

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ดังนี้

P	แทน	ค่าความยากของแบบวัด
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด
KR-20	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ
X^2	แทน	สถิติที่ใช้ทดสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์
b	แทน	น้ำหนักองค์ประกอบ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักองค์ประกอบ
P-value	แทน	ค่าความน่าจะเป็น
RMSEA	แทน	ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า
R^2	แทน	ความแปรผันระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับองค์ประกอบร่วม
GFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน
f	แทน	ความถี่ของข้อมูล
cf	แทน	ความถี่สะสมของข้อมูล
PR	แทน	ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
T_c	แทน	คะแนน T ปกติที่คำนวณจากสมการเส้นตรงอยู่ในรูปฟังก์ชันของคะแนนสอบ
X	แทน	คะแนนสอบ

- Y แทน คะแนน T ปกติ
N แทน จำนวนคู่ของ X กับ Y

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. การประเมินความคุณภาพขั้นต้นด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้สำนวนภาษา ความชัดเจนของสัญลักษณ์ และรูปภาพ

2. ทดลองครั้งที่ 1 วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปทดสอบครั้งที่ 2

3. ทดลองครั้งที่ 2 วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับและค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ตอนที่ 3 การสร้างเกณฑ์ปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นดังนี้

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้ง 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ

ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1

1. การประเมินความคุณภาพขั้นต้นด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้สำนวนภาษา ความชัดเจน
ของสัญลักษณ์ และรูปภาพ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
จำนวน 60 ข้อ และได้นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้
ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณา
เป็นรายข้อระหว่างความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมชี้วัดด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ ผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์เป็นดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	ผลการประเมินความเที่ยงตรงของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
2	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
3	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
4	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
9	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
12	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง

ข้อที่	ผลการประเมินความเที่ยงตรงของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
13	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
14	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
15	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
20	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
21	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
28	+1	-1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
29	+1	-1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
35	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
36	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
37	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
39	+1	-1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง

ข้อที่	ผลการประเมินความเที่ยงตรงของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
40	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
42	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
43	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
44	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
45	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
46	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
47	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
48	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
49	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
50	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
51	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
52	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
53	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
54	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
55	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
56	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
57	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
58	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
59	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
60	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

จากผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า ความสอดคล้องของข้อสอบกับ
พฤติกรรมชีวิตด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าตั้งแต่ 0.60 -1.00 ได้ข้อสอบที่มี
ความเหมาะสมจำนวน 60 ข้อ นอกจากนั้นผู้เชี่ยวชาญยังให้ข้อเสนอแนะว่าควรปรับเปลี่ยน
บางข้อเช่น ข้อ 1 และ ข้อ 2 คำตอบไม่ชัดเจน ข้อ 3 ควรใส่รูปภาพเพื่อให้ชัดเจนขึ้นและ
ควรปรับเกี่ยวกับการใช้ภาษา ข้อ 25 ภาษาที่ใช้ในคำถามไม่เหมาะสม ข้อ 27 และข้อ 46

ควรปรับตัวเลือกใหม่ ข้อ 49 ควรปรับรูปภาพใหม่ให้คมชัด ข้อ 56 ควรปรับคำถามและ
ตัวเลือกใหม่ ข้อ 57 ตัวเลือกไม่ดีควรปรับตัวเลือกใหม่ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังได้เสนอแนะ
ว่าข้อสอบมีจำนวนมากเกินไปซึ่งในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรใช้ข้อสอบระหว่าง 30-45 ข้อ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
ของผู้เชี่ยวชาญและนำข้อสอบที่ปรับปรุงใหม่ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งก่อนจะ
นำข้อสอบจำนวน 60 ข้อไปทำการทดลองครั้งที่ 1

2. การทดลองครั้งที่ 1

ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน
60 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
จับเวลาที่นักเรียนใช้ในการสอบตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบ
เสร็จ นำผลการสอบมาวิเคราะห์ เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดรายข้อ โดยคัดเลือกเอาเฉพาะข้อที่
มีค่าความยากและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 จากการทดลองครั้งที่ 1

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	P	r	ผลการวิเคราะห์
ทักษะการสังเกต	1	0.23	0.09	ตัดออก
	2	0.36	0.42	คัดเลือกเป็นข้อ 1
	3	0.60	0.70	คัดเลือกเป็นข้อ 2
	4	0.62	0.64	คัดเลือกเป็นข้อ 3
ทักษะการวัด	5	0.50	0.03	ตัดออก
	6	0.23	0.55	คัดเลือกเป็นข้อ 4
	7	0.27	0.76	คัดเลือกเป็นข้อ 5
	8	0.22	0.55	คัดเลือกเป็นข้อ 6
	9	0.62	0.67	คัดเลือกเป็นข้อ 7

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	P	r	ผลการวิเคราะห์
ทักษะการคำนวณ	10	0.62	0.67	คัดเลือกเป็นข้อ 8
	11	0.31	-0.33	ตัดออก
	12	0.23	0.82	คัดเลือกเป็นข้อ 9
	13	0.56	0.70	คัดเลือกเป็นข้อ 10
	14	0.44	0.39	คัดเลือกเป็นข้อ 11
	15	0.83	0.00	ตัดออก
ทักษะการจำแนก ประเภท	16	0.22	0.64	คัดเลือกเป็นข้อ 12
	17	0.28	-0.45	ตัดออก
	18	0.23	0.82	คัดเลือกเป็นข้อ 13
	19	0.24	0.61	คัดเลือกเป็นข้อ 14
ทักษะการหา ความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	20	0.78	0.27	ตัดออก
	21	0.23	0.42	คัดเลือกเป็นข้อ 15
	22	0.24	0.39	คัดเลือกเป็นข้อ 16
	23	0.65	0.73	คัดเลือกเป็นข้อ 17
	24	0.23	0.45	คัดเลือกเป็นข้อ 18
	25	0.65	0.70	คัดเลือกเป็นข้อ 19
ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล	26	0.23	0.70	คัดเลือกเป็นข้อ 20
	27	0.87	0.24	ตัดออก
	28	0.30	0.70	คัดเลือกเป็นข้อ 21
	29	0.74	0.15	ตัดออก
	30	0.28	0.33	คัดเลือกเป็นข้อ 22
ทักษะการลงความ คิดเห็นข้อมูล	31	0.23	0.24	คัดเลือกเป็นข้อ 23
	32	0.36	0.36	คัดเลือกเป็นข้อ 24
	33	0.61	0.76	คัดเลือกเป็นข้อ 25
	34	0.83	0.24	ตัดออก
	35	0.21	0.33	คัดเลือกเป็นข้อ 26

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	P	r	ผลการวิเคราะห์
ทักษะการพยากรณ์	36	0.74	0.30	คัดเลือกเป็นข้อ 27
	37	0.63	-0.15	ตัดออก
	38	0.23	0.36	คัดเลือกเป็นข้อ 28
	39	0.23	0.42	คัดเลือกเป็นข้อ 29
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	40	0.59	0.70	คัดเลือกเป็นข้อ 30
	41	0.21	0.30	ตัดออก
	42	0.26	0.70	คัดเลือกเป็นข้อ 31
	43	0.28	0.61	คัดเลือกเป็นข้อ 32
ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการของตัว แปร	44	0.35	0.55	คัดเลือกเป็นข้อ 33
	46	0.20	0.48	คัดเลือกเป็นข้อ 34
	47	0.40	0.00	ตัดออก
	48	0.63	0.73	คัดเลือกเป็นข้อ 35
ทักษะการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร	45	0.27	0.06	ตัดออก
	49	0.26	0.61	คัดเลือกเป็นข้อ 36
	50	0.21	0.55	คัดเลือกเป็นข้อ 37
	51	0.20	0.45	คัดเลือกเป็นข้อ 38
ทักษะการทดลอง	52	0.37	0.24	คัดเลือกเป็นข้อ 39
	53	0.25	-0.12	ตัดออก
	54	0.64	0.58	คัดเลือกเป็นข้อ 40
	55	0.63	0.79	คัดเลือกเป็นข้อ 41
	56	0.27	0.73	คัดเลือกเป็นข้อ 42
ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและการลง ข้อสรุป	57	0.27	-0.03	ตัดออก
	58	0.62	0.70	คัดเลือกเป็นข้อ 43
	59	0.62	0.67	คัดเลือกเป็นข้อ 44
	60	0.38	0.52	คัดเลือกเป็นข้อ 45

