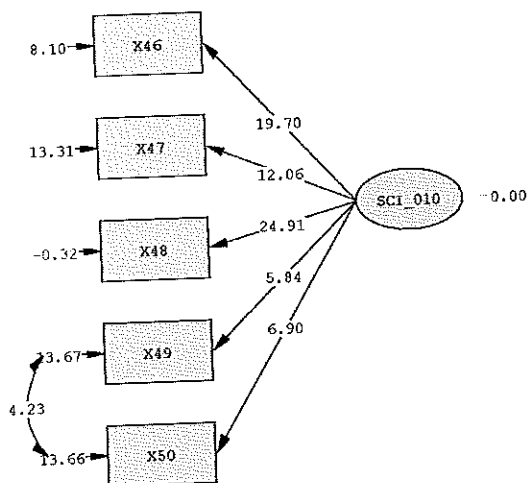
Chi-Square=5.51, df=3, P-value=0.13776, RMSEA=0.047

แผนภาพที่ 12 โมเดล ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ  
จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
10. ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ				
ข้อที่ 46	0.90	0.04	22.07	0.80
ข้อที่ 47	0.90	0.04	22.15	0.81
ข้อที่ 48	0.97	0.04	25.12	0.93
ข้อที่ 49	0.31	0.05	5.93	0.09
ข้อที่ 50	0.36	0.05	7.05	0.13
GFI = 0.99    AGFI = 0.98    RMR = 0.019				
Chi-Square = 5.42    p = 0.24729    df = 4 $X^2/df = 1.35$				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
จากตารางที่ 19 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก  
ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา  
เขต 27 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนัก  
องค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.31 – 0.90 มีค่าสถิติทดสอบใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนัก  
องค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 5.93 – 25.12 ค่าไค – สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 5.42 ค่าไค – สแควร์  
สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.35 คชนี้วัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 0.99 ส่วน  
คชนี้วัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.98 คชนี้รากของค่าเฉลี่ย  
กำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.019 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่  
สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค –  
สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1  
ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่า แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการ  
วัด



Chi-Square=5.42, df=4, P-value=0.24729, RMSEA=0.031

แผนภาพที่ 13 โมเดล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

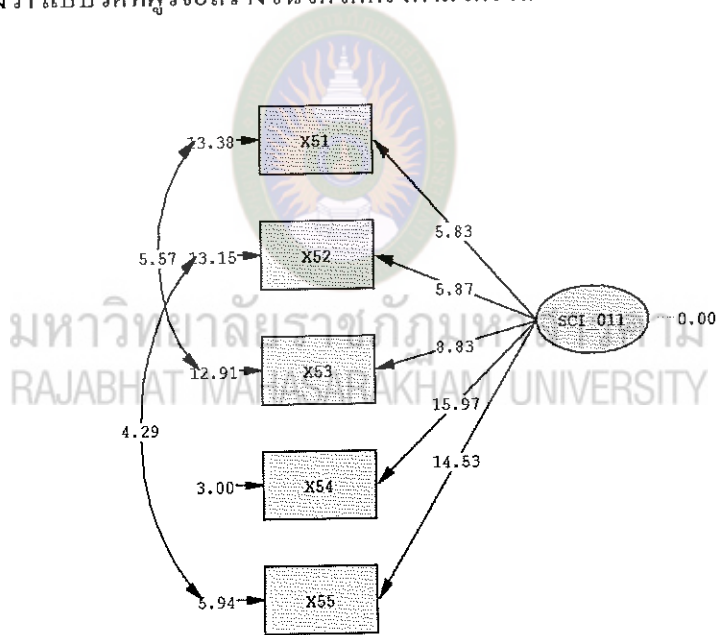
ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร  
จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
ข้อที่ 51	0.48	0.06	8.15	0.23
ข้อที่ 52	0.93	0.05	18.13	0.87
ข้อที่ 53	0.77	0.05	15.09	0.59
ข้อที่ 54	0.55	0.05	10.77	0.31
ข้อที่ 55	0.59	0.05	11.32	0.35

GFI = 0.99 AGFI = 0.97 RMR = 0.027

Chi-Square = 5.04 p = 0.16877 df = 3  $X^2/df = 1.68$

จากตารางที่ 20 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ด้านทักษะการกำหนดและความคุมตัวแปร ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนัก องค์กรประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.48 – 0.93 มีค่าสถิติทดลองใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนัก องค์กรประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 8.15 – 18.13 ค่าไค – สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 5.04 ค่าไค – สแควร์ สัมพันธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.68 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 0.99 ดัชนีวัด ระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสอง ของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.027 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค – สแควร์ สัมพันธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่า แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



