

ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประ เหมินค่าทางสัญลักษณ์ตามทฤษฎี

โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุเทพ สันติวรานนท์

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2527

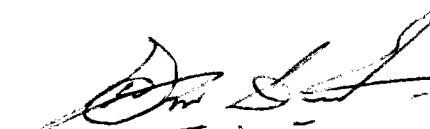
ลิขสิทธิ์ เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

153640

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปัญหานี้นับ
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ


ประธาน
ดร.ไพฑูริย์ วรรณกรรมกร


ประธาน
ดร.ไพฑูริย์ วรรณกรรมกร

กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ และได้รับคำแนะนำอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ล้วน สายยศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์วิระ ชื่นอินทร์งาม ซึ่งให้ความช่วยเหลือสนับสนุนการศึกษา ของผู้วิจัยตลอดมา ตลอดจนช่วยคิดต่อประสานงาน ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและให้คำปรึกษา จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ราชกรีฑาสโมสร ที่ได้กรุณามอบ เงินทุนอุดหนุนการศึกษารั้งนี้ ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.มิลินทร์ สำเภาเงิน ซึ่งให้ความช่วยเหลือ แนะนำและอำนวยความสะดวก ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขอขอบพระคุณ ดร.โกวิท ประวาลพุกภักดิ์ อาจารย์สมบัติ รอดแพทย์ อาจารย์ ไตรรงค์ เจนการ อาจารย์กึ่งกาญจน์ นิสฺสุนทร อาจารย์พูลศักดิ์ โชติพานิช อาจารย์วิรัช กัณฺฐารณ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการยืมแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค. 101

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ และคณะครูโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง และ ขอขอบใจนักเรียนทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณประยูร คำารังรักษ์ คุณสมทรง แก้วอักษร คุณกัญญา กระสายสินธุ์ คุณอรุณี อาจว่า ตลอดจนเพื่อน ๆ วิทยาลัยรุ่น 10 และน้อง ๆ วิทยาลัยรุ่น 10 ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ท่วงไຍ และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ตลอดมา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอน้อมระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ และญาติพี่น้อง ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความตั้งใจ กำลังทรัพย์ และสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

สุเทพ สันติวรานนท์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	ข้อดกมล เบื้องต้น	8
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	ทฤษฎีและ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	ทฤษฎีและความ เชื่อ เกี่ยวกับสมรรถภาพสมอง	10
	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
	ค่าความ เชื่อมั่นและความ เที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง .	23
	การวิ เคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง	29
	สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์	35
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	41
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	42
	ประชากร	42
	กลุ่มตัวอย่าง	42
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	44
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ	45
	ลักษณะของแบบทดสอบ	48
	การตรวจให้คะแนน	57

คุณภาพของแบบทดสอบ	57
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	59
การจัดกระทำข้อมูล	60
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	61
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ	65
ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบทดสอบ	72
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง	
ด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ	75
ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่า	
ทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	79
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	108
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	108
กลุ่มตัวอย่าง	108
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	108
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	109
การวิเคราะห์ข้อมูล	110
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	111
อภิปรายผล	117
ข้อเสนอแนะ	123
บรรณานุกรม	125
ภาคผนวก	131

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนจำแนกตามโรงเรียน อำเภอ และครั้งที่ใช้ในการทดลอง ..	43
2	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน อำเภอ เพศ	43
3	พิสัยค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด สมรรถภาพสมองด้านการประ เมีนค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ	50
4	ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประ เมีนค่า ทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ	50
5	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการ ประ เมีนค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนัก เรียนกลุ่มรวม	56
6	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการ ประ เมีนค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนัก เรียนชาย	57
7	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการ ประ เมีนค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนัก เรียนหญิง	60
8	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการ ประ เมีนค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนัก เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง	69
9	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการ ประ เมีนค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนัก เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ	70
10	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชา คณิตศาสตร์ ค.101 จำแนกตามกลุ่มรวม เพศ และระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	71
11	ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประ เมีนค่าทาง สัญลักษณ์ทั้งหกฉบับและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชา คณิตศาสตร์ ค.101	73

12	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง	
	ด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดฉบับ	74
13	ค่าประมาณคอมมูนาลิตี้ (Estimate Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสมของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดฉบับ	76
14	เมตริกองค์ประกอบ (Factor Matrix)	77
15	ค่าคอมมูนาลิตี้ ค่าไอเกนแวลิว ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสมของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดฉบับ หลังจากทำการสกัดองค์ประกอบ ..	78
16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพหุการณ์กับตัวพหุการณ์ ของตัวพหุการณ์กับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม จำนวน 381 คน	80
17	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพหุการณ์กับตัวพหุการณ์ ของตัวพหุการณ์กับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย จำนวน 252 คน	81
18	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพหุการณ์กับตัวพหุการณ์ ของตัวพหุการณ์กับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง จำนวน 129 คน	82
19	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพหุการณ์กับตัวพหุการณ์ ของตัวพหุการณ์กับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จำนวน 91 คน	83
20	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพหุการณ์กับตัวพหุการณ์ ของตัวพหุการณ์กับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 97 คน	84

- 21 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า
สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ
พยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนน
ดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์
ของนักเรียนกลุ่มรวมจำนวน 361 คน 86
- 22 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า
สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ
พยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนน
ดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์
ของนักเรียนชายจำนวน 252 คน 88
- 23 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า
สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ
พยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนน
ดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์
ของนักเรียนหญิงจำนวน 129 คน 90
- 24 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า
สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ
พยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนน
ดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์
ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จำนวน
91 คน 92

25	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ค่า จำนวน 97 คน	94
26	การค้นหาค่าพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนกลุ่มรวม จำนวน 381 คน	96
27	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใน การพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูป คะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนกลุ่มรวม จำนวน 381 คน	97
28	การค้นหาค่าพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนชาย จำนวน 252 คน	99
29	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ พยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนน ดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนชาย จำนวน 252 คน	100
30	การค้นหาค่าพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหญิง จำนวน 129 คน	101

31	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ พยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนน ดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนหญิง จำนวน 129 คน	103
32	การค้นหาค่าพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จำนวน 91 คน	104
33	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่า สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ พยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนน ดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จำนวน 91 คน	106

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	โครงสร้างแบบรูปภาพของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว.....	10
2	แบบจำลองสหสัมพันธ์ภายใต้ทฤษฎีสององค์ประกอบ	11
3	แบบจำลองการประกอบกันของความสามารถตามทฤษฎีไฮราซึคัล	14
4	ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง 13 ฉบับด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์ SSA - 1 (Smallest of Space Analysis-1).....	16
5	แบบจำลองโครงสร้างทางสมอง ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด	17
6	ผลการคิดทบทวนโดยใช้ภาพ เป็นตัวอย่างของเนื้อหา	21
7	ตัวอย่างแบบจำลองจุลภาคของโครงสร้างทางสมอง	21
8	แบบจำลองจุลภาคหกแบบที่ใช้ในการวิจัย	22
9	ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทาง สัญลักษณ์	46

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความสามารถทางสมองหรือสมรรถภาพทางสมองเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ เป็นปัจจัยที่ทำให้มนุษย์แสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ ในสมัยก่อนก็เชื่อในเรื่องของสมรรถภาพสมองเกี่ยวกับความไว ความฉลาดของมนุษย์ ซึ่งเป็นความเชื่อที่เกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์ ยังมิได้มีการทดลองและตรวจสอบให้กว้างขวาง การอธิบายถึงสาเหตุความไว ความฉลาด จึงมักคิดว่าขึ้นอยู่กับกรรมพันธุ์ บุญวาสนาหรือพรหมลิขิต (ชวาล แพริตกุล 2526 : 1) เมื่อเป็นเช่นนั้นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาจึงได้มีการอภิปราย ศึกษาค้นคว้าวิจัยพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์เรื่อย ๆ มา เพื่อจะได้เข้าใจถึงลักษณะหน้าที่ของสมรรถภาพสมองของมนุษย์ (ทองหล่อ วิภาวรินทร์ 2524 : 1) จึงทำให้ปัจจุบันเชื่อว่า สมรรถภาพสมองเป็นองค์ประกอบสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล มิได้เป็นผลมาจากกรรมพันธุ์เพียงอย่างเดียว แต่เป็นผลเนื่องมาจากการฝึกฝนและสิ่งแวดล้อม (ชวาล แพริตกุล 2526 : 7) ดังนั้นการจัดประสบการณ์ให้บุคคลได้ฝึกฝน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางการศึกษา ถ้าผู้เกี่ยวข้องได้ศึกษาถึงสมรรถภาพสมองของนักเรียนแต่ละคน จะได้ว่านักเรียนเด่น-ด้อยด้านใด ก็สามารถจัดประสบการณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม เพื่อช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถภาพสมอง เกิดการเรียนรู้เร็วขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ประจักษ์ผลสำเร็จในการเรียน ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาสมรรถภาพสมอง จะต้องให้เขาได้พัฒนาตั้งแต่สมรรถภาพสมองขั้นต้นจนถึงขั้นสูงสุด ถ้าพิจารณาโครงสร้างทางสมอง (The Structure - of - Intellect) ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด (Guilford) ซึ่งเป็นโครงสร้างสามมิติดังนี้ (Guilford and Hoepfner, 1971: 20-21)

มิติที่หนึ่ง : วิธีการคิด แบ่งออกเป็นห้าด้าน ได้แก่ การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า

มิตที่สอง : เนื้อหาที่คิด แม้งออกเป็นส่แบบ ได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

มิตที่สาม : ผลการคิด แม้งออกเป็นทกแบบ ได้แก่ หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์

จากทฤษฎีของกิลฟอร์ด วิธีการคิดทั้งห้าด้านไม่ได้แยกออกจากกันโดยอิสระ การคิดขั้นต้น จะเป็นพื้นฐานของการคิดขั้นสูงขึ้นไปตามลำดับ นั่นคือ การรู้จักและเข้าใจเป็นสมรรถภาพสมองขั้นต้น ส่วนการประเมินค่าเป็นสมรรถภาพสมองขั้นสูงสุด ในการคิดสิ่งใดต้องมีเนื้อหาที่คิดและผลการคิดแบบใดแบบหนึ่งด้วย จะเห็นได้ว่า ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดเป็นทฤษฎีที่มีระบบ ละเอียด ควรมีการศึกษาและสร้างแบบทดสอบตามทฤษฎีนี้ (พจน์ สะเพียรชัย 2519 : 14) ทั้งนี้เพราะสมรรถภาพสมองนั้นสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดสติปัญญา (Guilford, 1967 : 13 Citing Boring, 1923) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบและวินิจฉัยสมรรถภาพสมองของแต่ละบุคคลว่ามีคุณภาพเด่น-ด้อยด้านใด

การประเมินค่าเป็นจุดมุ่งหมายปลายทางของการวัดสมรรถภาพสมอง ซึ่งสมรรถภาพสมองด้านนี้เราต้องใช้ในการชีวิตประจำวันในการวินิจฉัยอย่างมีหลักเกณฑ์ที่ดีก่อนที่จะตัดสินใจสรุป ในการเรียนการสอนถ้านักเรียนมีสมรรถภาพสมองด้านนี้ในเนื้อหาวิชาที่เรียน ก็จะช่วยให้นักเรียนมีหลักเกณฑ์ที่ดีในการพิจารณาก่อนตัดสินใจสรุป ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ เนื่องจากการประเมินค่าเนื้อหาสัญลักษณ์ ยังไม่มีการศึกษาถึงผลการคิดทกแบบ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการศึกษาริวิจัยเพื่อเป็นแนวทางให้ทราบถึงคุณลักษณะและธรรมชาติของสมรรถภาพสมองให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพราะจุดมุ่งหมายสูงสุดของการวิจัยทางจิตวิทยาและการศึกษาคือ การพัฒนาทฤษฎีต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ 2517 : 6 อ้างอิงจาก Lindquist, 1956 : 5)

สมรรถภาพสมองเป็นองค์ประกอบหลักในการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเรียนวิชาต่าง ๆ ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงต่ำ จากการพิจารณาวิชาที่มีบทบาทสำคัญต้องใช้ในชีวิตประจำวัน มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต คือ วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งความก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์ทำให้วิชาการต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมวิทยาเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น จึงทำให้วิชาคณิตศาสตร์ได้รับการบรรจุไว้ในหลักสูตร บังคับให้นักเรียนทุกคนต้องเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพราะนักการศึกษาต่างยอมรับว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญและ เป็นประโยชน์

โดยที่คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะ เป็นนามธรรม ต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผล จึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ได้ (สุชาติ รัตนกุล 2506 : 3) ดังนั้นผู้เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีย่อมต้องมีสมรรถภาพสมองบางประการที่เหมาะสม จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง แต่ที่ผ่านมามาจนถึงปัจจุบัน การเรียนการสอนวิชานี้เป็นปัญหาค่อนักเรียน ครูผู้สอน เนื่องจากเป็นวิชาที่นักเรียนเข้าใจยาก เรียนแล้วได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากสมรรถภาพสมองของนักเรียน ดังนั้น ถ้าได้มีการศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน การแนะแนวต่อไป

เฟอร์ส (Furst. 1966 : 927-933) ได้กล่าวว่าในการสร้างตัวพยากรณ์ใด ๆ ก็ตาม เพื่อให้เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีได้นั้น ต้องสร้างเนื้อหาของตัวพยากรณ์ให้เป็นตัวแทนโดยตรงหรือตัวแทนเท่าที่สามารถเป็นไปได้กับเนื้อหาของตัวเกณฑ์หรือตัวถูกพยากรณ์ และจากการศึกษาของกิลฟอร์ด ไชฟ์เนอร์และพีเตอร์สัน (Guilford , Hoepfner and Peterson. 1965 : 659-682) พบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนใหญ่ใช้สัญลักษณ์เป็นเนื้อหา และสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี สอดคล้องกับ สภาพร ทัพพะกุล (สภาพร ทัพพะกุล 2516 : 62) กล่าวว่าในการสอนคณิตศาสตร์จะต้องสอนให้นักเรียนเกิดความคิดขึ้นการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ด้วย จึงจะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ตามที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การประเมินค่าทางสัญลักษณ์ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น และเมื่อพิจารณาธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องหรือประกอบด้วยสัญลักษณ์ ดังนั้นการใช้เนื้อหาสัญลักษณ์มาสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าเพื่อใช้เป็นตัวพยากรณ์ย่อมมีความเหมาะสมอย่างมาก จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ยึดผลการคิดหกแบบ (แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป แบบการประยุกต์) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ทราบว่าสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมากน้อยเพียงใด แบบใดส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหรือเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อันเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบนั้น ๆ ได้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ และเป็นแนวทางในการเลือกแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองเพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิจัยนี้จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนการสอน การแนะแนว และการพัฒนาทฤษฎีต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ (แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบประยุกต์) ว่าวัดองค์ประกอบก็องค์ประกอบ
2. เพื่อศึกษาสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ แบบใดเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม
3. เพื่อศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ แบบใดเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิง
4. เพื่อศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ แบบใดเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ
5. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ แบบใดส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หรือเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นแนวทางให้ครู อาจารย์ นักการศึกษา นักแนะแนว และผู้เกี่ยวข้อง สามารถตัดสินใจเลือกใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถภาพสมองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และเป็นแนวทางในการเลือกใช้แบบทดสอบ

วัดสมรรถภาพสมอง เพื่อพยากรณ์หรือทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน การแนะแนวต่อไป

2. ทำให้มีแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีนี้

3. เพื่อส่งเสริมให้ครู อาจารย์ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ได้เข้าใจเรื่องของสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมแนวความคิดทางการวัดผลได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

4. การวิจัยนี้เป็นแนวทางให้นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจ มีแนวคิดในเรื่องของสมรรถภาพสมอง และได้ทำการศึกษาวิจัยให้ละเอียดลึกซึ้งต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสงขลา ซึ่งมีจำนวน 8,555 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 27 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียน 199 ห้อง

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสงขลา ซึ่งมีจำนวน 863 คน จากโรงเรียน 8 โรงเรียน มีห้องเรียน 15 ห้อง ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) มีหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เป็นห้องเรียน

3. สัญลักษณ์ (Symbolic) ที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ได้แก่ อักษรภาษาไทย อักษรภาษาอังกฤษ ตัวเลขอารบิก เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์

4. ตัวแปร (Variable)

4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หรือตัวพยากรณ์ ได้แก่

4.1.1 สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย

4.1.2 สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก

4.1.3 สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

4.1.4 สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ

4.1.5 สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป

4.1.6 สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์

4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หรือตัวเกณฑ์ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนวิชาคณิตศาสตร์ แยกวิเคราะห์ตาม

กลุ่มรวม

เพศ ชายและหญิง

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ

ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ถือว่าคุณลักษณะทางจิตวิทยาด้านการประเมินค่า (Evaluation) มีอยู่ในระบบโครงสร้างทางสมองของมนุษย์ ซึ่งสามารถวัดเป็นปริมาณและคุณภาพที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล ซึ่งปริมาณและคุณภาพของสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละแบบ รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถอธิบายด้วยกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามหลักไอโซมอร์ฟิซึม (Isomorphism) (Guilford. 1954 : 6-7) นั่นคือการวิจัยครั้งนี้สามารถใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลได้

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคล ในการหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือลงสรุปว่า ข้อมูลที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ใด มีลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์นั้น โดยอาศัยการเปรียบเทียบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งผลการคิดจะออกมาในรูปแบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์

1.1 การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย (Evaluation of Symbolic Units : ESU) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคล ในการหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือลงสรุปได้อย่างถูกต้องว่า ข้อมูลที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ใดมีลักษณะเหมือนกันหรือต่างกัน

1.2 การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก (Evaluation of Symbolic Classes : ESC) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคล ในการหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือลงสรุปได้อย่างถูกต้องว่า ข้อมูลที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ใดมีคุณสมบัติร่วมกันสามารถจัดเข้ากลุ่มกันได้

1.3 การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (Evaluation of Symbolic Relations : ESR) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือลงสรุปได้อย่างถูกต้องว่า ข้อมูลที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ใด มีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันหรือมีคุณลักษณะสอดคล้องกับสัญลักษณ์ที่กำหนดให้

1.4 การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ (Evaluation of Symbolic Systems : ESS) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือลงสรุปได้อย่างถูกต้องว่า ข้อมูลที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์กลุ่มใด มีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันอย่างไรมีลำดับขั้นหรือมีระเบียบแบบแผนตาม เกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

1.5 การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (Evaluation of Symbolic Transformations : EST) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคล ในการหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือลงสรุปได้อย่างถูกต้องว่า ข้อมูลที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ใด ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปใหม่ของสัญลักษณ์ชุด เดิม

1.6 การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุต์ (Evaluation of Symbolic Implications : ESI) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจะหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือลงสรุปได้อย่างถูกต้องว่า ข้อมูลที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ใด ที่เป็นผลของการคาดคะเนความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ชุด เดิม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ ที่เกิดจากการฝึกอบรวม

หรือจากกาสรสอน ในการศึกษาครั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคน ที่ได้จากแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ฉบับที่ 1 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

3. ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.1 นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป

3.2 นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

4. คุณภาพของแบบทดสอบ

4.1 ความยากง่ายของข้อสอบ (Item difficulty) หมายถึง จำนวนสัดส่วนหรือร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบข้อสอบข้อนั้นถูก แทนด้วยสัญลักษณ์ p ซึ่งหาโดยวิธีเทคนิค 27% จากตารางสำเร็จของ จุง-เตห์ ฟาน (Chung-Teh Fan. 1952 : 5-32)

4.2 อำนาจจำแนกข้อสอบ (Item discrimination) หรือความเที่ยงตรงรายข้อ (Item Validity) หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกคนที่มีความรู้มาก กับคนที่มีความรู้น้อยออกจากกันได้ถูกต้อง แทนด้วยสัญลักษณ์ r ซึ่งหาโดยวิธีเทคนิค 27% จากตารางสำเร็จของ จุง-เตห์ ฟาน (Chung-Teh Fan. 1952 : 5-32)

4.3 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัดหรือความคงที่แน่นอน (Stability) ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบไม่ว่าจะสอบกี่ครั้งก็ตามของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ซึ่งคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder - Richardson : KR-20)

4.4 ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ตรวจสอบความเที่ยงตรงประเภท ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เพื่อตรวจสอบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับสามารถ

วัดได้ตามลักษณะหรือตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดหรือไม่ ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

บทที่ 2

ทฤษฎีและ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

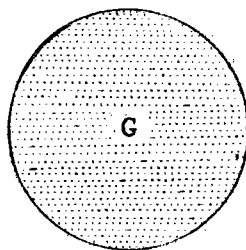
ทฤษฎีและ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ได้กล่าวถึงตามรายละเอียดต่อไปนี้

1. ทฤษฎีและความ เชื่อ เกี่ยวกับสมรรถภาพสมอง
2. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.1 ค่าความ เชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
 - 2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
 - 2.3 สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ทฤษฎีและความ เชื่อ .เกี่ยวกับสมรรถภาพสมอง

ทฤษฎีที่เป็นรากฐานของความ เชื่อในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองมีดังนี้

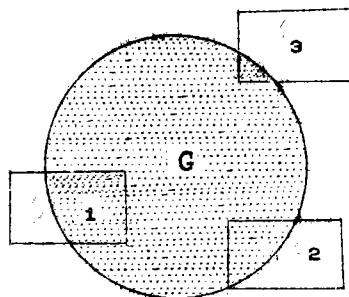
1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-Factor Theory) บางทีเรียกทฤษฎีนี้ว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บีเนต และไซมอน (Binet and Simon. 1905) โดยเสนอโครงสร้างของสติปัญญา เป็นอันหนึ่งอัน เดียวกันไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วย่อย คล้ายกับ เป็นความสามารถทั่วไป (General ability) ซึ่งโครงสร้างแบบรูปภาพเขียนได้ดังรูป (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ 2525 : 42)



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างแบบรูปภาพของทฤษฎีองค์ประกอบ เดี่ยว

ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าสมรรถภาพสมองของมนุษย์ประกอบด้วยภาคส่วนเดียว ที่เรียกว่า องค์ประกอบทั่วไปหรือความสามารถทั่วไป ในการกระทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตาม องค์ประกอบทั่วไป จะเป็นผู้สั่งงานในการประกอบกิจกรรมทุกอย่าง บีเนท์ (Binet) ได้เน้นว่าองค์ประกอบทั่วไปเป็น องค์ประกอบย่อยหลายองค์ประกอบที่สลับซับซ้อน ฉะนั้นในการสร้างแบบทดสอบบีเนท์จึงวัดทางด้าน คณิตศาสตร์ ทางด้านเหตุผล ทางด้านภาษา และอื่น ๆ คะแนนที่ได้จากการวัดเป็นคะแนนวัดความ สามารถแบบรวม ๆ (ทองหล่อ วิภาวรินทร์ 2524 : 20)

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory) ทฤษฎีนี้ตั้งขึ้นบนพื้นฐานการวิเคราะห์ โดยกระบวนการทางสถิติของคะแนนการทดสอบ ซึ่งพัฒนาโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ชื่อ ชาร์ลสเพียร์แมน (Charles Spearman) ในปี ค.ศ.1904 และ ค.ศ.1927 ทฤษฎีนี้เชื่อว่า กิจกรรมที่ต้องใช้สมอง (Intellectual activities) ทั้งหมดเมื่อวิเคราะห์แล้วมีองค์ประกอบ ร่วมกันอันหนึ่ง องค์ประกอบดังกล่าวเรียกว่า องค์ประกอบทั่วไป (General factor : G-factor) และยังมีองค์ประกอบเฉพาะมากมายเรียกอองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors : S-factor) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบเฉพาะจะมีกิจกรรมเฉพาะตัวของมัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะของ G-factor กับ S-factor โดยใช้สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบได้ดังรูป



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองสหสัมพันธ์ภายใต้ทฤษฎีสององค์ประกอบ

จากรูปแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีสหสัมพันธ์สูงกับ G-factor ด้วยส่วนที่แฉะเงา สำหรับพื้นที่ส่วนที่เหลือนั้น S-factor และความแปรปรวนเนื่องจาก

ความคลาดเคลื่อน (Error Variance) (Anastasi. 1982 : 365)

ทฤษฎีนี้เชื่อว่ากิจกรรมทางสมองทุกอย่างขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั่วไป ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง เป็นความสามารถทั่วไปในการประกอบกิจกรรมซึ่งแต่ละคนจะมีมากน้อยแตกต่างกัน และองค์ประกอบเฉพาะซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะที่ทำให้มนุษย์แตกต่างกัน เป็นความสามารถพิเศษที่อยู่ในแต่ละบุคคล (ทองหล่อ ภิภาวีน 2524 : 20)

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory) ทฤษฎีนี้มาโดยนักจิตวิทยาชาวอเมริกาชื่อ เรอร์สโตน (Thurstone) เมื่อปี 1938 โดยทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่าสมรรถภาพสมองพื้นฐาน (Primary Mental Abilities) มี 7 องค์ประกอบดังนี้ (Anastasi. 1982 : 366-368)

3.1 องค์ประกอบด้านความเข้าใจภาษา (Verbal Comprehension : V) เป็นสมรรถภาพในการอ่านเข้าใจ (Reading Comprehension) อุปมาอุปไมยทางภาษา (Verbal Analogies) การจัดเรียงประโยค (Disarranged Sentences) เหตุผลทางภาษา (Verbal Reasoning) และการจับคู่ของคำภาษิต (Proverb matching) ซึ่งสมรรถภาพเหล่านี้วัดด้วยแบบทดสอบด้านภาษา (Vocabulary Tests)

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency : W) เป็นสมรรถภาพในการเอาตัวอักษรมาผสมสร้างคำ (Anagrams) หาคำที่มีเสียงพ้องกัน (Rhyming) บอกหรือคำถามที่กำหนด เช่นบอกชื่อของเด็กผู้ชาย คำที่ขึ้นต้นด้วยอักษร T

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number : N) เป็นสมรรถภาพในการคำนวณได้รวดเร็วและถูกต้องในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิต

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space : S) เป็นสมรรถภาพในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต (Geometric Relation) ระหว่างจุด เส้น ความกว้าง ความยาว ความสูง ไกล ใกล้ และสมรรถภาพการมองเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่หรือการแปลงรูป (Transformation)

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Associative Memory : M) เป็นสมรรถภาพในการท่องจำ ระลึก เรื่องราว เหตุการณ์และสิ่งของต่าง ๆ ได้รวดเร็วถูกต้อง

๓.๖ องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perception speed : P) เป็นสมรรถภาพในการมองเห็นความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็วและถูกต้อง

๓.๗ องค์ประกอบด้านเหตุผลทั่วไป (General reasoning : R) บางทีใช้ Induction : I เป็นองค์ประกอบที่ความหมายยังไม่กระจ่างชัดนัก เทอร์สไตน์มองเห็นองค์ประกอบด้านนี้ในรูปของการให้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน (Induction and Deduction) ในระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่า สมรรถภาพด้านนี้สามารถวัดได้ด้วยเหตุผลทางตรรกวิทยา (Syllogistic reasoning) นั่นคือ เหตุผลทั่วไปนี้จะวัดได้ดีต้องวัดด้วยแบบทดสอบเลขคณิต เหตุผล

4. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure-of-Intellect Theory) ทฤษฎีนี้สร้างโดยกิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกา โดยได้ศึกษาขยายทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สไตน์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสติปัญญาที่มีอยู่ในสมัยนั้น แล้วเสนอโครงสร้างทางสมองของมนุษย์ในปี ค.ศ.1967 อธิบายโครงสร้างทางสมองในรูปแบบจำลองสามมิติ (Three-Dimensional Model) ดังนี้ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 20-21)

มิติที่หนึ่ง : วิธีการคิด (Operations) แบ่งออกเป็นห้าด้าน คือ การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดออกเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation)

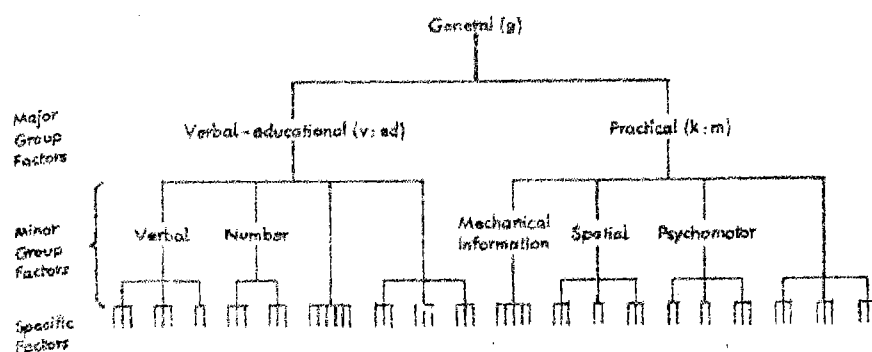
มิติที่สอง : เนื้อหา (Contents) แบ่งออกเป็นสี่แบบ คือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

มิติที่สาม : ผลการคิด (Products) แบ่งออกเป็นหกแบบ คือ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications)

5. ทฤษฎีไฮราซิคัล (Hierarchical Theories) ทฤษฎีนี้นักจิตวิทยากลุ่มหนึ่ง คือ เบิร์ท (Burt. 1949) เวอร์นอน (Vernon. 1960) ชาวอังกฤษและฮัมเฟรย์ (Humphreys. 1962) ชาวอเมริกา ได้เสนอการจัดแบบแผนการประกอบกันขององค์ประกอบ

เวอร์นอน ได้เสนอโครงสร้างของสมองตามทฤษฎีสององค์ประกอบของชาร์ลสปีเยร์แมน เขาเสนอว่า องค์ประกอบทั่วไป (General factor : G-factor) แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal-education (V : ed) และ Practical-mechanical

(k : m) ซึ่งองค์ประกอบใหญ่ทั้งสองรวมเรียกว่า Major group factors องค์ประกอบใหญ่ทั้งสองยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ดังนี้ Verbal-education แบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยด้านภาษา (Verbal) ด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ ส่วน Practical-mechanical แบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยด้านความรู้เชิงจักรกล (mechanical-information) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถในการใช้การประสานงานของกล้ามเนื้อ (Psychomotor abilities) และอื่น ๆ อีก องค์ประกอบย่อยดังกล่าวรวมเรียกว่า Minor group factors และองค์ประกอบย่อยแต่ละองค์ประกอบยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ อีก ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบระดับต่ำสุด เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ดังรูป (Anastasi. 1982 : 370-371)



ภาพประกอบ 3 แบบจำลองการประกอบกันของความสามารถตามทฤษฎีไฮราอิคัล

๘. ทฤษฎีสติปัญญาของแคทเทลล์ (Cattell's Theory of Fluid and Crystallized Intelligence) ทฤษฎีนี้คิดโดย อาร์ บี แคทเทลล์(R.B Cattell) เสนอในปี 1963 เขาเชื่อว่าสติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ แบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ (Aiken. 1977 : 161-162)

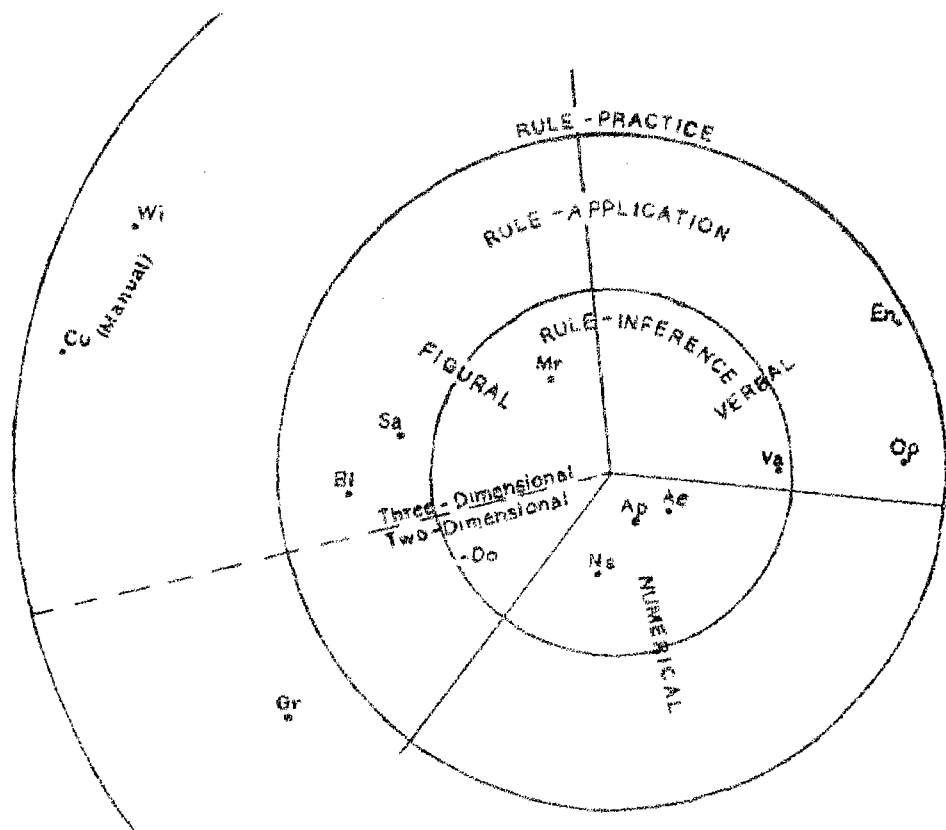
ฟลูอิด อะบิลิตี้ (Fluid Ability) เป็นสมรรถภาพหรือความสามารถที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ แต่เป็นผลมาจากการกระตุ้นหรือมีมาแต่กำเนิด สมรรถภาพสมองส่วนนี้จะแทรกอยู่ในทุกอริยาบถของกิจกรรมทางสมอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิด การแก้ปัญหา เช่น สมรรถภาพในการใช้เหตุผล การอุปมา การอนุมาน การมองเห็นความสัมพันธ์ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมภาพ

คริสตัลไลซ์ อะบิลิตี้ (Crystallized Ability) เป็นสมรรถภาพสมองหรือความสามารถที่ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาจากสิ่งที่ผ่านเข้ามาในชีวิต เช่น ความสามารถที่จะเข้าใจภาษา เข้าใจตัวเลข สมรรถภาพในการประเมินผลหรือประเมินค่า

7. ทฤษฎีแบบจำลองของโครงสร้างทางสมอง (The Radex Structure of Intelligence : A Replication)

ทฤษฎีนี้เสนอโดย เอ็ดเดอร์ และกัทท์แมน (Adler and Guttman. 1982 : 739-747) เป็นทฤษฎีที่แตกต่างไปจากทฤษฎีที่กล่าวมา ซึ่งแบบจำลองนี้ได้จากการนำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองหรือสติปัญญา 13 ฉบับ คือ ฉบับอุปมาอุปไมยทางภาษา (Verbal Analogies : Va) ฉบับคำตรงข้าม (Opposites : Op) ฉบับภาษาอังกฤษ (English : En) ฉบับอนุกรมตัวเลข (Numerical Series : Ns) ฉบับปัญหาเลขคณิต (Arithmetic Problems : Ap) ฉบับการฝึกทางเลขคณิต (Arithmetic exercise : Ae) ฉบับมิติสัมพันธ์เชิงตรรกวิทยา (Spatial Logical , Dounaierwsky : Do) ฉบับบล็อก (Block : Bl) ฉบับการแสดงด้วยเส้น (Graphics : Gr) ฉบับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability : Sa) ฉบับเหตุผลเชิงจักรกล (Mechanical Reasoning : Mr) ฉบับการตัด (Cutting : Cu) และฉบับการต่อเส้นลวด (Wire : Wl) ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 13 ฉบับสร้างขึ้นโดยใช้ภาษา (Verbal) ตัวเลขหรือจำนวน (Numerical) และภาพ (Figural) การทำแบบทดสอบใช้วิธีเขียนตอบ (paper-and-pencil) และการฝึกปฏิบัติด้วยมือ (Manual Performance) โดยเฉพาะแบบทดสอบที่เป็นภาพจะเป็นภาพที่มีสองมิติหรือสามมิติ การคอมพิวเตอร์จะต้องอาศัยกฎ (Rule Type) สามอย่างคือ การสรุปความ (Inference) การประยุกต์ใช้ (Application) และการฝึกปฏิบัติ (Practice) เมื่อนำ

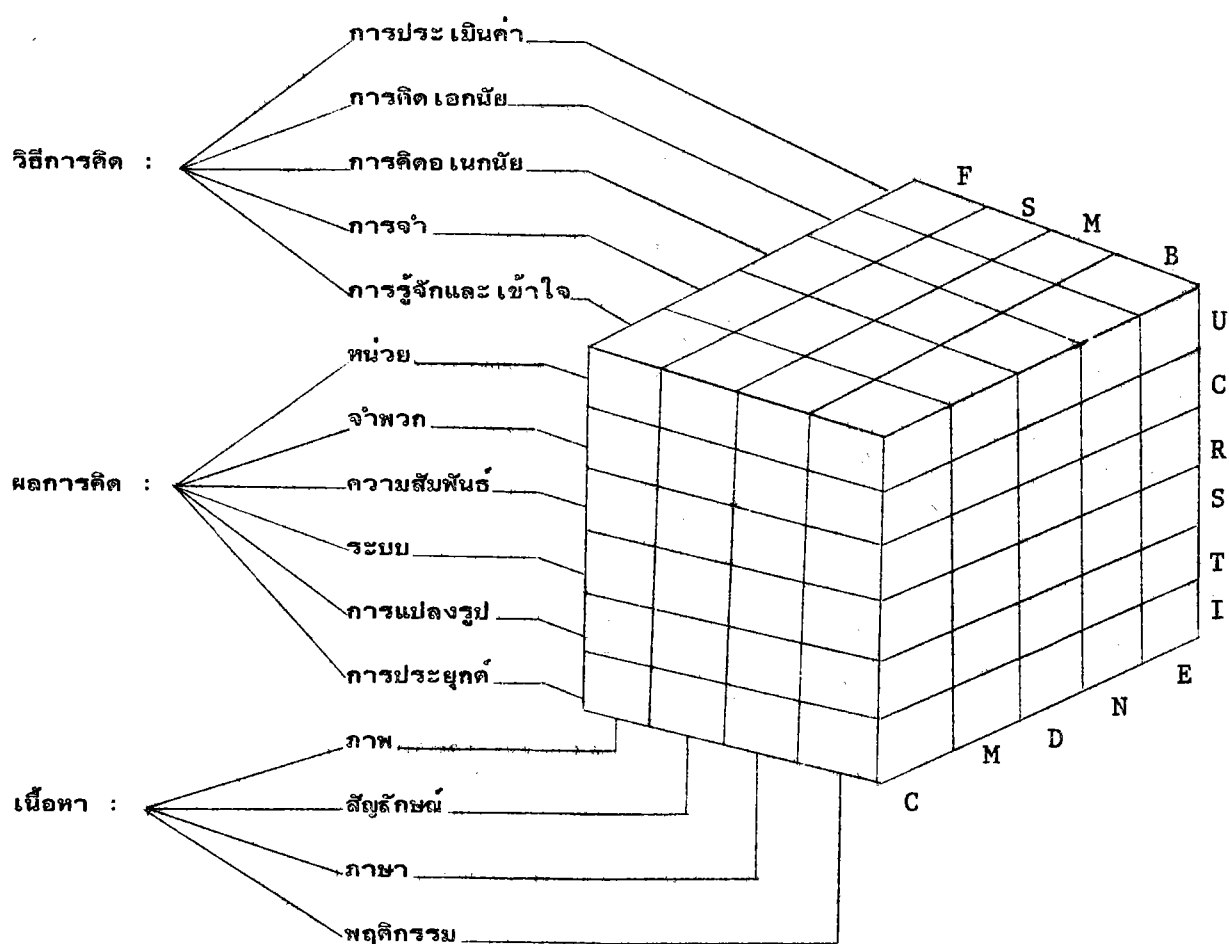
แบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนเกรด 9 ของโรงเรียนในยูเรชา เล่ม จำนวน 200 คน โดยศูนย์แนะแนวอาชีพฯ เคสสาช (Hadassah Vocational Guidance Center) ผลการวิเคราะห์ปรากฏเป็นแบบจำลองของสมองดังภาพ



ภาพประกอบ 4 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง 13 ฉบับ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SSA-1 (Smallest of Space Analysis-1)

ในการศึกษาสมรรถภาพสมองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด เป็นแนวทางในการศึกษาสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ซึ่งรายละเอียดของทฤษฎีดังกล่าวจะได้กล่าวถึงต่อไป

ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง เป็นทฤษฎีที่สร้างขึ้นโดยกิลฟอร์ด อันเป็นผลมาจากการวิจัย
สมรรถภาพสมองมาเป็นเวลานานถึง 20 ปี (1949-1969) ของโครงการวิจัยทางความถนัด
(The Aptitude Research Project) ได้ศึกษาวิจัยขยายทฤษฎีหลายองค์ประกอบของ
เธอร์สโตน โดยใช้วิธีสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสติปัญญา แล้วต่อมา
ได้เสนอโครงสร้างทางสมองของมนุษย์เป็นแบบจำลองมหภาคสามมิติดังนี้



ภาพประกอบ 5 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ดได้ใช้แบบจำลองมหภาค ดังภาพประกอบ 5 อธิบายสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์เป็นสามมิติดังนี้ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 20-21)

มิติที่หนึ่ง : ขบวนการคิดหรือวิธีการคิด (Operations) หมายถึง ขบวนการทางสมองแบบต่าง ๆ แบ่งออกเป็นห้าด้านคือ การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดออกเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation) ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

1. การรู้จักและเข้าใจ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะรู้จักและมีความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ และสามารถบอกได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร เช่น เมื่อเห็นอักษร A ก็บอกได้ว่าเป็น เอ และ A เป็นอักษรตัวแรกในภาษาอังกฤษ รวมทั้งการรู้จักและเข้าใจสิ่งที่แปลกได้ เช่น เมื่อเห็น  ก็สามารถเข้าใจได้ว่าเป็นภาพหน้าแมว เป็นต้น
2. การจำ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถจะสะสมเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่รู้จักไว้ได้ แล้วสามารถระลึกออกมาในรูปเดิมได้ตามที่ต้องการ เช่น เมื่อได้เรียนรู้ว่า ดินสอ คู่กับ 1 และ ปากกา คู่กับ 2 เมื่อถูกถามว่า ปากกา คู่กับ เลขอะไร บุคคลนั้นจะสามารถระลึกตอบได้ทันทีว่า คู่กับ 2
3. การคิดออกเนกนัย หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถให้ข้อมูลต่าง ๆ ได้โดยไม่จำกัดจำนวนจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้และข้อมูลที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะมีส่วนของสิ่งเร้าเดิมรวมอยู่ด้วย เช่น ให้บอกคำที่ขึ้นต้นด้วย ส และลงท้ายด้วย ก มาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ก็สามารถบอกได้มีคำว่า สุก สาก สนุก สาวก สะดวก ฯลฯ หรือสามารถที่จะตอบสนองสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันออกไป เช่น ให้บอกประโยชน์ของหมวกมาให้มากที่สุด ถ้าบอกได้มากแปลกที่สุดและมีเหตุผลถือว่ามี การคิดออก เนกนัย
4. การคิดเอกนัย หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถลงสรุปหรือตัดสินใจข้อมูลที่ดีที่สุดและถูกต้องที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น ให้บอกจำนวนถัดไปของ 2 5 8 11 ... คือจำนวนใด ก็สามารถบอกได้ว่า คือ 14
5. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ และสามารถลงสรุปได้ว่าข้อมูลอื่นใดบ้างที่มีลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น เช่น ให้บอกว่า AABBBCC มีลักษณะการจัดเรียงเหมือนกับ PPQRRR หรือไม่

ก็สามารถบอกได้ว่าไม่เหมือน

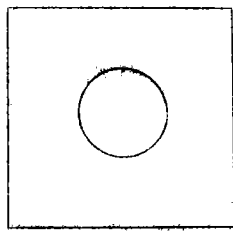
วิธีการคิดทั้งห้าด้านไม่ได้แยกออกจากกันโดยอิสระ นั่นคือ การคิดขั้นต้น ๆ เป็นพื้นฐาน การคิดขั้นสูง ๆ ตามลำดับ นั่นคือ วิธีการคิดด้านต่าง ๆ มีลำดับจากง่ายไปหายากตามลำดับขั้นที่กล่าวมา ดังนั้นการรู้จักและเข้าใจเป็นวิธีการคิดพื้นฐาน หากขาดวิธีการคิดขั้นต้นนี้ก็ไม่สามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ รวมทั้งไม่สามารถใช้วิธีการคิดด้านอื่น ๆ ได้ด้วย

มิติที่สอง : เนื้อหาที่คิด (Contents) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ปรากฏด้วยระบบประสาทสัมผัสทั้งหลาย แล้วบุคคลแยกแยะเพื่อรับรู้ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสี่แบบ คือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral) สำหรับเนื้อหาแบบพฤติกรรมนี้ กิลฟอร์ดได้เพิ่มเข้ามาในแบบจำลองโดยใช้หลักเหตุและผล และความสามารถทางสมองแบบพฤติกรรมนี้เป็นสติปัญญาทางสังคม (Social Intelligence) ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้อธิบายทฤษฎีให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (สถาพร ทัพพะกุล 2516 : 9) ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

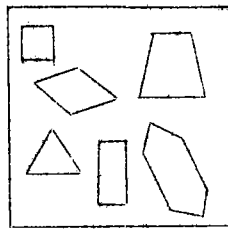
1. ภาพ หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมมีโครงสร้างที่แยกออกเป็นภาพและพื้น (Figure-Ground) ได้ สามารถจะรับรู้หรือระลึกออกมาได้ เช่น ภาพต่าง ๆ เสียงต่าง ๆ เป็นต้น
2. สัญลักษณ์ หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ตัวโน้ตดนตรี รวมถึงสัญญาณต่าง ๆ ด้วย
3. ภาษา หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้ติดต่อสื่อสารกันได้ แต่บางอย่างก็ไม่ได้อยู่ในรูปถ้อยคำ เช่น ภาษาใบ้
4. พฤติกรรม หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกับกิริยาอาการของบุคคล อันเกิดจากความตั้งใจ การรับรู้ ความคิด ความปรารถนา ความรู้สึก อารมณ์ และการกระทำต่าง ๆ ของบุคคล

มิติที่สาม : ผลการคิด (Products) หมายถึง ผลของกระบวนการจัดกระทำของวิธีการคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลการคิดออกมาในรูปลักษณะต่าง ๆ กันแบ่งออกได้หกแบบคือ แบบหน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุक्त (Implications) ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

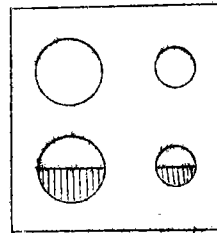
1. หน่วย หมายถึง สิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะหรือมีลักษณะเฉพาะตัวซึ่งแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน หนู ปลา ชู แมว เป็นต้น
 2. จำพวก หมายถึง กลุ่มของหน่วยต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติหรือลักษณะบางประการร่วมกัน เช่น ไทย มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จัดเป็นกลุ่มเดียวกันเพราะต่างก็เป็นประเทศที่ปกครองด้วยระบอบประชาธิปไตย
 3. ความสัมพันธ์ หมายถึง การเชื่อมโยงของผลการคิดแบบต่าง ๆ สองพวกเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะอยู่ในรูป หน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือ ระบบกับระบบ เช่น นกกับรัง เสือกับป่า ปลากับน้ำ เป็นต้น
 4. ระบบ หมายถึง การรวบรวมขึ้นเป็นองค์การหรือจัดรวมโครงสร้างเข้าด้วยกัน อย่างมีระเบียบแบบแผนอย่างใดอย่างหนึ่งและเข้าใจระเบียนแบบแผนของสิ่งเร้าว่าจะไรมาก่อนหลัง เช่น จันทร์ อังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ เสาร์ อาทิตย์ เป็นระบบของวันในหนึ่งสัปดาห์
 5. การแปลงรูป หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง การให้คำนิยามใหม่ การขยายความ หรือการจัดองค์ประกอบของข้อมูลให้มีรูปร่างแตกต่างไปจากสภาพเดิมหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น เช่น สบ เป็น สบง หรือแปลง  เป็น  หรือแวนสายดาสามารถนำไปใช้แทนไม้ขีดไฟได้
 6. การประยุกต์ หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความ เพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในเชิงตรรกวิทยาประเภท "ถ้า...แล้ว..." ซึ่งเป็นการคาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล
- ผลการคิดแบบต่าง ๆ นี้จัดเรียงตามลำดับของความสัมพันธ์จากที่ไม่ซับซ้อน ไปสู่ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนมากขึ้น หรือ กล่าวไว้ว่าจัดเรียงลำดับจากง่ายไปหายากดังกล่าแล้ว ซึ่งหน่วยเป็นผลการคิดขั้นพื้นฐานที่สุดโดยที่หน่วยจะเข้าไปมีส่วนสัมพันธ์กับจำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ได้ทั้งหมด สำหรับผลการคิดทุกแบบมีลักษณะดังภาพประกอบ



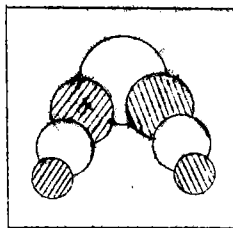
หน่วย



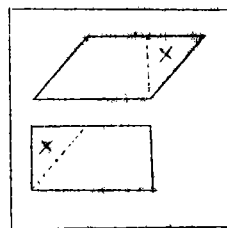
จำพวก



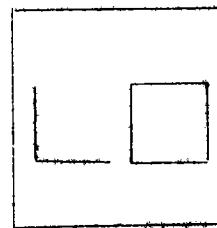
ความสัมพันธ์



ระบบ



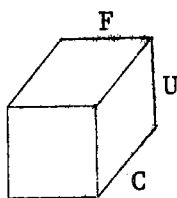
การแปลงรูป



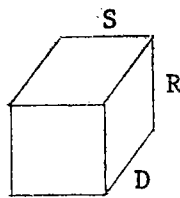
การประยุกต์

ภาพประกอบ 6 ผลการคิดทบทวนโดยใช้ภาพเป็นตัวอย่างของเนื้อหา

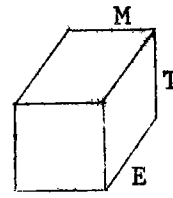
แบบจำลองมหภาค ที่แสดงโครงสร้างทางสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ
 กิลฟอร์ด ประกอบด้วยแบบจำลองจุลภาค (Micro Model) 120 แบบ แต่ละแบบมีสามมิติ ซึ่ง
 เป็นตัวแทนของสมรรถภาพสมอง ประกอบด้วยวิธีการคิด-เนื้อหา-ผลการคิด (Operations -
 Contents - Products) ดังภาพประกอบ



ภาพ ก.



ภาพ ข.



ภาพ ค.

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบจำลองจุลภาคของโครงสร้างทางสมอง

153640

ภาพ ก. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการรู้จักและเข้าใจทางรูปภาพแบบหน่วย

(Cognition of Figural Units : CFU)

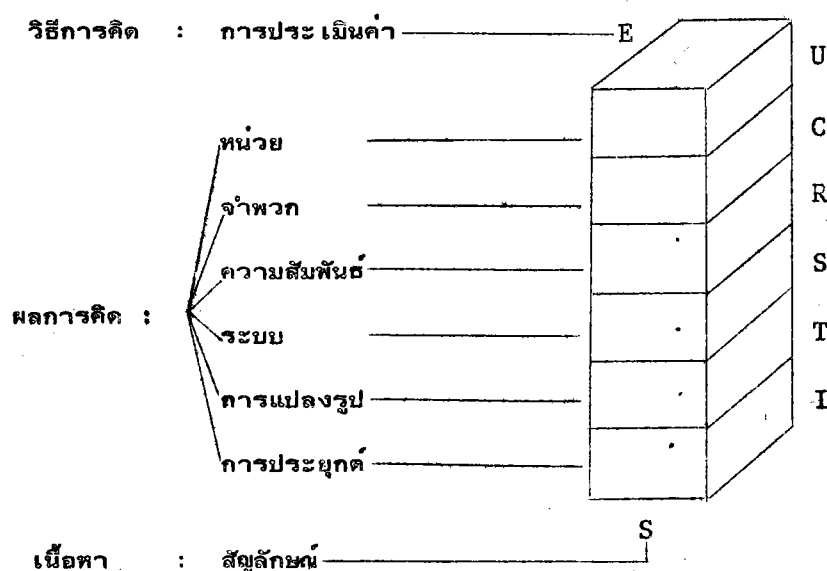
ภาพ ข. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการคิดออก เนกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

(Divergent Production of Symbolic Relations : DSR)

ภาพ ค. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการประเมินค่าทางภาษาแบบการแปลงรูป

(Evaluation of Semantic Transformations : EMT)

สำหรับในการศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองจุลภาคซึ่งมีวิธีการคิด เป็นแบบการประเมินค่า
เนื้อหาเป็นสัญลักษณ์ และผลการคิดหกแบบ คือแบบหน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การ-
แปลงรูป และการประยุกต์ ดังแสดงในภาพ



ภาพประกอบ 8 แบบจำลองจุลภาคหกแบบที่ใช้ในการวิจัย

จากแบบจำลองจุลภาคในภาพประกอบ ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
วัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ซึ่งมีหกฉบับดังนี้

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย

(Evaluation of Symbolic Units : ESU)

2. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก
(Evaluation of Symbolic Classes : ESC)
3. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
(Evaluation of Symbolic Relations : ESR)
4. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ
(Evaluation of Symbolic Systems : ESS)
5. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
(Evaluation of Symbolic Transformations : EST)
6. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประมุข
(Evaluation of Symbolic Implications : ESI)

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลังจากที่กิลฟอร์ดได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง โดยอธิบายสมรรถภาพสมองของมนุษย์เป็นแบบจำลองสามมิติ ดังกล่าวแล้วนั้น ต่อมาได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาสนใจและทำการตรวจสอบทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด เพื่อศึกษาค่าความ เชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง วิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผลการวิจัยมีดังต่อไปนี้

ค่าความ เชื่อมั่นและความ เที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง

วินด์โฮลซ์ และ แมคอินทอช (Windholz and McIntosh. 1967 : 393-400) ได้ศึกษาความ เที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางภาษาหกฉบับ แบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง 12 ฉบับที่ได้รับการพัฒนาโดยกิลฟอร์ดและคนอื่น ๆ แยกเป็นแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาหกฉบับ การคิดอเนกนัยทางภาษาหกฉบับ โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตระดับปริญญาตรี ซึ่งเรียนจิตวิทยาในมหาวิทยาลัยนอร์ทคาโรไลนา (North Carolina University) ที่รัฐชาร์ลอตต์ (Charlotte) จำนวน 165 คน ในการศึกษา นอกจากจะใช้แบบทดสอบดังกล่าวแล้วยังนำแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านภาษา (Verbal Scholastic Aptitude Test : V-SAT)

และแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน (Quantitative Scholastic Aptitude Test : Q-SAT) เข้ามาใช้ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเมื่อปรับขยายด้วยสูตรของสเปียร์แมนบราวน์ พบว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาทดแบบเมื่อหาโดยการสลับฉบับแบบทดสอบ (Alternative Form) มีค่าตั้งแต่ .45 - .73 ส่วนแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาดั้งเดิมเมื่อหาโดยสูตรของมอเซอร์ (Mosier Formula) มีค่า .79 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาทดแบบแยกแยะฉบับหน่วยหาโดยการสลับฉบับแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ .46 - .82 ส่วนแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาแบบหน่วยหาโดยวิธีแบ่งครึ่งฉบับ มีค่า .64 และแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาดั้งเดิมเมื่อหาโดยสูตรของมอเซอร์มีค่า .80 และยังพบว่า

1. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาแบบจำพวก แบบความสัมพันธ์กับ V-SAT มีค่าสูงกว่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาแบบจำพวก แบบความสัมพันธ์กับ V-SAT ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอีกสี่แบบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์ แบบการประยุกต์กับ V-SAT มีค่าสูงกว่าเมื่อหาสหสัมพันธ์กับ Q-SAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอีกสี่แบบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาทดแบบ หาโดยใช้แบบทดสอบวัดสติปัญญาของธอร์นไดค์ (Lorge Thorndike Intelligence Test) ฉบับที่ใช้ภาษาเป็นเกณฑ์มีค่า .88 และค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดสติปัญญา กับแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาทั้งหกฉบับมีค่าตั้งแต่ .78 - .80

ต่อมาโฮฟเนอร์ และ ซัลลิแวน (Hoepfner and Sullivan. 1968 : 339-344) ได้ศึกษาสติปัญญาทางสังคม (Social Intelligence) และไอคิว (IQ.) ได้ศึกษากับนักเรียนชาย หญิง อายุเฉลี่ย 16.7 ปี จำนวน 229 คน ในรัฐแคลิฟอร์เนียได้ ใช้ในการศึกษาได้ใช้แบบทดสอบวัดสติปัญญาทางสังคมทดแบบ ซึ่งสร้างตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด ดังนี้ แบบทดสอบวัดการรู้จักและเข้าใจทางพฤติกรรมแบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูปและแบบการประยุกต์ ส่วนแบบทดสอบวัดไอคิวได้ใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองของ เฮนมอน-เนลสัน (Henmon - Nelson Tests of Mental Ability) ผลการศึกษาพบว่าค่าความเชื่อมั่น

ของแบบทดสอบวัดสติปัญญาทางสังคมทั้งหกฉบับ เมื่อหาโดยสูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) มีพิสัยตั้งแต่ .45 - .86 และพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสติปัญญาทางสังคมทั้งหกฉบับกับแบบทดสอบวัดไอคิวมีพิสัยตั้งแต่ .17 - .42

ต่อมา ดันแฮม กิลฟอร์ด และ โฮฟเนอร์ (Dunham, Guilford and Hoepfner. 1969 : 624) ศึกษาแบบทดสอบ 43 ฉบับ ซึ่งสร้างขึ้นใช้วิธีการคิดด้านการรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดนอกเนกนัย การคิดเอกนัย เนื้อหาภาพ สัญลักษณ์ และภาษา ผลการคิดแบบหน่วยจำพวก ระบบ ศึกษากับนักเรียน 177 คน ในรัฐแคลิฟอร์เนียใต้ ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 43 ฉบับ หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธี คูเดอร์-ริชาร์ดสัน และวิธี Obtained communality as a lower - bound ผลปรากฏว่าแบบทดสอบใช้วัดการรู้จักและเข้าใจทางภาพแบบจำพวก 3 ฉบับ การรู้จักและเข้าใจทางสัญลักษณ์แบบจำพวก 4 ฉบับ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบหน่วย 2 ฉบับ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบจำพวก 3 ฉบับ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบระบบ 2 ฉบับ มีความเชื่อมั่นพิสัยตั้งแต่ .46 - .69 , .86 - .75 , .75 - .77 , .52 - .74 , .75 - .87 ตามลำดับ แบบทดสอบใช้วัดการจำทางสัญลักษณ์แบบจำพวก 2 ฉบับ การจำทางภาษาแบบจำพวก 2 ฉบับ มีความเชื่อมั่นพิสัยตั้งแต่ .75 - .82 , .67 - .78 แบบทดสอบใช้วัดการคิดนอกเนกนัยทางภาพแบบจำพวก 3 ฉบับ การคิดนอกเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย 2 ฉบับ การคิดนอกเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบจำพวก 3 ฉบับ การคิดนอกเนกนัยทางภาษาแบบจำพวก 3 ฉบับ มีความเชื่อมั่นพิสัยตั้งแต่ .42 - .71 , .63 - .79 , .59 - .75 , .54 - .81 ตามลำดับ และแบบทดสอบใช้วัดการคิดเอกนัยทางภาพแบบจำพวก 4 ฉบับ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบจำพวก 3 ฉบับ การคิดเอกนัยทางภาษาแบบหน่วย 3 ฉบับ การคิดเอกนัยทางภาษาแบบจำพวก 4 ฉบับ มีความเชื่อมั่นพิสัยตั้งแต่ .72 - .80 , .65 - .83 , .30 - .61 , .32 - .70 ตามลำดับ

ต่อมา โฮลลี่ (Holly. 1971 : 2484-A) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด โดยใช้คะแนนเฉลี่ย (GPA) จากการเรียนวิชาพีชคณิต แขนงใหม่ และคะแนนจากแบบทดสอบซี.เอ็ม.ที (Cooperative Mathematics Test : CMT) เป็นเกณฑ์ ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนทั้งในเมืองทางภาคใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย จำนวน 177 คน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองสร้างตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด 15 ฉบับ มีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ เมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ

พืชชนิดใหม่ และคะแนนจากแบบทดสอบซี.เอ็ม.ที เป็นเกณฑ์มีค่า .56 และ .60 ตามลำดับ

สำหรับในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาวิจัยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ดังผลการวิจัย

ในปี พ.ศ.2516 ได้มีการศึกษาสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดขึ้นในประเทศไทย โดย สภาพร หัพพะกุล (สภาพร หัพพะกุล 2516 : 55-57) และ สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ (สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ 2516 : 51-53) ได้ร่วมกันสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ห้าฉบับคือ แบบทดสอบวัดการรู้จักและเข้าใจทางสัญลักษณ์ การจำทางสัญลักษณ์ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ การประเมินค่าทางสัญลักษณ์ นั่นคือใช้วิธีการคิดห้าด้าน เพื่อหาสัญลักษณ์ สำหรับสภาพร หัพพะกุล ได้นำแบบทดสอบที่ร่วมกันสร้างไปศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2515 ในจังหวัดชลบุรี 199 คน ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งห้าฉบับมีค่า .8192 , .8547 , .6357 , .7727 และ .7371 ตามลำดับ (ความเชื่อมั่นโดยเฉลี่ย .775) ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็น เกณฑ์มีค่า .7239 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วน สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ ได้นำแบบทดสอบที่ร่วมกันสร้างไปศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2515 ในจังหวัดยะลา จำนวน 254 คน ปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งห้าฉบับมีค่า .8009 , .6646 , .8101 , .7560 และ .7777 ตามลำดับ (ความเชื่อมั่นโดยเฉลี่ย .77) ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น เกณฑ์มีค่า .5751

ในปีต่อมา จรินทร์ ประสงค์สม (จรินทร์ ประสงค์สม 2517 : 50-52) ได้สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางรูปภาพ ใช้วิธีการคิดห้าด้าน (การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย การประเมินค่า) เพื่อหาทางภาพ นำแบบทดสอบไปศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2516 ของกรุงเทพมหานคร จำนวน 259 คน ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทางรูปภาพห้าด้านมีพิสัยตั้งแต่ .79 - .97 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางรูปภาพ เมื่อใช้แบบทดสอบวัดด้านการรู้จักและเข้าใจทางภาพ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์เป็น เกณฑ์มีค่า .81 , .66 ตามลำดับ

และเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์มีค่า .52 , .64 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

จากผลการศึกษาของสภาพร ทัพพะกุล (2516) สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ (2516) และ จรินทร์ ประสงค์สม (2517) จะเห็นว่าเป็นการศึกษาสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดอย่างรวม ๆ โดยยึดเนื้อหาเป็นหลักแล้วแปรเปลี่ยนไปตามวิธีการคิด ยังไม่ได้มีการศึกษาให้ละเอียดไปถึงองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองในแต่ละแบบจำลองจุลภาค นั่นคือไม่ได้เน้นผลการคิด ต่อมา มีนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาโดยยึดวิธีการคิด เนื้อหาแล้วแปรเปลี่ยนตามผลการคิดทบทวน ดังผลงานวิจัยของนักการศึกษาบางท่าน เช่น

จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ (จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ 2518 : 44-64) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2517 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 462 คน ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาหกแบบหรือหกฉบับมีค่าความเชื่อมั่นพิสัยตั้งแต่ .4897 - .7950 ส่วนค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบหาโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ พิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกก่อนหมุนแกน มีค่าสูงพิสัยตั้งแต่ .4725 - .6180 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบระบบมีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด และการประเมินค่าทางภาษาแบบการแปลงรูปค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำสุด แสดงว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบระบบมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด จะเห็นว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เมื่อใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบมีค่าสูงพอสมควร แสดงว่าสามารถวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษาได้สอดคล้องกับทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ต่อมาทองสุข วันแสน (ทองสุข วันแสน 2524 : 124-125) ได้ศึกษาทำนองเดียวกันกับ จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ โดยทองสุข วันแสน ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองทางภาษาห้าด้าน ในการศึกษาได้สร้างแบบทดสอบวัดการรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย การประเมินค่า โดยใช้เนื้อหาทางภาษา ผลการคิดทบทวน ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 545 คน ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป แบบการประยุกต์ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีพิสัยตั้งแต่

.5116 - .8257

สำหรับประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม 2524 : 64, 78-81) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษาจังหวัดชลบุรี จำนวน 406 คน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นพหุสัมพันธ์ตั้งแต่ .6573 - .8697 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ เมื่อหาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ พิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกที่ยังไม่ได้หมุนแกนมีค่าสูงพหุสัมพันธ์ตั้งแต่ .4610 - .7865 โดยแบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำสุดนั่นคือ แบบทดสอบวัดด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ จะเห็นได้ว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าสูงแสดงว่าสามารถวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์สอดคล้องกับทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด

นอกจากผลงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วยังมีนักวิจัยอีกหลายท่านได้ศึกษาสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด เช่น ผจงจิต อินทสุวรรณ (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2517 : 51-56) ได้สร้างแบบทดสอบด้านการรู้จักและเข้าใจทางภาษา ยึดผลการคิดหกลแบบ ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ในจังหวัดตราด จำนวน 341 คน ปรากฏว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีพหุสัมพันธ์ .6853 - .8039 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบหาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบมีพหุสัมพันธ์ .5452 - .7118 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ ทองสุข วันแสน (ทองสุข วันแสน 2524 : 124) ซึ่งศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 545 คน พบว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการรู้จักและเข้าใจทางภาษาหกลแบบมีพหุสัมพันธ์ตั้งแต่ .5866 - .7319

สำหรับ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2517 : 72 , 95-96) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการคิดเอกลัทธิทางภาษายึดผลการคิดหกลแบบ ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จังหวัดสระบุรี จำนวน 461 คน ปรากฏว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบพหุสัมพันธ์ตั้งแต่ .3573 - .8078 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดการคิดเอกลัทธิทางภาษาหกฉบับ

เมื่อหาโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ ศึกษาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกก่อนหมุนแกนมีพิสัย ตั้งแต่ .6174 - .6896 ต่อมาทองสุข วันแสน (ทองสุข วันแสน 2524 : 124) ได้ศึกษาพบว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดเอกลีขทางภาษามีพิสัยตั้งแต่ .6230 - .7878 และ ประวิง รอดเข็ม (ประวิง รอดเข็ม 2525 : 59-60 , 76) ได้ศึกษาทำนองเดียวกันแต่ใช้ เนื้อหาทางภาพ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 360 คน ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดการคิดเอกลีขทางภาพทดฉบับมีความ เชื่อมั่นพิสัยตั้งแต่ .6853 - .8985 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเมื่อหาโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบมีพิสัยตั้งแต่ .4723 - .7810 ซึ่งแบบทดสอบวัดการคิดเอกลีขทางภาพแบบระบบ มีความ เที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุดและแบบ ทดสอบวัดการคิดเอกลีขทางภาพแบบการแปลงรูปมีความ เที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำสุด

จากผลงานการวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่สร้างขึ้นตาม แนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดนั้นความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบมีพิสัยตั้งแต่ .30 - .97 ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประ เหมินค่าทางสัญลักษณ์ ทกแบบควรมีค่าความ เชื่อมั่นอยู่ในพิสัยดังกล่าว และจากผลงานวิจัยดังกล่าว ค่าความ เที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ หาโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบมีพิสัยตั้งแต่ .3000 - .7865 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ความ เที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรมีค่าอยู่ ในพิสัยดังกล่าว นั่นคือ สามารถวัดสมรรถภาพสมองได้ตรงตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด

การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง

ออเพท และ เมเยอร์ (Orpet and Meyers. 1966 : 341-346) ได้ทำการ วิเคราะห์แบบทดสอบจำนวน 20 ฉบับ (20 - tests Battery) ซึ่งคาดว่าจะวัดได้ตามทฤษฎี โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด แบบทดสอบดังกล่าวได้จากการสร้างและการพัฒนาของ นักการศึกษาหลายท่าน เพื่อต้องการจะทดสอบว่าแบบทดสอบดังกล่าวมีความ เที่ยงตรงเชิง ประจักษ์ชัด (Face Validity) ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดหรือไม่ โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าแบบทดสอบ ทั้ง 20 ฉบับจะแยกวัดองค์ประกอบร่วมกันตามแบบจำลองจุลภาคหกแบบคือ การจำทางภาพ แบบหน่วย การจำทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิดเอกลีขทางภาษา การคิดอเนกลีขทางภาษา

แบบหน่วย การประเมินค่าทางภาพแบบหน่วย การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย โดยทำการศึกษากับนักเรียนชายหญิงจำนวน 100 คน ระดับอายุหกปี ผลปรากฏว่าแบบทดสอบที่นำมาศึกษาวัดองค์ประกอบร่วมกันตามแบบจำลองจุลภาค ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานคือ การจำทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิดเอกนัยทางภาษา การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบหน่วย และการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย นอกจากนี้การวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่าองค์ประกอบที่คาดคะเนว่าจะ เป็นไปตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด คือ การจำทางภาพแบบหน่วย และยังพบว่า การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยกับการประเมินค่าทางภาพแบบหน่วยวัดองค์ประกอบร่วมกัน

ต่อมา บราวน์ กิลฟอร์ด และ ไฮฟ์เนอร์ (Brown, Guilford and Hoepfner. 1968 : 691-717) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด เพื่อตรวจสอบว่าสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาทุกแบบจะวัดได้สอดคล้องกับทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดหรือไม่ โดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง 50 ฉบับ แบ่งเป็นแบบทดสอบใช้วัดการรู้จักและเข้าใจทางภาษา 4 ฉบับ การจำทางภาษา 26 ฉบับ การคิดอเนกนัยทางภาษา 14 ฉบับ แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางภาษาแบบระบบ 2 ฉบับ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบจำพวก 2 ฉบับ โดยศึกษากับนักเรียนโรงเรียนริเวอร์ไซด์เคาน์ตี้ (Riverside County School) ระดับเกรด 11 จำนวน 175 คน ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบปรากฏว่า แบบทดสอบใช้วัดการจำทางภาษาแบบหน่วยมีน้ำหนักองค์ประกอบ .34 - .51 แบบทดสอบใช้วัดการจำทางภาษาแบบจำพวกมีน้ำหนักองค์ประกอบ .30 - .48 แบบทดสอบใช้วัดการจำทางภาษาแบบความสัมพันธ์มีน้ำหนักองค์ประกอบ .39 - .50 แบบทดสอบใช้วัดการจำทางภาษาแบบระบบมีน้ำหนักองค์ประกอบ .30 - .52 แบบทดสอบใช้วัดการจำทางภาษาแบบการแปลงรูปมีน้ำหนักองค์ประกอบ .34 - .53 และแบบทดสอบใช้วัดการจำทางภาษาแบบการประยุกต์มีน้ำหนักองค์ประกอบ .33 - .52 จะเห็นว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ได้มีค่าสูงเชื่อนี้ได้ว่า แบบทดสอบใช้วัดการจำทางภาษาจำนวน 26 ฉบับ สามารถวัดสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาได้สอดคล้องกับทฤษฎีของกิลฟอร์ด นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประกอบการประเมินค่าทางภาษาแบบจำพวก นอกจากจะประกอบด้วยแบบทดสอบใช้วัดการประเมินค่าทางภาษาแบบจำพวกสองฉบับ ซึ่งมีน้ำหนักองค์ประกอบ .31 - .42 ยังประกอบด้วยแบบทดสอบวัดการจำทางภาษาแบบการแปลงรูป (น้ำหนักองค์ประกอบ .31) รวมอยู่ด้วย ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบวัดการจำทางภาษาแบบการ

แปลงรูป นอกจากจะวัดสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาแบบการแปลงรูปแล้ว ยังวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษาแบบจำพวกอีกด้วย

ต่อมา ดันแฮม กิลฟอร์ด และโฮฟเนอร์ (Dunham , Guilford and Hoepfner. 1969 : 626-638) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบ 43 ฉบับ ซึ่งใช้วิธีการคิดด้านการรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดเอกลักษ์ การคิดอเนกนัย เนื้อหาภาพ สัญลักษณ์ และภาษา ผลการคิดแบบหน่วย จำพวก ระบบ พบว่า แบบทดสอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีดังนี้ แบบทดสอบวัดการรู้จักและเข้าใจทางภาพแบบจำพวก การรู้จักและเข้าใจทางสัญลักษณ์แบบจำพวก การรู้จักและเข้าใจภาษาแบบจำพวก มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบพิสัยตั้งแต่ .44 - .47 , .43 - .53 , .35 - .44 ตามลำดับ แบบทดสอบวัดการจำทางสัญลักษณ์แบบจำพวก การจำทางภาษาแบบจำพวก มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบพิสัยตั้งแต่ .63 - .83 , .40 - .40 ตามลำดับ การคิดอเนกนัยทางภาพแบบจำพวก การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบจำพวก การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบจำพวก มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบพิสัยตั้งแต่ .35 - .57 , .37 - .51 , .46 - .73 ตามลำดับ แบบทดสอบวัดการคิดเอกลักษ์ทางภาพแบบจำพวก การคิดเอกลักษ์ทางสัญลักษณ์แบบจำพวก การคิดเอกลักษ์ทางภาษาแบบจำพวก มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .32 - .50 , .30 - .61 , .34 - .43 ตามลำดับ ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบดังกล่าวมีค่าสูงเชื่อมั่นได้ว่า แบบทดสอบที่กล่าวมาสามารถวัดสมรรถภาพสมองวิธีการคิดด้านการรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกลักษ์ เนื้อหาทางภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และผลการคิดแบบจำพวก ได้สอดคล้องกับทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด

ในปีต่อมา กิลฟอร์ดและโฮฟเนอร์ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 189-202) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถภาพสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถด้านการประเมินค่า ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยใช้วิธีการคิดด้านการประเมินค่า เนื้อหาทางภาพ สัญลักษณ์ ภาษา แต่ละเนื้อหา มีผลการคิดทุกแบบ จึงเป็นการศึกษาแบบจำลองจุลภาค 18 แบบจำลอง ใช้แบบทดสอบจำนวน 90 ฉบับ แบ่งเป็นแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาพ การประเมินค่าทางสัญลักษณ์ การประเมินค่าทางภาษา จำนวน 26 , 27 , 35 ฉบับตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

3.1 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาพหกแบบ เมื่อใช้แบบทดสอบ 28 ฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบที่ใช้ วัดองค์ประกอบความสามารถเดียวกัน คือ องค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่าทางภาพ (Figural - Evaluation Abilities) ซึ่งแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาพแบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ วัดองค์ประกอบความสามารถด้านดังกล่าวมีน้ำหนักองค์ประกอบ .43 - .60 , .32 - .51 , .31 - .46 , .32 - .43 , .36 - .47 , .31 - .51 ตามลำดับ และพบว่าแบบทดสอบวัดด้านการประเมินค่าทางภาพแบบหน่วยยังวัดองค์ประกอบด้านเหตุผลบี (Reasoning B) มีน้ำหนักองค์ประกอบ .53 - .72 ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาพแบบการประยุกต์ยังวัดองค์ประกอบความสามารถในการวางแผน (Planing Abilities) มีน้ำหนักองค์ประกอบ .52 - .58

3.2 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์หกแบบ เมื่อใช้แบบทดสอบ 27 ฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดองค์ประกอบความสามารถเดียวกันคือ องค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (Symbolic - Evaluation Abilities) ซึ่งแบบทดสอบวัดด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป แบบการประยุกต์ วัดองค์ประกอบความสามารถด้านนี้ มีน้ำหนักองค์ประกอบ .34 - .62 , .31 - .50 , .35 - .59 , .31 - .57 , .30 - .48 , .38 - .53 และพบว่าแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ วัดองค์ประกอบด้านเหตุผลเอ (Reasoning A) มีน้ำหนักองค์ประกอบ .38 - .54 และแบบทดสอบวัดด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปวัดองค์ประกอบความสามารถด้านการแปลงรูป (Transformation Abilities) มีน้ำหนักองค์ประกอบ .40 - .54

3.3 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาทั้งหมดแบบ เมื่อใช้แบบทดสอบ 35 ฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการประยุกต์ วัดองค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่าทางภาษา (Semantic - Evaluation Abilities) มีน้ำหนักองค์ประกอบ .40 - .66 , .38 - .61 , .47 - .58 , .55 - .55 , .35 - .55 ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบการแปลงรูป วัดองค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่าทางภาพ มีน้ำหนัก

องค์ประกอบ .45 - .47 และพบว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบความสัมพันธ์แบบระบบ แบบการประยุกต์ วัดองค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่า (Evaluation Abilities) มีน้ำหนักองค์ประกอบ .35 - .45 , .46 - .60 , .31 - .68 และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบระบบยังวัดองค์ประกอบความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative - Thinking Abilities) มีน้ำหนักองค์ประกอบ .40 - .44

สำหรับในประเทศไทย การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบดังนี้

บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ 2517 : 89-91) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางภาษาหกแบบ (แบบหน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป การประยุกต์) ปรากฏว่า แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาทั้งหมดมีวัดองค์ประกอบร่วมกันสามองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่หนึ่ง ความสามารถในการพิจารณาความเป็นเอกลักษณ์ ซึ่งแบบทดสอบทั้งหมดมีน้ำหนักองค์ประกอบ .3924 - .7024 แต่เนื่องจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาแบบหน่วยมีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด จึงให้ชื่อองค์ประกอบดังกล่าว ส่วนองค์ประกอบที่สอง ความสามารถในการพิจารณาความสัมพันธ์ ซึ่งแบบทดสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงจากมากไปหาน้อย ได้แก่ แบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางภาษา แบบระบบ แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุกต์ และองค์ประกอบที่สาม ความสามารถในการพิจารณาการถ่ายโยงเปลี่ยนแปลง แบบทดสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาแบบการแปลงรูป รองลงมา คือ แบบความสัมพันธ์ นอกจากนี้พบว่า แบบทดสอบทั้งหมดมีแบ่งความแปรปรวนร่วมให้แก่องค์ประกอบทั้งสามมีพิสัย .4872 - .5468 ซึ่งแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางภาษาแบบหน่วยแบ่งความแปรปรวนให้สูงสุด ส่วนแบบจำพวกแบ่งความแปรปรวนให้ต่ำสุด

สำหรับ จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ (จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ 2518 : 58) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาหกแบบ ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาหกแบบวัดองค์ประกอบร่วมกันสององค์ประกอบเดียว คือ องค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่าทางภาษา ซึ่งแบบทดสอบทั้งหมดมีน้ำหนักองค์ประกอบพิสัย .4725 - .6180

แบบทดสอบการประเมินค่าทางภาษาแบบระบบมีน้ำหนักร่องค์ประกอบสูงสุด ส่วนแบบการแปลงรูปมีน้ำหนักร่องค์ประกอบต่ำสุด และพบว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับแบ่งความแปรปรวนให้แก่ร่องค์ประกอบดังกล่าวมีพิสัย 32 - 43 เปอร์เซนต์ ซึ่งแบบทดสอบการประเมินค่าทางภาษาแบบระบบแบ่งความแปรปรวนให้สูงสุด ส่วนแบบการแปลงรูปแบ่งความแปรปรวนให้ต่ำสุด สำหรับร่องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) หรือคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบมีพิสัย .57 - .68 เปอร์เซนต์

ต่อมา ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม 2524 : 68-69) ได้วิเคราะห์ร่องค์ประกอบแบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์หกฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์หกฉบับวัดร่องค์ประกอบร่วมกันเพียงร่องค์ประกอบเดียว คือ ร่องค์ประกอบความสามารถด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ ซึ่งแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีน้ำหนักร่องค์ประกอบ .4610 - .7865 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีน้ำหนักร่องค์ประกอบสูงสุด ส่วนแบบการแปลงรูปมีน้ำหนักร่องค์ประกอบต่ำสุด และพบว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับแบ่งความแปรปรวนให้แก่ร่องค์ประกอบดังกล่าวหรือวัดร่องค์ประกอบร่วมกันมีพิสัย 21 - 62 เปอร์เซนต์ ซึ่งแบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบ่งความแปรปรวนให้สูงสุด ส่วนแบบการแปลงรูปแบ่งความแปรปรวนให้ต่ำสุด สำหรับร่องค์ประกอบเฉพาะของแบบทดสอบมีพิสัยตั้งแต่ 30 - 79 เปอร์เซนต์

ต่อมา ประวิง รอดเข็ม (ประวิง รอดเข็ม 2525 : 63-64) ได้วิเคราะห์ร่องค์ประกอบแบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางภาพหกฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการคิดเอกนัยทางภาพหกฉบับวัดร่องค์ประกอบร่วมกันร่องค์ประกอบเดียวเช่นกัน คือ ร่องค์ประกอบความสามารถด้านการคิด เอกนัยทางภาพ ซึ่งแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีน้ำหนักร่องค์ประกอบพิสัย .4723 - .7810 และแบบทดสอบทั้งหกฉบับแบ่งความแปรปรวนให้ร่องค์ประกอบนี้ 22-61 เปอร์เซนต์ ซึ่งแบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางภาพแบบระบบแบ่งความแปรปรวนให้สูงสุด ส่วนแบบการแปลงรูปแบ่งความแปรปรวนต่ำสุด สำหรับร่องค์ประกอบเฉพาะของแบบทดสอบมีพิสัยตั้งแต่ 39 - 78 เปอร์เซนต์

จากผลการวิเคราะห์ร่องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองวัดผล การคิดหกแบบวัดร่องค์ประกอบร่วมกันหนึ่งร่องค์ประกอบ แต่ก็มีการศึกษาของบางท่านพบว่าวัดได้

มากกว่าหนึ่งองค์ประกอบหรือแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองผลการคิดบางแบบแยกวัดองค์ประกอบความสามารถอื่น ในการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ผู้วิจัยคาดว่าจะวัดองค์ประกอบได้มากกว่าหนึ่งองค์ประกอบ ทั้งนี้ เพราะการสร้างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ ได้สร้างแยกตามคุณลักษณะเฉพาะของผลการคิดนั้น ๆ จึงเห็นว่าน่าจะวัดได้มากกว่าหนึ่งองค์ประกอบ

สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านทั้งต่างประเทศและในประเทศ เช่น

ฮิลล์ (Hill. 1957 : 615-622) ได้ศึกษากับนักเรียนระดับวิทยาลัยจำนวน 148 คน พบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุดคือแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ รองลงมาด้านตัวเลข ด้านภาษา ตามลำดับ มีค่าสหสัมพันธ์ดังนี้ .58 , .44 , .28 ตามลำดับ ในปีต่อมา สมิธ (Smith. 1963 : 39-42) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (School and College Ability Test Battery : SCAT) และแบบทดสอบ ซี ที บี (California Test Battery : CTB) ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองชุดก็ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษา และด้านตัวเลข เพื่อใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ เอส ซี เอ ที ฉบับตัวเลข แบบทดสอบ ซี ที บี ฉบับตัวเลข แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที ฉบับภาษา แบบทดสอบ ซี ที บี ฉบับภาษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า .74 , .74 , .43 , .34 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของฮิลล์ (Hill. 1957) ดังกล่าวแล้ว

สำหรับสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดนั้น กิลฟอร์ด ไชพฟ์เนอร์และพีเตอร์สัน (Guilford, Hoepfner and Peterson. 1965 : 659-682)

ได้ศึกษาองค์ประกอบของโครงสร้างทางสมอง เพื่อทำนายหรือพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เกรด 9 พบว่าองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีคือ การคิดนอกเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ ระบบ และแบบประยุกต์ การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ ที่รองลงมาคือการรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบหน่วย แบบระบบ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป จะเห็นได้ว่า สมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีคือ การคิดนอกเนกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า เนื้อหาทางสัญลักษณ์ ผลการคิดแบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์ แสดงว่าผู้ที่ได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงจะต้องมีสมรรถภาพสมองสามด้าน ดังกล่าวสูงด้วย

ต่อมา คาลด์เวล (Caldwell. 1972 : 437-441) ได้ใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด 16 ฉบับ สอนกับนักเรียน เกรด 9 จำนวน 322 คน โดยถือวิชาพีชคณิตในภาคเรียนแรกเป็นเกณฑ์ เพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตแผนใหม่ในเกรด 10 และเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์จากคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับแบบทดสอบวัดความสามารถทางเสมียน เมื่อถือคะแนนวิชาพีชคณิตของภาคเรียนแรกในเกรด 9 เป็นเกณฑ์ ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดใช้พยากรณ์ผลการเรียนวิชาเรขาคณิตแผนใหม่ในเกรด 10 ได้ดี และเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงในการพยากรณ์ผลการเรียนวิชาเรขาคณิตในเกรด 10 ได้ดีกว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางเสมียน

ส่วนในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เช่น ในปี พ.ศ.2511 ล้วน สายยศ (ล้วน สายยศ 2511 : 28-58) ได้ศึกษาการค้นหาดัชนีพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ปีการศึกษา 2510 โดยศึกษากับนักเรียนที่เรียนเฉพาะวิชาเอกคณิตศาสตร์ จากวิทยาลัยครู 13 แห่ง จำนวน 573 คน ผลปรากฏว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจภาษา มิติสัมพันธ์ คณิตศาสตร์เหตุผล กับเกรดเฉลี่ย (G.P.A) คณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด มีค่า $- .3158$, $.1895$, $.3859$ ของนักเรียนชายมีค่า

-.3611 , .2356 , .4431 ของนักเรียนหญิงมีค่า .1711 , .1087 , .3066 ตามลำดับ
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 , .01 ยกเว้นด้านมิติสัมพันธ์เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิงค่าสหสัมพันธ์
ไม่มีนัยสำคัญ ส่วนสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ (ความเข้าใจภาษา มิติสัมพันธ์ คณิตศาสตร์
เหตุผล) กับ G.P.A คณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนชาย นักเรียนหญิง มีค่า .8201 ,
.9822 , .6813 ตามลำดับ และพบว่า แบบทดสอบคณิตเหตุผล สามารถพยากรณ์ G.P.A
คณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มได้ดี

ต่อมา ค่าย เชียงฉี (ค่าย เชียงฉี 2519 : 31-60) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง
สมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน
318 คน ผลปรากฏว่า ตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวดคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนกลุ่มรวม มากที่สุดคือ สมรรถภาพสมองด้านเหตุผล ด้าน
จำนวนตัวเลข ด้านจำนวนตัวเลข ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .5750 , .5660 ,
.5671 ตามลำดับ ส่วนสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ (จำนวนตัวเลข ภาษา เหตุผล
มิติสัมพันธ์ ความจำ การรับรู้) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวดคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย
นักเรียนหญิง นักเรียนกลุ่มรวม มีค่า .6944 , .6771 , .6953 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 ทุกค่า นอกจากนี้ศึกษาพบว่า สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลข ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนในหมวดคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มได้มากที่สุด อันดับรองลงมาได้แก่ ด้าน
เหตุผล ด้านภาษา และยังพบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวด
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย คือ สมรรถภาพสมองด้านเหตุผล ด้านจำนวนตัวเลข ด้านภาษา
ตามลำดับ ของนักเรียนหญิง คือ สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลข ด้านเหตุผล ด้านภาษา
ตามลำดับ ของนักเรียนกลุ่มรวม คือ สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลข ด้านเหตุผล ด้านภาษา
และด้านมิติสัมพันธ์ ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาของล้วน สายยศ ที่พบว่า
สมรรถภาพด้านเหตุผลพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี

สำหรับ มณี วรศิริ (มณี วรศิริ 2521 : 30-80) ได้ศึกษาดัชนีพยากรณ์ในการสอบ
คัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โดยศึกษากับนักเรียนที่ผ่านการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขณะศึกษากำลังเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับ เกรดเฉลี่ยสะสม

หมวดวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีความสามารถสูง ปานกลาง ต่ำ มากที่สุด คือ แบบทดสอบฉบับคณิตศาสตร์ ซึ่งค่าสหสัมพันธ์เมื่อศึกษากับนักเรียนแต่ละกลุ่มมีค่า .6807 , .7099 , .6094 , .5074 , .4333 , .5620 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ (ภาษา คณิตศาสตร์ มีดิสัมพันธ์ อุปมา-อุปไมย ไม่เข้าพวก) กับเกรดเฉลี่ยสะสมหมวดวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีความสามารถสูง ปานกลาง ต่ำ มีค่า .7248 , .7899 , .6625 , .7578 , .5231 , .6743 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์กับ เกรดเฉลี่ยสะสมของนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง ต่ำ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าตัวพยากรณ์ที่สำคัญสำหรับพยากรณ์ เกรดเฉลี่ยสะสมหมวดวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม ของนักเรียนชาย คือ แบบทดสอบฉบับคณิตศาสตร์ และมีดิสัมพันธ์ ของนักเรียนหญิง ของนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง ต่ำ คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์ ส่วนของนักเรียนที่มีความสามารถสูง คือ แบบทดสอบภาษา

จากการศึกษาของนักวิจัยทั้งสามท่าน เป็นการศึกษาสมรรถภาพสมองตามทฤษฎีของ เรอร์สโตน สำหรับการศึกษาสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎี โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด เช่น

สถาพร ทัพพะกุล (สถาพร ทัพพะกุล 2516 : 45-48 , 58) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นคือ การรู้จำและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย การประเมินค่า เนื้อหาที่ใช้เป็นสัญลักษณ์ ศึกษาับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จังหวัดชลบุรี จำนวน 199 คน ปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ด้านต่าง ๆ ทำได้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีพิสัยตั้งแต่ .3029 - .6222 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และพบว่าตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงเป็นอันดับ 1,2,3 คือ แบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ การประเมินค่าทางสัญลักษณ์ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ โดยมี เปอร์เซนต์การส่งผลเป็น 37.98 , 24.85 , 17.86 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเกณฑ์มีค่า .7239 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

และสมรรถภาพสมองด้านอื่น ๆ ทางสัญลักษณ์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน

ต่อมา จรินทร์ ประสงค์สม (จรินทร์ ประสงค์สม 2517 : 37-45 , 52-53)

ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบทดสอบที่สร้างเนื้อหาทางภาพ วิธีการคิดทั้งห้าด้านศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ของกรุงเทพมหานคร จำนวน 259 คน ปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าตั้งแต่ .3718 - .5111 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์มีค่า .6475 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางรูปภาพและสมรรถภาพสมองด้านอื่น ๆ ทางรูปภาพ โดยเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ต่อมา ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม 2524 : 70-71 ,

82-83) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขันธ์ทางสัญลักษณ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างแบบทดสอบวัดผลการคิดหกแบบ (หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป การประยุกต์) ศึกษาด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดชลบุรี จำนวน 406 คน จากการศึกษาพบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขันธ์ทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าตั้งแต่ .3232 - .5845 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และพบว่าตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรียงจากมากไปหาน้อย ดังนี้ แบบทดสอบวัดการคิดเอกลีขันธ์ทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุกต์ แบบหน่วย แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบจำพวก มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เท่ากับ .2713 , .2162 , .1897 , .1243 , .0434 และ .0338 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นแบบทดสอบวัดการคิดเอกลีขันธ์ทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป แบบจำพวกส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์มีค่า .6952 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในปีเดียวกัน ทองสุข วันแสน (ทองสุข วันแสน 2524 : 87 , 126-127) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองทางภาษาห้าด้านตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ใช้วิธีการคิดห้าด้าน เนื้อหาทางภาษา ผลการคิดทุกแบบ สร้างแบบทดสอบจำนวน 30 ฉบับ ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร จำนวน 545 คน ผลการศึกษาปรากฏว่าแบบทดสอบที่สร้างทุกฉบับมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าสหสัมพันธ์ตั้งแต่ .2445 - .5478 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษาทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าตั้งแต่ .3573 - .5363 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และ .01 มีเพียงแปดตัวซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์มีค่าเป็นบวกเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ แบบทดสอบวัดการรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบระบบ การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบหน่วย การประเมินค่าทางภาษาแบบความสัมพันธ์ การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบการแปลงรูป การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบจำพวก การจำทางภาษาแบบความสัมพันธ์ การประเมินค่าทางภาษาแบบประยุกต์ การประเมินค่าทางภาษาแบบหน่วย ส่วนสหสัมพันธ์พหุคูณของสมรรถภาพสมองทางภาษาห้าด้านในแบบต่าง ๆ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็น เกณฑ์ มีค่า .7183 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษา และสมรรถภาพสมองด้านอื่น ๆ ทางภาษาสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลงานวิจัยตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเป็นบวก ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีค่าเป็นบวก ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็น เกณฑ์มีค่าสูงอย่างเชื่อมั่นได้ ฉะนั้นในการวิจัยคาดว่าผลการวิจัยจะได้ผลสอดคล้องกับที่กล่าวมา และจากการพิจารณาผลการวิจัยตามแนวทฤษฎีเรอร์สไดม ในการค้นหาตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หรือใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อแยกศึกษาตามกลุ่มรวม เพศ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งตัวพยากรณ์ที่ได้มีความแตกต่างกัน สำหรับการศึกษิตตามแนวทฤษฎี

กิลฟอร์ดได้ศึกษาเฉพาะกับกลุ่มรวม ยังไม่มีการศึกษาเมื่อแยกศึกษาตามเพศ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ผลการวิจัยมีประโยชน์มากขึ้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาว่า เมื่อแยกวิเคราะห์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม ของนักเรียนชาย หญิง ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ต่ำ ตัวพยากรณ์ หรือสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือเหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มีตัวใดบ้าง

ดังนั้นจากการได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางในการตั้งสมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งสมมุติฐานที่ตั้งมีดังนี้

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ วัดองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งองค์ประกอบ
2. สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม ได้มากกว่าหนึ่งตัว
3. สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิง ได้มากกว่าหนึ่งตัว
4. สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ ได้มากกว่าหนึ่งตัว
5. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเชื่อมั่นได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสงขลา จำนวน 8,555 คน จากโรงเรียน 27 โรงเรียน มีห้องเรียน 199 ห้อง ซึ่งกระจายอยู่ในอำเภอสิบอำเภอ กับสองกิ่งอำเภอ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสงขลา จำนวน 663 คน จากโรงเรียน 8 โรงเรียน มีห้องเรียน 15 ห้อง กระจายอยู่ในอำเภอห้าอำเภอ กับหนึ่งกิ่งอำเภอ ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) จากการสุ่มมีหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เป็นห้องเรียน มีลำดับขั้นการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($\alpha = .05$) เมื่อเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากร ปรากฏว่าต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 381 คน (ถ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 287 อ้างอิงมาจาก Mercado, 1977 : 54)

ขั้นที่ 2 สุ่มอำเภอ กับกิ่งอำเภอ มาประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของอำเภอและกิ่งอำเภอทั้งหมด โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้อำเภอห้าอำเภอ กับหนึ่งกิ่งอำเภอ

ขั้นที่ 3 สุ่มโรงเรียน มาประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนโรงเรียนในแต่ละอำเภอ และกิ่งอำเภอที่สุ่มได้ในขั้นที่ 2 โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ได้โรงเรียนมา 8 โรงเรียน

ขั้นที่ 4 สุ่มห้องเรียน มาประมาณ 1 ใน 5 ของจำนวนห้องเรียนในแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ในขั้นที่ 3 โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ได้ห้องเรียนมา 15 ห้อง

ขั้นที่ 5 สุ่มห้องเรียนที่สุ่มได้ในขั้นที่ 4 ออกเป็นสองกลุ่มดังนี้

1. สุ่มห้องเรียนมาหกห้อง เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 1, 2 ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนจำแนกตามโรงเรียน อำเภอ และครั้งที่ใช้ในการทดลอง

ลำดับที่	โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียนในการทดลอง	
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1.	สงขลาวิทยาคม	เมือง	1 (46)	1 (50)
2.	สทิงพระวิทยา	สทิงพระ	-	1 (48)
3.	หาดใหญ่รัฐประชาสรรค์	หาดใหญ่	-	1 (50)
4.	ธรรมโมลิต	กิ่งอำเภอนาหม่อม	2 (88)	-
รวม			3 (134)	3 (148)

2. ส่วนห้องเรียนที่เหลืออีกเก้าห้อง ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

ดังรายละเอียดในตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน อำเภอ เพศ

ลำดับที่	โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียน		รวม
			ชาย	หญิง	
1.	มหาวิทยาลัยราชภัฏ	เมือง	83	-	2 (83)
2.	สทิงพระวิทยา	สทิงพระ	20	24	1 (44)
3.	นาทวีวิทยาคม	นาทวี	67	30	2 (97)
4.	หาดใหญ่รัฐประชาสรรค์	หาดใหญ่	22	23	1 (45)
5.	ระโนดวิทยา	ระโนด	38	36	2 (74)
6.	สามบ่อวิทยา	ระโนด	22	16	1 (38)
รวม			252	129	9 (381)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบสองประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยแบบจำลองจุลภาคตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด มีจำนวนทั้งหมดหกฉบับดังนี้

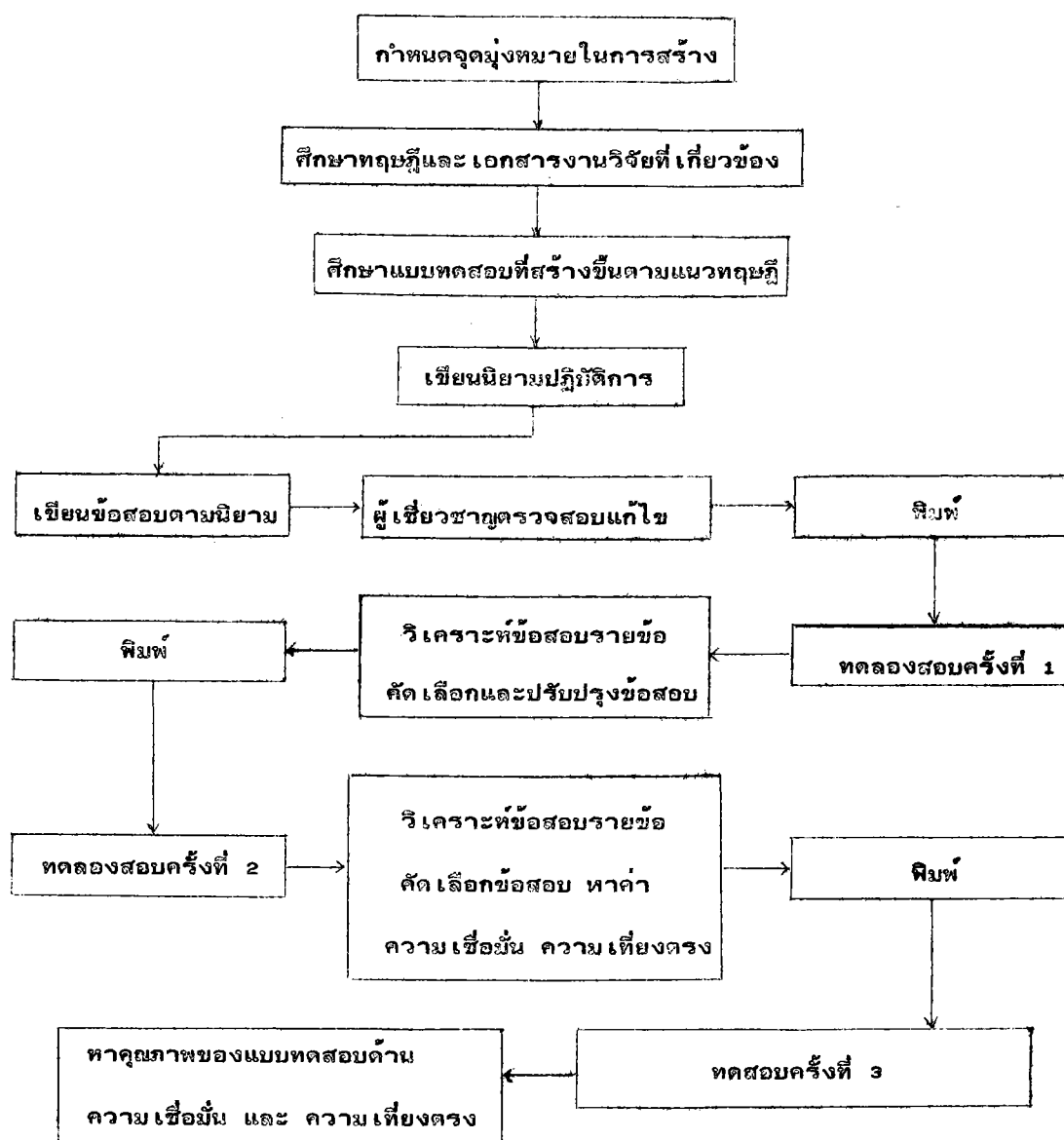
- 1.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย
- 1.2 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก
- 1.3 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
- 1.4 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ
- 1.5 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
- 1.6 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ฉบับที่ 1 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีขั้นตอนการสร้างดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ ๑ ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

จากภาพประกอบแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ เริ่มต้นจากการกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ การวางแผนสร้างแบบทดสอบ การเขียนข้อสอบ การทดลองแบบทดสอบ จนกระทั่งได้แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพ ซึ่งมีรายละเอียดการปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์สร้างขึ้นเพื่อวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์หกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. การวางแผนสร้างแบบทดสอบ

2.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ โดยได้ศึกษาทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนี้

2.2 ศึกษาแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด โดยศึกษาจากตัวอย่างข้อสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (Guilford. 1967 : 184-202 และ Guilford and Hoepfner. 1971 : 189-202 , 367-496) และได้ศึกษาแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ ของสมศักดิ์ บุญวิโรจน์ และ สถาพร ทิพย์กุล (สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ 2516 : 18-32) แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีทางสัญลักษณ์ ของประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม 2524 : 39-47) แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษา ของจิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ (จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ 2518 : 21-24)

2.3 สร้างนิยามปฏิบัติการ (Operational Definition) ของสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ การนิยามได้ยึดผลการคิด (Products) ทั้งหกแบบเป็นหลัก คือ แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูปและแบบการประยุกต์

3. การเขียนข้อสอบ

3.1 เขียนข้อสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมิณค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ เป็นข้อสอบเลือกตอบห้าตัวเลือก การเขียนยึดตามนิยามปฏิบัติการ ได้แบบทดสอบหกฉบับ ๆ ละ 50 ข้อ

3.2 นำแบบทดสอบทั้งหกฉบับไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของข้อสอบที่สร้างขึ้น

3.3 เมื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องแล้วก็นำไปพิมพ์เป็นฉบับ ๆ ละ 50 ข้อ เพื่อนำไปทดลองสอบ

4. การทดลองแบบทดสอบ

4.1 ทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 1

4.1.1 นำแบบทดสอบทั้งหกฉบับไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียน 2 โรงเรียน ในจังหวัดสงขลา จำนวน 134 คน ดังแสดงในตาราง 1 ในขณะที่ทำการทดสอบได้หาเวลาที่เหมาะสม ซึ่งนักเรียนส่วนมากทำแบบทดสอบแต่ละฉบับเสร็จ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเวลาการทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 2

4.1.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยนำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนในแบบทดสอบแต่ละฉบับมาตรวจให้คะแนน นำคะแนนมาเรียงตามลำดับแยกเป็นกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ โดยเทคนิค 27% แล้วทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ เมื่อวิเคราะห์รายข้อเสร็จก็คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป พร้อมกับปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกไม่ได้ตามเกณฑ์ ไว้ฉบับละ 40 ข้อ

4.1.3 เมื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบแล้วก็จัดพิมพ์เป็นฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ เพื่อนำไปทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 2

4.2 ทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 2

4.2.1 นำแบบทดสอบทั้งหกฉบับที่ได้จากการคัดเลือกตามเกณฑ์และปรับปรุงจากการทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียน 3 โรงเรียน ในจังหวัดสงขลา จำนวน 148 คน ดังแสดงในตาราง 1 ในขณะที่ทำการทดสอบได้หาเวลาที่

เหมาะสม ซึ่งนักเรียนส่วนมากทำแบบทดสอบแต่ละฉบับเสร็จ เพื่อนำมา เป็นแนวทางในการกำหนด เวลาการทดสอบครั้งที่ 3

4.2.2 หากคุณภาพของแบบทดสอบโดยการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความ ยากง่ายของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ตามวิธีการเดียวกันกับการทดลองแบบทดสอบ ครั้งที่ 1 คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตาม เกณฑ์ไว้ฉบับละ 30 ข้อ แล้วหาความ เชื่อมั่นและตรวจสอบความ เทียบตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

4.2.3 นำแบบทดสอบทั้งหกฉบับ ๗ ละ 30 ข้อ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และตรวจสอบคุณภาพ ไปจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

5. ทดสอบครั้งที่ 3

5.1 นำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียน 6 โรงเรียน ในจังหวัดสงขลา จำนวน 301 คน ดังแสดงในตาราง 2 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ นำไป ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย

5.2 หากคุณภาพของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ ด้านความ เชื่อมั่นและความ เทียบตรง เชิงโครงสร้าง

ลักษณะของแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ แต่ละ ฉบับ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบห้าตัวเลือก ซึ่งได้ผ่านการทดลองแบบทดสอบมาแล้วสองครั้ง มีค่า ความยากง่ายของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตาม เกณฑ์ที่กำหนดและมีค่าความ เชื่อมั่นที่ เชื่อมั่นได้ ลักษณะและรายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละฉบับมีดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย สร้างตามแนวข้อสอบที่ กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ เป็นข้อสอบแบบหาลักษณะของสัญลักษณ์ (Symbolic Identities) (Guilford. 1967 : 198 และ Guilford and Hoepfner. 1971 : 214) ลักษณะ เป็นข้อสอบเลือกตอบห้าตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาในการตอบ 9 นาที แบ่งออกเป็น สองตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบหาคู่เหมือน จำนวน 11 ข้อ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตัวอักษรหรือตัวเลข จากตัวเลือก ก-จ ว่าคู่ใดที่

เหมือนกัน

๐) ก. พมณผฟ.....พมณผผ

ข. จอปปบช.....จอบบปช

ค. กขชถก.....กขชกถ

ง. ฎภพผฎ.....ฎภพผฎ

จ. มณณณณ.....มณณณณ

๐๐) ก. ๘2๘23.....๘2๘2๘

ข. ๘3๘33.....๘๘3๘3

ค. 55335.....55335

ง. 96๘96.....96696

จ. 741๘1.....74๘11

คำตอบที่ถูกต้องคือ ง และ ค ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบหาคู่ต่าง จำนวน 1๘ ข้อ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตัวอักษรหรือตัวเลข จากตัวเลือก ก-จ ว่าคู่ใดที่

ต่างกัน

๐) ก. PRQBO.....PRQBO

ข. PDVOU.....PDVOU

ค. MBWNR.....MBWNR

ง. TAIJL.....TAIJL

จ. SRPPR.....SRPPR

๐๐) ก. 03B68.....03B68

ข. 4HK9Q.....4HK9Q

ค. J1ILT.....J1ILT

ง. E3PB9.....E3PB9

จ. 6W9NM.....6WN9M

คำตอบที่ถูกต้องคือ ค และ จ ตามลำดับ

1.2 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก สร้างตามแนวข้อสอบ
ที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ เป็นข้อสอบแบบหาคู่ของจำนวนที่ดีที่สุด (Best Number Pairs)

(Guilford and Hoepfner. 1971 : 214-215) ลักษณะข้อสอบนี้เป็นข้อสอบเลือกตอบ
ทำตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาในการตอบ 14 นาที ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกจำนวนคู่ใดคู่หนึ่งที่มีคุณสมบัติร่วมกันดีที่สุด จากตัวเลือก

ก-จ

0) ก. 2 - 7

ข. 5 - 6

ค. 5 - 12

ง. 7 - 5

จ. 9 - 8

คำตอบที่ถูกคือ ง เพราะเป็นจำนวนที่ทั้งสองจำนวน

00) ก. 2 - 5

ข. 4 - 7

ค. 7 - 11

ง. 7 - 13

จ. 9 - 27

คำตอบที่ถูกคือ จ เพราะเป็นจำนวนที่หารด้วย 3 หรือ 9 ได้ลงตัวทั้งสอง
จำนวน

1.3 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ สร้างตามแนว
ข้อสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ เป็นข้อสอบแบบ Symbol Manipulation (Guilford.
1967 : 193-194) แบบหาคู่คล้ายกัน (Similar pairs) และแบบเปลี่ยนเครื่องหมาย
(Sign Changes II) (Guilford and Hoepfner. 1971 : 215) ข้อสอบทั้งสามแบบ
นี้ลักษณะ เป็นข้อสอบเลือกตอบทำตัวเลือก รวมทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ ให้เวลาในการตอบ 19
นาที ดังนั้นแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์จึงแบ่งออกเป็นสามตอน
ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบ Symbol Manipulation จำนวน 10 ข้อ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลือก ก-จ ตัวเลือกใดแสดงถึงความสัมพันธ์ซึ่งสอดคล้องกับตัวคำถามมากที่สุด

๐) ถ้า $X < Y$ แล้วข้อความใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $X \leq Y$

ข. $X \neq Y$

ค. $X \neq Y$

ง. $X > Y$

จ. $X \geq Y$

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข

๐๐) ถ้า $ก \geq ข$ แล้วข้อความใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $ก \neq ข$

ข. $ก \leq ข$

ค. $ก < ข$

ง. $ก \neq ข$

จ. $ก \neq ข$

คำตอบที่ถูกต้องคือ ง

ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบหาคู่คล้ายกัน จำนวน ๑ ข้อ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวอักษรจากตัวเลือก ก-จ ว่าคู่ใดมีความสัมพันธ์กัน เป็นไปในทำนองเดียวกับตัวอักษรคู่ที่กำหนดให้

๐) KIRE.....LIRE

ก. EOCA.....FCOA

ข. JORA.....IORA

ค. DIAL.....EIAL

ง. SBRP.....TBBP

จ. JKRE.....LKRE

๓๐) MBOC.....CBOM

ก. TORA.....AORT

ข. SEOT.....TOES

ค. LNOP.....PLNO

ง. ADRB.....BRDA

จ. HOPE.....PEOH

คำตอบที่ถูกคือ ค และ ก ตามลำดับ

ตอนที่ ๖ ข้อสอบแบบเปลี่ยนเครื่องหมายจำนวน 11 ข้อ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาเครื่องหมายจากสมการต่อไปนี้ว่าควรจะเปลี่ยน
เครื่องหมายใดอย่างไร จึงจะทำให้ผลลัพธ์ทั้งสองข้างเท่ากัน

$$๐) \quad 3 + 1 = 6 \times 2$$

ก. เปลี่ยน + ให้เป็น -

ข. เปลี่ยน + ให้เป็น $\times$

ค. เปลี่ยน $\times$ ให้เป็น +

ง. เปลี่ยน $\times$ ให้เป็น -

จ. เปลี่ยน $\times$ ให้เป็น +

คำตอบที่ถูกคือ ง เพราะเมื่อเปลี่ยนเครื่องหมายแล้วจะได้ว่า

$$3 + 1 = 4 = 6 - 2$$

$$๐๐) \quad 15 - 2 = 7 + 6$$

ก. เปลี่ยน + ให้เป็น -

ข. เปลี่ยน + ให้เป็น +

ค. เปลี่ยน + ให้เป็น $\times$

ง. เปลี่ยน - ให้เป็น $\times$

จ. เปลี่ยน - ให้เป็น +

คำตอบที่ถูก คือ ข เพราะเมื่อเปลี่ยนเครื่องหมายแล้วจะได้ว่า

$$15 - 2 = 13 = 7 + 6$$

1.4 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ สร้างตามแนวข้อสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ เป็นข้อสอบแบบอนุกรมสัมพันธ์ (Series Relations) แบบเรียงลำดับตัวอักษรให้ถูกต้อง (Correct Letter Orders) แบบจัดอนุกรมตัวเลขให้ถูกต้อง (Correct Number Series) (Guilford and Hoepfner. 1971 : 216) ข้อสอบทั้งสามแบบนี้ลักษณะ เป็นข้อสอบ เลือกตอบทำตัวเลือก รวมทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ ให้ความเวลาในการตอบ 19 นาที ดังนั้นแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบจึงแบ่งออกเป็นสองตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบอนุกรมสัมพันธ์ จำนวน 12 ข้อ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลขจากตัวเลือก ก-จ ว่าตัวเลขใดสามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์ของชุดตัวเลขที่กำหนดให้ได้เหมาะสมที่สุด โดยถือตัวเลขตัวแรกของชุดตัวเลขที่กำหนดให้เป็นหลักในการพิจารณา

๐) 1 4 8 10

ก. -3

ข. +3

ค. $\times 4$

ง. +2

จ. +4

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข เพราะสามารถจัดชุดตัวเลขได้ใกล้เคียงกว่าตัวเลขจากตัวเลือกอื่น ๆ นั่นคือจัดได้เป็น 1 4 7 10

๐๐) 12 8 6 3

ก. -3

ข. +3

ค. $\times 2$

ง. +2

จ. -4

คำตอบที่ถูกต้องคือ ก เพราะสามารถจัดชุดตัวเลขได้ใกล้เคียงกว่าตัวเลขจากตัวเลือกอื่น ๆ นั่นคือจัดได้เป็น 12 9 6 3

ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบเรียงลำดับตัวอักษรให้ถูกต้อง และจัดเรียงอนุกรมตัวเลข
ให้ถูกต้อง จำนวน 10 ข้อ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาการจัดเรียงตัวอักษรหรือตัวเลขจากตัวเลือก
ก-จ ว่าตัวเลือกใดจัดเรียงได้ถูกต้องตามเงื่อนไขหรือข้อกำหนดให้

๐) ชุดอักษรใดเขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นหนึ่งตัว

ก. ข จ ช ฌ

ข. ค ถ ธ บ

ค. จ ฉ ช ญ

ง. น ป ฝ ภ

จ. ร ศ ส พ

๐๐) ชุดอักษรใดเขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นสองตัวเรียงกัน

ก. M P R U

ข. E F H J

ค. I L O Q

ง. B E H K

จ. Q S U W

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข และ ง ตามลำดับ

๐๐๐) บวกด้วย 2 แล้วสลับกับการลบด้วย 1

ก. 0 2 1 4

ข. 1 3 5 4

ค. 2 1 3 2

ง. 3 5 4 6

จ. 2 4 6 5

๐๐๐๐) บวกด้วย 1 แล้วผลลบกับคูณด้วย 2

ก. 1 2 4 8

ข. 2 3 6 7

ค. 3 2 4 5

ง. 4 8 9 18

จ. 7 8 6 7

คำตอบที่ถูกต้องคือ ง และ ข ตามลำดับ

1.5 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป สร้างตามแนวข้อสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ เป็นข้อสอบ Jumbled Word (Guilford and Heopfner. 1971 : 217) ลักษณะเป็นข้อสอบเลือกตอบห้าตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้อ่านเวลาในการตอบ 8 นาที ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำตัวอักษรหรือตัวเลขจากชุดอักษรหรือชุดตัวเลขที่กำหนดให้ มาจัดเรียงเป็นชุดอักษรหรือตัวเลขชุดใหม่ได้ตามตัวเลือกใดจาก ก-จ

๐) START จัดเรียงใหม่ได้เป็น

ก. STARE

ข. STARS

ค. TARTS

ง. SATBT

จ. RATTE

๐๐) ๙๕๖๐๘ จัดเรียงใหม่ได้เป็น

ก. ๕๐๖๓๕

ข. ๙๕๖๐๐

ค. ๓๐๖๕๙

ง. ๕๖๖๐๙

จ. ๕๙๖๐๙

คำตอบที่ถูกต้องคือ ค และ ง ตามลำดับ

11.6 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ สร้างตามแนวข้อสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ เป็นข้อสอบสัญลักษณ์เหตุผล (Symbol Reasoning) (Guilford and Hoepfner. 1971 : 218) ซึ่งลักษณะเป็นข้อสอบเลือกตอบห้าตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้อ่านเวลาในการตอบ 22 นาที ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลือก ก-ง ว่าตัวเลือกใดแสดงถึงความสัมพันธ์ซึ่งสอดคล้องกับตัวคำถามมากที่สุด

๐) ถ้า $2X < 3Y < 2Z$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $2X = 2Z$

ข. $Y > Z$

ค. $X > Z$

ง. $Z > Y$

จ. $Y > X$

๐๐) ถ้า $A - 2 < 10$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $A = 11$

ข. $A > 11$

ค. $A = 12$

ง. $A > 12$

จ. $A < 12$

๐๐๐) ถ้า $B - 5 > 3$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $B > 3$

ข. $B = 8$

ค. $B < 8$

ง. $b > 8$

จ. $B = 9$

คำตอบที่ถูกต้อง ก , จ และ ง ตามลำดับ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.102 ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วัดความรู้ ความเข้าใจ การคิดอย่างมีเหตุผลและคิดคำนวณ ลักษณะ เป็นข้อสอบเลือกตอบสี่ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาในการตอบ 50 นาที มีค่าความเชื่อมั่น .6603

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใช้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนเหมือนกันทุกฉบับ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือเว้นว่างไว้หรือตอบเกินหนึ่งคำตอบในข้อนั้น ๆ ให้ 0 คะแนน

คุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ซึ่งได้สร้างขึ้นฉบับละ 50 ข้อ แล้วนำไปทดลองสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสงขลาวิทยาคม และโรงเรียนธรรมโมสิต จังหวัดสงขลา จำนวน 134 คน นำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แล้วคัดเลือกแก้ไขปรับปรุงข้อสอบ จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสงขลาวิทยาคม โรงเรียนสหิงพระวิทยา และโรงเรียนหาดใหญ่รัฐประชาสรรค์ จังหวัดสงขลา จำนวน 148 คน จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ไว้ฉบับละ 30 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นและตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังรายละเอียดดังนี้

1. หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละฉบับ ซึ่งวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% แบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ แล้วเปิดตารางสำเร็จของจุง-เคห์ ฟาน ดังแสดงในตาราง 3 สำหรับรายละเอียดของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบแต่ละฉบับ แสดงในตาราง 1 - 6 (ภาคผนวก ก)

ตาราง 3 พิสัยค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพ
สมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบ	p	r
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย	.35 - .65	.20 - .81
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก	.40 - .60	.37 - .82
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์	.21 - .62	.23 - .67
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ	.21 - .63	.23 - .67
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป	.47 - .71	.42 - .84
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์	.20 - .60	.20 - .83

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทาง
สัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20
(Kuder - Richardson : KR-20) ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์
ทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบ	ความเชื่อมั่น (r_{tt})
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย	.7614
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก	.8983
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์	.7273
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ	.7272
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป	.8054
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์	.6546

3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้นได้พิจารณาจากการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงและพิจารณาจากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบค่าสอดคล้องภายใน ซึ่งถือว่าเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างหนึ่ง ซึ่งอาศัยค่าความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) (บุญเชิด ภิญไญอนันตพงษ์ น.ป.ป. : 310-311) ผลการศึกษาปรากฏว่าข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าอำนาจจำแนกสูงและแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อมั่นได้ จึงกล่าวได้ว่าแบบทดสอบการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า มีขั้นตอนดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ ติดต่อขอความร่วมมือในการนำเครื่องมือหรือแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบจนเข้าใจเป็นอย่างดี

2. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ จำนวน หกฉบับ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวนหนึ่งฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยสอบโรงเรียนละ 2 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ฉบับที่ 1 ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

การจัดกระทำข้อมูล

หลังจากได้นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก็นำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนนตาม เกณฑ์การตรวจให้คะแนนดังกล่าวแล้ว จากนั้นนำคะแนนหรือข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาค่าต่อไปนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101
2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101
3. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งทศฉบับ หาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)
4. วิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งทศฉบับ หาค่าการกะประมาณคอมมูนาลิตี้ (Estimate Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) เปอร์เซนต์ความแปรปรวน เปอร์เซนต์ความแปรปรวนสะสม และเมตริกองค์ประกอบ (Factor Matrix) เพื่อทดสอบว่าวิคองค์ประกอบที่องค์ประกอบ
5. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 พร้อมทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน โดยใช้การทดสอบค่าที ($t - test$)
6. ค่าสัมประสิทธิ์ของคำพยากรณ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ พร้อมทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์ของคำพยากรณ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้การทดสอบค่าเอฟ ($F - test$)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ค่าคะแนนเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย ใช้สูตร (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2522 : 51)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2522 : 100)

$$s = \sqrt{\frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ s แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบใช้สูตรคูเคอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder - Richardson : KR - 20) ดังนี้ (Thorndike and Hagen. 1969 : 185)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left\{ \frac{S_t^2 - \Sigma pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
S_t^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนทดสอบ
p	แทน	ค่าสัดส่วนของคนที่ถูกถูกในแต่ละข้อ
q	แทน	ค่าสัดส่วนของคนที่ไม่ถูกในแต่ละข้อ
K	แทน	จำนวนข้อของข้อสอบ

3. การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ และการทดสอบว่าแบบทดสอบวัดองค์ประกอบกี่องค์ประกอบ ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน พร้อมทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ การหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ พร้อมทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ การหาค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ใช้วิธีการวิเคราะห์ Stepwise Multiple Regression ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

5. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่มีจำนวนตัวพยากรณ์น้อยกว่า กับสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ที่มีจำนวนตัวพยากรณ์มากกว่า ใช้สูตร (Guilford. 1956 : 400)

$$F_{(m_1-m_2, N-m_1-1)} = \frac{(R_1^2 - R_2^2)(N-m_1-1)}{(1 - R_1^2)(m_1 - m_2)}$$

เมื่อ F	แทน	ค่าจากการแจกแจงเอฟ (F - distribution)
R_1	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่มีจำนวนตัวพยากรณ์มากกว่า
R_2	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่มีจำนวนตัวพยากรณ์น้อยกว่า
m_1	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์ที่มากกว่า
m_2	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์ที่น้อยกว่า

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสะดวกในการนำเสนอและแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล อีกทั้งเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
r_{tc}	แทน	ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์
S.E. _{est}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ
β	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
b	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
a	แทน	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
F	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบเอฟ (F - distribution)
χ^2_{Ma}	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ที่ได้จาก สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

Z_{Ma}	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ที่ได้จากสมการพหุนามในรูปคะแนนมาตรฐาน
X_{ESU}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย
X_{ESC}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก
X_{ESR}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
X_{ESS}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ
X_{EST}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
X_{ESI}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์
Z_{ESU}	แทน	คะแนนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย
Z_{ESC}	แทน	คะแนนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก
Z_{ESR}	แทน	คะแนนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
Z_{ESS}	แทน	คะแนนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ
Z_{EST}	แทน	คะแนนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
Z_{ESI}	แทน	คะแนนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดการประ เป็นค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ

ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบทดสอบ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการ

ประเมินค่าทางสัญลักษณ์

ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทาง

สัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ

1.1 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการ

ประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดนับ

เมื่อนำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

จำนวนทดลองนับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วแยกผลวิเคราะห์ตามนักเรียนกลุ่มรวม

นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง นักเรียน

ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ได้คำสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนักเรียนกลุ่มรวม

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์	N	K	$\bar{X}$	S
แบบหน่วย	381	30	19.8661	5.7267
แบบจำพวก	381	30	17.7087	7.2654
แบบความสัมพันธ์	381	30	12.9526	5.9858
แบบระบบ	381	30	13.2598	7.5327
แบบการแปลงรูป	381	30	19.6588	7.5327
แบบการประยุคต์	381	30	14.3753	7.5365

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม ค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 12.9526 ถึง 19.8661 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มมีเพียงสามฉบับเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบการแปลงรูป แบบจำพวก แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย ส่วนค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบที่มีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามาก คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการประยุคต์ แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 5.7267 ถึง 7.5365 แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุคต์มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด แสดงว่าแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุคต์

สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนกลุ่มรวมได้ดีกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนกลุ่มรวมได้ดีที่สุด

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนักเรียนเพศชาย

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์	N	K	$\bar{X}$	S
แบบหน่วย	252	30	19.8294	8.0705
แบบจำพวก	252	30	18.1825	7.3733
แบบความสัมพันธ์	252	30	13.7770	8.3099
แบบระบบ	252	30	13.6111	5.9827
แบบการแปลงรูป	252	30	19.9762	7.9410
แบบการประยุกต์	252	30	14.7976	7.7897

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าเมื่อศึกษากับนักเรียนชาย ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 13.6111 ถึง 19.9762 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่า เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่ายมากที่สุด ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่า เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยากมากที่สุด นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะเห็นว่ามีพิสัยตั้งแต่ 5.9827 ถึง 7.9410 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด แสดงว่า สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนชายได้ดีกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด แสดงว่า สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนชาย ได้ต่ำสุด

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนักเรียนหญิง

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์	N	K	$\bar{X}$	S
แบบหน่วย	129	30	19.9380	5.0090
แบบจำพวก	129	30	16.7829	6.9854
แบบความสัมพันธ์	129	30	11.3411	4.9331
แบบระบบ	129	30	12.5738	5.3863
แบบการแปลงรูป	129	30	19.0388	6.6490
แบบการประยุกต์	129	30	13.5504	6.9709

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีพิสัยตั้งแต่ 11.3411 ถึง 19.9380 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่า เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่ายมากที่สุด ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่า เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยากมากที่สุด นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะเห็นว่ามีพิสัยตั้งแต่ 4.9331 ถึง 6.9854 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวกมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด แสดงว่า สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนหญิงได้ดีกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด แสดงว่า สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนหญิงได้ต่ำสุด

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์	N	K	$\bar{X}$	s
แบบหน่วย	91	30	23.6484	5.1777
แบบจำพวก	91	30	23.4945	6.3375
แบบความสัมพันธ์	91	30	19.7143	5.2984
แบบระบบ	91	30	17.9890	5.1586
แบบการแปลงรูป	91	30	25.0330	6.0304
แบบการประยุกต์	91	30	20.5495	6.2277

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 17.9890 ถึง 25.0330 ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งหกฉบับสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด แสดงว่า เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่ายมากที่สุด ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่ายน้อยที่สุด นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเห็นว่ามีพิสัยตั้งแต่ 5.1586 ถึง 6.3375 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวกมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด แสดงว่า สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงได้ดีกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงได้ดีที่สุด

ตาราง ๑ ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์	N	K	$\bar{X}$	s
แบบหน่วย	97	30	17.0722	5.5645
แบบจำพวก	97	30	12.0144	5.9325
แบบความสัมพันธ์	97	30	8.5773	4.4461
แบบระบบ	97	30	9.9276	4.3643
แบบการแปลงรูป	97	30	15.7732	7.0156
แบบการประยุกต์	97	30	9.1134	5.1314

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๑ แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีค่าตั้งแต่ 8.5773 ถึง 17.0722 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่า เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่ายมากที่สุด ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยากมากที่สุด เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะเห็นว่ามีค่าตั้งแต่ 4.3643 ถึง 7.0156 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด แสดงว่า สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำได้ดีกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด แสดงว่า สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำได้ดีที่สุด

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ค.101

เมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ไปทดสอบ
กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 : ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ ค.101 จำแนกตามกลุ่มรวม เพศ และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์

กลุ่มนักเรียน	คณิต ค.101			
	N	K	$\bar{X}$	S
กลุ่มรวม	381	30	12.3675	5.0826
ชาย	252	30	13.0198	5.6353
หญิง	129	30	11.0930	3.4561
ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์สูง	91	30	19.7802	3.1581
ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ต่ำ	97	30	6.8557	1.4141

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 10 แสดงว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนทุกกลุ่ม ค่า
คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีค่าตั้งแต่
6.8557 ถึง 19.7802 ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์สูงมีค่าสูงสุด และค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ต่ำมีค่าต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเมื่อศึกษา
กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของ
คะแนนเต็ม นอกนั้นมีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ค่อนข้างยาก

ค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนนิเทศศาสตร์ ค.101 เมื่อศึกษากับนักเรียนทุกกลุ่มมีพิสัยตั้งแต่ 1.4141 ถึง 5.8353 โดยค่าความ เบี่ยงเบน มาตรฐานของแบบทดสอบ เมื่อศึกษากับนักเรียนชายมีค่าสูงสุด แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการ เรียนนิเทศศาสตร์สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนชายได้ดีกว่านักเรียน กลุ่มอื่น ๆ ส่วนค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ เมื่อศึกษากับนักศึกษาที่มีระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนนิเทศศาสตร์ต่ำมีค่าต่ำสุด แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนนิเทศศาสตร์ ค.101 สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนที่มีระดับผล สัมฤทธิ์ทางการ เรียนนิเทศศาสตร์ต่ำได้ดีที่สุด

ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทาง สัญลักษณ์ทั้งหกฉบับและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนนิเทศศาสตร์ ค.101

ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทาง สัญลักษณ์ทั้งหกฉบับและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนนิเทศศาสตร์ ค.101 คำนวณ โดยใช้สูตร คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR - 20) ซึ่งผลของค่าความเชื่อมั่นได้ ศึกษาจากข้อมูลของนักเรียนกลุ่มรวม จำนวน 381 คน ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทาง
สัญลักษณ์ทั้งหกฉบับและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101

แบบทดสอบ	r_{tt}
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย	.8228**
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก	.8922**
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์	.8220**
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ	.8071**
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป	.9109**
แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์	.8981**
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101	.7434**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีค่าความเชื่อมั่นคิยตั้งแต่ .8071 ถึง .9109 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อมั่นได้ทุกค่า โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีค่าสูงสุด ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าต่ำสุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีค่าความเชื่อมั่น .7434 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อมั่นได้เช่นกัน

2.2 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ

การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงประเภท ความเที่ยงตรง

เชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เพื่อตรวจสอบว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับ สามารถวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบนั้น ๆ ได้หรือไม่ การตรวจสอบใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ซึ่งพิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรก (First Factor Loading) ก่อนหมุนแกน ศึกษาจากข้อมูลของนักเรียนกลุ่มรวมจำนวน 381 คน ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (r_{tc})
แบบหน่วย	.6183 ✓
แบบจำพวก	.6350
แบบความสัมพันธ์	.8429 ✓
แบบระบบ	.7449
แบบการแปลงรูป	.6633
แบบการประยุกต์	.7217

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่า เมื่อได้วิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกก่อนหมุนแกน เป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ .6183 ถึง .8429 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีน้ำหนักองค์ประกอบต่ำสุด แสดงว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุดและแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำสุด

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสถิติของทั้งหกฉบับ

การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสถิติของทั้งหกฉบับ เพื่อรู้ว่า แบบทดสอบดังกล่าววัดองค์ประกอบร่วมกันกี่องค์ประกอบหรือแต่ละองค์ประกอบจะประกอบด้วยแบบทดสอบฉบับใดบ้าง และแบบทดสอบแต่ละฉบับแบ่งความแปรปรวน (Share Variance) ให้แก่องค์ประกอบต่าง ๆ เท่าใด โดยอาศัยข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มรวมจำนวน 361 คน ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.1 การประมาณค่าคอมมูนาลิตี (Estimate Communalities) ค่าไอเกนแวลู (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม

ค่าคอมมูนาลิตี (Communalities) คือ ค่าความแปรปรวนที่แบบทดสอบแต่ละฉบับแบ่งให้แก่องค์ประกอบ

ค่าไอเกนแวลู (Eigenvalue) คือ ผลรวมกำลังสองขององค์ประกอบร่วมในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อพิจารณาสมมติว่าตัวแปรแต่ละตัววัดองค์ประกอบร่วมกันกี่องค์ประกอบ โดยพิจารณาจากค่าไอเกนแวลู (Eigenvalue) ที่เกิน 1 ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่แท้จริง

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน คือ ค่าความแปรปรวนคิดเป็นร้อยละที่แบบทดสอบทั้งหกฉบับแบ่งให้แก่องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม คือ ค่าความแปรปรวนคิดเป็นร้อยละที่แบบทดสอบทั้งหกฉบับแบ่งสะสมให้แก่องค์ประกอบที่ 1, 2, 3, ... ตามลำดับ

ในการประมาณค่าคอมมูนาลิตีเป็นการดูว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับแบ่งความแปรปรวนให้แก่องค์ประกอบต่าง ๆ ประมาณเท่าใด และเพื่อจะได้ทราบว่า ค่าไอเกนแวลู (Eigenvalue) ขององค์ประกอบใดบ้างที่มีค่าเกิน 1 ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบที่แท้จริง ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ค่าประมาณคอมมูนาลิตี้ (Estimate Communalities) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และค่าความแปรปรวนสะสมของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์	ค่าประมาณคอมมูนาลิตี้	องค์ประกอบ	ค่าไอเกนแวลิว	ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน	ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม
แบบหน่วย	.3665	1	3.4896	58.2	58.2
แบบจำพวก	.3674	2	0.7167	11.9	70.1
แบบความสัมพันธ์	.5698	3	0.6043	10.1	80.2
แบบระบบ	.4883	4	0.4827	8.0	88.2
แบบการแปลงรูป	.3964	5	0.3894	6.5	94.7
แบบการประยุกต์	.4791	6	0.3173	5.8	100.0

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่า ค่าประมาณคอมมูนาลิตี้ (Estimate Communalities) ของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีค่าตั้งแต่ .3665 ถึง .5698 แสดงว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับแบ่งความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบต่าง ๆ 36.65 เปอร์เซ็นต์ ถึง 56.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือนอกนั้นเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) อันเป็นคุณลักษณะเฉพาะตัว

ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) มีค่าตั้งแต่ .3173 ถึง 3.4896 ซึ่งมีค่าเกิน 1 อยู่หนึ่งองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่หนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบที่แท้จริง มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนเท่ากับ 58.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบที่สองถึงองค์ประกอบที่หก มีค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) น้อยกว่า 1 ซึ่งถือว่ามีความน้อยมากตามกฎของไคเซอร์ (Kaiser's rule) จนไม่อาจถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่แท้จริง

3.2 เมตริกองค์ประกอบ (Factor Matrix)

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบโดยวิธีการสกัดหาองค์ประกอบหลักด้วยวิธีทำซ้ำ (Principal Factor with Iteration) ได้เมตริกองค์ประกอบ ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 เมตริกองค์ประกอบโดยวิธีสกัดหาองค์ประกอบหลักด้วยวิธีทำซ้ำ

แบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ 1
แบบหน่วย	.6183
แบบจำพวก	.6350
แบบความสัมพันธ์	.8429
แบบระบบ	.7449
แบบการแปลงรูป	.8633
แบบการประยุกต์	.7217

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ 1 มีพิสัยตั้งแต่ .6183 ถึง .8429 ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่ปรากฏค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ทั้งนี้เนื่องจาก องค์ประกอบดังกล่าวมีค่าไอเกนแวลู (Eigenvalue) ไม่เกิน 1 ดังแสดงในตาราง 13 ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบไม่แท้จริง และถ้าหมุนแกน (Rotation) เพื่อดู ค่าน้ำหนักองค์ประกอบให้เด่นชัดขึ้นก็ไม่เป็นผล ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียว จึงให้ชื่อองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบความสามารถด้านการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์ (Symbolic - Evaluation Abilities)

3.3 ค่าคอมมูนาลิตี (Communality) ค่าไอเกนแวลู (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และ เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ

จากการประมาณค่าคอมมูนาลิตี้ (Estimate Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ดังแสดงในตาราง 13 พบว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียว ต่อมาได้ทำการสกัดหาองค์ประกอบหลักด้วยวิธีทำซ้ำ ได้ค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue)

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และ เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม ของแบบทดสอบ

วัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ หลังจากทำการสกัดองค์ประกอบ

แบบทดสอบวัดการประเมิน ค่าทางสัญลักษณ์	ค่า คอมมูนาลิตี้	องค์ประกอบ	ค่าไอเกน แวลิว	ค่าเปอร์เซ็นต์ ความแปรปรวน	ค่าเปอร์เซ็นต์ ความแปรปรวน สะสม
แบบหน่วย	.3822	1	3.0116	100	100
แบบจำพวก	.4032				
แบบความสัมพันธ์	.7105				
แบบระบบ	.5549				
แบบการแปลงรูป	.4400				
แบบการประยุกต์	.5208				

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า ค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับเปลี่ยนแปลงไปจากตาราง 13 ทั้งนี้ เนื่องจากได้ตัดองค์ประกอบที่สองถึงองค์ประกอบที่หกออกไป เหลือองค์ประกอบที่หนึ่งเท่านั้น จึงทำให้ค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าสูงขึ้น พิสัยตั้งแต่ .3822 ถึง .7105 ซึ่งหมายความว่าแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับแบ่งความแปรปรวนในองค์ประกอบที่หนึ่งตั้งแต่ 38.22 เปอร์เซ็นต์ ถึง 71.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือนอกนั้น เป็นองค์ประกอบ เฉพาะอื่น เป็นคุณลักษณะ เฉพาะตัวของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบ่งความแปรปรวนให้กับองค์ประกอบที่หนึ่งสูงสุด 71.05 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือ วิกฤตการณ์โดยรวม (Common Factor) กับแบบทดสอบฉบับอื่นอีกห้าฉบับ 71.05 เปอร์เซ็นต์ และวิกฤตการณ์เฉพาะตัว 28.95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบ่งความแปรปรวนให้กับองค์ประกอบที่หนึ่งต่ำสุด 38.22 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือ วิกฤตการณ์รวมกับแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ อีกห้าฉบับ 8.22 เปอร์เซ็นต์ และวิกฤตการณ์เฉพาะตัว 61.78 เปอร์เซ็นต์

สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนเท่ากับ 100 และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสมเท่ากับ 100 ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบทั้งหกฉบับต่างแบ่งความแปรปรวนให้องค์ประกอบที่หนึ่งเพียงองค์ประกอบเดียวเท่านั้น

ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์หกฉบับ (ตัวพยากรณ์) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 (ตัวเกณฑ์) ซึ่งแยกวิเคราะห์กับนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลดังตาราง 16-20

ตาราง 16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพหุการณกับตัวพหุการณ ของตัว

พหุการณกับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม จำนวน 381 คน

แบบทดสอบ	ESU	ESC	ESR	ESS	EST	ESI	Ma
ESU	1.0000	.3739	.5177	.4364	.5239	.3868	.4293
ESC		1.0000	.5756	.4579	.4308	.4355	.5660
ESR			1.0000	.6237	.5123	.6238	.6640
ESS				1.0000	.4616	.6062	.5305
EST					1.0000	.4608	.4840
ESI						1.0000	.5877
Ma							1.0000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับมีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ .3739 ถึง .6238 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ .4293 ถึง .6640 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 สูงสุด ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .6640 ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ต่ำสุด ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .4293 จากค่าของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์คล้อยตามกัน

ตาราง 17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวพหุการณกับตัวพหุการณ ของตัวพหุการณ
กับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย จำนวน 252 คน

แบบทดสอบ	ESU	ESC	ESR	ESS	EST	ESI	Ma
ESU	1.0000	** .3881	** .5709	** .4928	** .5639	** .4592	** .5008
ESC		1.0000	** .6115	** .4855	** .4266	** .4764	** .6307
ESR			1.0000	** .6725	** .5762	** .6729	** .6966
ESS				1.0000	** .5036	** .8643	** .5647
EST					1.0000	** .5346	** .5698
ESI						1.0000	** .5925
Ma							1.0000

**

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนชายแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับมีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ .3881 ถึง .6729 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ .5008 ถึง .6966 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .6966 ส่วนแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ต่ำสุดให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .5008

ตาราง 18 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวพหุภาคย์กับตัวพหุภาคย์ ของตัวพหุภาคย์
กับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิงจำนวน 129 คน

แบบทดสอบ	ESU	ESC	ESR	ESS	EST	ESI	Ma
ESU	1.0000	.3495	.4040	.2973	.4182	.2024	.2106
ESC		1.0000	.4721	.3808	.4336	.3218	.3627
ESR			1.0000	.4830	.3180	.4345	.4852
ESS				1.0000	.3436	.4559	.4178
EST					1.0000	.2596	.1658
ESI						1.0000	.5906
Ma							1.0000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 18 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิงแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับมีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับค่าถึงปานกลาง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ .2024 ถึง .4830 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้น ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยกับแบบการประยุกต์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับค่าถึงปานกลาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ .1658 ถึง .5906 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแบบทดสอบวัดการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์มีความสัมพันธ์

กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 สูงสุด ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .5906 ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ต่ำสุดให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .1658

ตาราง 19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์กับตัวพยากรณ์ ของตัวพยากรณ์กับ

ตัว เกณฑ์ เมื่อศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

จำนวน 91 คน

แบบทดสอบ	ESU	ESC	ESR	ESS	EST	ESI	Ma
ESU	1.0000	** .4219	** .5119	** .3089	** .6167	* .1808	** .3941
ESC		1.0000	** .5410	** .3842	** .5011	** .3540	** .5817
ESR			1.0000	** .4170	** .4986	** .4203	** .5699
ESS				1.0000	** .9115	** .3540	** .3279
EST					1.0000	* .2374	** .4459
ESI						1.0000	** .4401
Ma							1.0000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับมีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คี่ตั้งแต่ .1808 ถึง .5410 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยกับแบบการประยุกต์ แบบการแปลงรูปกับแบบการประยุกต์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทาง

สัญลักษณ์แต่ละฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวกอยู่ในระดับปานกลาง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ .3279 ถึง .5817 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ซึ่งแบบทดสอบวัดการประ เปรินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวกมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 สูงสุด ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .5817 ส่วนแบบทดสอบวัดการประ เปรินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ต่ำสุด ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .3279

ตาราง 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์กับตัวพยากรณ์ ของตัวพยากรณ์กับตัวเกณฑ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 97 คน

แบบทดสอบ	ESU	ESC	ESR	ESS	EST	ESI	Ma
ESU	1.0000	* .2103	** .3179	** .3318	** .4378	** .2598	-.0582
ESC		1.0000	** .4441	** .3491	** .3826	* .2070	-.1348
ESR			1.0000	** .5310	** .2410	** .3354	.0088
ESS				1.0000	** .3121	** .4878	.0728
EST					1.0000	** .2637	.0317
ESI						1.0000	.0410
Ma							1.0000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 20 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ แบบทดสอบวัดการประ เปรินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับมีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ที่น้อยตั้งแต่ .2070 - .5310 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยกับแบบจำพวก แบบจำพวกกับแบบการประยุกต์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทั้งทางบวกและทางลบ อยู่ในระดับต่ำ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight)

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (Correlation of Determination) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ (Standard error of Multiple Estimate) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (Constant) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ซึ่งใช้เป็นตัวพยากรณ์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นตัวเกณฑ์

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (Beta Weight) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าน้ำหนักของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มากน้อยเพียงใด

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) เป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 และถ้ายกกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ก็เป็นสัมประสิทธิ์ของการทำนายหรือพยากรณ์ (Coefficient of Determination) ซึ่ง เป็นค่าที่แสดงถึงสัดส่วนของความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับร่วมกัน

ในการศึกษาค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาได้แยกวิเคราะห์กับนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ผลการศึกษาดังตาราง 21 - 25

ตาราง 21 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ (S.E._{est}) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มรวม จำนวน 381 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบหน่วย (ESU)	.0352	0.6400	6	.0313
แบบจำพวก (ESC)	.2210	25.1480**	2	.1546
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.3065	31.3770**	1	.2603
แบบระบบ (ESS)	.0509	1.0790	5	.0446
แบบการแปลงรูป (EST)	.0912	4.0840*	4	.0615
แบบการประยุกต์ (ESI)	.2142	19.4710**	3	.1445
R	.7359	F = 73.9878**		
R^2	.5407			
S.E. _{est}	±3.4720			
a	1.7611			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .5

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เป็นบวกทุกค่า หักตั้งตั้งแต่ .0352 ถึง .3065 ซึ่งแบบทดสอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย อันดับ 1 , 2 , 3 คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบจำพวก แบบการประยุกต์ ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบระบบ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างไรมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีค่าเท่ากับ .7353 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ที่สูงอย่างเชื่อมั่นได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เท่ากับ .5407 นั่นคือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับสามารถทำนายหรือพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้ 54.07 เปอร์เซ็นต์ และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ± 3.4720

เนื่องด้วยค่าสหสัมพันธ์พหุคูณที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สามารถสร้างสมการพยากรณ์เพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .0313X_{ESU} + .1546X_{ESC} + .2603X_{ESR} + .0446X_{ESS} + .0615X_{EST} + .1445X_{ESI} + 1.7611$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .0352Z_{ESU} + .2210Z_{ESC} + .3065Z_{ESR} + .0509Z_{ESS} + .0912Z_{EST} + .2142Z_{ESI}$$

ตาราง 22 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ของนักเรียนชายจำนวน 252 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบหน่วย (ESU)	.0582	1.1990	5	.0540
แบบจำพวก (ESC)	.2860	30.2820*	1	.2186
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.2815	16.7620*	2	.2514
แบบระบบ (ESS)	.0426	0.4980	6	.0401
แบบการแปลงรูป (EST)	.1653	9.1960*	3	.1173
แบบการประยุกต์ (ESI)	.1234	4.1460*	4	.0893
R	.7727	F = 60.4918**		
R^2	.5970			
$S.E._{est}$	±3.6209			
a	.2994			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 22 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เป็นบวกทุกค่า มีพิสัยตั้งแต่ .0426 ถึง .2860 ซึ่งแบบทดสอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เรียงความลำดับจากมากไปหาน้อย อันดับ 1 , 2 , 3 คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบการแปลงรูป ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่า

ทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบระบบ ส่งผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่าง
 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการ
 ประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101
 มีค่าเท่ากับ .7727 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทาง
 สัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101
 โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ .5970 หรือ 59.70 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความคลาด
 เคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ± 3.6209

ส่วนสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ในรูปคะแนน
 ดิบ และคะแนนมาตรฐาน เป็นดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .0540X_{ESU} + .2186X_{ESC} + .2514X_{ESR} + .0401X_{ESS} + .1173X_{EST} + .0893X_{ESI} + .2994$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .0592Z_{ESU} + .2060Z_{ESC} + .2815Z_{ESR} + .0426Z_{ESS} + .1653Z_{EST} + .1234Z_{ESI}$$

ตารางที่ 23 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนหญิงจำนวน 129 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบหน่วย (ESU)	.0112	0.0200	5	.0077
แบบจำพวก (ESC)	.1421	2.8750	3	.0703
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.1861	4.2350*	2	.1304
แบบระบบ (ESS)	.1120	1.7710	4	.0719
แบบการแปลงรูป (EST)	-.1098	1.8230	6	-.0571
แบบการประยุกต์ (ESI)	.4300	27.3290**	1	.2132
R	.6537	F = 15.1744**		
R^2	.4273			
$S.E._{est}$	± 2.6789			
a	5.5751			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 23 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เป็นบวกเกือบทุกค่า พิสัยตั้งแต่ -.1098 ถึง .4300 ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป มีค่าเป็นลบ จากการพิจารณาแบบทดสอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ค.101 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีเพียงฉบับเดียว คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ รองลงมาแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นส่งผลอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าสหสัมพันธ์ทุกตัวของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีค่า .6537 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแบบทดสอบทั้งหกฉบับสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ .4273 หรือ 42.73 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณเท่ากับ ± 2.6789

ส่วนสมการ เพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ในรูปคะแนนดิบและในรูปคะแนนมาตรฐาน เป็นดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .0077X_{ESU} + .0703X_{ESC} + .1304X_{ESR} + .0719X_{ESS} - .0571X_{EST} + .2132X_{ESI} + 5.5751$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .0112Z_{ESU} + .1421Z_{ESC} + .1861Z_{ESR} + .1120Z_{ESS} - .1098Z_{EST} + .4300Z_{ESI}$$

ตาราง 24 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูง จำนวน 91 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบหน่วย (ESU)	.0429	0.1620	5	.0262
แบบจำพวก (ESC)	.3154	9.4910**	1	.1572
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.2541	5.4190*	2	.1514
แบบระบบ (ESS)	-.0100	0.0120	6	-.0061
แบบการแปลงรูป (EST)	.0904	0.6910	4	.0473
แบบการประยุกต์ (ESI)	.1650	4.6400*	3	.0994
R	.6844	F = 12.9345**		
R^2	.4684			
$S.E._{est}$	±2.3834			
a	9.5177			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 24 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เป็นบวกเกือบทุกค่าทั้งสิ้นตั้งแต่ -.0100 ถึง .3154 ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ของแบบทดสอบ

วัดการประ เปรินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าเป็นลบ จากการพิจารณาแบบทดสอบวัดการ
 ประ เปรินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวกส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101
 สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รองลงมาแบบทดสอบวัดการประ เปรินค่าทาง
 สัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุक्त ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นส่งผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน
 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดการประ เปรินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีค่า .6844 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่ง
 แบบทดสอบทั้งหกฉบับสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 โดย
 ให้สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ .4684 หรือ 46.84 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อน
 มาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณมีค่า ± 2.3834

ส่วนสมการ เพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ในรูป
 คะแนนดิบและในรูปคะแนนมาตรฐาน เป็นดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .0262X_{ESU} + .1572X_{ESC} + .1514X_{ESR} - .0081X_{ESS} + .0473X_{EST} + \\ .0994X_{ESI} + 9.5177$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .0429Z_{ESU} + .3154Z_{ESC} + .2541Z_{ESR} - .0100Z_{ESS} + .0904Z_{EST} + \\ .1960Z_{ESI}$$

ตาราง 25 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 97 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบหน่วย (ESU)	-.1178	0.9700	5	-0.0299
แบบจำพวก (ESC)	-.1765	2.2860	6	-0.0421
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.0302	0.0540	3	0.0096
แบบระบบ (ESS)	.1186	0.7830	1	0.0384
แบบการแปลงรูป (EST)	.0892	0.7100	2	0.0200
แบบการประยุกต์ (ESI)	.0164	0.0190	4	0.0045
R	.2196	F = .7603		
R^2	.0482			
$S.E._{est}$	± 1.4249			
a	7.0851			

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 25 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เป็นบวกเกือบทุกค่าพิสัยตั้งแต่ -.1765 ถึง .1186 ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ของ

แบบทดสอบวัดการประ เหมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวก มีค่าเป็นลบ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ทั้งบวกและลบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า แบบทดสอบวัดการประ เหมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทุกฉบับส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดการประ เหมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหมดฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีค่า .2196 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแบบทดสอบทั้งหมดฉบับสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้เพียง 4.82 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าเป็นสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่ต่ำมาก และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณมีค่า ± 1.4249

เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์พหุคูณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่สามารถสร้างสมการเพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้

4.3 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101

ในการสร้างสมการพยากรณ์ ต้องพยายามเลือกเอาแต่ตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อตัวเกณฑ์สูง การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการเลือกตัวพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบเพิ่มตัวแปรเป็นขั้น ๆ (Stepwise Multiple Regression Analysis) แบบฟอร์เวิร์ดอินคลูชัน (Forward Inclusion) โดยการเลือกตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์สูงสุดมาวิเคราะห์ก่อน แล้วเลือกตัวพยากรณ์ที่มีค่าความสัมพันธ์บางส่วน (Partial Correlation Coefficient) สูงสุดของตัวพยากรณ์ที่เหลือเพิ่มเข้าไปที่ละตัวตามลำดับ จากนั้นจึงทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของการเพิ่มความแปรปรวน อันเป็นผลจากการเพิ่มตัวพยากรณ์เข้าไปครั้งละหนึ่งตัวในแต่ละขั้นจนครบทุกตัว โดยการหาความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือพยากรณ์ที่เปลี่ยนไป แล้วทดสอบค่าเอฟ (F-test) ในการศึกษานี้ได้แยกศึกษาตามนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง สำหรับการค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไม่จำเป็นต้องศึกษาเพราะจากผลการวิเคราะห์ตาราง 25 ไม่มีตัวพยากรณ์ใด ๆ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการศึกษาดังตาราง

ตาราง 26 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ค.101 ของนักเรียนกลุ่มรวม จำนวน 381 คน

ตัวพยากรณ์						R	R ²	R ² Change	F
-	-	ESR	-	-	-	.6640	.4409	.4409	
-	ESC	ESR	-	-	-	.7010	.4914	.0505	37.5324**
-	ESC	ESR	-	-	ESI	.7282	.5303	.0389	31.2227**
-	ESC	ESR	-	EST	ESI	.7338	.5384	.0081	6.5979*
-	ESC	ESR	ESS	EST	ESI	.7348	.5399	.0015	1.2226
ESU	ESC	ESR	ESS	EST	EST	.7353	.5407	.0008	0.6514

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 26 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบ ความสัมพันธ์ (ESR) เป็นตัวพยากรณ์มีค่า .4409 เมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทาง สัญลักษณ์แบบจำพวก (ESC) เข้าไป ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มเป็น .4914 ซึ่งเป็น ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นจากเดิมอีก .0505 ทดสอบแล้ว พบความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อมาเมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ แบบการประยุกต์ (ESI) เข้าไป พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มเป็น .5303 ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อมาเมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ แบบการแปลงรูป (EST) เข้าไป ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็น .5384 ทดสอบ ความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้วพบความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ (ESS) เข้าไปทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้น พบว่ามี

ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ กลุ่มตัวพยากรณ์ ESR ESC ESI EST
ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ไม่แตกต่างไปจากกลุ่มตัวพยากรณ์ ESR ESC ESI EST ESS
ดังนั้น กลุ่มตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือกลุ่มตัวพยากรณ์ ESR ESC ESI EST

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้สรุปได้ว่า ตัวพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนกลุ่มรวม คือ แบบทดสอบวัดการ
ประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบจำพวก แบบการประยุกต์ และแบบการแปลงรูป
ส่วนการสร้างสมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ค.101 โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี อาศัยค่าสถิติต่าง ๆ จากตาราง 27

ตาราง 27 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์
ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$)
ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนกลุ่มรวม จำนวน 381 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่า ทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบจำพวก (ESC)	.2270	26.8300**	3	.1588
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.3333	42.5100**	1	.2830
แบบการแปลงรูป (EST)	.1090	6.6110*	4	.0735
แบบการประยุกต์ (ESI)	.2312	25.2500**	2	.1559
R	.7338	F = 109.6355**		
R^2	.5384			
$S.E._{est}$	±3.4716			
a	2.2033			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 27 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ที่มีพิสัยตั้งแต่ .1090 ถึง .3333 แบบทดสอบวัดการประ เเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบควาย สัมพันธ์ แบบการประยุกต์ แบบจำพวก ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบวัดการประ เเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบ การแปลงรูปส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ที่ดีกับตัวเกณฑ์มีค่า .7338 มีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแบบทดสอบวัดการประ เเมินค่าทางสัญลักษณ์ที่เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีสามารถ พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้ 53.84 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ± 3.4716 ส่วนสมการพยากรณ์สำหรับ พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .1588X_{ESC} + .2030X_{ESR} + .0735X_{EST} + .1559X_{ESI} + 2.2033$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .2270Z_{ESC} + .3333Z_{ESR} + .1090Z_{EST} + .2312Z_{ESI}$$

ตาราง 28 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ค.101 ของนักเรียนชาย จำนวน 252 คน

ตัวพยากรณ์						R	R ²	R ² Change	F
-	-	ESR	-	-	-	.6988	.4852	.4852	
-	ESC	ESR	-	-	-	.7431	.5522	.0670	37.2555**
-	ESC	ESR	-	EST	-	.7640	.5837	.0315	18.7853**
-	ESC	ESR	-	EST	ESI	.7706	.5939	.0102	6.2039*
ESU	ESC	ESR	-	EST	ESI	.7721	.5962	.0023	1.4012
ESU	ESC	ESR	ESS	EST	ESI	.7727	.5970	.0008	0.4864

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 28 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (ESR) เป็นตัวพยากรณ์มีค่า .4852 เมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก (ESC) เข้าไป ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็น .5522 เมื่อทดสอบแล้ว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อมาเมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (EST) เข้าไปพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็น .5837 ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้วพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อมาเมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (ESI) เข้าไป พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็น .5939 ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย (ESU) เข้าไป ทดสอบความแตกต่างของค่า

สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ กลุ่มตัวพยากรณ์ ESR ESC EST ESI ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ไม่แตกต่างไปจาก กลุ่มตัวพยากรณ์ ESR ESC EST ESI ESU ดังนั้นกลุ่มตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ ESR ESC EST ESI

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้สรุปได้ว่า ตัวพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนชาย คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ แบบความสัมพันธ์ แบบจำพวก แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์

ส่วนการสร้างสมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี อาศัยค่าสถิติต่าง ๆ จากตาราง 29

ตาราง 29 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนชาย จำนวน 252 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบจำพวก (ESC)	.2900	31.3750**	2	.2217
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.3155	24.4330**	1	.2818
แบบการแปลงรูป (EST)	.1889	13.5240**	3	.1340
แบบการประยุกต์ (ESI)	.1411	6.1840*	4	.1020
R	.7706	F = 90.3012**		
R^2	.5339			
$S.E._{est}$	±3.6202			
a	.9199			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 29 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัว
พยากรณ์ที่ดีมีค่าตั้งแต่ .1411 ถึง .3155 ซึ่งแบบทดสอบวัดการประเมิณค่าทางสถิติแบบ
แบบความสัมพันธ์ แบบจำพวก แบบการแปลงรูป ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมิณค่า
ทางสถิติแบบการประยุกต์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ที่ดีกับตัว เกณฑ์มีค่า
.7706 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแบบทดสอบวัดการประเมิณค่าทางสถิติที่เป็น
ตัวพยากรณ์ที่ดีสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้ 59.39
เปอร์เซนต์ และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ± 3.6202 ส่วน
สมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .2217X_{ESC} + .2818X_{ESR} + .1340X_{EST} + .1020X_{ESI} + .9199$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .2900Z_{ESC} + .3155Z_{ESR} + .1889Z_{EST} + .1411Z_{ESI}$$

ตาราง 30 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ค.101 ของนักเรียนหญิง จำนวน 129 คน

ตัวพยากรณ์	R	R ²	R ² Change	F
- - - - ESI	.5906	.3489	.3489	
- - ESR - - ESI	.6330	.4006	.0517	10.8679**
- ESC ESR - - ESI	.6422	.4124	.0118	2.5102
- ESC ESR - EST ESI	.6472	.4188	.0064	1.3855
- ESC ESR ESS EST ESI	.6537	.4273	.0085	1.8256
ESU ESC ESR ESS EST ESI	.6537	.4274	.0001	0.0213

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 30 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุคต์ (ESI) เป็นตัวพยากรณ์มีค่า .3489 เมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (ESR) เข้าไป ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็น .4006 ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อมาเมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก (ESC) เข้าไป ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ กลุ่มตัวพยากรณ์ ESI ESR ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ไม่แตกต่างไปจากกลุ่มตัวพยากรณ์ ESI ESR ESC ดังนั้นกลุ่มพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ กลุ่มพยากรณ์ ESI ESR

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้สรุปได้ว่า ตัวพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนหญิง คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุคต์ และแบบความสัมพันธ์

ส่วนการสร้างสมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด อาศัยค่าสถิติจากตาราง 31

ตาราง 31 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนหญิงจำนวน 129 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.2601	10.8830**	2	.1822
แบบการประยุกต์ (ESI)	.4646	34.7250**	1	.2303
R	.6330	F = 42.1100**		
R^2	.4006			
$S.E._{est}$	± 2.6968			
a	5.9051			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 31 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ แบบความสัมพันธ์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ .4646 , .2601 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ที่ดีกับเกณฑ์มีค่า .6330 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์และแบบความสัมพันธ์สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้ 40.06 เปอร์เซนต์ และ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ± 2.6968 ส่วนสมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .1822X_{ESR} + .2303X_{ESI} + 5.9051$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .2601Z_{ESR} + .4646Z_{ESI}$$

ตาราง 32 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ค.101 ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จำนวน 91 คน

ตัวพยากรณ์	R	R ²	R ² Change	F
- ESC - - -	.5818	.3364	.3364	
- ESC ESR - - -	.6561	.4305	.0921	14.2314**
- ESC ESR - - ESI	.6777	.4592	.0287	4.6170*
- ESC ESR - EST ESI	.6836	.4673	.0081	1.3077
ESU ESC ESR - EST ESI	.6843	.4683	.0010	0.1599
ESU ESC ESR ESS EST ESI	.6844	.4684	.0001	0.0158

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 32 แสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ เมื่อใช้เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก (ESC) เป็นตัวพยากรณ์ มีค่า .3364 เมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (ESR) เข้าไป ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็น .4305 ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อมาเมื่อเพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (ESI)

เข้าไปทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็น .4592 ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อมา เมื่อ เพิ่มแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (ESP) เข้าไปทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ กลุ่มตัวพยากรณ์ ESC ESR ESI ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ไม่แตกต่างไปจากกลุ่มตัวพยากรณ์ ESC ESR ESI EST ดังนั้นกลุ่มตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ ESC ESR ESI

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้สรุปได้ว่า ตัวพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ และแบบการประยุกต์

ส่วนการสร้างสมการสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี อาศัยค่าสถิติจากตาราง 33

ตาราง 33 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ (S.E. _{est}) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูง จำนวน 91 คน

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (ตัวพยากรณ์)	β	F	อันดับ	b
แบบจำพวก (ESC)	.3527	13.7650**	1	.1757
แบบความสัมพันธ์ (ESR)	.2996	9.3470**	2	.1785
แบบการประยุกต์ (ESI)	.1894	4.6180*	3	.0960
R	.6777	F = 24.6267**		
R^2	.4592			
S.E. _{est}	±2.3621			
a	10.3367			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 33 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ที่ดีมีค่าตั้งแต่ .1894 ถึง .3527 ซึ่งแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวกแบบความสัมพันธ์ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ที่ดีกับตัว เกณฑ์มีค่า .6777 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้ 45.92 เปอร์เซนต์ และค่าความคลาดเคลื่อน
มาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ± 2.3621 ส่วนสมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .1757X_{ESC} + .1785X_{ESR} + .0960X_{ESI} + 10.3367$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .3527Z_{ESC} + .2996Z_{ESR} + .1894Z_{ESI}$$

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ทั้งหกแบบ (แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปดรูป และแบบการประยุกต์) ว่าองค์ประกอบที่องค์ประกอบ
2. เพื่อศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ แบบใดเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม
3. เพื่อศึกษาสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ แบบใดเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิง
4. เพื่อศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ แบบใดเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ
5. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสงขลา จำนวน 663 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) มีหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เป็นห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบสองประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยอาศัยแบบจำลองจุลภาค ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด มีจำนวนทกฉบับดังนี้

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย
2. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก
3. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

ดังนี้

4. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ
5. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป

ดังนี้

6. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์

ดังนี้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ฉบับที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้ามียี่ขั้นตอนดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ ติดต่อขอความร่วมมือในการนำเครื่องมือหรือแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการสอบรวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงแนวการปฏิบัติในการดำเนินการสอบจนเข้าใจเป็นอย่างดี

2. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้าน

การประเมินค่าทางสัญลักษณ์จำนวนหกฉบับ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวนหนึ่งฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยสอบโรงเรียนละ 2 ครั้งดังนี้

ครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ฉบับที่ 1 ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ทาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ
2. ทาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
3. ทาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ
4. วิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อหาจำนวนองค์ประกอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
5. ทาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวพยากรณ์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวเกณฑ์
6. ทาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
7. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าคะแนนเฉลี่ยพิสัยตั้งแต่ 12.9528 ถึง 19.8661 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 5.7267 ถึง 7.5365

เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าคะแนนเฉลี่ยพิสัยตั้งแต่ 13.6111 ถึง 19.9762 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 5.9827 ถึง 7.9410

เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าคะแนนเฉลี่ยพิสัยตั้งแต่ 11.3411 ถึง 19.9380 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 4.9331 ถึง 6.9854

เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 17.9890 ถึง 25.0330 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีพิสัยตั้งแต่ 5.1586 ถึง 6.3375

เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีค่าคะแนนเฉลี่ยพิสัยตั้งแต่ 8.5773 ถึง 17.0722 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าคะแนน

เฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งหมดนี้มีค่าตั้งแต่ 4.3643 ถึง 7.0156

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8228, .8922, .8220, .8071, .9109 และ .8981 ตามลำดับ

3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดนี้ เมื่อหาจากวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกก่อนหมุนแกน ซึ่งถือว่าเป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเท่ากับ .6183, .6350, .8429, .7449, .6633 และ .7217 ตามลำดับ

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดนี้ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดนี้ วัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียว คือ องค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (Symbolic -- Evaluation Abilities) และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดนี้วัดองค์ประกอบร่วมกันประมาณ 36 เปอร์เซ็นต์ ถึง 71 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นการวัดองค์ประกอบเฉพาะหรือคุณลักษณะเฉพาะตัวของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ประมาณ 29 เปอร์เซ็นต์ ถึง 62 เปอร์เซ็นต์

5. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ปรากฏว่า

5.1 เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวก ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .4293 ถึง .6640 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 สูงสุด

5.2 เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวกให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สี่ยตั้งแต่ .5008 ถึง .6968 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 สูงสุด

5.3 เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวกให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สี่ยตั้งแต่ .1658 ถึง .5906 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้น ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 สูงสุด

5.4 เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวก ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สี่ยตั้งแต่ .3279 ถึง .5817 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบง่าพวกมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 สูงสุด

5.5 เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทั้งทางบวกและทางลบ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6. ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับ (ตัวพยากรณ์) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เป็นเกณฑ์ ผลปรากฏว่า

6.1 เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้งหมดกับตัวเกณฑ์มีค่า .7353 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ทั้งหมดสามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ 54.07 เปอร์เซ็นต์ ได้สมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .0313X_{ESU} + .1546X_{ESC} + .2603X_{ESR} + .0446X_{ESS} + .0615X_{EST} + .1445X_{ESI} + 1.7611$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .0352Z_{ESU} + .2210Z_{ESC} + .3065Z_{ESR} + .0509Z_{ESS} + .0912Z_{EST} + .2142Z_{ESI}$$

6.2 เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้งหมดกับตัวเกณฑ์มีค่า .7727 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ทั้งหมดสามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ 59.70 เปอร์เซ็นต์ ได้สมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .0540X_{ESU} + .2186X_{ESC} + .2514X_{ESR} + .0401X_{ESS} + .1179X_{EST} + .0893X_{ESI} + .2994$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .0582Z_{ESU} + .2060Z_{ESC} + .2615Z_{ESR} + .0426Z_{ESS} + .1653Z_{EST} + .1234Z_{ESI}$$

6.3 เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้งหมดกับตัวเกณฑ์มีค่า .6537 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ทั้งหมดสามารถ

พยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ 42.73 เปอร์เซนต์ ได้สมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .0077X_{ESU} + .0703X_{ESC} + .1304X_{ESR} + .0719X_{ESS} + .0571X_{EST} + .2132X_{ESI} + 5.5751$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .0112Z_{ESU} + .1421Z_{ESC} + .1961Z_{ESR} + .1120Z_{ESS} - .1098Z_{EST} + .4300Z_{ESI}$$

6.4 เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้งหมดกับตัวเกณฑ์มีค่า .6844 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ทั้งหมดสามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ 46.84 เปอร์เซนต์ ได้สมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .0262X_{ESU} + .1572X_{ESC} + .1514X_{ESR} - .0061X_{ESS} + .0473X_{EST} + .0994X_{ESI} + 9.5177$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .0429Z_{ESU} + .3154Z_{ESC} + .2541Z_{ESR} - .0100Z_{ESS} + .0904Z_{EST} + .1960Z_{ESI}$$

เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้งหมดกับตัวเกณฑ์มีค่า .2196 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงไม่สามารถสร้างสมการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้

7. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ค.101 ผลปรากฏว่า

7.1 เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม พบว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบบการประยุกต์ แบบจำพวก และแบบการแปลงรูป เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ที่ดีทั้งสี่กับตัวเกณฑ์มีค่า .7938 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ที่ดีทั้งสี่สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ 53.84 เปอร์เซ็นต์ ได้สมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{Ma} = .158eX_{ESC} + .2830X_{ESR} + .0735X_{EST} + .1559X_{ESI} + 2.2033$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .2270Z_{ESC} + .3333Z_{ESR} + .1090Z_{EST} + .2312Z_{ESI}$$

7.2 เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย พบว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบจำพวก แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ที่ดีทั้งสี่กับตัวเกณฑ์มีค่า .7706 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ที่ดีทั้งสี่สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ 53.39 เปอร์เซ็นต์ ได้สมการพยากรณ์ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y}_{Ma} = .2217X_{ESC} + .2818X_{ESR} + .1340X_{EST} + .1020X_{ESI} + .9199$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z}_{Ma} = .2900Z_{ESC} + .3155Z_{ESR} + .1889Z_{EST} + .1411Z_{ESI}$$

7.3 เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ แบบความสัมพันธ์ เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ที่ดีทั้งสองกับตัวเกณฑ์มีค่า .6330 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ที่ดีทั้งสอง

สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ 40.06 เปอร์เซนต์ ได้สมการพยากรณ์ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$Y_{Ma} = .1822X_{ESR} + .2303X_{EST} + 5.8051$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z_{Ma} = .2601Z_{ESR} + .4646Z_{EST}$$

7.4 เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง พบว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุกต์ เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์หาคูณของตัวพยากรณ์ที่ดีทั้งสองกับตัวเกณฑ์มีค่า .6777 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ที่ดีทั้งสามสามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ 45.92 เปอร์เซนต์ ได้สมการพยากรณ์ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$Y_{Ma} = .1757X_{ESC} + .1785X_{ESR} + .0960X_{ESI} + 10.3367$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$Z_{Ma} = .3527Z_{ESC} + .2996Z_{ESR} + .1894Z_{ESI}$$

อภิปรายผล

1. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหมดฉบับนี้คือตั้งแต่ .8071 ถึง .9109 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่มีค่าสูงอย่างเชื่อมั่นได้ทุกฉบับ การศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครั้งนี้ได้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาของดันแฮม กิลฟอร์ด และโฮฟเนอร์ (Dunham, Guilford and Hoepfner 1969 : 624) พบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย เนื้อหาสัญลักษณ์ ผลการคิดแบบหน่วย แบบจำพวก มีค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย .54 ถึง .83 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สตาพร ทัพพะกุล (สตาพร ทัพพะกุล 2518 : 55-57) ที่ศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทาง

สัญลักษณ์ใช้วิธีการคิดห้าด้าน (การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดต่อเนื่อง การคิดเอกลักษ์ การประเมินค่า) มีความเชื่อมั่นหิสัยตั้งแต่ .6357 ถึง .8547 และผลการศึกษาของ ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม 2524 : 80) ที่ศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดการคิดเอกลักษ์ทางสัญลักษณ์ผลการคิดหกแบบ (แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์) มีค่าความเชื่อมั่นหิสัยตั้งแต่ .6573 ถึง .8697 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพด้านความเชื่อมั่นสูงอย่างเชื่อมั่นได้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

2. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ได้สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด โดยยึดผลการคิดหกแบบเป็นหลักในการสร้าง ดังนั้นแบบทดสอบทั้งหกฉบับควรมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หรือความเที่ยงตรงตามทฤษฎี ซึ่งแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจะต้องสามารถวัดได้ตามลักษณะหรือตามทฤษฎีของโครงสร้างนั้น (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 179) ในการวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ซึ่งเป็นวิธีการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่ตรงประเด็นมากที่สุด เป็นเทคนิคที่ละเอียดสำหรับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของพฤติกรรมต่าง ๆ (Anastasi. 1982 : 145-146) จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบได้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกก่อนหมุนแกน ถือว่าเป็นความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับหิสัยตั้งแต่ .6183 ถึง .8429 ค่านี้จะชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับกับองค์ประกอบแรกว่ามีมากน้อยเพียงใด จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกสูงทุกค่า ทำให้น้ำหนักองค์ประกอบอื่นมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยมากจนไม่ถือว่าเป็นองค์ประกอบ จากค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างดังกล่าว จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทุกฉบับมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงอย่างเชื่อมั่นได้ทุกฉบับ โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้

สอดคล้องกับ บุญเชิด ภิญโญนนีตพงษ์ (บุญเชิด ภิญโญนนีตพงษ์ 2517 : 95) ที่พบว่า แบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางภาษา ผลการคิดทบทวน ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบมีพิสัยตั้งแต่ .6174 ถึง .6896 โดยแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบความสัมพันธ์มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม 2524 : 64) ที่พบว่า แบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ผลการคิดทบทวน ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบมีพิสัยตั้งแต่ .4810 ถึง .7885 โดยแบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุดเช่นกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทดลอง เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงอย่างเชื่อมั่นได้ทุกฉบับซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งทดลอง เป็นปรากฏว่า แบบทดสอบทั้งทดลองวัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียว ไม่ตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบทั้งทดลองวัดสมรรถภาพสมองร่วมกันสูง หรือกล่าวได้ว่า สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ตามผลการคิด (Products) ทบทวน คือ แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ ซึ่งหน่วยเป็นผลการคิดขั้นพื้นฐานต่ำสุด และการประยุกต์เป็นผลการคิดที่ต้องอาศัยผลการคิดแบบหน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูปเป็นพื้นฐาน นอกจากนี้เนื้อหา (Contents) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นสัญลักษณ์ ประกอบด้วยตัวเลขและตัวอักษร เป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะบางประการสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ (สภาพัททะกุล 2516 : 3) ที่จะต้องใช้สมรรถภาพสมองอย่างต่อเนื่องจากง่ายไปสู่สมรรถภาพสมองที่ซับซ้อน ดังนั้น ถ้านักเรียนได้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับใดฉบับหนึ่งสูงก็จะได้คะแนนจากฉบับอื่น ๆ สูงด้วย หรือในทางตรงกันข้ามถ้านักเรียนได้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับใดฉบับหนึ่งต่ำก็จะได้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ต่ำด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้แบบทดสอบทั้งทดลองวัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียว คือ องค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ (Symbolic - Evaluation Abilities)

ได้ผล เช่นเดียวกับผลงานวิจัยของจิราภรณ์ ทัพย์รัตน์ (จิราภรณ์ ทัพย์รัตน์ 2518 : 58) ที่วิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาทกฉบับ ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม 2524 : 67) ที่วิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทกฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบดังกล่าววัดองค์ประกอบร่วมกันเพียง องค์ประกอบเดียว และเมื่อพิจารณาค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ของแบบทดสอบแต่ละ ฉบับซึ่ง เป็นค่าที่แบบทดสอบวัดองค์ประกอบร่วมกับแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ จะเห็นว่าแบบทดสอบ วัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) สูงสุด และแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ต่ำสุด นั่นคือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์มีคุณลักษณะ เฉพาะตัว (Specific Factor) ต่ำสุดและแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมี คุณลักษณะเฉพาะตัว (Specific Factor) สูงสุด

4. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ แต่ละฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และเมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั้นแสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 มีความสัมพันธ์กันทางบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 สอดคล้องกับผลการศึกษาของสภาพร ทัพพะกุล (สภาพร ทัพพะกุล 2516 : 45) ที่พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ห้าด้าน (การ รู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า) กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเป็นบวกมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และ ทองสุข วันแสน (ทองสุข วันแสน 2524 : 87) ได้ศึกษาพบว่า สหสัมพันธ์ระหว่าง

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาทั้งหกแบบ (หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเป็นบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ (หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์) สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 สูงด้วย นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่ามีค่าเป็นบวกและลบ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นลบ ได้แก่ สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ แบบหน่วย แบบจำพวก กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันในทางลบ นั่นคือ นักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวกสูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ต่ำ การที่เป็นเช่นนี้เพราะการใช้ผลสัมฤทธิ์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ตั้งแต่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา เป็นนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งนักเรียนดังกล่าวมีสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวกสูง หากคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับได้สูง แต่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จึงทำให้คะแนนของนักเรียนดังกล่าวตรงข้ามกัน เป็นผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นลบ ดังกล่าว

5. ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีค่า .7353 , .7727 , .6537 , .6844 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับมีความแปรปรวนร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 หรือสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101

ได้ 54.07, 59.70, 42.73, 46.84 เปอร์เซนต์ ความล่าช้าในกลุ่มที่กล่าวมา ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับมีความสัมพันธ์ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างเชื่อมั่นได้ หรือกล่าวได้ว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับสามารถใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มได้อย่างเชื่อมั่นได้ สำหรับค่าสหสัมพันธ์ทุกคู่เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีค่า .2196 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับมีความแปรปรวนร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 หรือสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้เพียง 4.82 เปอร์เซนต์ จึงไม่อาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับมีความสัมพันธ์ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 หรือ สามารถใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ได้อย่างเชื่อมั่นได้ จึงไม่จำเป็นต้องศึกษาหาตัวพยากรณ์ที่ดี ซึ่งเหมาะสมสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เหมือนกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะจากการศึกษาของผู้วิจัย พบว่าไม่มีแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ฉบับใดเลยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดี ซึ่งเหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 พบว่า ตัวพยากรณ์ที่ดีซึ่งเหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนกลุ่มรวม คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบการประจักษ์ แบบจำพวก และแบบการแปลงรูป ตัวพยากรณ์ที่ดีของนักเรียนชาย คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบจำพวก แบบการแปลงรูป และแบบการประจักษ์ ตัวพยากรณ์ที่ดีของนักเรียนหญิงคือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประจักษ์ และแบบความสัมพันธ์ ตัวพยากรณ์ที่ดีของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คือ แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบ

จำพวก แบบความสัมพันธ์ และแบบการประยุคต์ ซึ่งผลการศึกษานี้จะเห็นได้ว่า'แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์และแบบการประยุคต์ใช้เป็นตัวพยากรณ์ที่เหมาะสมของนักเรียนสี่กลุ่ม สอดคล้องกับการศึกษาของกิลฟอร์ด โฮพเฟอร์ และพีเตอร์สัน (Guilford , Hoepfner and Peterson. 1965 : 659-682) ที่พบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองแบบความสัมพันธ์เหมาะสมที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ได้ดี และสอดคล้องกับการศึกษาของทองสุข วันแสน (ทองสุข วันแสน 2524 : 127) ที่ศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางภาษาแบบความสัมพันธ์และแบบการประยุคต์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าตัวพยากรณ์ที่ดีมีมากกว่าหนึ่งตัว เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ยกเว้น เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ไม่มีแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์นับใดเลยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำให้ไม่พบตัวพยากรณ์ที่ดีสำหรับพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ครูที่ต้องการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนว่าจะได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเท่าไร ควรใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุคต์ แบบจำพวก และแบบการแปลงรูป เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มรวม และใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์และแบบการประยุคต์ เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จึงจะเหมาะสมที่สุด
2. ในการวิจัยครั้งนี้ เนื้อหาทางสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งใช้เป็นตัวแทน ในการสร้างควรสร้างข้อสอบให้มีจำนวนมากพอและหลาย ๆ ลักษณะ เพื่อจะได้ข้อสอบที่ดีมีคุณภาพยิ่งขึ้น และควรสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด เช่น แบบทดสอบวัดสมรรถภาพด้านการรู้จักและเข้าใจทางสัญลักษณ์

การจำทางสัญลักษณ์ โดยยึดผลการคิดทบทวน เพื่อใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. สำหรับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค.101 ที่ใช้เป็นตัวแทน
ในครั้งนี้ เนื้อหาที่สร้างครอบคลุมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 พฤติกรรมที่วัด มีความ
สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี จำนวนข้อ เวลาที่ใช้มีความเหมาะสม
และวิธีดำเนินการสอบก็ละเอียด เหมาะสมที่จะนำไปใช้ แต่การศึกษาค้างนี้ยังไม่ครอบคลุม
เนื้อหาทั้งหมดของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรได้ศึกษาในตนเองเดียวกัน
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.102 ด้วย เพื่อผลการศึกษาก็จะมีประโยชน์ต่อ
การเรียนการสอน การแนะแนว มากยิ่งขึ้น

4. ในการวิจัยครั้งนี้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้อยู่ในเกณฑ์ที่ทำให้ผลการวิจัยเชื่อมั่นได้
เพื่อให้ผลการวิจัยเชื่อมั่นได้มากขึ้น ควรศึกษากับจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่านี้ และขยาย
ขอบเขตของการวิจัยให้กว้างขวางยิ่งขึ้น โดยศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ อีก เช่น บุคลิกภาพ
ฐานะทางเศรษฐกิจ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จรินทร์ ประสงค์สม ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา

ประสานมิตร 2517, 62 หน้า อัดสำเนา

จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่า

ทางภาษาตามทฤษฎีกลีฟอร์ด์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 66 หน้า อัดสำเนา

ชวาล แพ้ด้กุด "การวัดความถนัดทางการเรียน" การวัดผลการศึกษา ปีที่ 5 ฉบับที่ 1

พฤษภาคม - สิงหาคม 2526 หน้า 1, 7

ด้าย เชียงดี ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 92 หน้า อัดสำเนา

ทองหล่อ วิภาวิณ การวัดความถนัด โอเดียนสโตร์ 2524, 140 หน้า

ทองสุข วันแสน การศึกษาสมรรถภาพสมองทางภาษาห้าด้าน ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทาง

สมองของกลีฟอร์ด์ ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2524, 136 หน้า อัดสำเนา

บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ การวัดและประเมินผลการศึกษา ทฤษฎีและการประยุกต์

อักษรเจริญทัศน์ ม.ป.ป., 366 หน้า

_____ การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางภาษา

ตามทฤษฎีของกลีฟอร์ด์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชา

การศึกษา ประสานมิตร 2517, 112 หน้า อัดสำเนา

ประวีง รอดเข้ม ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางรูปภาพตาม

ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกลีฟอร์ด์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริญญาโท กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 93 หน้า อัดสำเนา

ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทาง

สัญลักษณ์ ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 106 หน้า

อัสสาเนา

ผจงจิต อินทสุวรรณ การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการรู้

และเข้าใจภาษาตามทฤษฎีกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.

วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517, 66 หน้า อัสสาเนา

พจน์ สะเพียรชัย การวิจัยองค์ประกอบความสามารถทางภาษาไทยตามทฤษฎีพฤติกรรม

ทางสมองของกิลฟอร์ด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 56 หน้า

มณี วรศิริ การศึกษาตัวพยากรณ์ในการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ
โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 93 หน้า อัสสาเนา

ล้วน สายยศ การค้นหาคำพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอก

คณิตศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีการศึกษา 2510

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2511, 107 หน้า อัสสาเนา

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 ทวิกิจการพิมพ์
2524, 296 หน้า

———— หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 204 หน้า

———— สถิติวิทยาทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า

สถาพร ทัพพะกุล ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ (Symbolic
Content) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.

วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 145 หน้า อัสสาเนา

สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ (Symbolic
Content) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, 62 หน้า อัสสาเนา

สุชาติ รัตนกุล วิธีสอนคณิตศาสตร์ ตำราชุดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 โรงพิมพ์สุริยภา 2508. 184 หน้า

Adler, Nurit. and Ruth Guttman. "The Radex Structure of Intelligence: A Replication, "Educational and Psychological Measurement. 42 : 739-747, Autumn 1982.

Aiken, Lewis R. Psychological Testing and Assessment. 2 nd ed., Boston, Allyn and Bacon, 1977. 360 p.

Anastasi, Anne. Psychological Testing. 5 th.ed., New York, Macmillan Publishing Co., Inc, 1982. 784 p.

Brown, Stephen W., J.P. Guilford and Ralph Hoepfner. "Six Semantic-Memory Abilities," Educational and Psychological Measurement. 28 : 691-717, Autumn 1968.

Caldwell, James. "Structure - of - Intellect Measures and other Test as Predictors of Success in Tenth - Grade Modern Geometry," Educational and Psychological Measurement. 30 : 437-441, Spring-Winter 1970.

Dunham, J.L., J.P. Guilford and Ralph Hoepfner. "The Cognition, Production, and Memory of Class Concepts," Educational and Psychological Measurement. 29 : 615-638, Autumn 1969.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table, Educational Testing Service. New Jersey Prentice-Hall, Inc., 1952. 32 p.

Furst, Edward J. "Validity of Some Objective Scale of Motivation for Predicting Academic Achievement," Educational and Psychological Measurement. 26 : 927-933, Winter 1966.

- Guilford, J.P. Fundamental Statistic in Psychology and Education.
3 rd. ed., New York, McGraw-Hill, 1956. 565 p.
- . The Nature of Human Intelligence. New York, McGraw-Hill
Book Company, 1967. 538 p.
- . Psychometric Methods. New Delhi, Tata McGraw-Hill
Publishing, 1954. 597 p.
- Guilford, J.P. and Ralph Hoepfner. The Analysis of Intelligence.
New York, McGraw-Hill Book Company, 1971. 514 p.
- Guilford, J.P., R. Hoepfner and H. Peterson. "Predicting Achievement
in Ninth-Grade Mathematic from Measure of Intellectual Aptitude
Factors," Educational and Psychological Measurement. 25 : 659-
682, Autumn 1965.
- Hill, J.R. "Factor Analysis Abilities and Success in College
Mathematic," Educational and Psychological Measurement. 17 :
615-622, Winter 1957.
- Hoepfner, Ralph. and Maureen O'Sullivan. "Social Intelligence and
IQ," Educational and Psychological Measurement. 28 : 339-344,
Spring 1968.
- Holly, Keith Allen. "Structure of Intellect Factor Abilities and
a Self-Concept Measure in Mathematics Relative to Performance in
High School Modern Algebra," Dissertation Abstracts International.
32 : 2484-A, November 1971.
- Orpet, R.E. and C.E. Meyers. "Six Structure - of - Intellect
Hypotheses in Six - year - old Children," Jornal of Educational
Psychology. 57 : 341-346, December 1966.

- Smith, W.W. "Differential Prediction of two Test Batteries," The Journal of Educational Research. 5 : 39-42, September 1963.
- Thorndike, Robert L. and Elizabeth Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 3 rd. ed., John Willey & Sons, Inc., 1969. 705 p.
- Windholz, George and William A. McIntosh. Concurrent Validation of Guilford's six Convergent Tests," Educational and Psychological Measurement. 27 : 393-400, Summer 1967.

ภาคผนวก ก

ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่ายมาตรฐาน (Δ)
ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

ตาราง 1 ค่า p , r , Δ ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

แบบทวน

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.78	.20	9.9	16	.80	.74	9.7
2	.76	.31	10.2	17	.65	.64	11.5
3	.81	.27	9.5	18	.47	.47	13.3
4	.85	.41	8.9	19	.80	.81	9.6
5	.77	.28	10.0	20	.62	.49	11.8
6	.73	.42	10.6	21	.64	.45	11.5
7	.79	.52	9.7	22	.72	.81	10.7
8	.53	.21	12.7	23	.65	.64	11.5
9	.81	.48	9.4	24	.50	.57	13.0
10	.71	.40	10.8	25	.52	.45	12.8
11	.69	.45	11.1	26	.42	.65	13.8
12	.80	.61	9.6	27	.46	.70	13.4
13	.64	.68	9.1	28	.52	.55	12.8
14	.74	.61	10.5	29	.35	.68	14.6
15	.79	.62	9.8	30	.38	.60	14.2

ตาราง 2 ค่า p , r , Δ ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

แบบจำพวก

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.54	.65	12.6	16	.54	.40	12.6
2	.40	.92	14.0	17	.53	.37	12.7
3	.55	.67	12.5	18	.47	.54	13.4
4	.50	.70	13.0	19	.40	.56	14.1
5	.48	.67	13.2	20	.56	.68	12.4
6	.58	.70	12.2	21	.50	.75	13.0
7	.50	.70	13.0	22	.58	.66	12.2
8	.52	.56	12.8	23	.67	.59	11.3
9	.44	.72	13.6	24	.46	.65	13.4
10	.46	.70	13.4	25	.42	.66	13.6
11	.52	.67	12.8	26	.55	.51	12.5
12	.56	.50	12.4	27	.68	.57	11.1
13	.59	.58	12.1	28	.43	.54	13.7
14	.60	.50	12.0	29	.61	.48	11.9
15	.41	.38	13.9	30	.44	.38	13.6

ตาราง 3 ค่า p , r , Δ ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์
แบบความสัมพันธ์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.59	.26	12.1	16	.35	.25	14.5
2	.48	.29	13.2	17	.46	.35	13.4
3	.25	.49	15.7	18	.33	.45	14.8
4	.34	.23	14.6	19	.36	.40	14.5
5	.41	.35	14.0	20	.49	.65	13.1
6	.53	.47	12.7	21	.52	.60	12.8
7	.33	.29	14.7	22	.47	.54	13.4
8	.28	.35	15.4	23	.52	.67	12.8
9	.28	.39	15.4	24	.40	.47	14.1
10	.37	.28	14.4	25	.56	.65	12.2
11	.33	.54	14.7	26	.62	.55	11.8
12	.33	.23	14.8	27	.48	.45	13.2
13	.21	.30	16.3	28	.34	.54	14.7
14	.29	.38	15.2	29	.36	.49	14.2
15	.43	.54	13.7	30	.41	.53	13.9

ตารางที่ 4 ค่า p , R , Δ ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทาง

สัญลักษณ์แบบระบบ

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.42	.55	13.8	16	.45	.51	13.5
2	.28	.39	15.4	17	.54	.40	12.6
3	.53	.27	12.7	18	.52	.23	12.6
4	.30	.57	15.1	19	.41	.49	13.9
5	.57	.35	12.3	20	.56	.50	12.4
6	.37	.48	14.3	21	.39	.39	14.1
7	.29	.28	15.2	22	.39	.45	14.2
8	.26	.36	15.5	23	.37	.40	14.3
9	.43	.36	13.7	24	.47	.67	13.3
10	.32	.52	14.0	25	.44	.38	13.6
11	.35	.38	14.6	26	.47	.53	13.2
12	.28	.31	15.3	27	.36	.45	14.5
13	.63	.43	11.7	28	.46	.59	13.4
14	.50	.36	13.0	29	.45	.50	13.5
15	.48	.45	13.2	30	.46	.40	13.4

ตาราง 5 ค่า p , r , Δ ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์
แบบการแปลงรูป

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.68	.54	11.3	16	.53	.67	12.6
2	.71	.72	10.8	17	.53	.71	12.6
3	.54	.44	12.1	18	.55	.65	12.5
4	.59	.44	12.1	19	.48	.55	13.2
5	.67	.59	11.3	20	.56	.53	12.4
6	.63	.64	11.7	21	.54	.73	12.9
7	.52	.55	12.0	22	.57	.64	12.3
8	.71	.65	10.8	23	.53	.67	12.7
9	.48	.56	13.2	24	.52	.55	12.8
10	.71	.55	10.8	25	.47	.67	13.3
11	.68	.59	11.1	26	.54	.70	12.6
12	.61	.61	11.9	27	.52	.56	12.8
13	.61	.61	11.9	28	.59	.53	12.1
14	.68	.70	11.3	29	.52	.51	12.8
15	.57	.73	12.3	30	.47	.42	13.3

ตาราง ๘ ค่า p , r , Δ ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์

แบบการประยุกต์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.36	.45	13.1	16	.35	.52	14.5
2	.50	.54	13.0	17	.60	.52	12.0
3	.44	.40	13.6	18	.34	.47	14.6
4	.35	.69	14.6	19	.37	.20	14.3
5	.43	.73	13.7	20	.48	.51	13.2
6	.50	.72	13.7	21	.41	.38	13.9
7	.55	.60	12.5	22	.28	.31	15.3
8	.43	.63	13.7	23	.28	.53	15.3
9	.34	.62	14.6	24	.35	.32	14.5
10	.52	.69	12.8	25	.30	.48	15.1
11	.53	.53	12.7	26	.37	.66	14.4
12	.40	.69	13.2	27	.29	.65	15.2
13	.53	.83	12.7	28	.43	.54	13.7
14	.41	.71	13.9	29	.47	.47	13.3
15	.49	.65	13.1	30	.47	.47	13.3

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลา 9 นาที คะแนนเต็ม 30 คะแนน พยายามทำอย่างรวดเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก - จ เมื่อได้คำตอบที่ต้องการแล้วให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษรในกระตาศาคำตอบที่แจกให้ดังนี้

ถ้านักเรียนเลือกตอบ ก ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	☒	☐	☐	☐	☐

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ

จาก ก ให้เป็น ค ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	☒	☐	☒	☐	☐

3. แบบทดสอบฉบับนี้มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 ทาฐ์เหมือน จำนวน 11 ข้อ (คำถามตั้งแต่ข้อ 1 - 11)

ให้นักเรียนพิจารณาชุดตัวอักษร หรือ ตัวเลข จาก ก - จ ว่าคู่ใดเหมือนกัน

ตัวอย่าง 0) ก. กกก.....กกก

ข. ขขข.....ขขข

ค. จขข.....จขข

ง. ขขข.....ขขข

จ. พพพ.....พพพ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ง.

ตอนที่ 2 ทาคู้ต่าง จํานวน 19 ข้อ (คําดำดั่งแต่ข้อ 12 - 30)

ให้นักเรียนพิจารณาชุดตัวอักษรหรือตัวเลข จาก ก - จ ว่าคู่ใดต่างกัน

- ตัวอย่าง ๐) ก. XYR XYR
 ข. PST PST
 ค. ACD ADC
 ง. FBC FBC
 จ. SUI SUI

คำตอบที่ถูกคือ ค.

4. โปรดเขียนชื่อ - สกุล เพศ เลขที่ โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
5. อย่างมีคเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

ESU - 1

ตอนที่ 1 พาดูเหมือน

- | | | | | | |
|----|-----|--------------------|----|-----|------------------|
| 1. | ก. | 8b3IL 8b8IL | 5. | ก. | Mlwlv MLwlv |
| | ข. | lQzle lqzlc | | ข. | QgoqQ OqoqQ |
| | ค. | 6bd9q 6bb9q | | *ค. | ftRFb ftRFb |
| | *ง. | 7T2SZ 7T2SZ | | ง. | hijkl hjJkl |
| | จ. | w3mvm w3mwn | | จ. | VuuVv VuvVv |
| 2. | ก. | สทบศว สทบศว | 6. | ก. | 6pq9b 6qp9b |
| | ข. | บชชบช บชชบช | | ข. | Zb2zd Z62zd |
| | ค. | ชฟปฝอ ชฟปฝอ | | ค. | sr5SR sR5Sr |
| | ง. | ถกถกฏ ถกถกฏ | | ง. | 9qoQ6 9qoQb |
| | *จ. | เลขฬฬฬ เลขฬฬฬ | | *จ. | 4hkb6 4hkb6 |
| 3. | ก. | AIWIX AJWIX | 7. | ก. | ฟกฏฏฏ ฟกฏฏฏ |
| | ข. | BFPRE BEPRE | | ข. | กบขขป กบขขป |
| | ค. | NHKNW NHKNW | | *ค. | ขทททณ ขทททณ |
| | *ง. | UMQNV UMQNV | | ง. | จจจจจ จจจจจ |
| | จ. | CQCQC CQCQC | | จ. | ณณณณณ ณณณณณ |
| 4. | *ก. | ฎภพพฎ ฎภพพฎ | | | |
| | ข. | พมณณฬ พมณณฬ | | | |
| | ค. | จฉปบษ จฉปบษ | | | |
| | ง. | กขชฉก กขชฉก | | | |
| | จ. | มณณณณ มณณณณ | | | |

ESU - 2

๘. ก. พหิขการอิทธราชัย พหิขการอินทราชัย
 *ข. ประธานราษฎรนิกรณ ประธานราษฎรนิกรณ
 ค. พระราชกฤษฎีกา พระราชกฤษฎีกา
 ง. บารณะปฏิสังขรณ บารณะปฏิสังขรณ
 จ. ไมโครฟิล์มสตริป ไมโครฟิล์มสตริป
๙. ก. พุทธพจนาวารณ พุทธพจนาวารณ
 ข. สุนาณชยานันท์ สุนาณชยานันท์
 ค. สัทราชสมาจารมณี สัทราชสมาจารมณี
 *ง. ธรรมธีรราชมพุด ธรรมธีรราชมพุด
 จ. พุทธิสุทธีวงศวิวัฒน์ พุทธิสุทธีวงศวิวัฒน์
10. ก. เฉลิมพระชนมพรรณา เฉลิมพระชนมพรรณา
 ข. สาระถิตทยาสรรพ สาระถิตทยาสรรพ
 ค. พาดอมรธักษรลักษณ พาดอมรธักษรลักษณ
 *ง. เคษะปัตตานยานุกูล เคษะปัตตานยานุกูล
 จ. ลำพญาประษานุเคราะห ลำพญาประษานุเคราะห
11. ก. Wandee Chitthapong Wandee Chittapong
 ข. Petuck Tapchana Pituck Tapchana
 ค. Udomporn Srithi Udomporn Srithai
 ง. Somsami Kitisuk Somsami Kittisuk
 *จ. Weranut Bunsong Weranut Bunsong

ESU - 3

ตอนที่ 2 พาคู่ต่าง

12.	*ก.	xwvmt xwvmf	16.	*ก.	NHKIF NHKJF
	ข.	qcadf qcadf		ข.	AWTIC AWTIC
	ค.	aehkv aehkv		ค.	BFPRE BFPRE
	ง.	eifcj eifcj		ง.	UMQNV UMQNV
	จ.	bhlop bhlop		จ.	CQGQC CQGQC
13.	ก.	8B3IL 8B3IL	17.	ก.	OgoqQ OgoqQ
	ข.	7T2SZ 7T2SZ		ข.	hjoPr hjoPr
	ค.	6bd9q 6bd9q		ค.	VaeFk VaeFk
	*ง.	lQelz lQlez		*ง.	MLwlv Mlwlv
	จ.	w3mvn w3mvn		จ.	dzXvt dzXvt
14.	ก.	สวทศษ สวทศษ	18.	*ก.	มนณณณ มนณณณ
	*ข.	พมณณพ พมณณพ		ข.	พมณณพ พมณณพ
	ค.	สพปผอ สพปผอ		ค.	จณปมษ จณปมษ
	ง.	บษชษช บษชษช		ง.	กบชชก กบชชก
	จ.	ถกถกก ถกถกก		จ.	ฎกพมฎ ฎกพมฎ
15.	ก.	11751 11751	19.	ก.	Zbd2z Zbd2z
	ข.	53953 53953		ข.	9qoQ6 9qoQ6
	*ค.	40790 40709		*ค.	sr5SR sr5SR
	ง.	76409 76409		ง.	9pq6b 9pq6b
	จ.	36700 36700		จ.	4hkb2 4hkb2

ตอนที่ 2 หัวข้อต่าง

- | | | | | | |
|-----|-----|------------------|-----|-----|--|
| 20. | ก. | I1T0J I1T0J | 24. | ก. | พรตพิทยพยัตี พรตพิทยพยัตี |
| | ข. | 5L1ST 5L1ST | | ข. | คชสิทธิ์กิตติคุณ คชสิทธิ์กิตติคุณ |
| | ค. | ZOE2F ZOE2F | | ค. | ศิลาจารย์พิพัฒน์ ศิลาจารย์พิพัฒน์ |
| | ง. | B3R8P B3R8P | | ง. | เกตุวดียวรวงศ์ เกตุวดียวรวงศ์ |
| | *จ. | Q6dgb Qbdgb | | *จ. | พยัคฆภูมิพิสัย พยัคฆภูมิพิสัย |
| 21. | ก. | มทพมค มทพมค | 25. | ก. | พระบรมวงศานุวงศ์...พระบรมวงศานุวงศ์ |
| | *ข. | มตญคณ มตญคณ | | ข. | อนุรักษ์จิตรกรรม.....อนุรักษ์จิตรกรรม |
| | ค. | รศลวจ รศลวจ | | *ค. | สยามมกุฎราชกุมาร...สยามมกุฎราชกุมาร |
| | ง. | พหวยบ พหวยบ | | ง. | จตุรพักตรพิมานรัชดา..จตุรพักตรพิมานรัชดา |
| | จ. | อกถพท อกถพท | | จ. | ศรีรัตนศาสคาราม....ศรีรัตนศาสนคาราม |
| 22. | ก. | z2s5z z2s5z | 26. | ก. | Reliability.....Reliability |
| | ข. | dbpdq dbpdq | | ข. | Mathematics.....Mathematics |
| | ค. | b96p9 b96p9 | | ค. | Intellectual.....Intellectual |
| | *ง. | 9pb6b 9p6bb | | *ง. | Coefficient.....Coeffieient |
| | จ. | 6db6d 6db6d | | จ. | Differential.....Differential |
| 23. | ก. | SR58B SR58B | 27. | ก. | Correlation Correlation |
| | *ข. | S5Z2S S5Z2S | | ข. | Significant Significant |
| | ค. | RPS25 RPS25 | | ค. | Achievement Achievement |
| | ง. | SBSRS SBSRS | | ง. | Relationship.... Relationship |
| | จ. | TS7SJ TS7SJ | | *จ. | Experimental.... Experinental |

ESU - 4

28. ก. งานแปลและลิขสิทธิ์ งานแปลและลิขสิทธิ์
 ข. ทุนตราสารไปรษณีย์ ทุนตราสารไปรษณีย์
 *ค. หัวหน้าฝ่ายพาณิชย์ หัวหน้าฝ่ายพาณิชย์
 ง. วิทยาเขตเทคนิคพายัพ วิทยาเขตเทคนิคพายัพ
 จ. รัตนโกสินทร์สมโภช รัตนโกสินทร์สมโภช
29. ก. George A. Ferguson George A. Ferguson
 ข. Frank S. Freeman Frank S. Freeman
 ค. Julian E. Hochberg Julian E. Hochberg
 *ง. Frederic G. Brown Frederic G. Brown
 จ. Howard C. Warren Howard C. Warren
30. ก. วิเคราะห์ความแปรปรวน วิเคราะห์ความแปรปรวน
 ข. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 ค. สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ สัมประสิทธิ์การพยากรณ์
 ง. สหสัมพันธ์พหุคูณ สหสัมพันธ์พหุคูณ
 *จ. ความสำคัญสัมพัทธ์ ความสำคัญสัมพัทธ์

หมายเหตุ เครื่องหมาย * แทนตัวเลือกถูก

แบบทดสอบวัดการปฐะ เมินค่าทางสัญลักษณ์จำพวก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลา 14 นาที คะแนนเต็ม 30 คะแนน พยายามทำอย่างรวดเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนที่
2. ข้อสอบทุกข้อ เป็นแบบ เลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือก คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก - จ เมื่อได้คำตอบที่ต้องการ แล้วให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ดังนี้

ถ้านักเรียนเลือกตอบ ก ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	☒	☐	☐	☐	☐

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ

จาก ก ให้เป็น ค ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	☒	☐	☒	☐	☐

3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบ ทาจำนวนคู่ที่ดีที่สุด
- ให้นักเรียน เลือกจำนวนคู่ใดคู่หนึ่งที่มีคุณสมบัติร่วมกันดีที่สุด จากตัวเลือก ก - จ

ตัวอย่าง ก) ก. 1 - 2

ข. 3 - 6

ค. 6 - 7

ง. 9 - 2

จ. 3 - 9

คำตอบที่ถูกต้องคือ จ. เพราะเป็นจำนวนคู่ และหารด้วย 3 ลงตัว ทั้งสองจำนวน

4. โปรดเขียนชื่อ - สกุล เลขที่ โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
5. อย่าขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

ESC - 1

ตารางจำนวนผู้เสียชีวิต

1.	ก.	5 - 10	5.	ก.	3 - 7
	ข.	3 - 12		ข.	10 - 9
	ค.	20 - 15		ค.	5 - 10
	*ง.	20 - 10		*ง.	9 - 15
	จ.	15 - 6		จ.	15 - 1
2.	*ก.	6 - 10	6.	ก.	6 - 15
	ข.	5 - 10		ข.	10 - 15
	ค.	3 - 6		ค.	27 - 14
	ง.	7 - 12		ง.	9 - 12
	จ.	2 - 9		*จ.	25 - 15
3.	ก.	5 - 11	7.	ก.	9 - 12
	ข.	7 - 9		ข.	15 - 10
	ค.	7 - 15		*ค.	12 - 16
	ง.	25 - 13		ง.	7 - 14
	*จ.	15 - 21		จ.	12 - 15
4.	ก.	3 - 10	8.	ก.	12 - 5
	*ข.	8 - 12		ข.	9 - 16
	ค.	2 - 15		ค.	5 - 10
	ง.	9 - 12		ง.	21 - 16
	จ.	7 - 20		*จ.	9 - 24

ESC - 2

9.	п.	5 - 7	14.	*п.	21 - 17
	ш.	9 - 12		ш.	9 - 14
	к.	5 - 20		к.	18 - 7
	*в.	9 - 21		в.	22 - 13
	з.	3 - 11		з.	11 - 16
10.	п.	9 - 14	15.	п.	14 - 35
	*ш.	14 - 21		ш.	28 - 7
	к.	18 - 13		*к.	21 - 35
	в.	15 - 8		в.	12 - 27
	з.	13 - 16		з.	6 - 15
11.	п.	10 - 9	16.	п.	8 - 15
	ш.	3 - 18		ш.	6 - 5
	к.	15 - 4		к.	18 - 11
	в.	14 - 9		*в.	35 - 14
	*з.	15 - 6		з.	21 - 16
12.	п.	6 - 11	17.	п.	7 - 26
	ш.	16 - 5		*ш.	19 - 30
	к.	3 - 10		к.	32 - 15
	*в.	14 - 8		в.	14 - 25
	з.	7 - 12		з.	9 - 22
13.	п.	9 - 12	18.	п.	22 - 5
	*ш.	6 - 24		ш.	11 - 10
	к.	10 - 15		*к.	9 - 17
	в.	7 - 20		в.	3 - 10
	з.	21 - 12		з.	18 - 13

ESC - 3

19.	ก.	9 - 16	24.	ก.	3 - 10
	ข.	10 - 7		*ข.	12 - 20
	*ค.	19 - 15		ค.	10 - 25
	ง.	5 - 10		ง.	9 - 16
	จ.	6 - 23		จ.	7 - 20
20.	*ก.	10 - 24	25.	ก.	3 - 12
	ข.	9 - 12		ข.	21 - 14
	ค.	6 - 15		ค.	9 - 10
	ง.	14 - 7		*ง.	10 - 6
	จ.	21 - 14		จ.	5 - 10
21.	ก.	15 - 7	26.	*ก.	24 - 6
	ข.	9 - 17		ข.	9 - 10
	ค.	3 - 16		ค.	10 - 15
	ง.	25 - 12		ง.	16 - 7
	*จ.	13 - 39		จ.	2 - 13
22.	*ก.	24 - 21	27.	ก.	4 - 15
	ข.	10 - 7		ข.	21 - 10
	ค.	5 - 20		*ค.	9 - 30
	ง.	6 - 25		ง.	14 - 3
	จ.	21 - 22		จ.	7 - 20
23.	ก.	0 - 17	28.	ก.	7 - 14
	ข.	21 - 10		*ข.	15 - 25
	*ค.	6 - 20		ค.	20 - 15
	ง.	9 - 16		ง.	3 - 10
	จ.	22 - 13		จ.	11 - 22

ESC - 4

29.	ก.	30 - 7	30.	ก.	18 - 15
	ข.	20 - 3		ข.	10 - 21
	ค.	9 - 22		*ค.	12 - 30
	*ง.	33 - 6		ง.	15 - 2
	จ.	4 - 21		จ.	14 - 9

หมายเหตุ เครื่องหมาย * แทนตัวเลือกถูก

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลา 19 นาที คะแนนเต็ม 30 คะแนน พยายามทำอย่างรวดเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก - จ เมื่อได้คำตอบที่ต้องการแล้วให้ทำเครื่องหมายกากบาท ($\times$) ทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ดังนี้

ถ้านักเรียนเลือกตอบ ก ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	ก	ข	ค	ง	จ

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ก ให้เป็น ค ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	ก	ข	ค	ง	จ

3. แบบทดสอบฉบับนี้มี 3 ตอน

ตอนที่ 1 ทหาความสัมพันธ์สอดคล้อง จำนวน 10 ข้อ (คำถามตั้งแต่ข้อ 1 - 10 ข้อ)

ให้นักเรียนทำความเข้าใจกับเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้ แล้ว

พิจารณาตัวเลือก ก - จ ว่าตัวเลือกใดแสดงถึงความสัมพันธ์ที่

สอดคล้องกับตัวคำถาม

= แทน เท่ากับ	$\neq$ แทน ไม่เท่ากัน
> แทน มากกว่า	$\nlessgtr$ แทน ไม่มากกว่า
< แทน น้อยกว่า	$\nlessgtr$ แทน ไม่น้อยกว่า
$\geq$ แทน มากกว่าหรือเท่ากับ	$\leq$ แทน น้อยกว่าหรือเท่ากับ

ตัวอย่าง ๐) ถ้า $X < Y$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $X = Y$

ข. $X > Y$

ค. $X \neq Y$

ง. $X \neq Y$

จ. $X \geq Y$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ค.

ตอนที่ 2 หาคู่คล้ายกัน จำนวน ๑ ข้อ (คำถามตั้งแต่ข้อ 11 - 19)

ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวอักษร จากตัวเลือก ก - จ

ว่าคู่ใดมีความสัมพันธ์กัน เป็นไปในทำนองเดียวกับตัวอักษรคู่ที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ๐) ACHE BCHE

ก. DFFG GFFD

ข. HIKL HIKL

ค. ECFH FCFH

ง. LNMK MNKM

จ. ADEF ADFE

คำตอบที่ถูกต้องคือ ค.

ตัวอย่าง ๐๐) MBOC CBOM

ก. SEOT TOES

ข. LNOP PLNO

ค. ADRB BRDA

ง. TORA AORT

จ. HOPE PEOH

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ง.

ตอนที่ 3 เปลี่ยนเครื่องหมาย จำนวน 11 ข้อ (คำถามตั้งแต่ข้อ 20 - 30)

ให้นักเรียนพิจารณาเครื่องหมายจากสมการต่อไปนี้ ว่าควรเปลี่ยน
เครื่องหมายใด อย่างไร จึงจะทำให้ผลลัพธ์ทั้งสองข้างเท่ากัน

ตัวอย่าง 0) $4 + 3 = 15 - 3$

ก. เปลี่ยน - เป็น +

ข. เปลี่ยน - เป็น +

ค. เปลี่ยน - เป็น ×

ง. เปลี่ยน + เป็น +

จ. เปลี่ยน + เป็น ×

คำตอบที่ถูกต้อง คือ จ. เพราะเมื่อเปลี่ยนเครื่องหมายจะได้

$$4 \times 3 = 12 = 15 - 3$$

4. ไปรตเขียนชื่อ - สกุล เพศ เลขที่ โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
5. อย่างขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

ตอนที่ 1 ทาความสัมพันธ์สอดคล้อง

1. ถ้า $X = Y$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $X < Y$

ข. $X > Y$

*ค. $X \neq Y$

ง. $Y \neq X$

จ. $Y > X$

5. ถ้า $X > Y$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

*ก. $Y \neq X$

ข. $Y > X$

ค. $Y \neq X$

ง. $X \geq Y$

จ. $X \neq Y$

2. ถ้า $X > Y$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

*ก. $X \neq Y$

ข. $X \leq Y$

ค. $X \neq Y$

ง. $Y > X$

จ. $Y \neq X$

6. ถ้า $ก = ข$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $ก > ข$

ข. $ก < ข$

*ค. $ก \neq ข$

ง. $ข \neq ก$

จ. $ข > ก$

3. ถ้า $ก \neq ข$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $ก \geq ข$

ข. $ก \leq ข$

ค. $ข \geq ก$

ง. $ข = ก$

*จ. $ข > ก$

7. ถ้า $X \neq Z$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $X > Z$

ข. $X \geq Z$

ค. $X \neq Z$

ง. $Z < X$

*จ. $Z > X$

4. ถ้า $P < Q$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $P \neq Q$

ข. $P > Q$

ค. $P \leq Q$

*ง. $P \neq Q$

จ. $P \geq Q$

8. ถ้า $Q \leq P$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $P \leq Q$

*ข. $P \geq Q$

ค. $P \neq Q$

ง. $Q \geq P$

จ. $Q \neq P$

ESR - 2

๑. ถ้า $A \neq B$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $B \geq A$

ข. $B = A$

*ค. $B < A$

ง. $A \leq B$

จ. $A \geq B$

10. ถ้า $Y > X$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $X \neq Y$

*ข. $X \neq Y$

ค. $X > Y$

ง. $Y \neq X$

จ. $Y \leq X$

ตอนที่ 2 ทาตัวคล้ายกัน

11. EHQT ETQH
 ก. KSTX KTSX
 *ข. UDJM UMJD
 ค. OQST QTSQ
 ง. ZXYW ZWXY
 จ. AEGH AHOE

12. หมยล มพลย
 ก. กถมฉ ถกมฉ
 ข. ฉคธท คธทฉ
 ค. มจธฉ มจฉฉ
 ง. อกงต กตอง
 *จ. สทณม ทณม

13. PULD PVLD
 ก. AJHI AKIH
 ข. EKMO EKNO
 *ค. QNJL QOJL
 ง. DGCA OHCA
 จ. MOCB MQCR

14. จวมบ มบวจ
 *ก. กมขจ ขจมก
 ข. ฉษยร ยรฉฉ
 ค. ฟภพฟ ภพฟ
 ง. ขบรข บรข
 จ. ขงฉฉ ฉฉข

15. วภคท ทคภว
 ก. ขทบบ มขทบ
 *ข. ถคณท ทณคถ
 ค. ชอภธ ธภชอ
 ง. ฉฐฐท ทฉฐฐ
 จ. กคมท มคคก

16. HKNP NKHP
 ก. QPMK MPKQ
 *ข. SUXZ XUSZ
 ค. GHKE HKQE
 ง. LNTU NTLU
 จ. BEOR ORBR

17. AEZX XZAE
 *ก. PVKH HKPV
 ข. MPON ONMP
 ค. WLKB BKLM
 ง. DIST STDI
 จ. LOEV UELO

18. LBIO IBOL
 ก. QPXY XPQY
 ข. LRBZ RBZL
 *ค. JHUS UHSJ
 ง. DELU ELUD
 จ. AUTO TUAO

19. ยลฉก ฉกยล

ก. ชอชก ชกชอ

ข. ดยทร ทรดย

ค. งนกร นกงร

ง. คยคค คคคย

จ. พยคจ คจพย

ตอนที่ 3 เปลี่ยนเครื่องหมาย

20. $26 - 4 = 19 + 5$

*ก. เปลี่ยน + เป็น +

ข. เปลี่ยน + เป็น -

ค. เปลี่ยน + เป็น ×

ง. เปลี่ยน - เป็น +

จ. เปลี่ยน - เป็น +

21. $7 - 6 = 29 + 13$

ก. เปลี่ยน + เป็น ×

ข. เปลี่ยน + เป็น -

ค. เปลี่ยน - เป็น +

*ง. เปลี่ยน - เป็น ×

จ. เปลี่ยน - เป็น +

22. $36 + 2 = 9 + 2$

ก. เปลี่ยน + เป็น -

*ข. เปลี่ยน + เป็น ×

ค. เปลี่ยน + เป็น +

ง. เปลี่ยน + เป็น -

จ. เปลี่ยน + เป็น ×

23. $7 + 4 = 17 + 11$

ก. เปลี่ยน + เป็น -

ข. เปลี่ยน + เป็น +

ค. เปลี่ยน + เป็น +

ง. เปลี่ยน + เป็น -

*จ. เปลี่ยน + เป็น ×

24. $(10 - 2) + 4 = 12 + 6$

ก. เปลี่ยน + เป็น +

ข. เปลี่ยน + เป็น -

ค. เปลี่ยน - เป็น +

*ง. เปลี่ยน + เป็น +

จ. เปลี่ยน + เป็น -

25. $17 - 5 = 36 + 3$

ก. เปลี่ยน + เป็น -

*ข. เปลี่ยน + เป็น +

ค. เปลี่ยน - เป็น +

ง. เปลี่ยน - เป็น x

จ. เปลี่ยน - เป็น +

26. $7 \times 6 = 39 + 3$

*ก. เปลี่ยน x เป็น +

ข. เปลี่ยน x เป็น -

ค. เปลี่ยน x เป็น +

ง. เปลี่ยน + เป็น -

จ. เปลี่ยน + เป็น x

27. $(13 - 2) + 1 = 8 \times 2$

ก. เปลี่ยน + เป็น -

ข. เปลี่ยน - เป็น x

*ค. เปลี่ยน - เป็น +

ง. เปลี่ยน x เป็น -

จ. เปลี่ยน x เป็น +

28. $31 \times 4 = 19 + 8$

ก. เปลี่ยน + เป็น -

ข. เปลี่ยน + เป็น x

*ค. เปลี่ยน x เป็น -

ง. เปลี่ยน x เป็น +

จ. เปลี่ยน x เป็น +

29. $34 - 2 = 12 + 5$

ก. เปลี่ยน + เป็น +

ข. เปลี่ยน + เป็น x

ค. เปลี่ยน + เป็น -

*ง. เปลี่ยน - เป็น +

จ. เปลี่ยน - เป็น x

30. $4 \times 3 = 36 - 3$

ก. เปลี่ยน - เป็น +

ข. เปลี่ยน - เป็น x

*ค. เปลี่ยน - เป็น +

ง. เปลี่ยน x เป็น +

จ. เปลี่ยน x เป็น +

หมายเหตุ เครื่องหมาย * แทนตัวเลือกถูก

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบระบบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลา 18 นาที คะแนนเต็ม 30 คะแนน พยายามทำอย่างรวดเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
 2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก - จ เมื่อได้คำตอบที่ต้องการแล้วให้ทำเครื่องหมายกากบาท ($\times$) ทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบที่แจกให้ดังนี้

ถ้านักเรียนเลือกตอบ ก ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	ก	ข	ค	ง	จ

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ

จาก ก ให้เป็น ค ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	ก	ข	ค	ง	จ

3. แบบทดสอบฉบับนี้มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 อนุกรมสัมพันธ์ จำนวน 12 ข้อ (คำถามตั้งแต่ข้อ 1 - 12)

ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลข จากตัวเลือก ก - จ ว่าตัวเลขใดสามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์ของชุดตัวเลขที่กำหนดให้ ได้เหมาะสมที่สุด โดยถือตัวเลขตัวแรกของชุดตัวเลขที่กำหนดให้เป็นหลักในการพิจารณา

ตัวอย่าง 0) 1 2 5 7

ก. +1

ข. +2

ค. -2

ง. $\times 2$

จ. +3

คำตอบที่ถูก คือ ข. เพราะสามารถจัดชุดตัวเลขได้ใกล้เคียงกับ
ชุดตัวเลขที่กำหนดให้ นั่นคือ จัดได้เป็น 1 3 5 7

ตอนที่ 2 เรียงลำดับตัวอักษร จำนวน 11 ข้อ (คำถามตั้งแต่ข้อ 13 - 23)
อนุกรมตัวเลข จำนวน 7 ข้อ (คำถามตั้งแต่ข้อ 24 - 30)
ให้นักเรียนพิจารณาการจัดเรียงลำดับตัวอักษร หรือตัวเลข จาก
ตัวเลือก ก - จ ว่าตัวเลือกใดจัดเรียงได้ถูกต้องตามเงื่อนไขหรือ
ข้อกำหนดให้

ตัวอย่าง ๐) เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นหนึ่งตัว

ก. A B C D

ข. L N O P

ค. E G I K

ง. O Q R S

จ. A B D F

คำตอบที่ถูกคือ ค.

ตัวอย่าง ๐๐) บวกด้วย 1 สลับกับคูณด้วย 2

ก. 1 2 4 5

ข. 3 4 3 4

ค. 2 3 4 5

ง. 2 4 5 10

จ. 1 2 3 6

คำตอบที่ถูกคือ ก.

4. โปรดเขียนชื่อ - สกุล เพศ เลขที่ โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
5. อย่าขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

ตอนที่ 1 อหุการมตัมพันธ

1.	4	$3\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	4.	2	6	8	16
	ก.	$+\frac{1}{2}$				ก.	+2		
	*ข.	$-\frac{1}{2}$				*ข.	x2		
	ค.	-1				ค.	x3		
	ง.	x2				ง.	+4		
	จ.	+2				จ.	+8		
2.	4	8	16	22	5.	3	6	13	19
	ก.	x2				ก.	x3		
	ข.	+4				*ข.	+5		
	ค.	+5				ค.	-5		
	*ง.	+6				ง.	+6		
	จ.	+7				จ.	-6		
3.	16	11	5	1	6.	1	4	8	10
	ก.	-4				ก.	-2		
	ข.	+5				ข.	+2		
	*ค.	-5				*ค.	+3		
	ง.	+6				ง.	-3		
	จ.	-6				จ.	x4		

ESS - 2

7. 1 1 4 8

n. x4

u. +4

n. +3

*v. x2

q. +0

8. 28 20 19 14

*n. -5

u. +5

n. -6

v. -9

q. +9

9. 29 23 15 11

n. -4

u. +4

*n. -6

v. +6

q. -8

10. 2 6 18 50

*n. x3

u. +3

n. +4

v. +12

q. +32

11. 27 8 3 1

n. x3

*u. +3

n. +2

v. -2

q. -18

12. 4 12 18 25

n. x3

u. +6

*n. +7

v. +8

q. -8

ESS - 3

ตอนที่ 2 เรียงลำดับตัวอักษร อนุกรมตัวเลข

13. เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นหนึ่งตัว

ก. B D E F

*ข. Q S U W

ค. L M O Q

ง. H I J K

จ. C E H J

17. เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นหนึ่งตัว

ก. O Q R T

ข. L M O Q

ค. G J L N

ง. T U V W

*จ. B D F H

14. เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นสองตัว เรียงกัน

ก. พ ม ร ล

ข. ด ท น ป

ค. บ ร ว ข

*ง. ข ฉ ณ ฎ

จ. ถ ท น บ

18. เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นหนึ่งตัว

ก. ฉ ช ณ ฎ

ข. ฉ ณ ด ท

*ค. ป ศ ฬ ม

ง. ณ ญ ฎ ฏ

จ. ร ศ ฬ พ

15. เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นสองตัว เรียงกัน

ก. A B D E

ข. Q S U W

ค. R U W Y

*ง. E H K N

จ. L M P S

19. เขียนสองตัว เรียงกัน แล้วเว้นสองตัว เรียงกัน

*ก. M N Q R

ข. E H K N

ค. A B D E

ง. D E F I

จ. K M N Q

16. เขียนสองตัว เรียงกัน แล้วเว้นสองตัว เรียงกัน 20. เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นหนึ่งตัว

*ก. พ ฬ ย ร

ข. จ ฉ ช ณ

ค. ม ย ล ว

ง. ถ น ผ ฬ

จ. ศ ท พ อ

ก. ช ช ณ ฎ

*ข. ต บ ผ พ

ค. ค ต ป พ

ง. ร ล ว ศ

จ. ง ฉ ช ณ

ESS - 4

21. เขียนสองตัวเรียงกัน แล้วเว้นหนึ่งตัว

ก. ถ ท น ป

ข. ย ฐ ฒ ศ

ค. จ ฐ ฒ ฎ

ง. พ ฟ ม ฐ

จ. ด ท บ ฝ

22. เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นสองตัว เรียงกัน

ก. M P R U

ข. E F H J

ค. I L O Q

ง. Q S U W

*จ. B E H K

23. เขียนหนึ่งตัว แล้วเว้นสองตัว เรียงกัน

ก. Q S U W

ข. C F H J

ค. M N P Q

ง. E F I J

*จ. H K N Q

24. บวกด้วย ๑ สลับกับลบด้วย 2

*ก. 1 4 2 5

ข. 2 5 3 1

ค. 3 5 2 4

ง. 1 4 6 9

จ. 4 7 6 9

25. บวกด้วย 1 สลับกับคูณด้วย 2

ก. 3 4 8 7

*ข. 2 3 6 7

ค. 4 8 9 18

ง. 1 2 6 7

จ. 3 4 8 16

26. ลบด้วย 1 สลับกับบวกด้วย 2

*ก. 5 4 6 5

ข. 6 5 7 8

ค. 4 6 5 7

ง. 8 9 7 6

จ. 7 6 5 7

27. คูณด้วย 2 สลับกับลบด้วย 1

ก. 3 6 7 14

ข. 1 2 4 3

ค. 3 2 4 3

*ง. 2 4 3 6

จ. 4 6 7 6

28. บวกด้วย 1 สลับกับหารด้วย 2

*ก. 13 14 7 8

ข. 9 8 10 5

ค. 2 3 6 7

ง. 10 5 6 3

จ. 13 14 12 6

29. บวกด้วย 3 สลับกับลบด้วย 1

ก. 11 12 9 8

ข. 8 11 10 12

ค. 5 8 11 10

*ง. 9 12 11 14

จ. 7 9 8 11

30. คูณด้วย 2 สลับกับลบด้วย 2

ก. 5 3 6 4

*ข. 3 6 4 8

ค. 2 4 5 10

ง. 4 8 7 14

จ. 12 6 4 8

หมายเหตุ เครื่องหมาย . แทนตัวเลขถูก

แบบทดสอบวัดการประ เเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลา 6 นาที คะแนนเต็ม 30 คะแนน พยายามทำอย่างรวดเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
 2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือกให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก - จ เมื่อได้คำตอบที่ต้องการแล้วให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบที่แจกให้
ให้ ดังนี้

ถ้านักเรียนเลือกตอบ ก ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	X				

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ

จาก ก ให้เป็น ค ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	X		X		

3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบ เรียงชุดตัวอักษรหรือตัวเลขใหม่
ให้นักเรียนนำตัวอักษร หรือ ตัวเลข จากชุดตัวอักษรหรือตัวเลขที่กำหนดให้
มาเรียงเป็นชุดตัวอักษรหรือตัวเลขชุดใหม่ ได้ตามคัดเลือกใดจาก ก - จ
ตัวอย่าง ๐) TRADE จัดเรียงใหม่ได้เป็น

ก. ADEET

ข. DEART

ค. REART

ง. REPET

จ. TARPE

คำตอบที่ถูกต้อง ข.

4. โปรดเขียนชื่อ - สกุล เพศ เลขที่ โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
5. อย่าขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

EST - 1

เรียงชุดตัวอักษรหรือตัวเลขใหม่

- | | |
|--|---|
| <p>1. PAINT</p> <p>ก. ANRIT</p> <p>ข. PANIP</p> <p>ค. NIPAJ</p> <p>*ง. PINAT</p> <p>จ. TANIN</p> | <p>5. THESE</p> <p>*ก. SHEET</p> <p>ข. ESTER</p> <p>ค. HESFT</p> <p>ง. TEHAS</p> <p>จ. ETSHT</p> |
| <p>2. RADIO</p> <p>ก. IDQAR</p> <p>*ข. RODIA</p> <p>ค. DOBIA</p> <p>ง. ADROT</p> <p>จ. OBAID</p> | <p>6. SAMBO</p> <p>ก. BONAS</p> <p>ข. BOWSA</p> <p>ค. MASRO</p> <p>*ง. MABSO</p> <p>จ. SONBA</p> |
| <p>3. AMONG</p> <p>ก. ANONG</p> <p>ข. MORAG</p> <p>ค. GAWON</p> <p>ง. NACMO</p> <p>*จ. MANGO</p> | <p>7. EFFECT</p> <p>ก. CAFEE</p> <p>ข. EEFGT</p> <p>ค. TEECH</p> <p>*ง. FECTE</p> <p>จ. EFFCT</p> |
| <p>4. NACRE</p> <p>ก. ARENA</p> <p>ข. GREAN</p> <p>*ค. RENAC</p> <p>ง. CREEN</p> <p>จ. EARIN</p> | <p>8. ทวชน</p> <p>ก. นวชน</p> <p>ข. นทกร</p> <p>ค. ชนบท</p> <p>ง. รวชน</p> <p>*จ. ชนกร</p> |

9.	FEIGN	13.	48537
	ก. IMGEF		ก. 58467
	ข. CENFI		ข. 84374
	ค. NEICE		ค. 35473
	ง. ENGIN		ง. 57864
	*จ.. EIFNG		*จ. 35784
10.	17952	14.	LEARN
	*ก. 52719		ก. EARNT
	ข. 71852		*ข. LANER
	ค. 19512		ค. ANBLE
	ง. 27189		ง. RAMLA
	จ. 74925		จ. NELBA
11.	MODEL	15.	MINGY
	ก. ENDOL		ก. GYNIN
	ข. LOMPE		ข. NGMIX
	*ค. DOMEL		*ค. MIGNY
	ง. ODTEM		ง. YIMCN
	จ. MELOP		จ. INGNY
12.	RODEO	16.	ทบทวน
	ก. OREOR		ก. ทบทวน
	ข. RODIO		ข. วนทบท
	ค. EDBOO		ค. บวนทบท
	*ง. DOOER		*ง. บทบทวน
	จ. DOFRO		จ. ทบทบวน

EST - 3

17.	VITAL	21.	36247
	n. LJTVA		n. 42876
	*н. ATLIV		н. 73416
	n. VALIL		n. 64234
	н. TAUIL		*н. 26374
	н. ITALI		н. 34927
18.	MAGNA	22.	SALVO
	n. GAWAN		n. VOLHA
	*н. ANGAM		*н. LOSAV
	n. GARNM		n. SUAOL
	н. MANCA		н. AISOL
	н. GANGA		н. VALQS
19.	69260	23.	59714
	n. 60290		n. 91845
	н. 26996		н. 71654
	n. 09629		n. 57147
	н. 63906		н. 41765
	*н. 90662		*н. 49157
20.	WALES	24.	RHINE
	*н. SELAW		n. HEIPH
	н. ALMES		н. NIBEH
	n. LASEA		*н. RINHE
	н. ETNAS		н. INGRE
	н. WEATS		н. ENPHI

EST - 4

25.	ZAMBO	28.	35147
*ก.	MABZO	ก.	45871
ข.	ANZOB	*ข.	31574
ค.	OZARM	ค.	54347
ง.	BAWOZ	ง.	16753
จ.	MORZA	จ.	54723
26.	ปกครอง	29.	DRAWN
ก.	ปองรอก	ก.	DRAMN
ข.	กรองคม	ข.	WRNBA
*ค.	คองกรอป	ค.	ADWAN
ง.	องกรปก	*ง.	RNWAD
จ.	งกรรอป	จ.	NDBAN
27.	PLACE	30.	YEAST
*ก.	CAPEL	ก.	SAYTY
ข.	PAGLE	*ข.	EAYST
ค.	APPLE	ค.	ARTYE
ง.	ELRAC	ง.	TYFAS
จ.	CEPAC	จ.	YAJES

หมายเหตุ เครื่องหมาย * แทนตัวเลือกถูก

แบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน ๑๐ ข้อ ให้เวลา 22 นาที คะแนนเต็ม 30 คะแนน พยายามทำอย่างรวดเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือก คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก - จ เมื่อได้คำตอบที่ต้องการ แล้วให้ทำเครื่องหมายกากบาท ($\times$) ทับตัวอักษรในกระตามคำตอบที่แจกให้ ดังนี้

ถ้านักเรียนเลือกตอบ ก ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	$\times$ ก	ข	ค	ง	จ

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ

จาก ก ให้เป็น ค ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	$\times$ ก	ข	$\times$ ค	ง	จ

3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบสัญลักษณ์เหตุผล

ให้นักเรียนทำความเข้าใจกับเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้ แล้วพิจารณา

ตัวเลือก ก - จ ว่าตัวเลือกใดแสดงถึงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับตัวคำถาม

= แทน เท่ากับ

> แทน มากกว่า

< แทน น้อยกว่า

ตัวอย่าง ๐) ถ้า $A - 1 > 2$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $A = 1$

ข. $A > 1$

ค. $A < 3$

ง. $A = 3$

จ. $A > 3$

คำตอบที่ถูกต้องคือ จ. เพราะ $A > 3$ เช่น $A = 4, 5, 6, \dots$ เมื่อแทนค่าจะได้ว่า
 $4 - 1 > 2$, $5 - 1 > 2$, $6 - 1 > 2$, $\dots$

หมายเหตุ $4A$ หมายถึง $4 \times A$

4. โปรดเขียนชื่อ - สกุล เพศ เลขที่ โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
5. อย่าขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

สัญลักษณ์เหตุผล

1. ถ้า $A - 4 < 6$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
 - ก. $A = 1$
 - *ข. $A = 9$
 - ค. $A > 9$
 - ง. $A = 10$
 - จ. $A > 10$
2. ถ้า $Y + 3 < 7$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
 - *ก. $Y = 3$
 - ข. $Y > 3$
 - ค. $Y = 4$
 - ง. $Y > 4$
 - จ. $Y > 7$
3. ถ้า $3P + 4 < 13$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
 - ก. $P > 2$
 - *ข. $P < 3$
 - ค. $P > 3$
 - ง. $P = 4$
 - จ. $P > 4$
4. ถ้า $\frac{A}{2} > 6$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
 - ก. $A = 8$
 - ข. $A < 10$
 - ค. $A < 12$
 - ง. $A = 12$
 - *จ. $A = 13$
5. ถ้า $2K < 10$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
 - *ก. $K = 4$
 - ข. $K = 5$
 - ค. $K > 5$
 - ง. $K = 6$
 - จ. $K > 6$
6. ถ้า $X - 3 < 7$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
 - ก. $X > 10$
 - ข. $X = 10$
 - *ค. $X < 10$
 - ง. $X < 11$
 - จ. $X = 11$
7. ถ้า $A + 2 > 9$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
 - ก. $A < 6$
 - ข. $A = 6$
 - ค. $A < 7$
 - ง. $A = 7$
 - *จ. $A = 8$
8. ถ้า $\frac{X}{3} < 3$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
 - ก. $X > 10$
 - ข. $X = 10$
 - ค. $X > 9$
 - *ง. $X < 9$
 - จ. $X < 12$

ESI - 2

9. ถ้า $2A < B$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ก. $A > B$
 - *ข. $A < B$
 - ค. $A = B$
 - ง. $A > 2B$
 - จ. $2A > 2B$
10. ถ้า $X + 4 < 3$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ก. $X > 16$
 - ข. $X = 16$
 - ค. $X = 12$
 - *ง. $X < 12$
 - จ. $X > 12$
11. ถ้า $P - 4 > 11$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ก. $P < 15$
 - *ข. $P > 15$
 - ค. $P = 14$
 - ง. $P > 11$
 - จ. $P < 11$
12. ถ้า $X + 5 > 8$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ก. $X = 2$
 - ข. $X > 2$
 - ค. $X = 3$
 - *ง. $X > 3$
 - จ. $X < 3$
13. ถ้า $X + 4 < 2$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- *ก. $X = 7$
 - ข. $X = 8$
 - ค. $X > 8$
 - ง. $X = 9$
 - จ. $X > 9$
14. ถ้า $P + 2 < 6$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ก. $P < 14$
 - ข. $P = 14$
 - *ค. $P < 12$
 - ง. $P = 12$
 - จ. $P > 12$
15. ถ้า $A - 7 > 7$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ก. $A = 0$
 - ข. $A = 7$
 - ค. $A > 7$
 - *ง. $A > 14$
 - จ. $A < 14$
16. ถ้า $3A < 33$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ก. $A < 33$
 - ข. $A = 33$
 - ค. $A = 30$
 - *ง. $A < 11$
 - จ. $A = 11$

17. ถ้า $2B > 14$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $B > 5$

ข. $B < 6$

*ค. $B > 7$

ง. $B = 7$

จ. $B < 7$

21. ถ้า $2X > 3Y$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $3X = 3Y$

ข. $2X < 2Y$

*ค. $3X > 3Y$

ง. $X = Y$

จ. $X < Y$

18. ถ้า $A > B + 1$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

*ก. $2A > 2B$

ข. $2A < 2B$

ค. $2A = 2B$

ง. $A + 1 < B$

จ. $A = B$

22. ถ้า $X < 2Y < Z$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $X = Y$

ข. $Y > Z$

ค. $Y > X$

*ง. $Z > Y$

จ. $Z < X$

19. ถ้า $Y > 3Z$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $Y > 3$

ข. $Y = Z$

*ค. $Y > Z$

ง. $Y < Z$

จ. $2Y < 2Z$

23. ถ้า $P + 1 < 11$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $P = 9$

ข. $P > 9$

*ค. $P < 10$

ง. $P = 10$

จ. $P = 11$

20. ถ้า $X - 7 > 2$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $X > 2$

ข. $X < 7$

ค. $X = 8$

*ง. $X > 9$

จ. $X < 9$

24. ถ้า $X = Y + 1$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด ?

ก. $X = Y$

ข. $X < Y$

*ค. $X > Y$

ง. $2X < Y$

จ. $2X < 2Y$

25. ถ้า $P + 2 > 12$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด?
- ก. $P = 9$
 ข. $P > 9$
 ค. $P < 10$
 *ง. $P > 10$
 จ. $P > 12$
26. ถ้า $3X < 12$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด?
- ก. $X > 3$
 *ข. $X < 4$
 ค. $X > 4$
 ง. $X < 9$
 จ. $X < 12$
27. ถ้า $2 + P > 12$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด?
- ก. $P < 10$
 ข. $P = 10$
 *ค. $P > 10$
 ง. $P = 11$
 จ. $P < 12$
28. ถ้า $P + 4 < 15$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด?
- ก. $P > 10$
 *ข. $P < 11$
 ค. $P > 11$
 ง. $P < 15$
 จ. $P < 19$
29. ถ้า $5 + X > 10$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด?
- ก. $X < 3$
 ข. $X > 3$
 ค. $X = 4$
 ง. $X < 4$
 *จ. $X > 5$
30. ถ้า $S + 2 < 5$ แล้วข้อใดถูกต้องที่สุด?
- ก. $S > 9$
 ข. $S = 10$
 *ค. $S < 10$
 ง. $S = 12$
 จ. $S > 12$

หมายเหตุ. เครื่องหมาย * แทนตัวเลือกถูก

ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประ เนิ่นค่าทางสัญลักษณ์ตามทฤษฎี

โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

สุเทพ สันติวรานนท์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2527

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ ที่มีคุณภาพสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ในจังหวัดสงขลา จำนวน 663 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน

ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งสิ้นตั้งแต่ .8071 ถึง .9109 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างหาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบมีน้ำหนักองค์ประกอบทั้งสิ้นตั้งแต่ .6183 ถึง .8429 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกันหนึ่งองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบความสามารถด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีค่าเป็นบวก เชื่อมั่นได้ที่ระดับ .05 และ .01 แต่เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวกและลบ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีค่า .7353, .7727, .6537, .6844 ตามลำดับ เชื่อมั่นได้ที่ระดับ .01 แต่เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .2196 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนกลุ่มรวม คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุกต์ แบบจำพวก และแบบการแปลงรูป ตัวพยากรณ์ร่วมที่เหมาะสมในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง

นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุกต์ และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ไม่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101 ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ

THE RELATIONSHIP BETWEEN SYMBOLIC - EVALUATION ABILITIES
OF GUILFORD'S STRUCTURE - OF - INTELLECT THEORY
AND MATHEMATICS ACHIEVEMENT

AN ABSTRACT

BY

SUTAP SUNTIWARANON

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
March 1984

The purposes of this study were to construct a high quality evaluation of symbolic units, classes, relations, systems, transformations, implications to predict the achievement in mathematics 101. Six hundred and sixty three Mattayom Suksa I students of the academic year 1983 in Songkhla province were selected by multistage random sampling technique.

The result of this study indicated that reliability of the six evaluation abilities tests ranged from .8071 to .9109, the construct validity of these tests using the factor analysis method ranged from .6183 to .8429. The six evaluation of symbolic abilities tests were composed of one factor. The correlation coefficient between each evaluation of symbolic abilities tests and achievement in mathematics 101 were positively significant at the .05 and .01 levels in the study of the total, male, female and the high achievement in mathematics students, but the correlation coefficient were positively and negatively non - significant in the study of the lower achievement in mathematics students. The multiple correlation coefficient between the six evaluation of symbolic abilities tests and achievement in mathematics 101 were .7353, .7727, .6537, .6844 significant at the .01 level in the study of the total, male, female and the high achievement in mathematics students respectively, but the multiple correlation coefficient were .2196 non - significant in the study of the lower achievement in mathematics students. The evaluation of symbolic relations, implications, classes and transformations tests were

appropriate predictor for predicting the achievement in mathematics 101 of the total students. The evaluation of symbolic relations and implications tests were common appropriate predictor for predicting the achievement in mathematics 101 of the male, female and the high achievement in mathematics. The six evaluation of symbolic abilities tests were inappropriate predictor for predicting the achievement in mathematics 101 of the lower achievement in mathematics students.