

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของวิจัย โดยใช้สัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์และรายละเอียดในแต่ละข้อ ดังต่อไปนี้

1. คุณภาพรายชื่อของแบบทดสอบตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (Classical Test Theory)
2. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว (Unidimensionality)
3. ผลการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Test Theory)
4. ผลการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมของแบบทดสอบทักษะการคิดคำนวณตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
5. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function : IIF)
6. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function : TIF)
7. เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
a	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
b	แทน	ค่าความยาก
c	แทน	ค่าการเดา
θ	แทน	ค่าความสามารถ
IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องของทักษะการคิดคำนวณระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญ

T	แทน	คะแนนที่ปกติ
PR	แทน	อันดับร้อยละ
θ_{\max}	แทน	ตำแหน่งของ θ ที่มีสารสนเทศของข้อสอบสูงสุด
$I(\theta)$	แทน	สารสนเทศที่ได้จากแบบทดสอบสำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ θ
$I(\theta)_{\max}$	แทน	ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (Classical Test Theory)

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของทักษะการคิดคำนวณระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.60 - 1.00 ได้ข้อสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 70 ข้อ นำไปทดลองสอบ (Try Out) กับกลุ่มที่ 1 จำนวน 120 คน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (Classical Test Theory) เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2537 : 106 - 107) ซึ่งค่าความยาก (p) มีค่าตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าตั้งแต่ 0.2 ถึง 1.0

ผลการทดลองสอบกับกลุ่มที่ 1 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 5 ดังนี้

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม
(Classical Test Theory)

ข้อที่	คุณภาพของข้อสอบ		ข้อที่	คุณภาพของข้อสอบ	
	p	D		p	D
ทักษะการบวก			24*	0.72	0.46
1	0.92	-0.12	25	0.81	0.39
2	0.96	0.06	26*	0.63	0.34
3	0.97	-0.05	27*	0.63	0.33
4	0.97	0.09	28*	0.68	0.41
5	0.97	0.08	29*	0.60	0.55
6	0.96	0.20	30*	0.59	0.50
7	0.99	0.04	31*	0.42	0.21
8	0.88	0.16	32*	0.77	0.31
9*	0.44	0.36	33	0.14	0.23
10*	0.70	0.49	34*	0.69	0.40
11*	0.68	0.35	35*	0.27	0.30
12	0.41	-0.10	36*	0.27	0.51
13	0.07	0.38	ทักษะการคูณ		
14	0.09	0.26	37*	0.57	0.59
15*	0.72	0.51	38*	0.70	0.40
16*	0.61	0.23	39*	0.64	0.40
17*	0.51	0.47	40*	0.51	0.44
18*	0.51	0.53	41*	0.64	0.38
19	0.23	-0.10	42*	0.57	0.22
20*	0.28	0.42	43*	0.55	0.50
21*	0.30	0.44	44*	0.42	0.48
22*	0.23	0.58	45*	0.40	0.59
23*	0.33	0.35	46*	0.30	0.31
ทักษะการลบ			47*	0.44	0.25

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	คุณภาพของข้อสอบ		ข้อที่	คุณภาพของข้อสอบ	
	p	D		p	D
48*	0.46	0.30	59*	0.46	0.54
49*	0.56	0.44	60	0.33	0.17
50*	0.61	0.44	61	0.35	0.13
51*	0.67	0.44	62	0.13	-0.10
52	0.10	0.03	63*	0.40	0.21
ทักษะการหาร			64	0.24	-0.09
53	0.28	-0.02	65*	0.23	0.24
54*	0.46	0.36	66*	0.28	0.20
55*	0.46	0.50	67	0.40	0.17
56*	0.53	0.48	68*	0.37	0.32
57*	0.42	0.41	69*	0.33	0.34
58*	0.39	0.39	70	0.38	0.14

หมายเหตุ * หมายถึงข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือก

จากตาราง 7 พบว่า ทักษะการบวก มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.72 และมีค่าความยากตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.72 ทักษะการลบ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.55 และมีค่าความยากตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.77 ทักษะการคูณ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.59 และมีค่าความยากตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.70 และทักษะการหาร มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.54 และมีค่าความยากตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.46

จากข้างต้นแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ มีข้อสอบที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์จำนวน 48 ข้อ จากทั้งหมด 70 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.59 และมีค่าความยากตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.77

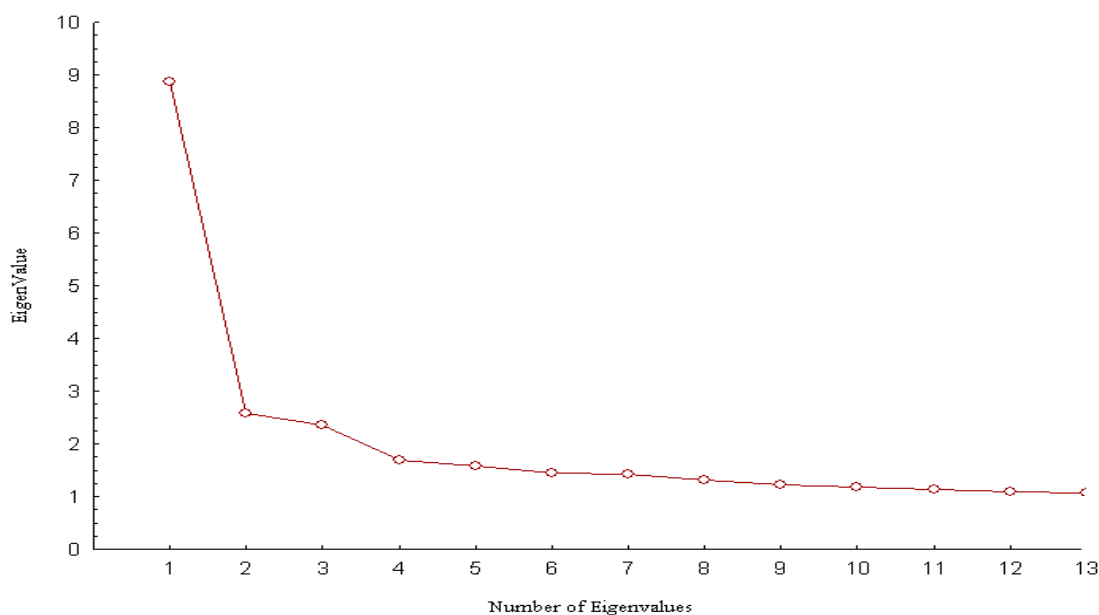
2. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว (Unidimensionality)

เนื่องจากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีข้อตกลงเบื้องต้นไว้ว่า แบบทดสอบที่จะใช้วิเคราะห์ด้วยรูปแบบต่าง ๆ ในทฤษฎีนี้จะต้องมีคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงตรวจสอบคุณสมบัติดังกล่าวโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยนำผลการทดลองสอบกับกลุ่มที่ 2 จำนวน 560 คน ไปวิเคราะห์ห่อ้งค์ประกอบ (Factor Analysis) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ห่อ้งค์ประกอบสำคัญ (Principal Components Analysis) แล้วหมุนแกนด้วยวิธี (Varimax) แล้วพิจารณาค่าไอเกน (EigenValue) ของตัวประกอบที่ 1 ของแบบทดสอบ ถ้ามีค่าสูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 2 อย่างมาก และค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบถัด ๆ ไปเพียงเล็กน้อย ก็ถือได้ว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว (Lord, 1980 : 21) ซึ่งมาจากการวิเคราะห์ปรากฏผลดังตารางที่ 6 ดังนี้

ตาราง 6 ค่าไอเกน ร้อยละของความแปรปรวนของแต่ละตัวประกอบของแบบทดสอบ
วัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีค่าไอเกนเกิน 1.00

ตัวประกอบที่	ค่าไอเกน	ร้อยละของความแปรปรวนทั้งหมด	ร้อยละสะสมของความแปรปรวนทั้งหมด
1	9.30	19.38	19.38
2	2.74	5.71	25.09
3	2.40	4.99	30.08
4	1.68	3.50	33.58
5	1.47	3.05	36.63
6	1.39	2.90	39.53
7	1.36	2.83	42.37
8	1.25	2.61	44.97
9	1.21	2.52	47.50
10	1.18	2.47	49.96
11	1.10	2.30	52.26
12	1.01	2.23	54.49
13	1.04	2.16	56.45

จากตาราง 6 แสดงว่าแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวประกอบแล้ว จะได้ตัวประกอบที่มีค่าไอเกน (Eigen Value) มากกว่า 1.00 อยู่ 13 ตัวประกอบและตัวประกอบที่ 1 มีค่าไอเกนสูงสุดคือ 9.30 ตัวประกอบที่ 2 มีค่าไอเกน 2.74 ตัวประกอบลำดับต่อมา มีค่าลดลงเรื่อย ๆ และตัวประกอบที่ 13 มีค่าไอเกนต่ำสุด 1.04 และสามารถนำค่าไอเกนของแบบทดสอบมาเขียนกราฟแสดงให้เห็นความแตกต่างของค่าไอเกนของแต่ละตัวประกอบ ได้ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบ 5 ค่าไอเกนของตัวประกอบที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1.00 ของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 5 แสดงว่าเมื่อนำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ ค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่ 2 อย่างมาก โดยที่ค่าเหล่านั้นจะลดลงทีละน้อย ๆ จนถึงจนถึงตัวประกอบที่ 13 ซึ่งลักษณะนี้ทำให้เชื่อได้ว่า แบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์มีคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียวตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแล้ว จึงสามารถนำไปวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยใช้รูปแบบโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ได้

3. ผลการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Test Theory)

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบตามโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ด้วยวิธีแมกซิมั่มไลเกิลฮูด (Maximum Likelihood Estimate : MLE) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) โดยใช้โปรแกรม XCALIBRE Version 1.10 ปรากฏผลในตารางดังนี้

ตาราง 7 พิสัยของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ จำนวน 48 ข้อ

ทักษะการ คิดคำนวณ	พิสัยของค่าพารามิเตอร์			จำนวนข้อสอบ
	a	b	c	
1. ทักษะการบวก	0.76 - 1.63	-0.76 - 3.00	0.11 - 0.21	11
2. ทักษะการลบ	0.86 - 1.56	-0.26 - 2.38	0.13 - 0.21	11
3. ทักษะการคูณ	0.65 - 1.45	-0.03 - 1.76	0.17 - 0.29	15
4. ทักษะการหาร	0.68 - 1.15	1.01 - 3.00	0.14 - 0.24	11
รวม	0.65 - 1.63	-0.76 - 3.00	0.11 - 0.29	48

จากตาราง 7 แสดงว่าข้อสอบที่ทำการวิเคราะห์ตามโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบได้ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนก (a) กระจายอยู่ในช่วง 0.65 ถึง 1.63 ค่าความยาก (b) กระจายอยู่ในช่วง -0.76 ถึง 3.00 และค่าการเดา (c) กระจายอยู่ในช่วง 0.11 - 0.29 (รายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ดูได้จากภาคผนวก)

4. ผลการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสม โดยจะใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าตั้งแต่ 0.3 ถึง 2.0

ค่าความยาก (b) มีค่าตั้งแต่ -2.0 ถึง +2.0

ค่าการเดา (c) มีค่าต่ำกว่า 0.3

พบว่าข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมตามโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ แยกเป็นรายทักษะ ปรากฏผลในตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 พิสัยของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ

ทักษะการ คิดคำนวณ	พิสัยของค่าพารามิเตอร์			จำนวนข้อสอบ
	a	b	c	
1. ทักษะการบวก	0.76 - 1.63	-0.76 - 1.63	0.11 - 0.20	9
2. ทักษะการลบ	0.86 - 1.56	-0.26 - 1.63	0.14 - 0.21	9
3. ทักษะการคูณ	0.65 - 1.45	-0.03 - 1.76	0.17 - 0.29	15
4. ทักษะการหาร	0.68 - 1.15	1.01 - 1.55	0.14 - 0.22	7
รวม	0.65 - 1.63	-0.76 - 1.76	0.11 - 0.29	40

จากตาราง 8 แสดงว่า แบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบที่วัดทักษะการคิดคำนวณ 4 ทักษะ จำนวน 40 ข้อที่อยู่ในเกณฑ์ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ มีค่าอำนาจจำแนก (a) กระจายอยู่ในช่วง 0.65 ถึง 1.63 ค่าความยาก (b) กระจายอยู่ในช่วง -0.76 ถึง 1.76 และค่าการเดา (c) กระจายอยู่ในช่วง 0.11 - 0.29

5. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function)

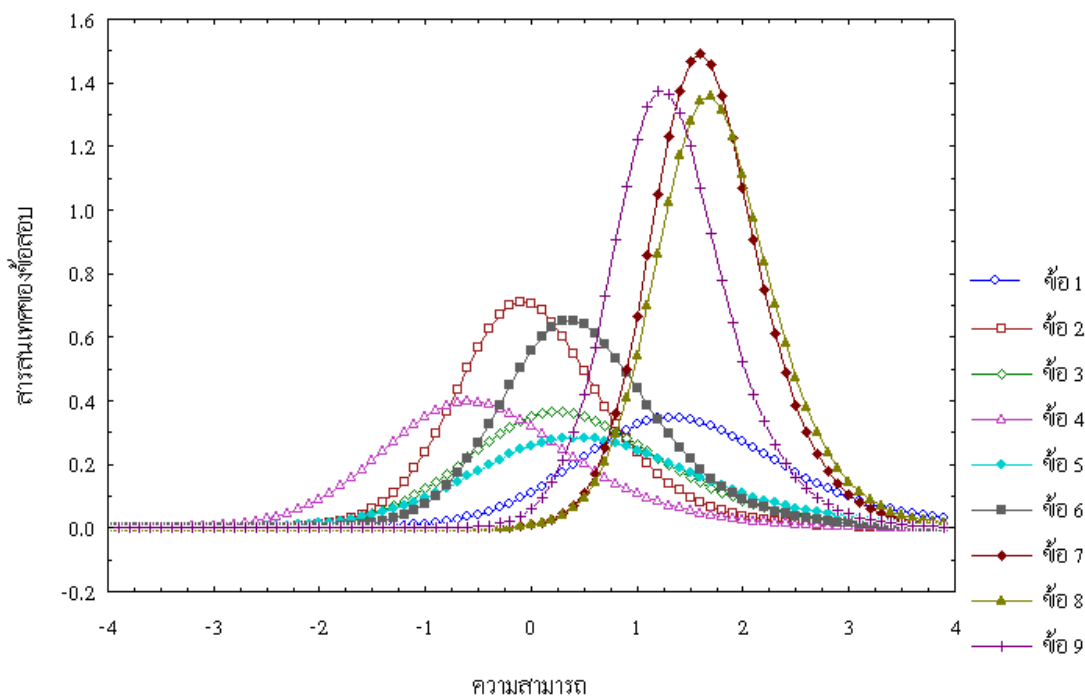
ผู้วิจัยนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function) ที่ระดับความสามารถตั้งแต่ -4.00 ถึง 4.00 จำนวน 81 ระดับ เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความเหมาะสมกับผู้สอบที่มีความสามารถระดับใดบ้าง โดยแยกเป็นรายทักษะย่อยของทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 4 ทักษะ ปรากฏผลในตารางดังนี้

ตาราง 9 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อของทักษะการบวก

ข้อ	ค่าความสามารถ	ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบ
	θ_{max}	$I_i(\theta)_{max}$
1	1.30	0.35
2	-0.10	0.71
3	0.20	0.37
4	-0.60	0.40
5	0.40	0.28
6	0.40	0.65
7	1.60	0.49
8	1.70	1.36
9	1.20	1.37

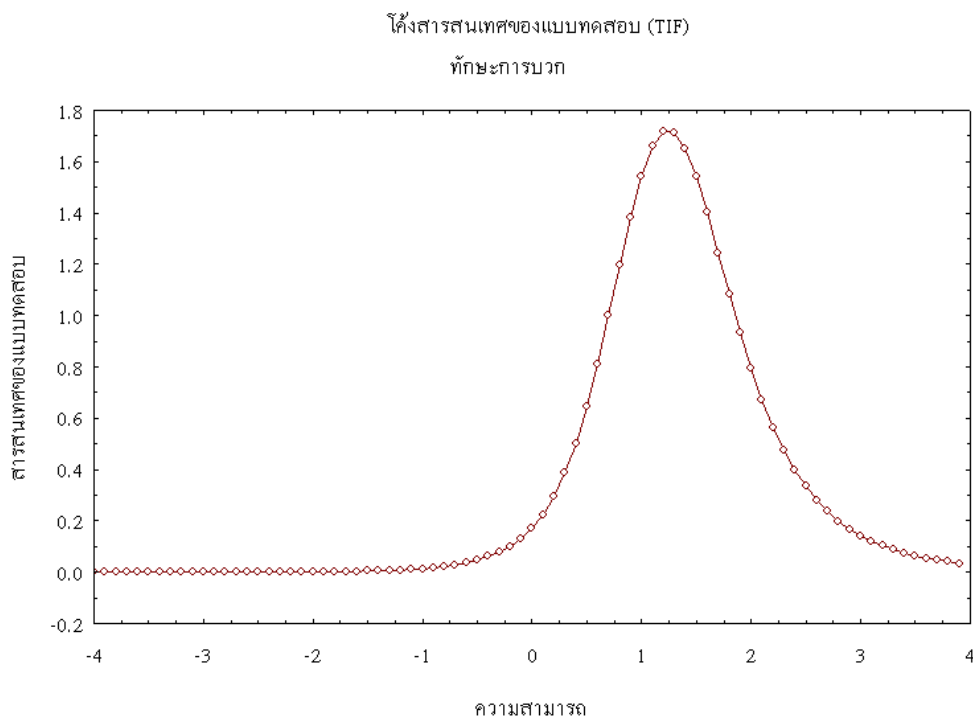
และโค้งสารสนเทศข้อสอบวัดทักษะการบวก มีลักษณะดังนี้

โค้งสารสนเทศของข้อสอบ (IIF)
ทักษะการบวก



ภาพประกอบ 6 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการบวก

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการบวก มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 7 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการบวก

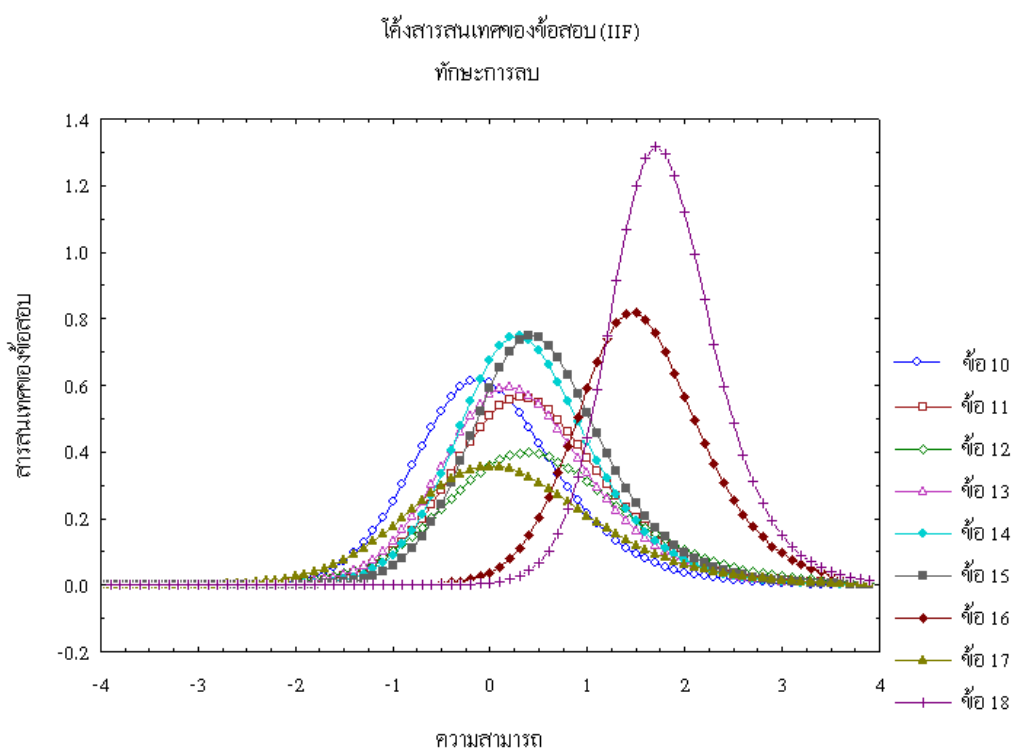
จากตาราง 9 และภาพประกอบ 6 แสดงว่า ค่าสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการบวก ข้อที่ 1 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.35 ที่ระดับความสามารถ 1.30 ข้อที่ 2 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.71 ที่ระดับความสามารถ -0.10 ข้อที่ 3 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.37 ที่ระดับความสามารถ -0.20 ข้อที่ 4 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.40 ที่ระดับความสามารถ -0.60 ข้อที่ 5 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.28 ที่ระดับความสามารถ 0.40 ข้อที่ 6 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.65 ที่ระดับความสามารถ 0.40 ข้อที่ 7 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 1.49 ที่ระดับความสามารถ 1.60 ข้อที่ 8 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 1.36 ที่ระดับความสามารถ 1.70 และข้อที่ 9 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 1.37 ที่ระดับความสามารถ 1.20

ซึ่งค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการบวกอยู่ที่ระดับความสามารถ (θ) ต่ำสุดที่ -0.60 และสูงสุดที่ 1.70 ตรงกับข้อสอบข้อที่ 4 และ 8 ตามลำดับ ข้อสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้สอบกับผู้สอบที่มีความสามารถ อ่อน ปานกลางและค่อนข้างสูง

ตาราง 10 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อของทักษะการลบ

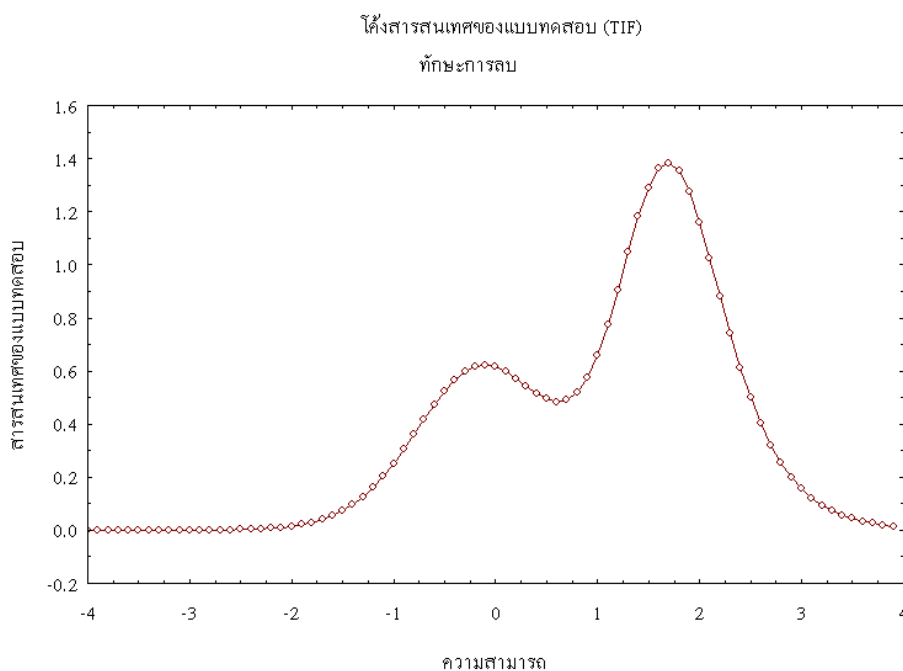
ข้อ	ค่าความสามารถ	ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบ
	θ_{\max}	$I_i(\theta)_{\max}$
10	-0.10	0.62
11	0.30	0.56
12	0.40	0.40
13	0.20	0.60
14	0.30	0.75
15	0.40	0.75
16	1.50	0.82
17	0.00	0.03
18	1.70	1.32

และโค้งสารสนเทศข้อสอบวัดทักษะการลบ มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 8 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการลบ

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการลบ มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 9 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการลบ

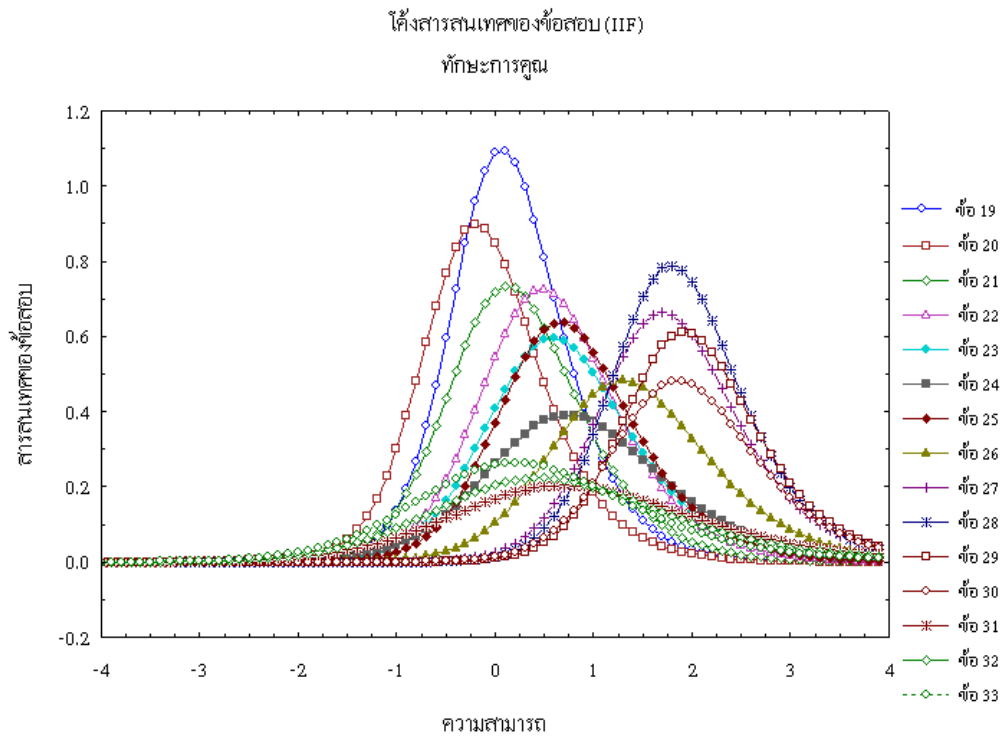
จากตาราง 10 และภาพประกอบ 8 แสดงว่า ค่าสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการลบ ข้อที่ 10 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.62 ที่ระดับความสามารถ -0.10 ข้อที่ 11 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.56 ที่ระดับความสามารถ 0.30 ข้อที่ 12 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.40 ที่ระดับความสามารถ 0.40 ข้อที่ 13 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.60 ที่ระดับความสามารถ 0.20 ข้อที่ 14 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.75 ที่ระดับความสามารถ 0.30 ข้อที่ 15 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด 0.75 คือ ที่ระดับความสามารถ 0.4 ข้อที่ 16 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด 0.82 คือ ที่ระดับความสามารถ 1.50 ข้อที่ 17 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.03 ที่ระดับความสามารถ 0.00 และข้อที่ 18 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 1.32 ที่ระดับความสามารถ 1.70

ซึ่งค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการลบอยู่ที่ระดับความสามารถ (θ) ต่ำสุดที่ -0.10 และสูงสุดที่ 1.70 ตรงกับข้อสอบข้อที่ 10 และ 18 ตามลำดับ ข้อสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้สอบกับผู้สอบที่มีความสามารถ ปานกลางและค่อนข้างสูง

ตาราง 11 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายชื่อของทักษะการคูณ

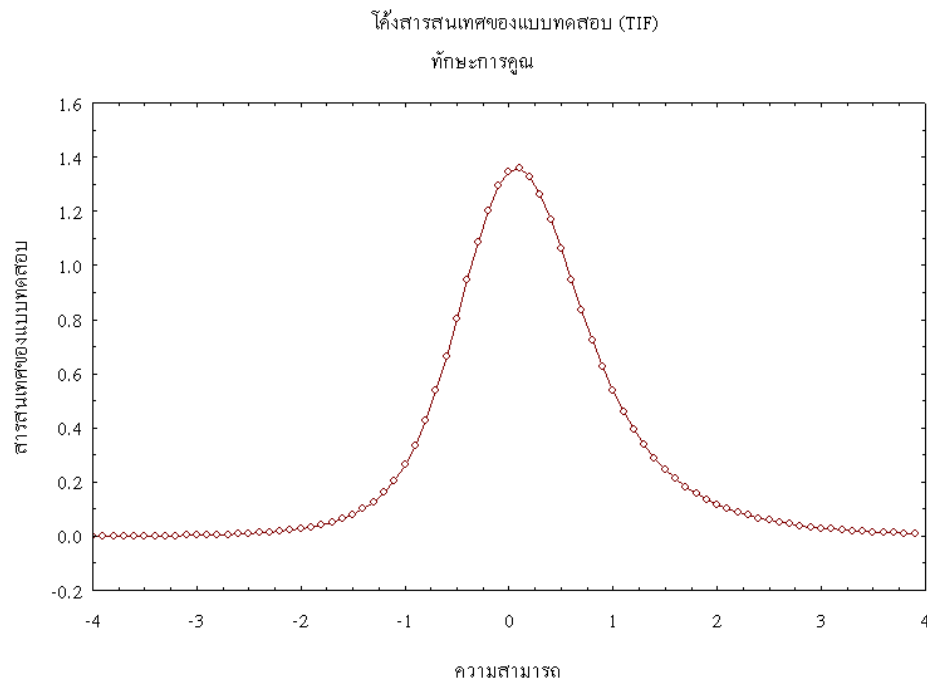
ข้อ	ค่าความสามารถ θ_{\max}	ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบ $I_i(\theta)_{\max}$
19	0.10	1.10
20	-0.20	0.90
21	0.10	0.73
22	0.50	0.73
23	0.60	0.60
24	0.70	0.39
25	0.70	0.64
26	1.30	0.48
27	1.70	0.66
28	1.80	0.79
29	1.90	0.61
30	1.90	0.48
31	0.70	0.20
32	0.50	0.22
33	0.20	0.26

และโค้งสารสนเทศข้อสอบวัดทักษะการคูณ มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 10 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการคูณ

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการคูณ มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 11 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการคูณ

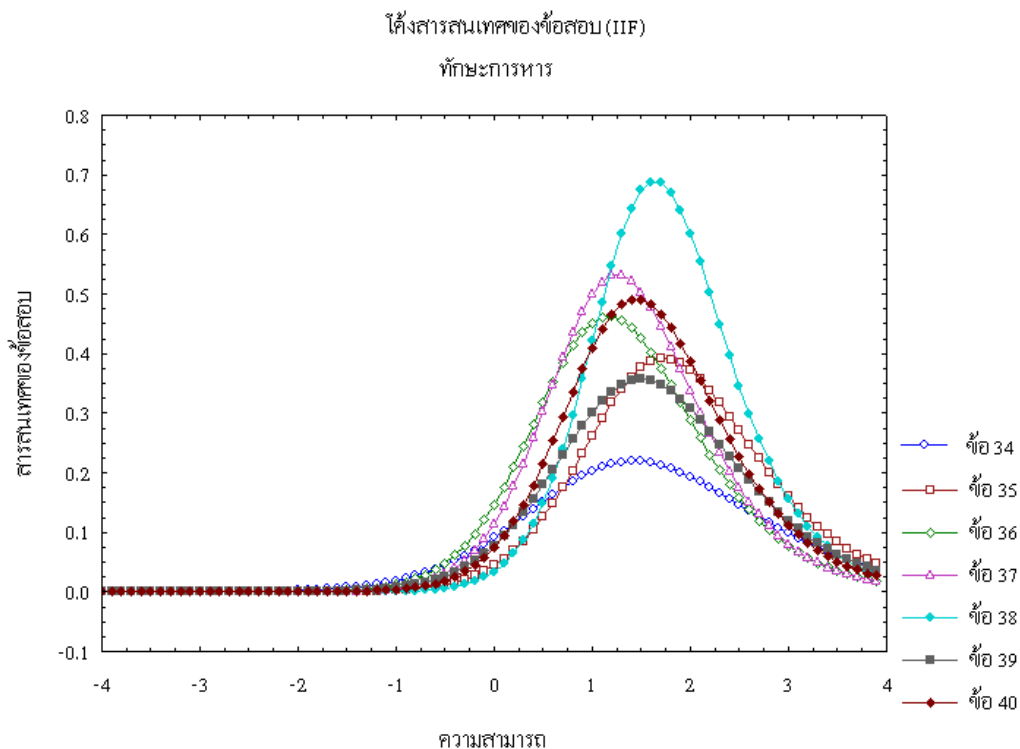
จากตาราง 11 และภาพประกอบ 10 แสดงว่า ค่าสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการคูณ ข้อที่ 19 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 1.10 ที่ระดับความสามารถ 0.10 ข้อที่ 20 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.90 ที่ระดับความสามารถ -0.20 ข้อที่ 21 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.73 ที่ระดับความสามารถ 0.10 ข้อที่ 22 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.73 ที่ระดับความสามารถ 0.50 ข้อที่ 23 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.60 ที่ระดับความสามารถ 0.60 ข้อที่ 24 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.39 ที่ระดับความสามารถ 0.70 ข้อที่ 25 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.64 ที่ระดับความสามารถ 0.70 ข้อที่ 26 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.48 ที่ระดับความสามารถ 1.30 ข้อที่ 27 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.66 ที่ระดับความสามารถ 1.70 ข้อที่ 28 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.79 ที่ระดับความสามารถ 1.80 ข้อที่ 29 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.61 ที่ระดับความสามารถ 1.90 ข้อที่ 30 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.48 ที่ระดับความสามารถ 1.90 ข้อที่ 31 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.20 ที่ระดับความสามารถ 0.70 ข้อที่ 32 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.22 ที่ระดับความสามารถ 0.50 และ ข้อที่ 33 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.26 ที่ระดับความสามารถ 0.20

ซึ่งค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการคูณอยู่ที่ระดับความสามารถ (θ) ต่ำสุดที่ -0.20 และสูงสุดที่ 1.90 ตรงกับข้อสอบข้อที่ 20 และ 29 ตามลำดับ ข้อสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้สอบกับผู้สอบที่มีความสามารถ ปานกลางและค่อนข้างสูง

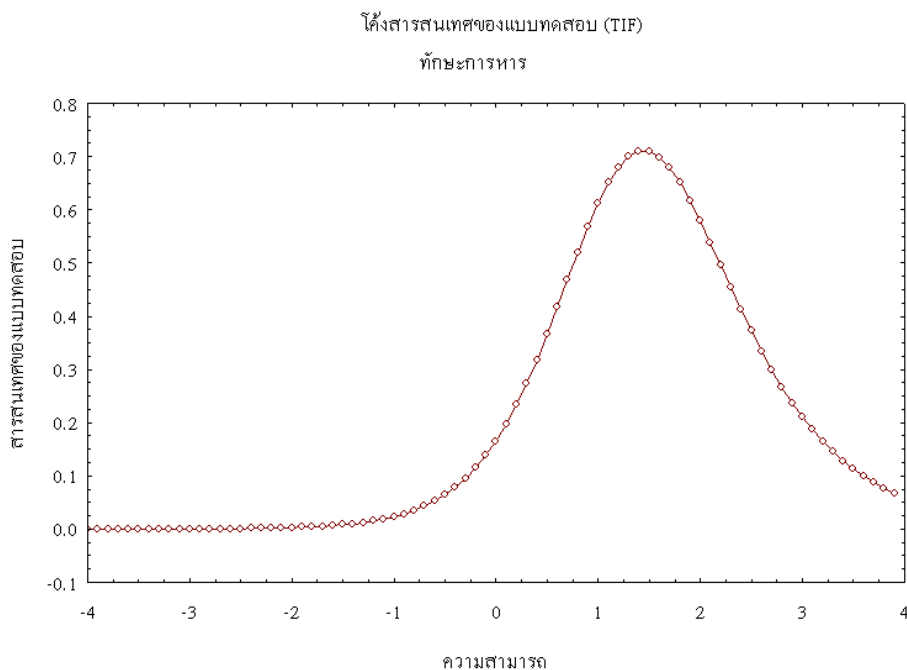
ตาราง 12 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบรายข้อของทักษะการหาร

ข้อ	ค่าความสามารถ θ_{\max}	ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบ $I_i(\theta)_{\max}$
34	1.40	0.22
35	1.70	0.39
36	1.20	0.46
37	1.30	0.53
38	1.60	0.69
39	1.50	0.36
40	1.40	0.49

และโค้งสารสนเทศของข้อสอบวัดทักษะการหาร มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 12 โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการหาร



ภาพประกอบ 13 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบที่วัดทักษะการหาร

จากตาราง 12 และภาพประกอบ 12 แสดงว่า ค่าสารสนเทศของข้อสอบที่วัดทักษะการหารข้อที่ 34 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.22 ที่ระดับความสามารถ 1.40 ข้อที่ 35 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.39 ที่ระดับความสามารถ 1.70 ข้อที่ 36 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.46 ที่ระดับความสามารถ 1.20 ข้อที่ 37 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.53 ที่ระดับความสามารถ 1.30 ข้อที่ 38 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.69 ที่ระดับความสามารถ 1.60 ข้อที่ 39 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.36 ที่ระดับความสามารถ 1.50 และข้อที่ 40 ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด คือ 0.49 ที่ระดับความสามารถ 1.40

ซึ่งค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบที่วัดทักษะการลบอยู่ที่ระดับความสามารถ (θ) ต่ำสุดที่ 1.20 และสูงสุดที่ 1.70 ตรงกับข้อสอบข้อที่ 36 และ 35 ตามลำดับ ข้อสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้สอบกับผู้สอบที่มีความสามารถค่อนข้างสูง

6. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function : TIF)

ผู้วิจัยนำค่าสารสนเทศของข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ มาคำนวณหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function) ที่ระดับความสามารถตั้งแต่ -4.0 ถึง 4.0 จำนวน 81 ระดับ ผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

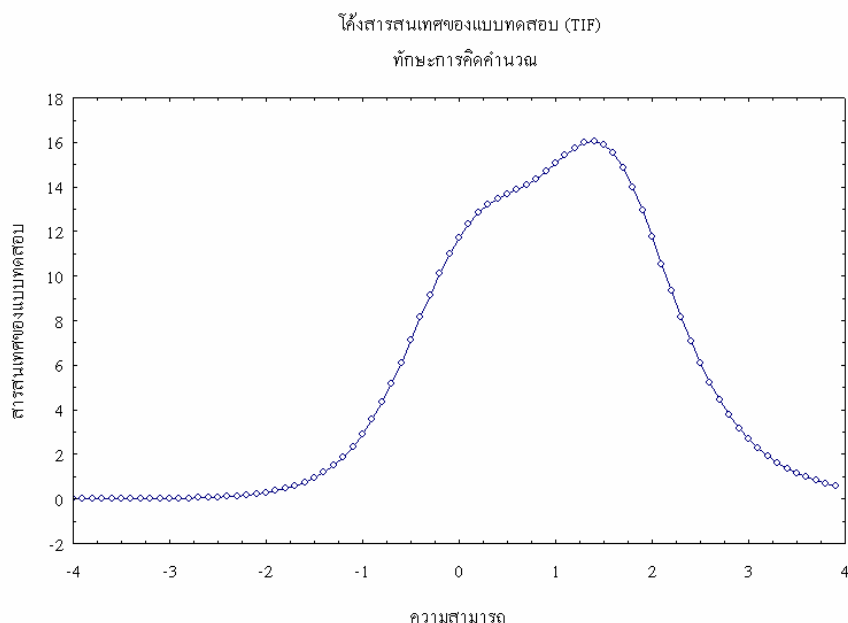
ตาราง 13 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ

ค่า ความสามา รถ (θ)	ค่าสารสนเทศ ของ แบบทดสอบ [I(θ)]	ค่า ความสามา รถ (θ)	ค่าสารสนเทศ ของ แบบทดสอบ [I(θ)]	ค่า ความสามา รถ (θ)	ค่าสารสนเทศ ของ แบบทดสอบ [I(θ)]
-4.0	0.00	-1.3	1.50	1.4	16.05
-3.9	0.00	-1.2	1.88	1.5	15.91
-3.8	0.00	-1.1	2.30	1.6	15.52
-3.7	0.00	-1.0	2.90	1.7	14.87
-3.6	0.00	-0.9	3.56	1.8	14.00
-3.5	0.01	-0.8	4.32	1.9	12.94
-3.4	0.01	-0.7	5.17	2.0	11.77

ตาราง 13 (ต่อ)

ค่า ความสามา รถ (θ)	ค่าสารสนเทศ ของ แบบทดสอบ [I(θ)]	ค่า ความสามา รถ (θ)	ค่าสารสนเทศ ของ แบบทดสอบ [I(θ)]	ค่า ความสามา รถ (θ)	ค่าสารสนเทศ ของ แบบทดสอบ [I(θ)]
-3.3	0.01	-0.6	6.11	2.1	10.54
-3.2	0.02	-0.5	7.11	2.2	9.33
-3.1	0.02	-0.4	8.14	2.3	8.16
-3.0	0.02	-0.3	9.15	2.4	7.07
-2.9	0.03	-0.2	10.11	2.5	6.08
-2.8	0.04	-0.1	10.98	2.6	5.20
-2.7	0.05	0.0	11.73	2.7	4.43
-2.6	0.06	0.1	12.35	2.8	3.76
-2.5	0.08	0.2	12.83	2.9	3.18
-2.4	0.10	0.3	13.20	3.0	2.69
-2.3	0.13	0.4	13.47	3.1	2.27
-2.2	0.17	0.5	13.69	3.2	1.91
-2.1	0.22	0.6	13.87	3.3	1.61
-2.0	0.28	0.7	14.10	3.4	1.36
-1.9	0.36	0.8	14.36	3.5	1.14
-1.8	0.46	0.9	14.68	3.6	0.96
-1.7	0.58	1.0	15.04	3.7	0.81
-1.6	0.74	1.1	15.41	3.8	0.69
-1.5	0.94	1.2	15.74	3.9	0.58
-1.4	1.19	1.3	15.97	4.0	0.44

และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ มีลักษณะดังนี้



ภาพประกอบ 14 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ

จากตาราง 13 และภาพประกอบ 14 แสดงว่าสารสนเทศของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มสูงขึ้น ณ ระดับความสามารถ -1.40 ถึง 3.50 มีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ 1.40 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16.05 สามารถอธิบายตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบได้ว่าแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ฉบับนี้เหมาะที่จะใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีความสามารถอ่อนถึงความสามารถสูง

7. เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 1,050 คน แล้วนำมาสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) ในรูปคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) ปรากฏผลดังนี้

การกำหนดวิธีการประเมินคุณภาพผลการทดสอบอาจแบ่งคะแนน T ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ตั้งแต่ T 65 และสูงกว่า	แปลว่า	ดีมาก
ตั้งแต่ T 55 – 65	แปลว่า	ดี
ตั้งแต่ T 45 – 55	แปลว่า	พอใช้
เฉพาะตรง T 50	แปลว่า	มีความสามารถปานกลางพอดี

ตั้งแต่ T 35 – 45 แปลว่า ยังไม่พอใช้
ตั้งแต่ T 35 และต่ำกว่า แปลว่า อ่อน

การแบ่งระดับข้างต้นนี้ จะมีคะแนน T บางตัวซ้ำกันที่ตรงหัวและตรงท้ายของช่องคะแนน ดังเช่นที่ T 55 เป็นต้น การที่เป็นเช่นนี้ ก็เฉพาะตรง T 55 นั้นเป็นจุดแบ่งเขตระหว่างกลุ่ม ดังนั้นถ้านักเรียนคนใดได้คะแนน T ตรงจุดแบ่งเขตเหล่านั้นพอดี คือที่ 35 , 45 , 55 และ 65 แล้ว ก็อาจเกิดลังเลไม่แน่ใจว่าควรให้เขาอยู่กลุ่มใด วิธีแก้ไขในเรื่องนี้ก็ให้ถือหลักไว้ว่า ให้เลื่อนนักเรียนที่คาบเส้นผู้นั้นขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงที่ถัดไปเสมอ เพื่อผลทางจิตวิทยา เพราะโอกาสที่นักเรียนคนเดียวกันนั้นจะได้คะแนนตรงนั้นซ้ำ ๆ กัน มีอยู่น้อยมาก (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2536 :358) สำหรับเกณฑ์ระดับท้องถิ่นของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 14 คะแนนเกณฑ์ระดับท้องถิ่น เปอร์เซนต์ไทล์ และคะแนนดิบของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ ในจังหวัดยะลา

คะแนนดิบ	ตำแหน่ง เปอร์เซนต์ไทล์	คะแนนที่	คะแนนดิบ	ตำแหน่ง เปอร์เซนต์ไทล์	คะแนนที่
39	99.911	81	20	27.394	44
38	99.628	77	19	23.999	43
37	98.968	73	18	21.170	42
36	97.648	70	17	18.389	41
35	95.479	67	16	15.465	40
34	92.131	64	15	12.919	38
33	87.180	62	14	10.609	37
32	81.900	59	13	8.770	36
31	76.524	57	12	7.591	35
30	70.961	55	11	6.695	35
29	65.114	54	10	5.847	34
28	58.749	52	9	4.809	33

คะแนนดิบ	ตำแหน่ง เปอร์เซ็นต์ไทล์	คะแนนที่		คะแนนดิบ	ตำแหน่ง เปอร์เซ็นต์ไทล์	คะแนนที่
27	52.997	51		8	3.678	32
26	48.234	49		7	2.735	31
25	44.415	48		6	1.933	29
24	40.360	47		5	1.037	27
23	35.645	46		4	0.283	22
22	32.062	45		3	0.047	17
21	29.987	45				

จากตาราง 14 แสดงว่าเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ
 วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คะแนนดิบมีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 39
 เปอร์เซ็นต์ไทล์ 0.047 ถึง 99.911 และคะแนนที่มีค่าตั้งแต่ 17 ถึง 81