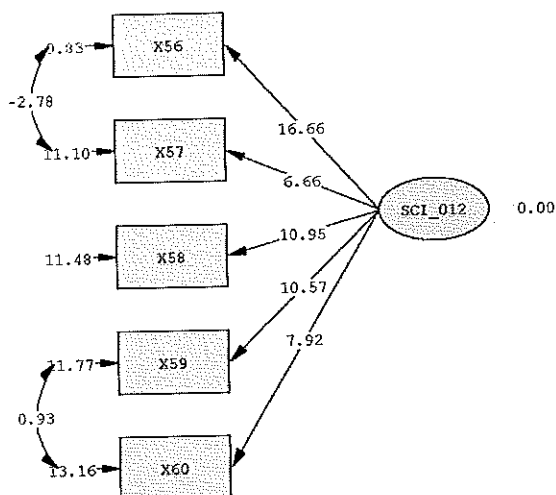
Chi-Square=5.04, df=3, P-value=0.16877, RMSEA=0.043

แผนภาพที่ 14 โมเดล ทักษะการกำหนดและความคุมตัวแปร

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 12 ทักษะการทดลอง จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
12. ทักษะการทดลอง				
ข้อที่ 56	0.96	0.05	20.53	0.93
ข้อที่ 57	0.52	0.08	6.73	0.27
ข้อที่ 58	0.58	0.05	11.72	0.34
ข้อที่ 59	0.79	0.05	16.22	0.62
ข้อที่ 60	0.42	0.05	8.10	0.17
GFI = 0.99    AGFI = 0.97    RMR = 0.023				
Chi-Square = 5.75    p = 0.12421    df = 3 $X^2/df = 1.91$				

จากตารางที่ 21 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก  
ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา  
เขต 27 ด้านทักษะการทดลอง ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b)  
ตั้งแต่ 0.52 – 0.96 มีค่าสถิติทดลองใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบ (t-value)  
ตั้งแต่ 6.73 – 20.53 ค่าไค – สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 5.75 ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ  
1.91 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 0.99 ส่วนดัชนีวัดระดับความกลมกลืน  
ที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ  
[RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.023 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิง  
ประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า  
2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่า  
แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



Chi-Square=5.75, df=3, P-value=0.12421, RMSEA=0.050

แผนภาพที่ 15 โมเดล ทักษะการทดลอง

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ  
เชิงยืนยัน ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์  
และอวกาศ องค์ประกอบที่ 13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป  
จำนวน 5 ข้อ

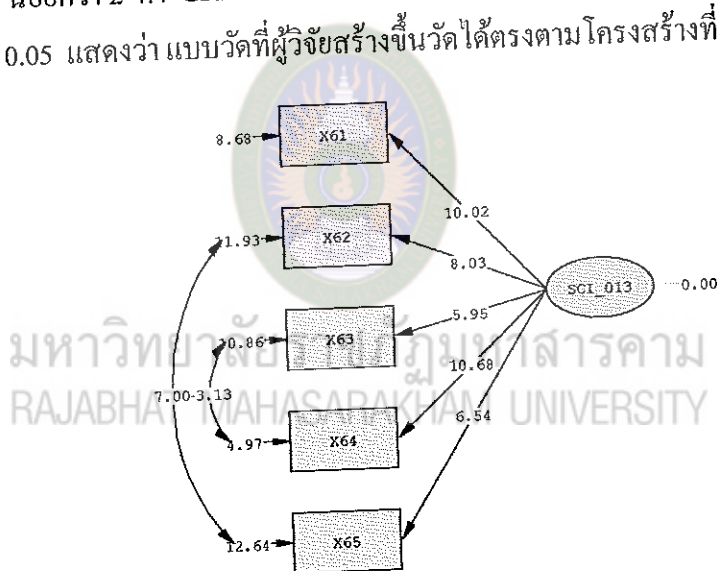
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

องค์ประกอบที่วัด / ข้อสอบข้อที่	b	S.E.	t-value	R-square
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป				
ข้อที่ 61	0.42	0.04	10.73	0.74
ข้อที่ 62	0.22	0.03	7.79	0.22
ข้อที่ 63	0.23	0.03	7.67	0.21
ข้อที่ 64	0.26	0.03	8.63	0.29
ข้อที่ 65	0.31	0.04	7.67	0.38

GFI = 1.00 AGFI = 0.98 RMR = 0.014

Chi-Square = 3.96 p = 0.26530 df = 3  $X^2/df = 1.32$

จากตารางที่ 22 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ประกอบด้วยข้อสอบ 5 ข้อ มีค่า น้ำหนักองค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ 0.22 – 0.31 มีค่าสถิติทดสอบใช้ความมีนัยสำคัญของน้ำหนัก องค์ประกอบ (t-value) ตั้งแต่ 7.67 – 10.73 ค่าไค – สแควร์ ( $X^2$ ) เท่ากับ 3.96 ค่าไค – สแควร์ สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) เท่ากับ 1.32 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน [GFI] มีค่าเท่ากับ 1.00 ส่วน ดัชนี วัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว [AGFI] มีค่าเท่ากับ 0.98 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ย กำลังสองของส่วนที่เหลือ [RMR] ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.014 แสดงว่าโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไค – สแควร์ สัมพัทธ์ ( $X^2/df$ ) น้อยกว่า 2 ค่า GFI และค่า AGFI มากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่า แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัด



Chi-Square=3.96, df=3, P-value=0.26530, RMSEA=0.029

แผนภาพที่ 16 โมเดล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเกณฑ์ปกติ

3.1 ทดสอบเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 375 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2554 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 แล้วนำค่าของคะแนนที่ได้จากการ ทดสอบมาสร้างเกณฑ์ปกติในระดับท้องถิ่น (Local Norms) ในรูปของคะแนน T ปกติ

(Normalized T-score) โดยใช้วิธีการเทียบหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) แล้วเทียบหาค่า T ปกติ โดยเปิดตารางของ Garrett (Garrett. 1965 : 455 อ้างอิงมาจาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2543 : 310-311) ดังแสดงในตารางที่ 23 ดังนี้

ตารางที่ 23 เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27

คะแนน ดิบ	ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR)	T ปกติ	คะแนน ดิบ	ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR)	T ปกติ
59	99.73	78	39	48.40	49
58	98.93	73	38	44.00	48
57	97.07	69	37	38.67	47
56	95.60	67	36	34.80	46
54	95.07	67	35	32.27	45
53	94.40	66	34	27.47	44
52	93.33	65	33	22.67	42
51	91.60	64	32	19.47	41
50	89.60	63	31	15.07	40
49	86.00	61	30	9.87	37
48	81.73	59	29	6.13	35
47	77.33	58	28	4.93	33
46	73.47	56	27	4.27	33
45	71.20	55	26	3.60	32
44	68.67	55	25	2.80	31
43	63.60	53	24	1.60	29
42	57.73	52	22	0.53	24
41	53.87	51	20	0.13	20
40	51.07	50			



จากตารางที่ 23 พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 27 มีค่าของคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 20 – 59 คะแนน มีค่าของคะแนน T ปกติ อยู่ระหว่าง T20 – T78

3.2 การแปลความหมายของคะแนนดิบที่ได้หรือคะแนนที่ – ปกติ เป็นระดับทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 สามารถนำคะแนนดิบที่ได้มาเทียบในตาราง คะแนนที่ – ปกติ ได้ทันที การแปลความหมายให้ใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

ตารางที่ 24 คะแนนที่ – ปกติ

ช่วงคะแนนดิบ	เทียบเป็นคะแนนที่ – ปกติ	การแปลผล
53 ขึ้นไป	มากกว่า T65	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
44 – 52	T55 – T65	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง
35 – 43	T45 – T54	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอใช้
29 – 34	T35 – T44	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ
ต่ำกว่า 29	ต่ำกว่า T35	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำมาก

ตารางที่ 25 สรุประดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และ อวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 27

ระดับทักษะตาม ค่าคะแนน T ปกติ	ระดับคะแนน	จำนวน(คน)	ร้อยละ
สูงมาก = มากกว่า T65	53 ขึ้นไป	22	5.87
สูง = ตั้งแต่ T55 – T65	44 – 52	101	26.93
พอใช้ = ตั้งแต่ T45 – T54	35 – 43	135	36.00
ต่ำ = ตั้งแต่ T35 – T44	29 – 34	97	25.87
ต่ำมาก = ต่ำกว่า T35	ต่ำกว่า 29	20	5.33

จากตารางที่ 25 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 27 อยู่ในอันดับ 1 คือ ระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 36.00 อันดับ 2 คือ ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 26.93 อันดับ 3 ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 25.87 อันดับ 4 ระดับสูง มาก คิดเป็นร้อยละ 5.87 อันดับ 5 ระดับต่ำมาก คิดเป็นร้อยละ 5.33



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY