

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็นไปตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม
 2. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียวของแบบทดสอบ
 3. คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
 4. ผลการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมของแบบทดสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
 5. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์
 6. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบรายทักษะย่อยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 7. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ
 8. ค่าความสามารถของผู้สอบ
 9. เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นของแบบทดสอบ
 10. การประเมินความสามารถของผู้สอบด้วยคะแนนที่ เปอร์เซนต์ไทล์ และค่าความสามารถ จากคะแนนดิบ
 11. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ
- รายละเอียดของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- | | | |
|---|-----|------------------------|
| r | แทน | ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ |
| p | แทน | ค่าความยากของข้อสอบ |

a	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
b	แทน	ค่าความยากของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
c	แทน	ค่าการเดาของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
θ	แทน	ค่าความสามารถ (ability) ของผู้สอบ
\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
f	แทน	ความถี่ของคะแนน
IC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
T	แทน	คะแนนที่ปกติ
PR	แทน	อันดับร้อยละ
$SE(\hat{\theta})$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถ สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ θ
$I(\theta)$	แทน	สารสนเทศที่ได้จากแบบทดสอบสำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ θ
$I_1(\theta)_{\max}$	แทน	ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบ
θ_{\max}	แทน	ตำแหน่งของ θ ที่มีสารสนเทศของข้อสอบสูงสุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อสอบของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IC) ตั้งแต่ .60 – 1.00 ได้ข้อสอบจำนวน 90 ข้อ นำไปทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1 (Try out 1) โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 131 คน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistica เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกคือ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2539 : 139 – 141) ค่าความยาก (p) มีค่าตั้งแต่ 0.2 - 0.8 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.2 – 1.0

ผลการทดลองแบบทดลองเครื่องมือครั้งที่ 1 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 7 ดังนี้

ตาราง 7 คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ ตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม

ข้อที่	คุณภาพ ของข้อสอบ		ข้อที่	คุณภาพ ของข้อสอบ		ข้อที่	คุณภาพ ของข้อสอบ	
	p	r		p	r		p	r
1*	0.36	0.36	26*	0.55	0.27	51*	0.29	0.31
2	0.11	-0.05	27*	0.43	0.44	52*	0.39	0.39
3*	0.29	0.40	28*	0.47	0.28	53*	0.34	0.22
4	0.18	0.20	29*	0.35	0.29	54*	0.37	0.42
5*	0.50	0.25	30*	0.38	0.27	55*	0.54	0.46
6*	0.27	0.29	31*	0.60	0.52	56	0.35	0.08
7	0.34	0.12	32*	0.39	0.29	57*	0.42	0.36
8*	0.33	0.24	33*	0.45	0.42	58*	0.29	0.28
9*	0.74	0.37	34	0.28	0.14	59*	0.46	0.32
10*	0.48	0.42	35*	0.39	0.39	60*	0.63	0.40
11*	0.35	0.21	36*	0.44	0.25	61*	0.59	0.42
12	0.08	-0.23	37*	0.51	0.48	62*	0.31	0.35
13*	0.59	0.61	38	0.15	-0.17	63	0.28	0.14
14*	0.49	0.45	39*	0.54	0.36	64*	0.59	0.44
15*	0.42	0.37	40*	0.41	0.42	65*	0.47	0.49
16*	0.79	0.35	41*	0.34	0.45	66	0.30	0.18
17	0.27	0.15	42*	0.36	0.33	67*	0.50	0.36
18	0.18	0.05	43*	0.72	0.48	68*	0.48	0.54
19*	0.40	0.27	44*	0.54	0.27	69*	0.52	0.51
20	0.46	0.12	45*	0.36	0.29	70*	0.56	0.54
21	0.18	0.02	46*	0.47	0.47	71*	0.34	0.33
22*	0.45	0.32	47	0.23	-0.07	72	0.31	-0.17
23	0.21	-0.26	48	0.34	0.02	73*	0.56	0.41
24	0.15	0.05	49*	0.50	0.27	74	0.44	0.14
25*	0.29	0.29	50*	0.50	0.39	75*	0.27	0.21

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	คุณภาพ ของข้อสอบ		ข้อที่	คุณภาพ ของข้อสอบ		ข้อที่	คุณภาพ ของข้อสอบ	
	p	r		p	r		p	r
76	0.15	0.11	81*	0.47	0.45	86*	0.53	0.65
77*	0.34	0.25	82*	0.42	0.55	87*	0.26	0.27
78	0.11	0.05	83*	0.40	0.52	88*	0.40	0.34
79	0.25	0.00	84*	0.38	0.50	89*	0.31	0.38
80*	0.34	0.32	85*	0.57	0.35	90*	0.42	0.32

หมายเหตุ * หมายถึงข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก

จากตาราง 7 พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ มีข้อสอบที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์จำนวน 68 ข้อ จากทั้งหมด 90 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.64 และมีค่าความยากตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.79

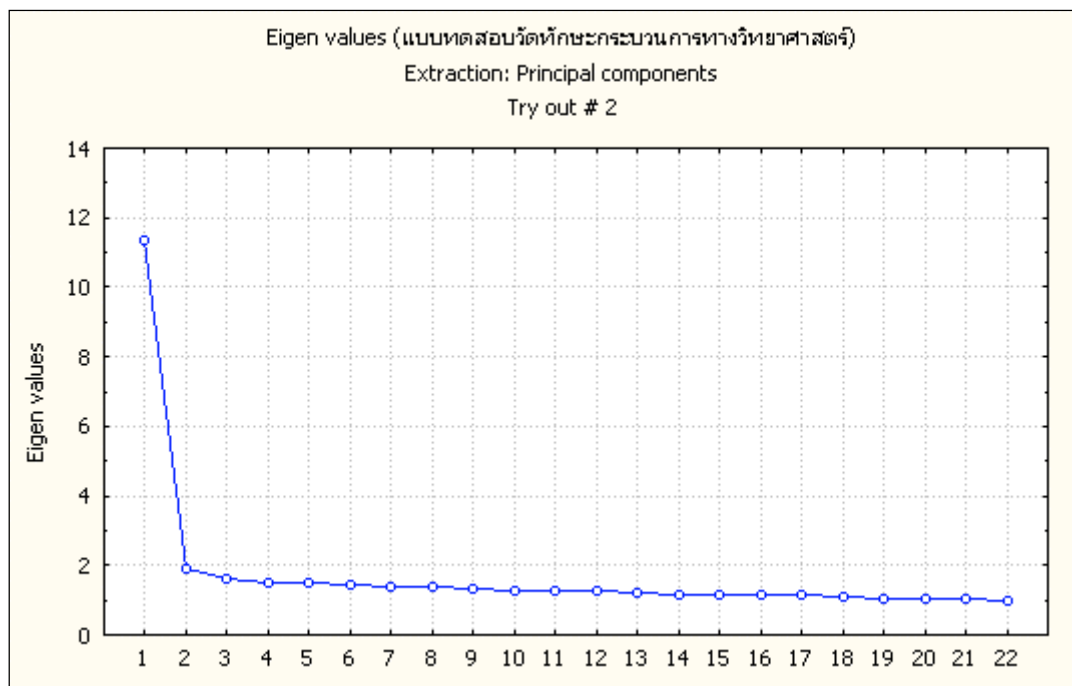
2. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียวของแบบทดสอบ

เนื่องจากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีข้อตกลงเบื้องต้นกำหนดไว้ว่า แบบทดสอบที่จะใช้วิเคราะห์ด้วยรูปแบบต่างๆ ในทฤษฎีนี้จะต้องมีคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงตรวจสอบคุณสมบัติดังกล่าวโดยใช้โปรแกรม Statistica โดยนำผลสอบของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 636 คน ไปวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ (Principal Components Analysis) แล้วหมุนแกนด้วยวิธีออร์โธโกนอล (Orthogonal) แบบวาริแมกซ์ (Varimax) แล้วจึงพิจารณาค่าไอเกน (Eigen Value) ของตัวประกอบที่ 1 ของแบบทดสอบ ถ้ามีค่าสูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 2 อย่างมาก และค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่ถัดๆ ไปเพียงเล็กน้อย ก็ถือได้ว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว (Lord, 1980: 21) ซึ่งจากการวิเคราะห์ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 8 ค่าไอเกน ร้อยละของความแปรปรวนของแต่ละตัวประกอบของแบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีค่าไอเกน เกิน 1.00

Eigenvalues (แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)				
FACTOR ANALYSIS		Extraction: Principal components Try out # 2		
Value	Eigenval	% total Variance	Cumul. Eigenval	Cumul. %
1	11.35646	16.70068	11.35646	16.70068
2	1.92688	2.83365	13.28334	19.53433
3	1.62613	2.39136	14.90947	21.92569
4	1.52318	2.23997	16.43265	24.16566
5	1.47520	2.16941	17.90785	26.33507
6	1.42902	2.10149	19.33686	28.43656
7	1.38902	2.04268	20.72589	30.47924
8	1.36012	2.00017	22.08600	32.47941
9	1.32583	1.94975	23.41183	34.42917
10	1.28543	1.89033	24.69726	36.31950
11	1.26470	1.85986	25.96196	38.17936
12	1.24912	1.83693	27.21108	40.01629
13	1.21174	1.78197	28.42282	41.79827
14	1.17988	1.73512	29.60270	43.53339
15	1.14252	1.68017	30.74522	45.21356
16	1.13027	1.66216	31.87549	46.87572
17	1.12642	1.65651	33.00192	48.53223
18	1.09453	1.60961	34.09645	50.14184
19	1.06700	1.56912	35.16345	51.71096
20	1.04469	1.53630	36.20814	53.24726
21	1.01766	1.49656	37.22580	54.74383
22	1.00343	1.47564	38.22924	56.21946

จากตาราง 8 แสดงว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวประกอบแล้วได้ตัวประกอบที่มีค่าไอเกน (Eigen Value) มากกว่า 1.0 อยู่ 22 ตัวประกอบ โดยตัวประกอบที่ 1 มีค่าไอเกนสูงสุด คือ 11.35646 ตัวประกอบที่ 2 มีค่าไอเกน 1.92688 ส่วนตัวประกอบลำดับต่อมา มีค่าลดลงเรื่อยๆ และตัวประกอบที่ 22 มีค่าไอเกนต่ำสุด คือ 1.00343 และสามารถนำค่าไอเกนของแบบทดสอบมาเขียนกราฟแสดงให้เห็นความแตกต่างของค่าไอเกนของแต่ละตัวประกอบ ได้ดังภาพประกอบที่ 6



ภาพประกอบ 6 ค่าไอเกนของตัวประกอบที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1.00 ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 6 จะเห็นว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 2 อย่างมาก แต่ค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 2, 3 และลำดับต่อมา มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าค่อย ๆ ลดลงทีละน้อย ๆ จนถึงตัวประกอบที่ 22 ซึ่งลักษณะเช่นนี้ทำให้เชื่อได้ว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้มีคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ดังนั้นจึงสามารถนำแบบทดสอบนี้ไปวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อโดยใช้รูปแบบ โลจิสติก 3 พารามิเตอร์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบได้

3. คุณภาพข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อตามรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) ด้วยเทคนิคการประมาณค่าที่เป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Estimate : MLE) โดยใช้โปรแกรม Bilog Version 3.04 ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ตาราง 9 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบ เครื่องมือครั้งที่ 2

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
a	0.412	2.743	1.242	0.502
b	-1.15	1.671	0.474	0.582
c	0.106	0.306	0.196	0.050

จากตาราง 9 จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบที่ทำการวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.412 ถึง 2.743 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.242 มีค่าความยากตั้งแต่ -1.150 ถึง 1.671 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.474 มีค่าการเดาตั้งแต่ 0.106 ถึง 0.306 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.196 (ดูรายละเอียดค่าพารามิเตอร์รายชื่อของแบบทดสอบได้จากภาคผนวก)

4. ผลการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมของแบบทดสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

การคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมจะใช้เกณฑ์พิจารณาดังนี้ ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าตั้งแต่ 0.3 ถึง 2.0 ค่าความยาก (b) มีค่าตั้งแต่ -2.0 ถึง +2.0 ค่าการเดา (c) มีค่าต่ำกว่า 0.3 พบว่ามีข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมตามรูปแบบการวิเคราะห์แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 10 ช่วงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่คัดเลือกได้จากการทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 2

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่คัดเลือกได้	
	ต่ำสุด	สูงสุด
a	0.412	1.977
b	-1.150	1.671
c	0.106	0.289

จากตาราง 10 จะเห็นว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกได้มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.412 ถึง 1.977 มีค่าความยากตั้งแต่ -1.150 ถึง 1.671 มีค่าการเดาตั้งแต่ 0.106 ถึง 0.289 (ดูรายละเอียดค่าพารามิเตอร์รายข้อของข้อสอบที่คัดเลือกได้จากภาคผนวก) และเมื่อพิจารณาจำนวนข้อสอบที่คัดเลือกได้เป็นรายทักษะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ปรากฏว่ามีจำนวนข้อสอบดังต่อไปนี้

ตาราง 11 จำนวนข้อสอบที่คัดได้แยกตามรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวน (ข้อ)
การสังเกต	7
การวัด	8
การคำนวณ	5
การจำแนกประเภท	7
การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา	6
การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย	8
การลงความเห็นจากข้อมูล	8
การพยากรณ์	12
รวม	61

จากตาราง 11 จะเห็นว่าข้อสอบที่สามารถผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวนมากที่สุดได้แก่ข้อสอบที่วัดทักษะการพยากรณ์ มีจำนวน 12 ข้อ ข้อสอบที่วัดทักษะการคำนวณมีจำนวนน้อยที่สุด คือ มีจำนวน 5 ข้อ และข้อสอบที่วัดทักษะอื่น ๆ ที่เหลือ มีจำนวน 6, 7 และ 8 ข้อ

ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าถ่วงน้ำหนักถึงกันและวัดทักษะเดียวกันออก 5 ข้อ เพื่อให้มีจำนวนข้อสอบที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน และนำข้อสอบที่คัดได้จัดทำเป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ 1 ฉบับ ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 56 ข้อ เพื่อใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ และประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบฉบับสมบูรณ์ต่อไป ซึ่งปรากฏผลดังต่อไปนี้

ตาราง 12 จำนวนข้อสอบแยกตามรายทักษะ ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	รวม(ข้อ)
การสังเกต	1 , 2 , 11 , 12 , 13 , 14 , 56	7
การวัด	3 , 4 , 5 , 15 , 18 , 19 , 20 , 46	8
การคำนวณ	28 , 29 , 32 , 42 , 43	5
การจำแนกประเภท	6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 16 , 17	7
การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา	21 , 22 , 23 , 24 , 48 , 50	6
การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย	25 , 26 , 27 , 30 , 31 , 33 , 52	7
การลงความเห็นจากข้อมูล	34 , 37 , 38 , 40 , 45 , 50 , 51 , 55	8
การพยากรณ์	35 , 36 , 39 , 41 , 44 , 47 , 53 , 54	8
รวม		56

จากตาราง 12 จะเห็นว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับสมบูรณ์นี้ประกอบด้วยข้อสอบที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบตามรายทักษะ 5 ถึง 8 ข้อ รวมทั้งหมด 56 ข้อ

5. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 56 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 3 จำนวน 1,366 คน แล้ววิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อตามรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) ด้วยเทคนิคการประมาณค่าที่เป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood) โดยใช้โปรแกรม Bilog Version 3.04 ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ตาราง 13 ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) ของแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
1	0.675	1.015	0.249	29	0.565	0.341	0.131
2	0.771	1.747	0.174	30	0.640	0.352	0.132
3	0.355	0.594	0.185	31	0.586	0.582	0.081
4	0.785	1.276	0.219	32	0.961	0.472	0.212
5	0.463	1.621	0.213	33	1.129	-0.349	0.115
6	0.560	-0.861	0.180	34	1.074	1.634	0.191
7	0.861	0.343	0.116	35	0.776	1.066	0.216
8	0.965	1.504	0.196	36	1.989	1.609	0.241
9	0.675	-0.522	0.195	37	1.024	0.372	0.166
10	0.728	0.144	0.101	38	0.711	0.280	0.167
11	0.346	1.921	0.200	39	0.863	0.649	0.183
12	0.548	0.362	0.144	40	1.117	0.875	0.181
13	0.756	1.470	0.103	41	0.876	0.099	0.081
14	0.534	0.126	0.140	42	0.851	0.181	0.191
15	0.629	0.430	0.174	43	0.838	0.504	0.115
16	0.472	0.989	0.260	44	1.562	-0.151	0.191
17	0.670	0.203	0.094	45	0.476	0.976	0.155
18	0.565	0.776	0.170	46	0.850	0.926	0.228
19	0.567	-0.927	0.140	47	0.71	1.697	0.121
20	0.664	-0.931	0.150	48	0.962	0.610	0.222
21	0.839	1.615	0.212	49	1.178	1.732	0.212
22	1.063	0.699	0.225	50	0.725	0.557	0.131
23	0.695	0.970	0.124	51	1.125	-0.019	0.103
24	0.367	0.778	0.169	52	1.515	0.397	0.167
25	0.433	1.905	0.145	53	1.004	1.067	0.222
26	0.821	-0.082	0.133	54	0.968	1.116	0.210
27	0.665	0.151	0.120	55	0.919	0.649	0.221
28	1.188	1.200	0.247	56	0.659	-0.190	0.148

จากตาราง 13 จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ที่วิเคราะห์โดยใช้รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.346 ถึง 1.989 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.809 มีค่าความยากตั้งแต่ -0.931 ถึง 1.921 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.653 มีค่าการเดาตั้งแต่ 0.101 ถึง 0.260 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.170

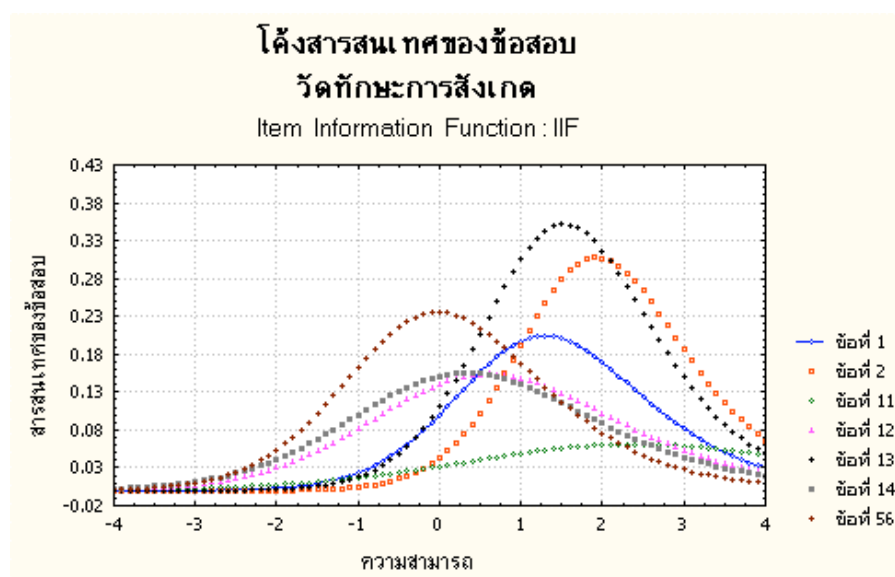
6. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function : IIF)

ผู้วิจัยได้นำค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์มาวิเคราะห์หาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ ที่ระดับความสามารถตั้งแต่ -4.00 ถึง 4.00 รวมจำนวนระดับ 81 ระดับ เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อเหมาะกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถใด โดยแยกเป็นรายทักษะย่อยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ตาราง 14 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อที่วัดทักษะการสังเกต

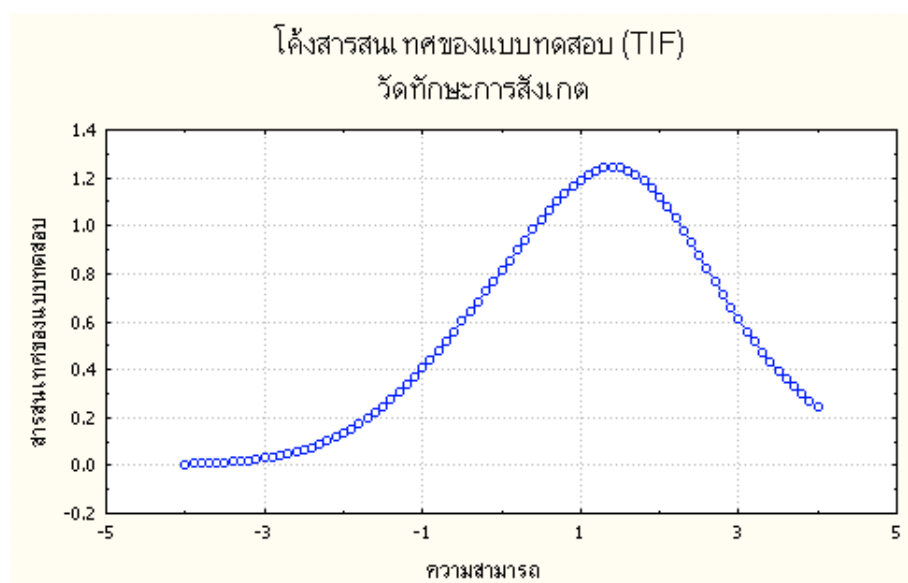
ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$
1	1.30	0.2041	12	0.60	0.1645	56	0.00	0.2361
2	1.90	0.3074	13	1.60	0.3383			
11	2.40	0.0589	14	0.30	0.1573			

และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการสังเกต มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 7 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการสังเกต

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต มีลักษณะดังนี้



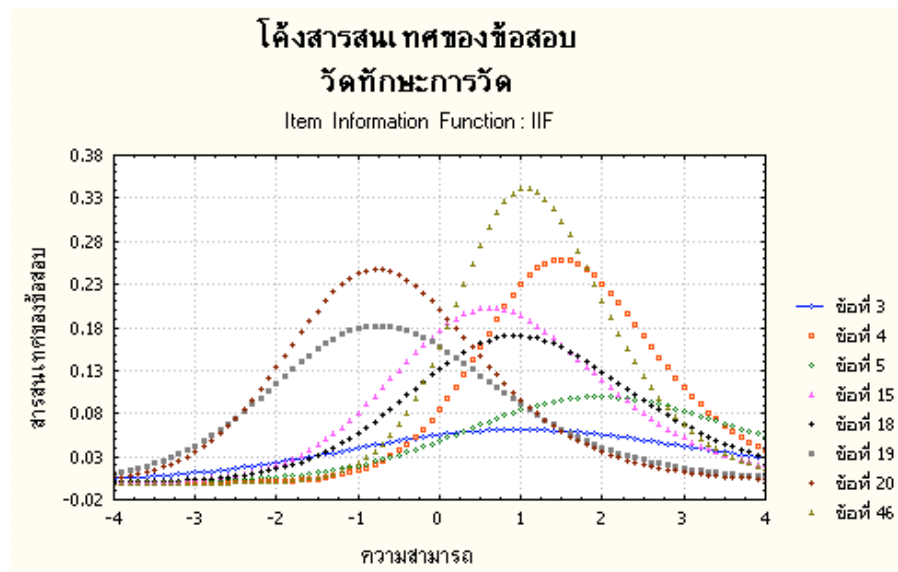
ภาพประกอบ 8 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการสังเกต

จากตาราง 14 และภาพประกอบ 7 ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการสังเกตอยู่ที่ระดับความสามารถ (θ) ต่ำสุดที่ 0.30 และสูงสุดที่ 2.40 ซึ่งตรงกับข้อสอบข้อที่ 14 และ 11 ตามลำดับ และจากภาพประกอบ 8 จะเห็นว่าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.40 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่วัดทักษะการสังเกตที่เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถค่อนข้างสูง

ตาราง 15 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อที่วัดทักษะการวัด

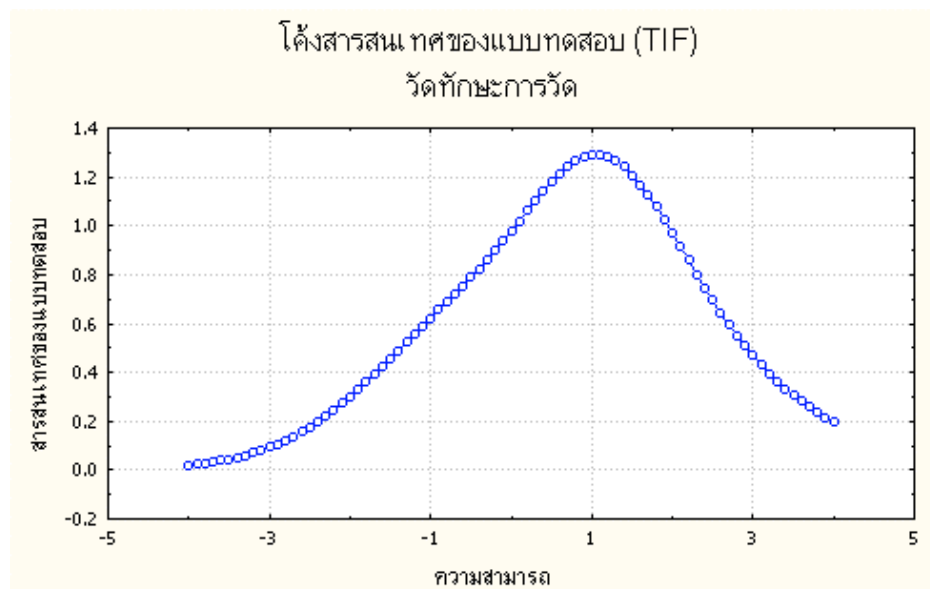
ข้อ	θ_{\max}	$I_i(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_i(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_i(\theta)_{\max}$
3	1.00	0.0639	15	0.70	0.2046	20	-0.70	0.2386
4	1.50	0.2926	18	1.00	0.1664	26	0.10	0.3766
5	2.00	0.1029	19	-0.70	0.1774			

และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการวัด มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 9 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการวัด

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการวัด มีลักษณะดังนี้



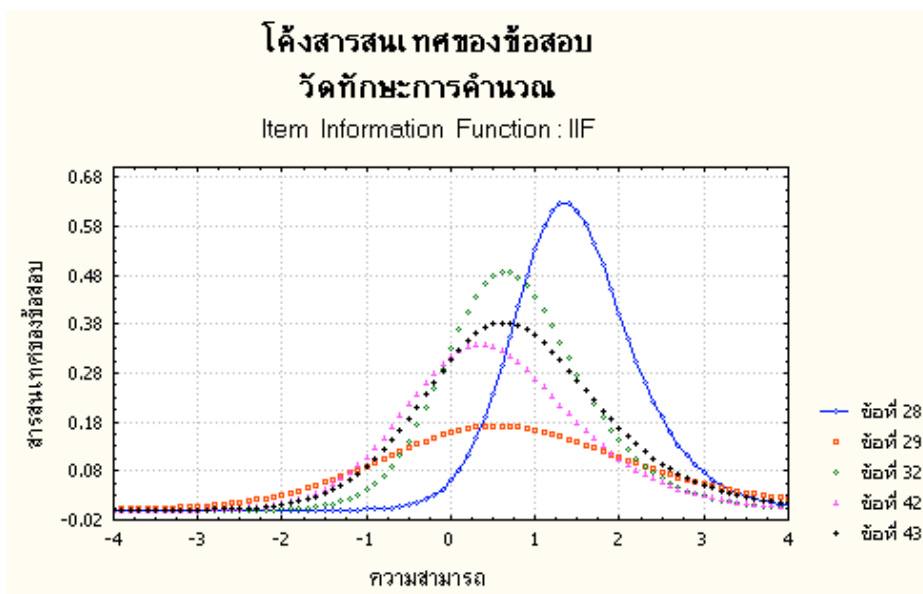
ภาพประกอบ 10 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการวัด

จากตาราง 15 และภาพประกอบ 9 ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการวัด อยู่ที่ 0 ต่ำสุดที่ -0.70 และสูงสุดที่ 2.00 ซึ่งตรงกับข้อ 19 และ 5 ตามลำดับ และจากภาพประกอบ 10 จะเห็นว่าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.10 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่วัดทักษะการวัดที่เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถค่อนข้างสูง

ตาราง 16 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อที่วัดทักษะการคำนวณ

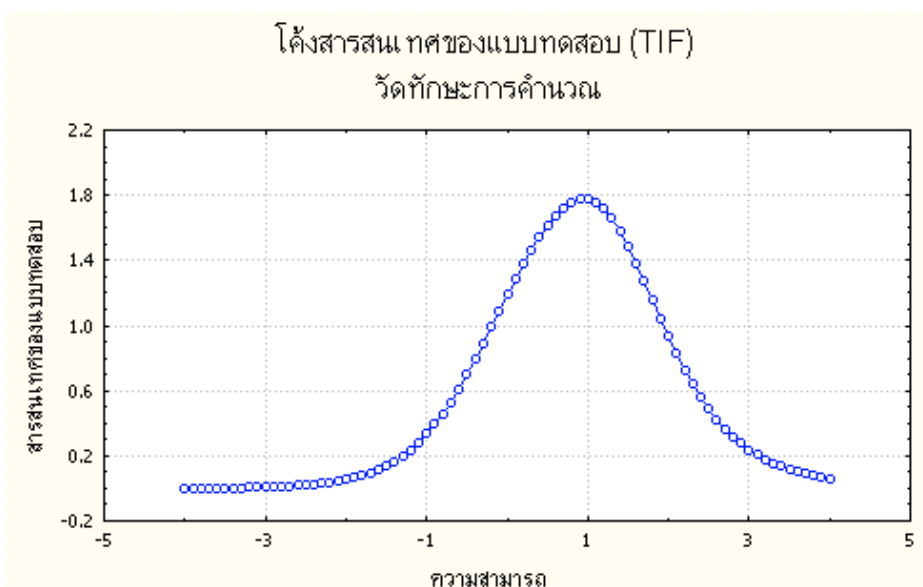
ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$
28	1.40	0.6330	32	0.60	0.4438	43	0.60	0.4062
29	0.60	0.1799	42	0.40	0.3624			

และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการคำนวณ มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 11 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการคำนวณ

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ มีลักษณะดังนี้



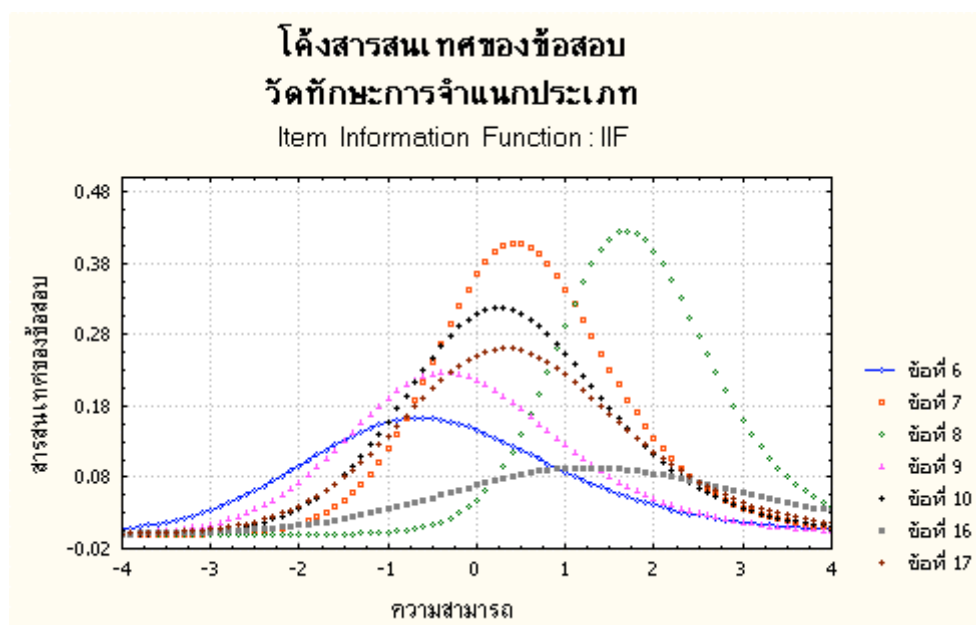
ภาพประกอบ 12 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการคำนวณ

จากตาราง 16 และภาพประกอบ 11 ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการคำนวณอยู่ที่ θ ต่ำสุดที่ 0.40 และสูงสุดที่ 1.40 ซึ่งตรงกับข้อ 42 และ 28 ตามลำดับ และจากภาพประกอบ 12 จะเห็นว่าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.90 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่วัดทักษะการคำนวณที่เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลางก่อนไปทางสูง

ตาราง 17 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อที่วัดทักษะการจำแนกประเภท

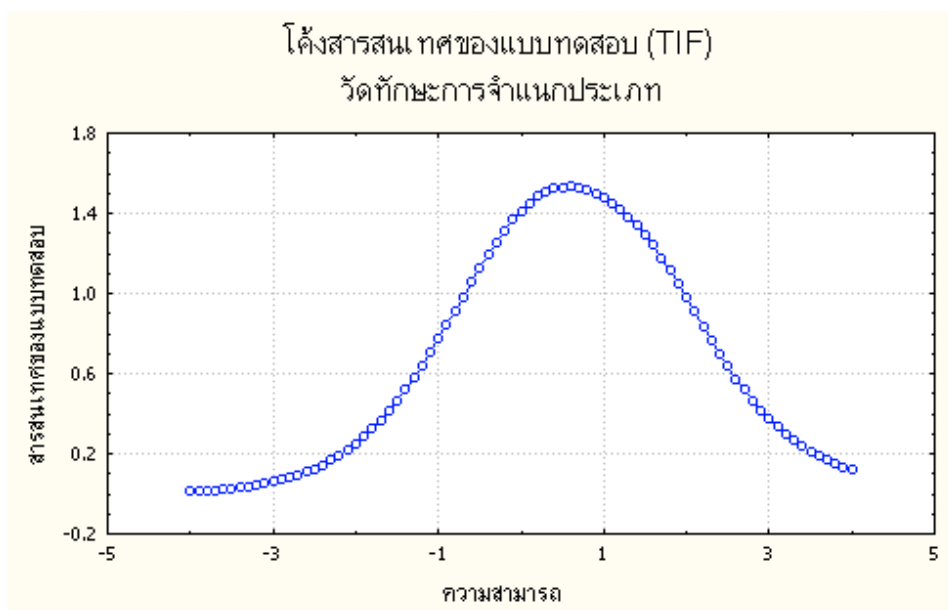
ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$
6	-0.60	0.1604	9	-0.30	0.2265	17	0.30	0.2702
7	0.50	0.4278	10	0.30	0.3148			
8	1.70	0.4616	16	1.40	0.0977			

และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการจำแนกประเภท มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 13 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการจำแนกประเภท

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการจำแนกประเภทมีลักษณะดังนี้



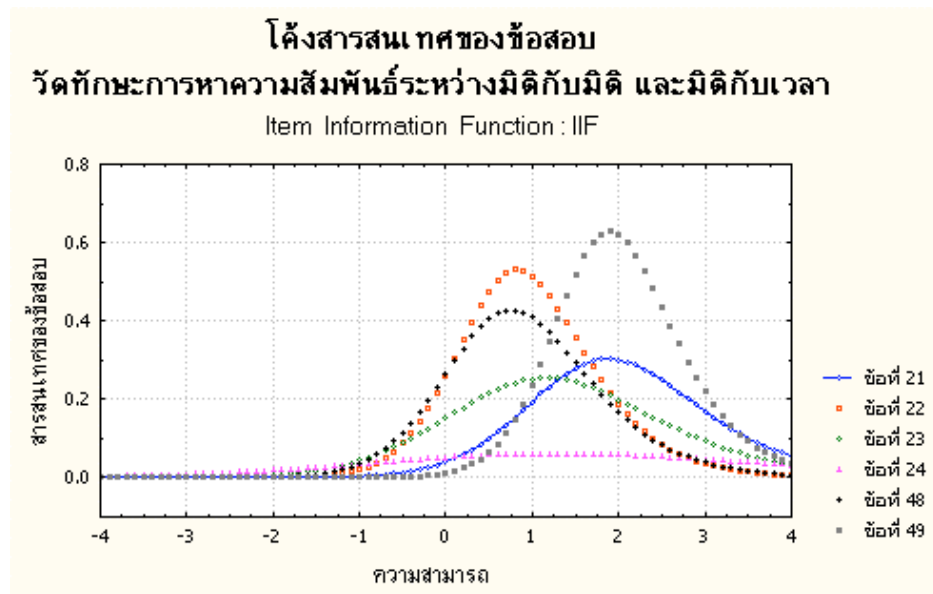
ภาพประกอบ 14 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการจำแนกประเภท

จากตาราง 17 และภาพประกอบ 13 ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการจำแนกประเภทอยู่ที่ระดับความสามารถต่ำสุดที่ -0.60 และสูงสุดที่ 1.70 ซึ่งตรงกับข้อสอบข้อที่ 6 และข้อที่ 8 ตามลำดับ และจากภาพประกอบ 14 จะเห็นว่าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.60 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่วัดทักษะการจำแนกประเภทที่เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลาง

ตาราง 18 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อที่วัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

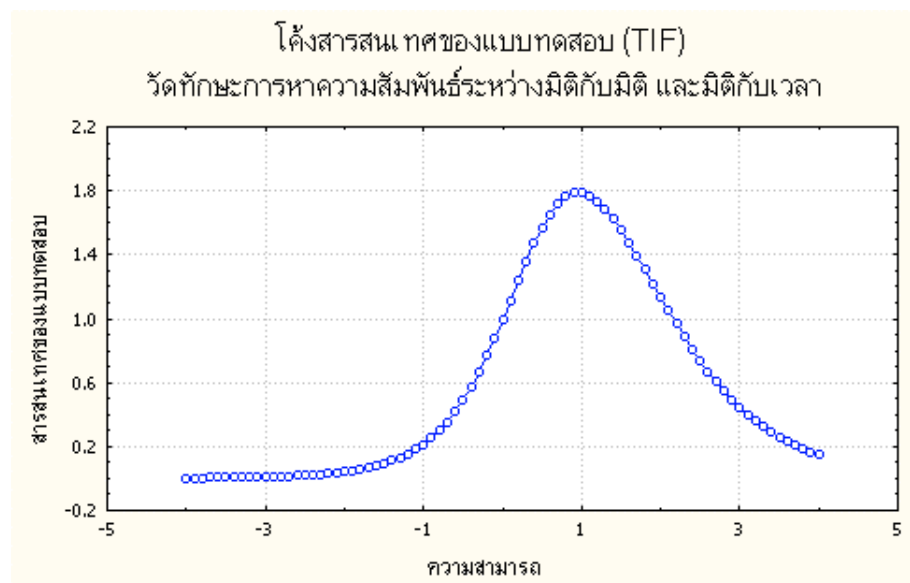
ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$
21	1.80	0.3387	23	1.10	0.2747	48	0.80	0.4368
22	0.90	0.5294	24	1.10	0.0703	49	1.90	0.6671

และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 15 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา มีลักษณะดังนี้



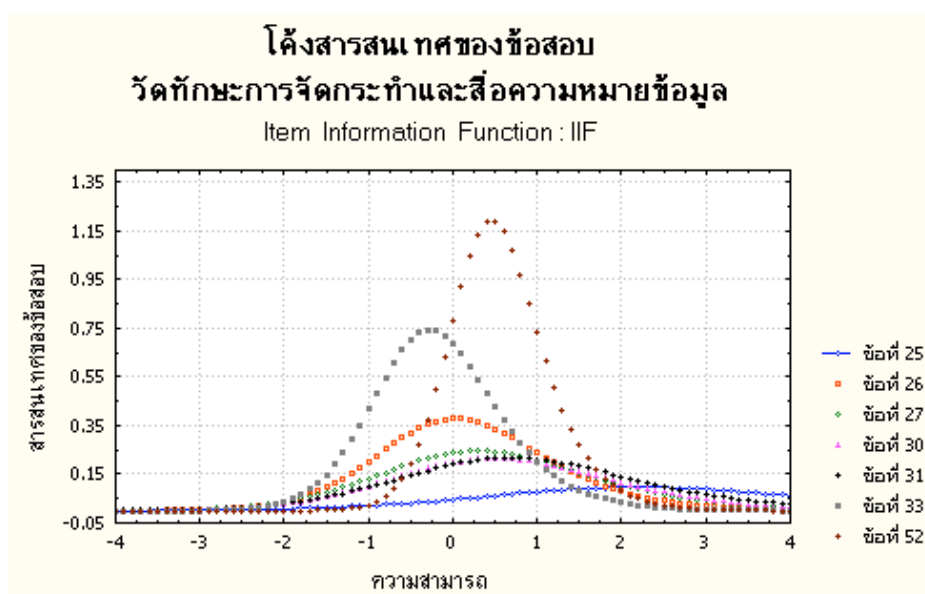
ภาพประกอบ 16 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

จากตาราง 18 และภาพประกอบ 15 ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ ๑ อยู่ที่ θ ต่ำสุดที่ 0.80 และสูงสุดที่ 1.90 ซึ่งตรงกับข้อ 48 และ 49 ตามลำดับ และจากภาพประกอบ 16 จะเห็นว่าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.00 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่วัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลาที่เหมาะที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถค่อนข้างสูง

ตาราง 19 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อที่วัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

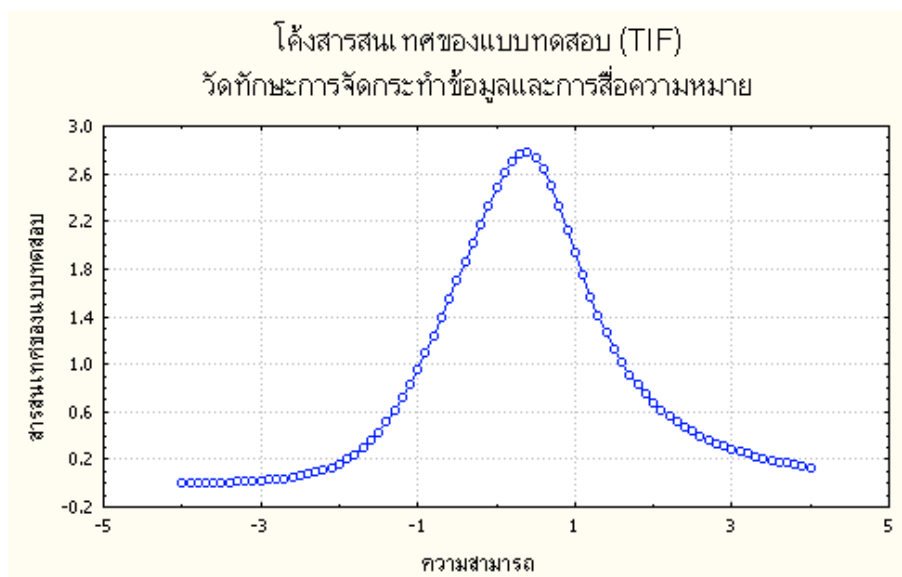
ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$
25	2.20	0.1025	30	0.50	0.2294	52	0.50	1.2032
26	0.10	0.3766	31	0.70	0.2120			
27	0.30	0.2535	33	-0.30	0.7362			

และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 17 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มีลักษณะดังนี้



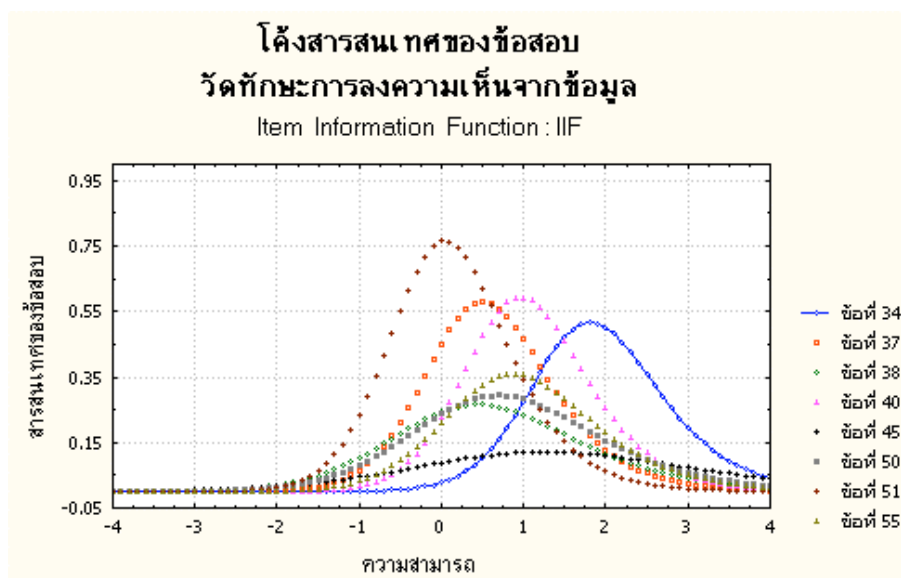
ภาพประกอบ 18 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

จากตาราง 19 และภาพประกอบ 17 ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการจัดกระทำฯ อยู่ที่ระดับความสามารถต่ำสุดที่ -0.30 และสูงสุดที่ 2.20 ตรงกับข้อ 33 และ 25 ตามลำดับ และจากภาพประกอบ 18 จะเห็นว่าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.40 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่วัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลที่เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลาง

ตาราง 20 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อที่วัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$
34	1.80	0.5775	40	1.00	0.6370	51	0.10	0.7483
37	0.50	0.5509	45	1.30	0.1215	55	0.80	0.3991
38	0.50	0.2650	50	0.70	0.2951			

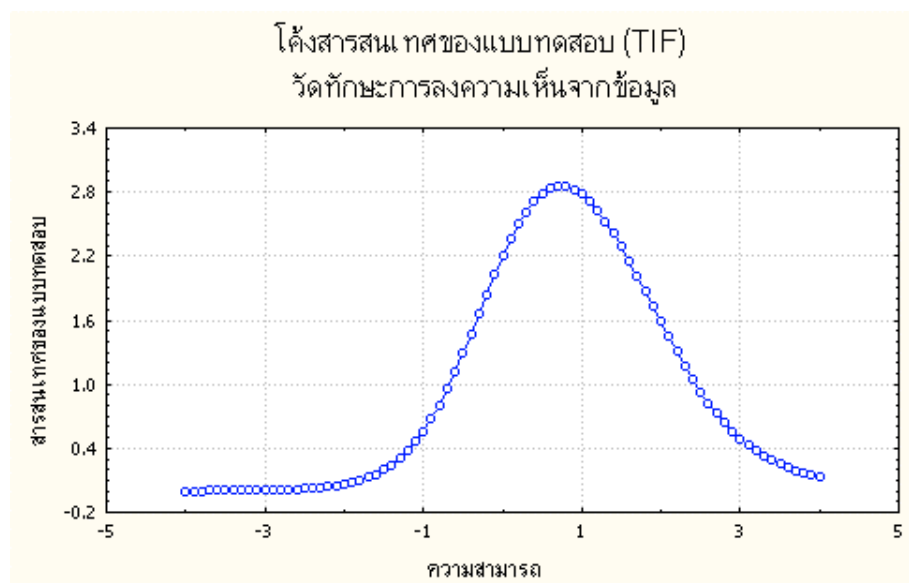
และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 19 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล มีลักษณะ

ดังนี้



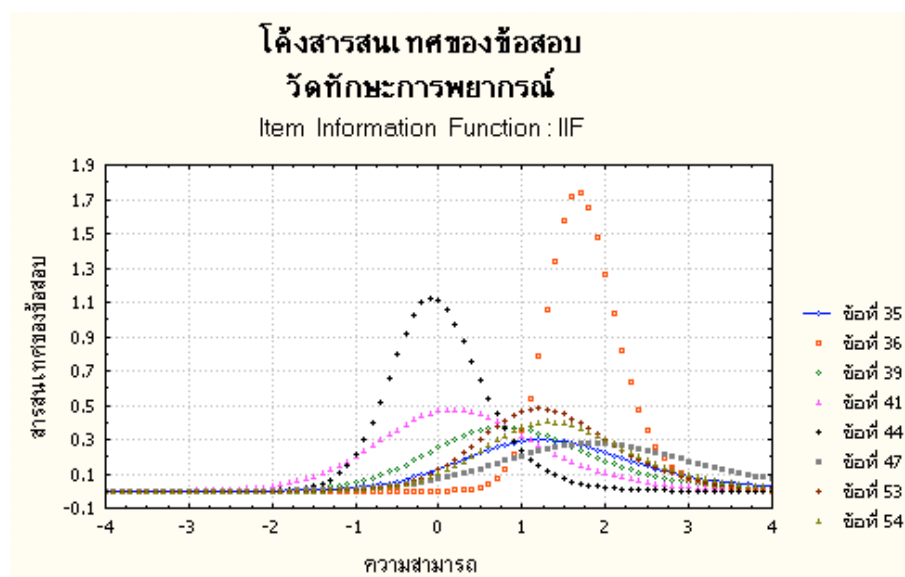
ภาพประกอบ 20 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

จากตาราง 20 และภาพประกอบ 19 ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลอยู่ที่ θ ต่ำสุดที่ 0.10 และสูงสุดที่ 1.80 ตรงกับข้อ 51 และ 34 ตามลำดับ และจากภาพประกอบ 20 จะเห็นว่าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 0.70 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่วัดการลงความเห็นจากข้อมูลที่เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลาง

ตาราง 21 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อที่วัดทักษะการพยากรณ์

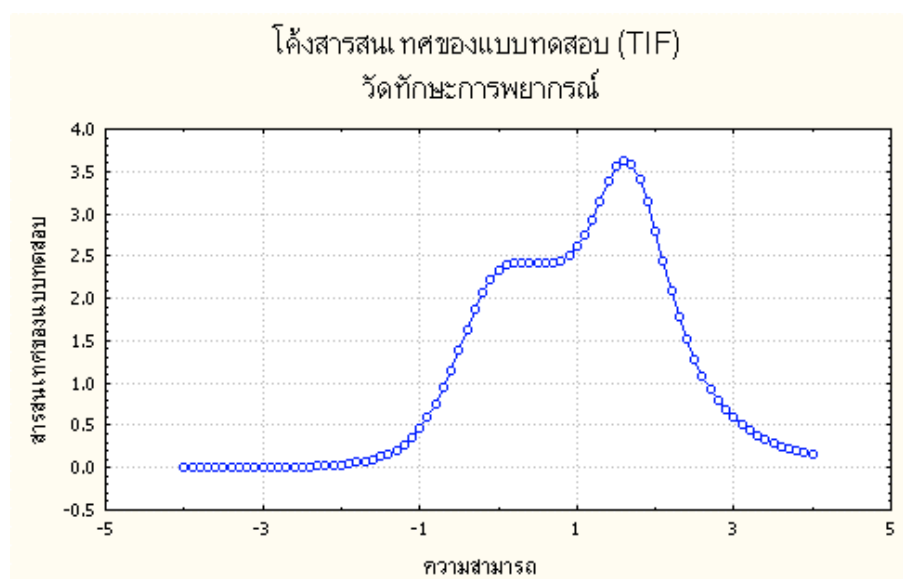
ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$	ข้อ	θ_{\max}	$I_1(\theta)_{\max}$
35	1.30	0.2875	41	0.20	0.4736	53	1.20	0.4753
36	1.70	1.8000	44	-0.10	1.2166	54	1.30	0.4525
39	0.80	0.3787	47	1.90	0.2930			

และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการพยากรณ์ มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 21 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการพยากรณ์

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการพยากรณ์มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 22 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการพยากรณ์

จากตาราง 21 และภาพประกอบ 21 ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการพยากรณ์ อยู่ที่ θ ต่ำสุดที่ -0.10 และสูงสุดที่ 1.90 ตรงกับข้อ 44 และ 47 ตามลำดับ และจากภาพประกอบ 22 จะเห็นว่าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.60 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่วัดการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถค่อนข้างสูง

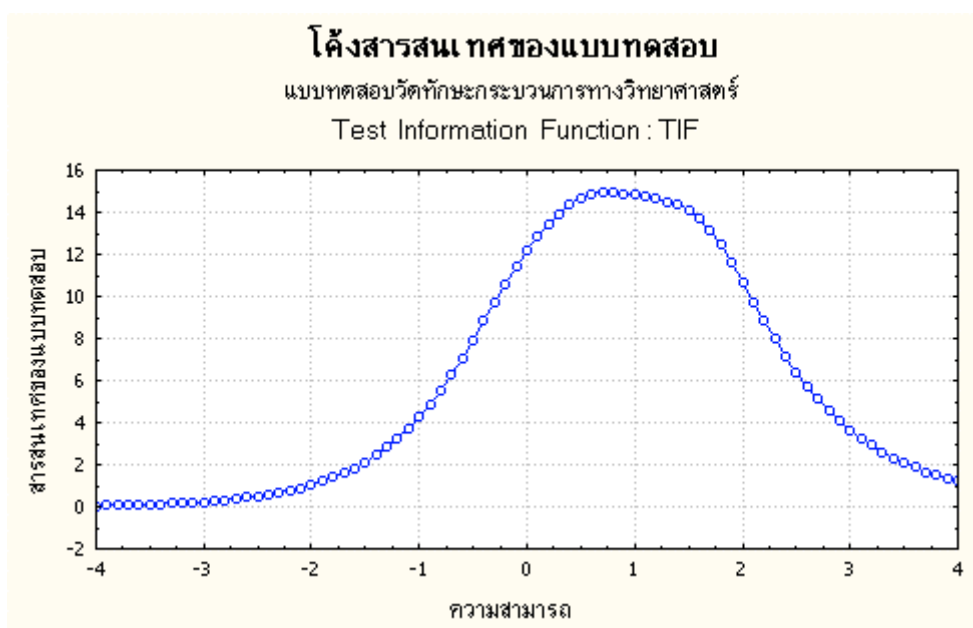
7. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function : TIF)

ผู้วิจัยได้นำค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 56 ข้อ มาคำนวณหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ (θ) ตั้งแต่ -4.00 ถึง 4.00 ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 22 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถต่างๆ ของแบบทดสอบ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์

θ	$I(\theta)$	θ	$I(\theta)$	θ	$I(\theta)$	θ	$I(\theta)$	θ	$I(\theta)$
-4.00	0.0472	-2.40	0.5817	-0.80	5.5333	0.80	14.9274	2.40	7.1602
-3.90	0.0556	-2.30	0.6738	-0.70	6.2785	0.90	14.8899	2.50	6.4180
-3.80	0.0654	-2.20	0.7798	-0.60	7.0849	1.00	14.8161	2.60	5.7436
-3.70	0.0770	-2.10	0.9016	-0.50	7.9394	1.10	14.7238	2.70	5.1345
-3.60	0.0905	-2.00	1.0416	-0.40	8.8234	1.20	14.6219	2.80	4.5868
-3.50	0.1064	-1.90	1.2025	-0.30	9.7134	1.30	14.5032	2.90	4.0957
-3.40	0.1249	-1.80	1.3874	-0.20	10.5845	1.40	14.3398	3.00	3.6564
-3.30	0.1464	-1.70	1.5999	-0.10	11.4127	1.50	14.0875	3.10	3.2642
-3.20	0.1716	-1.60	1.8438	0.00	12.1778	1.60	13.6999	3.20	2.9145
-3.10	0.2007	-1.50	2.1238	0.10	12.8635	1.70	13.1491	3.30	2.6031
-3.00	0.2346	-1.40	2.4447	0.20	13.4581	1.80	12.4384	3.40	2.3259
-2.90	0.2738	-1.30	2.8119	0.30	13.9530	1.90	11.6019	3.50	2.0793
-2.80	0.3192	-1.20	3.2311	0.40	14.3435	2.00	10.6906	3.60	1.8601
-2.70	0.3716	-1.10	3.7080	0.50	14.6288	2.10	9.7561	3.70	1.6652
-2.60	0.4320	-1.00	4.2482	0.60	14.8137	2.20	8.8399	3.80	1.4919
-2.50	0.5016	-0.90	4.8560	0.70	14.9082	2.30	7.9696	3.90	1.3378
								4.00	1.2008

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบมีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 23 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากตาราง 22 และภาพประกอบ 23 จะพบว่า ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าสูงมากที่ระดับความสามารถตั้งแต่ 0.40 ถึง 1.50 โดยมีจุดสูงสุดของโค้งตรงกับที่ θ เท่ากับ 0.80 ซึ่งสามารถอธิบายตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีประสิทธิภาพในการวัดสูง คือ สามารถจำแนกผู้สอบได้ดี เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถตั้งแต่ 0.40 ถึง 1.50 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับนักเรียนที่มีความสามารถตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงระดับค่อนข้างสูง

8. ค่าความสามารถของผู้สอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบแผนการตอบข้อสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 จำนวน 1,366 คน และค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปคำนวณหาค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีการประมาณค่าที่เป็นไปได้สูงสุด โดยใช้โปรแกรม Bilog Version 3.04 ซึ่งปรากฏผลสรุปได้ว่า มีผู้สอบทำคะแนนดิบได้ตั้งแต่ 5 ถึง 53 คะแนน คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 26.71 ประมาณค่าความสามารถมีค่าตั้งแต่ -2.9605 ถึง 2.7953 ที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความสามารถ (Standard Error of Estimation : $SE(\hat{\theta})$) เท่ากับ 3.3293. และ 0.7983 ตามลำดับ โดยมีผู้สอบที่ได้คะแนนดิบ 10-14 บางคน และที่ได้ 5-9

คะแนนทุกคน ประมาณค่าความสามารถได้ต่ำมาก คือ -3.2851 โดยมีค่า $SE(\hat{\theta})$ เท่ากับ -3.2851 ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก

9. เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 จำนวน 1,366 คน แล้วนำมาหาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นในรูปคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 23 คะแนนเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น เปอร์เซ็นต์ไทล์ และคะแนนดิบของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในทุกสังกัดของจังหวัดยะลา ปัตตานี และนราธิวาส

คะแนนดิบ	PR	T	คะแนนดิบ	PR	T	คะแนนดิบ	PR	T
53	97.18	69	36	80.32	59	19	21.88	42
52	97.04	69	35	77.01	58	18	18.57	41
51	96.86	69	34	74.02	56	17	14.94	40
50	96.69	68	33	71.49	56	16	11.88	38
49	96.54	68	32	68.39	55	15	9.537	37
48	96.29	68	31	65.23	54	14	7.580	36
47	96.01	68	30	62.13	53	13	5.444	34
46	95.58	67	29	58.64	52	12	3.523	32
45	94.87	66	28	55.37	51	11	2.241	30
44	94.12	66	27	52.02	51	10	1.459	28
43	93.16	65	26	48.39	50	9	0.925	26
42	92.09	64	25	44.59	49	8	0.462	24
41	90.96	63	24	40.71	48	7	0.213	21
40	89.14	62	23	37.11	47	6	0.106	19
39	87.18	61	22	33.45	46	5	0.035	16
38	85.26	60	21	29.50	45			
37	82.95	60	20	25.33	43			

จากตาราง 23 จะเห็นว่า เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในทุกสังกัดของจังหวัดยะลา ปัตตานี และนราธิวาส คะแนนดิบมีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 53 คะแนนที่มีค่าตั้งแต่ 16 ถึง 69 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.035 ถึง 97.18

10. การประเมินความสามารถของผู้สอบด้วยคะแนนที่ปกติ เปอร์เซนต์ไทล์ และค่าความสามารถ จากคะแนนดิบ

ผู้วิจัยได้นำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับคะแนนดิบ คะแนนที่ปกติ เปอร์เซนต์ไทล์ และค่าความสามารถของผู้สอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 มาเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 24 ดังนี้

ตาราง 24 คะแนนดิบ คะแนนที่ปกติ เปอร์เซนต์ไทล์ และค่าความสามารถของผู้สอบ

คะแนนดิบ	T	PR	f	θ			
				ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	SD
53	69	97.18	1	-	2.80	-	-
52	69	97.04	3	2.59	2.81	2.74	0.13
51	69	96.86	2	2.55	2.55	2.55	0
50	68	96.69	3	2.19	2.34	2.26	0.07
49	68	96.54	1	-	2.08	-	-

ตาราง 24 (ต่อ)

คะแนนดิบ	T	PR	f	θ			
				ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	SD
48	68	96.29	6	1.97	2.21	2.08	0.09
47	68	96.01	2	1.80	1.87	1.83	0.05
46	67	95.58	10	1.71	2.01	1.89	0.09
45	66	94.87	10	1.58	1.85	1.70	0.09
44	66	94.12	11	1.33	1.77	1.51	0.17
43	65	93.16	16	1.28	1.64	1.42	0.11
42	64	92.09	14	1.21	1.50	1.40	0.08
41	63	90.96	18	1.12	1.48	1.29	0.09
40	62	89.14	33	0.96	1.42	1.22	0.12
39	61	87.18	22	0.81	1.36	1.10	0.13
38	60	85.26	32	0.93	1.27	1.03	0.08
37	60	82.95	33	0.77	0.96	0.88	0.05
36	59	80.32	41	0.51	1.02	0.83	0.12
35	58	77.01	52	0.50	0.97	0.77	0.12
34	56	74.02	32	0.51	0.87	0.70	0.08
33	56	71.49	39	0.44	0.79	0.64	0.10
32	55	68.39	48	0.26	0.73	0.55	0.10
31	54	65.23	41	0.30	0.71	0.48	0.10
30	53	62.13	46	0.17	0.57	0.38	0.10
29	52	58.64	52	0.03	0.49	0.32	0.10
28	51	55.37	40	-0.04	0.42	0.24	0.12
27	51	52.02	54	-0.12	0.38	0.15	0.11
26	50	48.39	48	-0.25	0.30	0.08	0.13
25	49	44.59	59	-0.26	0.23	-0.04	0.13
24	48	40.71	50	-0.56	0.15	-0.09	0.16
23	47	37.11	51	-0.56	0.10	-0.18	0.13

ตาราง 24 (ต่อ)

คะแนนดิบ	T	PR	f	θ			
				ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	SD
22	46	33.45	52	-0.66	0.10	-0.28	0.15
21	45	29.50	59	-0.65	-0.05	-0.39	0.14
20	43	25.33	58	-0.80	-0.21	-0.49	0.15
19	42	21.88	39	-0.83	-0.16	-0.57	0.14
18	41	18.57	54	-1.34	-0.35	-0.70	0.23
17	40	14.94	48	-1.93	-0.38	-0.92	0.31
16	38	11.88	38	-2.33	-0.70	-1.12	0.41
15	37	9.537	28	-3.22	-0.67	-1.26	0.55
14	36	7.580	25	-2.29	-0.92	-1.44	0.39
13	34	5.444	31	-2.96	-0.94	-1.43	0.46
12	32	3.523	17	-2.54	-1.18	-1.74	0.45
11	30	2.241	12	-2.47	-1.36	-1.91	0.29
10	28	1.459	2	-2.04	-1.27	-1.65	0.55
9	26	0.925	8	-3.2851*	-3.2851*	-3.2851*	0
8	24	0.462	5	-3.2851*	-3.2851*	-3.2851*	0
7	21	0.213	2	-3.2851*	-3.2851*	-3.2851*	0
6	19	0.106	1	-3.2851*	-3.2851*	-3.2851*	0
5	16	0.035	1	-3.2851*	-3.2851*	-3.2851*	0

หมายเหตุ * หมายถึง ค่า θ มี $SE(\hat{\theta})$ สูงมาก คือ 999.00

จากตาราง 24 พบว่า ผู้สอบที่ได้คะแนนดิบเท่ากัน ถ้าพิจารณาการประเมินความสามารถด้วยคะแนนที่ปกติ หรือเปอร์เซ็นต์ไทล์ ผู้สอบทุกคนจะมีคะแนนที่ปกติ และเปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ระดับเดียวกัน นั่นคือผู้สอบจะถูกจัดให้อยู่ในระดับความสามารถเดียวกัน แต่ถ้าพิจารณาค่าความสามารถ (θ) ผู้สอบจะมีค่า θ ที่แตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งที่อยู่ในระดับความสามารถเดียวกัน และต่างระดับกัน เช่น ผู้สอบที่ได้คะแนนดิบ 39 บางคนจะมีระดับความสามารถปานกลาง คือ $\theta = 0.81$ แต่มีบางคนจัดอยู่ในระดับความสามารถค่อนข้างสูง คือ $\theta = 1.36$ เป็นต้น

สำหรับที่คะแนนดิบ 5-9 และที่คะแนนดิบ 10-14 -ของผู้สอบบางคนจะมีค่า θ ที่ต่ำมากคือเท่ากับ -3.2851 ซึ่งเมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($SE(\hat{\theta})$) พบว่า มีค่าสูงมากคือ 999.00 ซึ่งแปลความหมายได้ว่ามีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถสูงมาก

11. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 จำนวน 1,366 คน ไปคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้โปรแกรม Statistica ปรากฏผลดังนี้

Number of items in scale: 56	
Number of valid cases: 1366	
Number of cases with missing data: 0	
Missing data were deleted: casewise	
SUMMARY STATISTICS FOR SCALE	
Mean:	26.710102489
Standard Deviation:	9.131565853
Skewness:	.232507701
Minimum:	5.000000000
Cronbach's alpha:	.857570919
Sum:	36486.000000
Variance:	83.385494935
Kurtosis:	-.577369637
Maximum:	53.000000000
Standardized alpha:	.856801732
Average Inter-Item Correlation:	.096895276

ภาพประกอบ 24 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

จากภาพประกอบ 24 พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลการคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังนี้ ค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับ 26.71 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 9.13 ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ เท่ากับ 83.39 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งคำนวณหาด้วยวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson Method) หรือ KR 20 ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.86