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จากการทดสอบด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครั้งที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ รวม 60 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.87 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ -0.45 - 0.82 มีรายละเอียดแยกเป็นทักษะดังต่อไปนี้

ทักษะการสังเกต จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23-0.62 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.09-0.70 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 2, 3 และข้อ 4

ทักษะการวัด จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22-0.62 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.03-0.76 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือข้อ 6, 7, 8 และ ข้อ 9

ทักษะการคำนวณ จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23-0.83 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.33-0.82 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือข้อ 10, 12, 13, และ 14

ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22-0.28 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.45-0.82 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 16, 18 และ 19

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27-0.73 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ แต่ต้องการใช้ข้อสอบจำนวน 5 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 5 ข้อ คือข้อ 21, 22, 23, 24 และ 25

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23-0.87 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.15-0.70 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือข้อ 26, 28, 30 และ 31

ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.21-0.83 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.76 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 32, 33 และ 35

ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23-0.74 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.15-0.42 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 36, 38 และ 39

ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.21-0.59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.70 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ แต่ต้องการใช้ข้อสอบจำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 40, 42 และ 43

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.00-0.73 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 44, 46 และ 48

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.27 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.06-0.61 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 49, 50 และ 51

ทักษะการทดลอง จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25-0.64 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.12-0.79 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือข้อ 52, 54, 55 และ 56

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.27-0.62 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.03-0.70 เป็นข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 58, 59 และข้อ 60

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้วผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 45 ข้อ และจากการจับเวลาในการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบเสร็จใช้เวลาทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง 20 นาที โดยเฉลี่ยใช้เวลาข้อละ 1.33 นาที ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบการใช้เวลาในการทดลองครั้งนี้ไปกำหนดในการทดลองครั้งที่ 2

3. ทดลองครั้งที่ 2

ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดลองครั้งที่ 1 จำนวน 45 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 380 คน ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ดังนี้

3.1 หากคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ได้ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการทดลองครั้งที่ 2

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	P	r	ผลการวิเคราะห์
ทักษะการสังเกต	1	0.66	0.62	ใช้ได้
	2	0.65	0.58	ใช้ได้
	3	0.68	0.54	ใช้ได้
ทักษะการวัด	4	0.54	0.64	ใช้ได้
	5	0.52	0.65	ใช้ได้
	6	0.52	0.59	ใช้ได้
	7	0.55	0.65	ใช้ได้
ทักษะการคำนวณ	8	0.56	0.55	ใช้ได้
	9	0.66	0.58	ใช้ได้
	10	0.48	0.57	ใช้ได้
	11	0.58	0.65	ใช้ได้
ทักษะการจำแนก ประเภท	12	0.65	0.65	ใช้ได้
	13	0.65	0.58	ใช้ได้
	14	0.66	0.57	ใช้ได้
ทักษะการหา ความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	15	0.64	0.44	ใช้ได้
	16	0.62	0.48	ใช้ได้
	17	0.63	0.52	ใช้ได้
	18	0.64	0.55	ใช้ได้
	19	0.61	0.61	ใช้ได้
ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล	20	0.60	0.59	ใช้ได้
	21	0.59	0.61	ใช้ได้
	22	0.60	0.61	ใช้ได้
	23	0.62	0.55	ใช้ได้

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	P	r	ผลการวิเคราะห์
ทักษะการลงความ คิดเห็นข้อมูล	24	0.65	0.41	ใช้ได้
	25	0.64	0.42	ใช้ได้
	26	0.64	0.42	ใช้ได้
ทักษะการพยากรณ์	27	0.66	0.63	ใช้ได้
	28	0.64	0.65	ใช้ได้
	29	0.66	0.63	ใช้ได้
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	30	0.66	0.62	ใช้ได้
	31	0.65	0.53	ใช้ได้
	32	0.68	0.53	ใช้ได้
ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการของตัว แปร	33	0.56	0.55	ใช้ได้
	34	0.56	0.56	ใช้ได้
	35	0.56	0.50	ใช้ได้
ทักษะการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร	36	0.58	0.53	ใช้ได้
	37	0.58	0.52	ใช้ได้
	38	0.58	0.50	ใช้ได้
ทักษะการทดลอง	39	0.55	0.60	ใช้ได้
	40	0.53	0.62	ใช้ได้
	41	0.53	0.53	ใช้ได้
	42	0.54	0.60	ใช้ได้
ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและการลง ข้อสรุป	43	0.64	0.61	ใช้ได้
	44	0.64	0.61	ใช้ได้
	45	0.65	0.59	ใช้ได้

KR-20 = 0.92

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าความยากของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.48 ถึง 0.68 ค่าอำนาจจำแนกของ

ข้อสอบอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 0.67 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 45 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน แต่ละทักษะดังนี้

ตารางที่ 8 ค่าสถิติผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	คำถาม	b	t	R ²	χ^2	P-value	GFI	RMSEA
การสังเกต	ข้อ 1	0.39	17.09	0.67	0.00	1.00	1.00	0.00
	ข้อ 2	0.35	15.15	0.54				
	ข้อ 3	0.37	16.24	0.61				
การวัด	ข้อ 4	0.50	24.49	1.00	0.00	0.95	1.00	0.00
	ข้อ 5	0.42	17.76	0.71				
	ข้อ 6	0.33	13.97	0.43				
	ข้อ 7	0.41	18.78	0.68				
การคำนวณ	ข้อ 8	0.36	10.77	0.51	1.81	0.18	1.00	0.00
	ข้อ 9	0.30	9.44	0.41				
	ข้อ 10	0.28	9.70	0.30				
	ข้อ 11	0.31	10.69	0.39				
การจำแนก ประเภท	ข้อ 12	0.42	19.92	0.77	0.00	1.00	1.00	0.00
	ข้อ 13	0.36	16.55	0.55				
	ข้อ 14	0.40	18.52	0.69				

ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	คำถาม	b	t	R ²	χ^2	P-value	GFI	RMSEA
การหา ความสัมพันธ์ ระหว่างสเปส กับสเปส และสเปสกับ เวลา	ข้อ 15	0.29	13.05	0.37	2.21	0.70	1.00	0.00
	ข้อ 16	0.33	14.76	0.45				
	ข้อ 17	0.31	13.69	0.40				
	ข้อ 18	0.46	25.18	0.93				
	ข้อ 19	0.47	25.40	0.94				
การจัดกระทำ และสื่อ ความหมาย ข้อมูล	ข้อ 20	0.45	23.52	0.88	0.11	0.75	1.00	0.00
	ข้อ 21	0.49	25.72	0.98				
	ข้อ 22	0.48	25.14	0.96				
	ข้อ 23	0.30	13.09	0.38				
การลงความ คิดเห็นข้อมูล	ข้อ 24	0.45	24.20	0.88	0.00	1.00	1.00	0.00
	ข้อ 25	0.46	24.81	0.91				
	ข้อ 26	0.43	22.66	0.82				
การพยากรณ์	ข้อ 27	0.43	21.98	0.81	0.00	1.00	1.00	0.00
	ข้อ 28	0.41	20.44	0.74				
	ข้อ 29	0.43	22.00	0.81				
การ ตั้งสมมติฐาน	ข้อ 30	0.41	18.69	0.73	0.00	1.00	1.00	0.00
	ข้อ 31	0.35	15.63	0.55				
	ข้อ 32	0.38	17.72	0.67				
การกำหนด นิยามเชิง ปฏิบัติการ ของตัวแปร	ข้อ 33	0.47	24.49	0.91	0.00	1.00	1.00	0.00
	ข้อ 34	0.42	20.34	0.72				
	ข้อ 35	0.46	23.64	0.87				

ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	คำถาม	b	t	R ²	χ^2	P-value	GFI	RMSEA
การกำหนด และควบคุม	ข้อ 36	0.45	22.70	0.83	0.00	1.00	1.00	0.00
	ข้อ 37	0.45	22.70	0.83				
	ข้อ 38	0.46	23.69	0.87				
การทดลอง	ข้อ 39	0.49	22.24	0.98	0.01	0.91	1.00	0.00
	ข้อ 40	0.42	16.55	0.69				
	ข้อ 41	0.31	12.89	0.39				
	ข้อ 42	0.39	16.95	0.61				
การ ตีความหมาย ข้อมูล และการ ลงข้อสรุป	ข้อ 43	0.43	21.60	0.80	0.00	1.00	1.00	0.00
	ข้อ 44	0.40	19.61	0.71				
	ข้อ 45	0.42	21.31	0.79				

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ห้องศ์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า น้ำหนักองค์ประกอบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะมีค่าตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.50 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 30 ถึง 100 เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ มีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 2.21 ซึ่งมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตามเกณฑ์พิจารณา ค่า P-value มีค่ามากกว่า .05) เมื่อพิจารณาค่าสถิติ GFI มีค่าเท่ากับ 1.00 (ตามเกณฑ์พิจารณา ค่า GFI ควรีค่ามากกว่า .90) เมื่อพิจารณาค่าสถิติ RMSEA มีค่าเท่ากับ 0.00 (ตามเกณฑ์พิจารณา ค่า RMSEA ควรีค่าต่ำกว่า .05) เมื่อแยกพิจารณารายทักษะ พบว่า

ผลการวิเคราะห์ห้องศ์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการสังเกต มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.39 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับ

องค์ประกอบร้อยละ 54 ถึง 67 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\text{Chi-Square} = 0.00$, $P\text{-value} = 1.00$) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการสังเกตมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการวัดเมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.50 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 43 ถึง 100 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\text{Chi-Square} = 0.00$, $P\text{-value} = 0.952$) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการวัดมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการคำนวณเมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.36 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 30 ถึง 51 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\text{Chi-Square} = 1.81$, $P\text{-value} = 0.18$) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 0.98 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการคำนวณมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการจำแนกประเภทเมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.42 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 55 ถึง 77 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\text{Chi-Square} = 0.00$, $P\text{-value} = 1.00$) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการจำแนกประเภทมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.47 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 37 ถึง 94 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดย

พิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 2.21 , P-value = 0.697) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 0.99 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ โมเดลการวัดทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.49 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันรวมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 38 ถึง 98 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 0.11 , P-value = 0.745) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ โมเดลการวัดทักษะการลงความคิดเห็น ข้อมูล เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.46 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันรวมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 82 ถึง 91 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 0.00 , P-value = 1.00) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ โมเดลการวัดทักษะการพยากรณ์เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.43 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันรวมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 74 ถึง 81 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 0.00 , P-value = 1.00) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการพยากรณ์มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ โมเดลการวัดทักษะการตั้งสมมติฐานเมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.41 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันรวมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 55 ถึง 73 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบ

ไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 0.00 , P-value = 1.00) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการตั้งสมมติฐานมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.42 ถึง 0.47 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 72 ถึง 91 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 0.00 , P-value = 1.00) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.46 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 83 ถึง 87 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 0.00 , P-value = 1.00) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการทดลองเมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.49 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 39 ถึง 98 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 0.01 P-value = 0.91) ค่า RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการทดลองมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปเมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.32 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 71 ถึง 80 เมื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square = 0.00 , P-value = 1.00) ค่า

RMES เท่ากับ 0.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 และค่า AGFI เท่ากับ 1.00 แสดงว่า โมเดลการวัดทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

จากผลการทดสอบดังกล่าวเป็นหลักฐานแสดงว่า โมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ตอนที่ 3 สร้างเกณฑ์ปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนการทดสอบ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 380 คนเพื่อนำมาสร้างเกณฑ์ปกติซึ่งเป็นเกณฑ์ท้องถิ่น (Local Norms) โดยนำคะแนนดิบไปคำนวณหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วเทียบหาคะแนนที่-ปกติ (Normalized T-Score) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน ที - ปกติ

X (คะแนนสอบ)	f	cf	$cf - \frac{1}{2}f$	PR	T ปกติ
41	3	380	378.5	99.61	77
40	4	377	375.0	98.68	72
39	3	373	371.5	97.76	70
38	4	370	368.0	96.84	69
37	3	366	364.5	95.92	67
36	4	363	361.0	95.0	66
35	5	359	356.5	93.82	65
34	6	354	351.0	92.37	64
33	8	348	344.0	90.53	63
32	6	340	337.0	88.68	62
31	9	334	329.5	86.71	61
30	11	325	319.5	84.08	60
29	15	314	306.5	80.66	59
28	25	299	286.5	75.39	57
27	24	274	262.0	68.95	55

X (คะแนนสอบ)	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	PR	T ปกติ
26	26	250	237.0	62.37	53
25	23	224	212.5	55.92	52
24	17	201	192.5	50.66	50
23	17	184	175.5	46.18	49
22	18	167	158.0	41.58	48
21	7	149	145.5	38.29	47
20	12	142	136.0	35.79	46
19	12	130	124.0	32.63	45
18	11	118	112.5	29.61	45
17	8	107	103.0	27.11	44
16	10	99	94.0	24.74	43
15	12	89	83.0	21.84	42
14	17	77	68.5	18.03	41
13	20	60	50.0	13.16	39
12	10	40	35.0	9.21	37
11	10	30	25.0	6.58	35
10	11	20	14.5	3.82	32
9	6	9	6.0	1.58	28
8	2	3	2.0	0.53	24
7	1	1	0.5	0.13	20

เนื่องจากคะแนน T ปกติ ไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมด จึงจำเป็นต้องขยาย คะแนน T ปกติ ให้ครอบคลุมคะแนนสอบทุกคะแนน โดยอาศัยสมการพยากรณ์ดังนี้

$$T_c = a + bX \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{เมื่อ } b = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{และ } a = \bar{Y} - b\bar{X} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{แทนค่า } b = \frac{(35)(47,754) - (840)(1,778)}{(35)(23,730) - (840)^2}$$

$$b = 1.36 \quad \setminus$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$\text{แทนค่า } a = \frac{1787}{35} - (1.36)\left[\frac{840}{35}\right]$$

$$a = 18.34$$

$$T_c = 18.34 + 1.36X$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สามารถคำนวณ คะแนน T ปกติ (T_c) ได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์ปกติของคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คะแนนสอบ	คะแนน T ปกติ
45	80*
44	78*
43	77*
42	75*

คะแนนสอบ	คะแนน T ปกติ
41	74
40	73
39	71
38	70
37	69
36	67
35	66
34	65
33	63
32	62
31	61
30	59
29	58
28	56
27	55
26	54
25	52
24	51
23	50
22	48
21	47
20	46
19	44
18	43
17	41
16	40
15	39
14	38

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คะแนนสอบ	คะแนน T ปกติ
13	36
12	35
11	33
10	32
9	31
8	30
7	28
6	27*
5	25*
4	24*
3	22*
2	21*
1	20*
0	18*

หมายเหตุ * คะแนน T ปกติที่เป็นส่วนขยาย

จากตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าเกณฑ์ปกติของคะแนนจากแบบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษา เขต 26 ในรูปคะแนน T ปกติ มีค่าตั้งแต่ T_{18} ถึง T_{80} ซึ่งสามารถแปล
ความหมายได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน T ปกติ

คะแนนสอบ	คะแนน T ปกติ	การแปลความหมาย
มากกว่า 34	มากกว่า T_{65}	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
28 - 34	$T_{56} - T_{65}$	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง
20 - 27	$T_{46} - T_{55}$	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอใช้
23	เฉพาะ T_{50}	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง
12 - 19	$T_{35} - T_{45}$	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ
ต่ำกว่า 12	ต่ำกว่า T_{35}	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำมาก



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY