

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์
และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

ปริญญานิพนธ์
ของ
จุไรวรรณ ไรวินุลย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ตุลาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

381.๓๓๓

๗๖๖๐

๖.๓

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีทางรูปภาพ สัญลักษณ์
และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

บทคัดย่อ

ของ

จุไรวรรณ ไรวินบูลย์

26 : 2548

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ตุลาคม 2547

จุไรวรรณ ไรวินุลย์. (2547), การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ
สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์,
อาจารย์ชวลิต รวยอาจัน.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิด
เอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มี
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ของ
โรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 7 โรงเรียน ซึ่ง
เลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้
ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ (NFR) แบบ
ทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (NSR) แบบทดสอบวัด
สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์ (NMR) และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ .791, .795, .789 และ .823
ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร r_B เท่ากับ .792, .796, .791 และ .824 ตามลำดับ หลักฐานความ
เที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ NFR, NSR และ NMR โดยใช้วิธีของไฮเซนและบรอนสเตอร์เท่ากับ
.943, .955 และ .944 ตามลำดับ ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตาม
หลายตัวและของตัวแปรตามตัวเดียวแบบทางเดียว (one-way MANOVA and one-way ANOVA) และ
ทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

ผลการศึกษาพบว่า

1. สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ทางรูปภาพ สัญลักษณ์และทางภาษาแต่
ละเนื้อหามีความสัมพันธ์กันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.01 และค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) ของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และ
ทางภาษาแบบความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง
และต่ำ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Wilks' Lambda = .187, $F=147.140$)

2. การเปรียบเทียบคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทาง
ภาษาแบบความสัมพันธ์ที่ละฉบับของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง
และต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ ($F=313.428, 359.567, 423.366$
ตามลำดับ) เมื่อทดสอบความแตกต่างรายคู่ พบว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบ
ความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ทุกกลุ่มแตก
ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์ และทาง
ภาษาแบบความสัมพันธ์ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน

A COMPARISON OF CONVERGENT PRODUCTION OF FIGURAL,SYMBOLIC,
AND SEMANTIC RELATIONS OF PATHOM SUKSA VI STUDENTS WITH DIFFERENT
MATHEMATICS ACHIEVEMENT

AN ABSTRACT
BY
JURAIWAN RAIVIBOON

Presented in partail fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Educational Measurement
at Srinakarinwirot University
October 2004

Juraiwan Raiviboon. (2004). **A Comparision of Convergent Production of Figural, Symbolic and Semantic Relations of Pathom Suksa Vi Students with Different Mathematics Achievement.** Master thesis, M.Ed. (Educational Measurment). Bangkok : Graduate School, Srinakarinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Boonchird Pinyoanuntapong, Mr. Chawalit Ruayajin.

This study aimed to compare convergent production of figural, symbolic, and semantic relations of Prathom Suksa VI students with high, moderate and low mathematics achievement.

The subjects comprised 342 Prathom Suksa VI students of 7 Bangkok Metropolitan schools, Rattanakosin Group in 2003 academic year, through stratified random sampling. The instrument for the study included Convergent Figural Relations (NFR), Convergent Symbolic Relations (NSR), Convergent Semantic Relations (NMR), and mathematics achievement test with reliability of .791, .795, .789, and .823, respectively, through KR-20 and .792, .796, .791, and .823, respectively, through r_B . Construct validity evidence of NFR, NSR, and NMR, through Heise and Bohrnstedt was .943, .955, .944, respectively. Then data were analyzed by one - way MANOVA and one – way ANOVA, and Scheffe's pair comparisons of means .

The results revealed that :

1. Convergent production of figural, symbolic, and semantic relations was significant related to Prathom Suksa VI students mathematics achievement at .01 level, and there was a significant difference at .01 level among the centroid of NFR, NSR, and NMR of students with high, moderate and low mathematics achievement (Wilks' Lambda = .187, $F=147.140$).

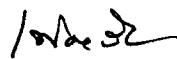
2. When compared each test, it was found that there was a significant difference at .01 level among that of NFR, NSR, NMR of students with high, moderate and low mathematics achievement ($F= 313.428, 359.567, \text{ and } 423.366$, respectively) whereas in each pair of NFR, NSR, and NMR, there was a significant difference at .01 level among students with high, moderate and low mathematics achievement.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์
และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

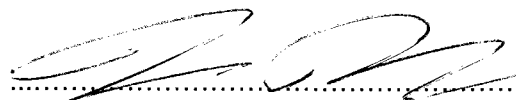
ของ
นางสาวจุไรวรรณ ไกรวิบูลย์

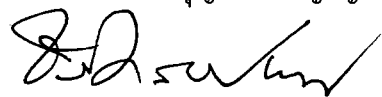
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

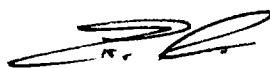


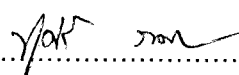
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่ 14 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

 ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ปิญโญนันตพงษ์)

 กรรมการ
(อาจารย์ ชวลิต รวยอาจิณ)

 กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ดังคะพิภพ)

 กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ สุทธิ วงศ์รัตน์ะ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความรู้ และอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตั้งคะพิภพ และ รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ คณะกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่า ปริญญานิพนธ์ที่ได้กรุณาในการให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่งในการปรับปรุง แก้ไขให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์ และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนสังกัด กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณเรวดี จิตรพลี คณะครูโรงเรียนสุโขทัย และเพื่อนๆ สาขาวิชาการวัดผล การศึกษา (ภาคพิเศษ) รุ่น 13 ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนเป็นกำลังใจให้ ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

กราบขอบพระคุณ คุณย่าสุวรรณแยง ไรวินบูลย์ คุณยายคำพันธ์ เวียงแก และบิดา – มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความเมตตา อุปการะ และสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

คุณค่าความดีและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณ บิดา – มารดา บุรพจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

จุไรวรรณ ไรวินบูลย์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ..... 1
	ภูมิหลัง..... 1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า..... 3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า..... 3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า..... 3
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า..... 3
	ตัวแปรที่ศึกษา..... 3
	นิยามศัพท์เฉพาะ..... 4
	กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า..... 5
	สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า..... 6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7
	ความหมายและลักษณะของสมรรถภาพสมอง..... 7
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดสมรรถภาพสมอง..... 10
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์..... 21
	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 23
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า..... 31
	การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง..... 31
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า..... 32
	การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 42
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 43
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 47
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 47
	การนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล..... 47
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 48

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	54
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า.....	54
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	54
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	55
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	55
	วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล.....	56
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
	อภิปรายผล.....	57
	ข้อเสนอแนะ.....	60
	บรรณานุกรม.....	61
	ภาคผนวก.....	68
	ภาคผนวก ก คำความยากง่าย คำอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพ สมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความ สัมพันธ์ , แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์และทางภาษาแบบความสัมพันธ์.....	69
	ภาคผนวก ข คำความยากง่าย คำอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ , แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์.....	85
	รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	94
	ประวัติย่อผู้วิจัย.....	96

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	32
2	การวิเคราะห์รายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	39
3	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	48
4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	50
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวด้วยการเปรียบเทียบคะแนนของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน.....	51
6	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ.....	52
7	การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน.....	53
8	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์.....	70
9	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์.....	71
10	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์.....	72
11	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	86

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โครงสร้างสมรรถภาพสมองของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว.....	10
2 โครงสร้างสมรรถภาพสมองของทฤษฎีสององค์ประกอบ.....	11
3 โครงสร้างความสามารถของทฤษฎีไฮราซิคัล.....	13
4 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 13 ฉบับ โดยโปรแกรม คอมพิวเตอร์ SSA-1 (Smallest of Space Analysis-1).....	15
5 ผลการคิดทบทวน โดยใช้เนื้อหาภาพเป็นตัวอย่าง.....	18
6 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่ปรับ ปรุงใหม่.....	19
7 ตัวอย่างแบบจำลองจุลภาคของโครงสร้างทางสมอง.....	20
8 แบบจำลองจุลภาคที่ใช้ในการวิจัย.....	20

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การปฏิรูปสังคมไทยเพื่อการสร้างความแข็งแกร่งที่จะยืนหยัดอยู่ในกระแสโลกาภิวัตน์ได้อย่างสง่างามจำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานของการปฏิรูปการศึกษา เมื่อประเทศไทยได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาหรือการปฏิรูปการเรียนรู้ยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด (คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ กระทรวงศึกษาธิการ. 2543 : 1) การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 14) เนื่องจากมนุษย์มีความแตกต่างกันมาตั้งแต่กำเนิดทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างของยีน และดี เอ็น เอ ที่แตกต่างกัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 9) จึงส่งผลให้สมรรถภาพสมองของมนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกัน นักการศึกษาและนักจิตวิทยาจึงได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองของมนุษย์ เพราะความสามารถทางสมองหรือสมรรถภาพทางสมองเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นต่อการเรียนการสอนเพราะเป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนวิชาต่างๆได้บรรลุตามจุดหมายปลายทางของวิชานั้นๆได้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2544:1) จากความสำคัญของสมรรถภาพสมองของมนุษย์จึงมีผู้สนใจและพยายามวัดสมรรถภาพสมองโดยรูปแบบการวัดแตกต่างกันไปตามทฤษฎีหรือแนวคิดนั้น ๆ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองทำให้เกิดเป็นทฤษฎีที่เป็นรากฐานของความเชื่อหลายทฤษฎี (ทองหล่อ วิภาวิณ. 2523 : 20-31) เรียงตามลำดับความซับซ้อน ดังนี้ ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni - factor Theory) ทฤษฎีสองตัวประกอบ (Bi - factor Theory) ทฤษฎีไฮราซิคอล (Hierarchical Theory) ทฤษฎีหลายตัวประกอบ (Multiple - factor Theory) สำหรับทฤษฎีหลายตัวประกอบนี้เป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์นั้นประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้าน ทฤษฎีนี้มีความคิดเกี่ยวข้องกับโครงสร้างและองค์ประกอบทางสมองที่เป็นสมรรถภาพพื้นฐาน (Primary Mental Ability) ตามทฤษฎีของเทอร์สโตน และทฤษฎีของกิลฟอร์ด สำหรับทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของสติปัญญา (The structure of Intellect Theory) ของกิลฟอร์ด ได้แบ่งโครงสร้างสามมิตินี้ มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operation) หมายถึง ขบวนการทางสมองแบบต่างๆ มีส่วนประกอบ 5 ส่วน คือ การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดเอกลัษณ์ การคิดนอกเนกษณ์ และการประเมินค่า มิติที่ 2 เนื้อหา (Contents) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่างๆ ซึ่งแบ่งได้ 4 ระดับด้วยกัน จากง่ายไปหายากตามลักษณะของสมองที่รับเข้าไปคือ รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม มิติที่ 3 ผลการคิด (Pruducts) หมายถึง ผลที่เกิดจากการมนุษย์คิดในสิ่งต่างๆ แล้วสามารถจัดเป็นรูปแบบต่างๆ 6 รูปแบบคือ หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์

สำหรับสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดเอกนัย (Convergent Production) นั้นเป็นวิธีการคิดอย่างหนึ่งของกระบวนการคิด(Operation) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดซึ่งกิลฟอร์ด (Guilford, 1971 : 214) กล่าวว่า เป็นการตอบสนองที่เกิดขึ้นเนื่องจาก การกระตุ้นของสิ่งเร้ารวบยอด หรือมุ่งไปสู่คำตอบที่ถูกคำตอบเดียว สิ่งเร้าที่มากกระตุ้นนั้นเป็นปัญหาชัดเจนและทำให้เกิดความคิดมุ่งไปสู่คำตอบที่ต้องการ ซึ่งไม่ใช่ปริมาณของคำตอบ ส่วนทางด้านการเรียนการสอนนั้นสมรรถภาพด้านการคิดเอกนัยเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะถ้านักเรียนคนใดมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยในเนื้อหาสูง นักเรียนผู้นั้นจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

สำหรับคณิตศาสตร์เป็นวิทยาการแขนงหนึ่งซึ่งมีบทบาทสำคัญและมีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างยิ่ง ตั้งแต่ในชีวิตประจำวันไปจนถึงการบริหารงานทั่วไปในระดับประเทศ เพราะเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ผูกให้คนคิดเป็นและแก้ปัญหาได้ (พนิดา พิสิฐอมรชัย, 2528 : 1) เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผลจึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นจุดประสงค์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นก็เพื่อต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการคิดคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพ (อุทัย เพชรช่วย, 2530 : 29) ดังนั้นจึงมีผู้วิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้หลายเรื่องเช่น งานวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยเนื้อหาสัญลักษณ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทย (ประเสริฐ สมพงษ์, 2524 : 58-64) ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่พบว่าสมรรถภาพสมองทางรูปภาพด้านการดำเนินการรู้จักและเข้าใจรูปภาพมีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุดกับทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ชีวิน สุวรินทร์กูร, 2535 : บทคัดย่อ) และความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ และสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ ในผลการคิด 5 ด้าน (ด้านกลุ่ม ด้านความสัมพันธ์ ด้านระบบ ด้านการแปลงรูป และด้านการประยุกต์) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ และสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ ในผลการคิด 5 ด้านมีความสัมพันธ์กันกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (สุชาติพิทย์ นวลหงษ์, 2542 : บทคัดย่อ) เป็นต้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันจะมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์ต่างกันหรือไม่ เพื่อที่จะได้นำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความสามารถและความสนใจของนักเรียนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทางรูปภาพ สัญลักษณ์และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน อันจะนำไปสู่การจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ซึ่งได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาโดยยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่จำนวน 9 โรงเรียน 29 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 19 โรงเรียน 42 ห้องเรียนและโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 25 โรงเรียน 24 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 53 โรงเรียน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 2,994 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น 3 ระดับดังนี้

2.1.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

2.1.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง

2.1.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ

2.2 ตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด โดยแบ่งออกตามเนื้อหา ดังนี้

2.2.1 การคิดเอกนัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์

2.2.2 การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

2.2.3 การคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **สมรรถภาพสมอง** หมายถึง ระดับความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการได้ศึกษาเล่าเรียนและประสบการณ์ที่ได้รับอย่างเหมาะสม การวิจัยครั้งนี้สมรรถภาพสมองอาศัยคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเอกนัยตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด

2. **สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์** (NFR : Convergent Production-Figural-Relation) หมายถึง ความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะพิจารณาตัดสิน หรือลงสรุปว่ารูปภาพหรือกลุ่มรูปภาพใดมีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันในทางลักษณะ หรือความหมายตามเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่กำหนดให้ได้ถูกต้องเหมาะสมที่สุดจากกลุ่มรูปภาพที่กำหนดให้ในรูปแบบต่างๆ กัน

3. **สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์** (NSR : Convergent Production-Symbolic-Relation) หมายถึง ความสามารถอย่างหนึ่งที่จะพิจารณาตัดสิน หรือลงสรุปว่าสัญลักษณ์ หรือกลุ่มสัญลักษณ์ใดมีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันในทางลักษณะ หรือความหมายตามเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่กำหนดให้ได้ถูกต้องเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากสัญลักษณ์ หรือกลุ่มสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

4. **สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์** (NMR : Convergent Production-Semantic-Relation) หมายถึง ความสามารถอย่างหนึ่งที่จะพิจารณาตัดสิน หรือลงสรุปว่า กลุ่มคำ หรือข้อความใดมีความหมายสัมพันธ์กันในทางความหมายในทางความหมาย หรือตามเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่กำหนดให้ได้ถูกต้องเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยพิจารณาจากกลุ่มคำ หรือข้อความต่างๆ ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

5. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามเนื้อ

หาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็น 3 ระดับ คือ

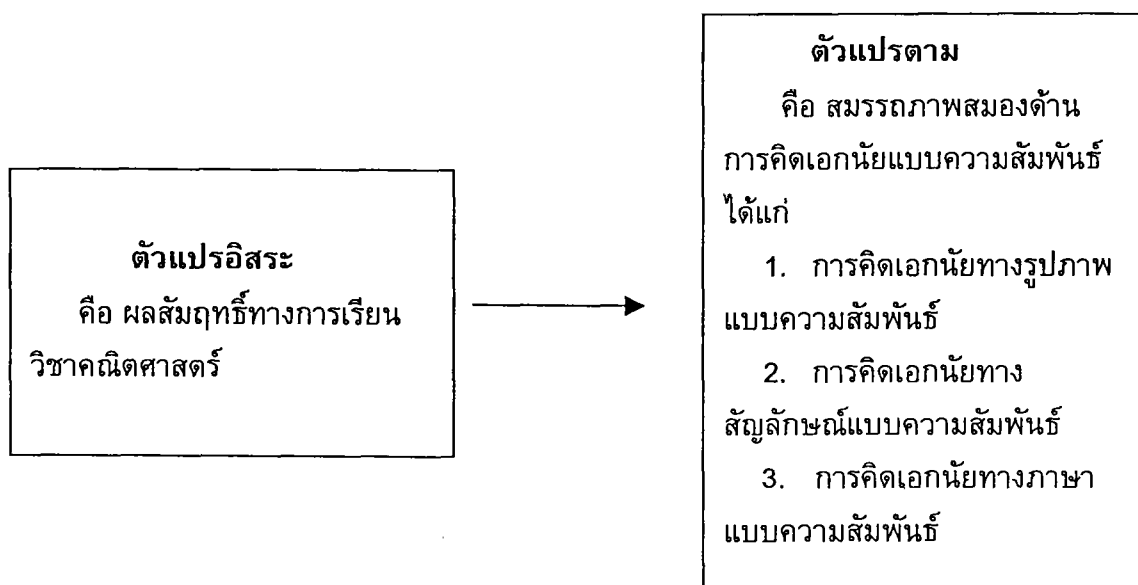
5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง หมายถึง ผู้ที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป

5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง หมายถึง ผู้ที่ได้คะแนนจากแบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ถึง 75

5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ หมายถึง ผู้ที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

6. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาโทวิชาเอกการวัดผลการศึกษา มีประสบการณ์ในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดมาอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 5 ท่าน

กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า



สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำจะมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายและลักษณะของสมรรถภาพสมอง
 - 1.1 ความหมายของสมรรถภาพสมอง
 - 1.2 ลักษณะของสมรรถภาพสมอง
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดสมรรถภาพสมอง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายและลักษณะของสมรรถภาพสมอง

1.1 ความหมายของสมรรถภาพทางสมอง

จากความสำคัญของความสามารถทางสมองของมนุษย์และความแตกต่างกันในความสามารถ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านทำการศึกษาและให้ความหมายความถนัดหรือสมรรถภาพสมอง หรือที่เรียกว่า “สติปัญญา” หรือ “เชาวน์ปัญญา” ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “สมรรถภาพสมอง” สำหรับความหมายของสมรรถภาพสมองได้มีผู้ให้ความหมายในแง่ต่าง ๆ ดังนี้

นคร เทพวรรณ. (2521 : 5) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สมรรถภาพสมอง หมายถึง ชีตจำกัดความสามารถของบุคคลอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาเล่าเรียนและสะสมได้จากประสบการณ์ทั้งปวงวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2528 : 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สมรรถภาพสมองเป็นสมรรถภาพทางการเรียนรู้ แก่ปัญหาและปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ สมรรถภาพทางสมองนี้มีอยู่ในตัวบุคคล ซึ่งมีมากน้อยแตกต่างกัน ถ้ามีมากก็จะมีสมรรถภาพสมองสูง ถ้ามีน้อยก็จะมีสมรรถภาพสมองต่ำ

คาร์เตอร์ วี กู๊ด (Carter V. Good) (มาลี จุฑะรพ. 2537 : 159) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพสมองไว้ 3 นัย คือ

- ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเร็วและเรียบร้อย
- และความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์
- สมรรถภาพในการรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน
- ระดับของสมรรถภาพสมองที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือทดสอบเชาว์ปัญญา

เกรเกอร์ คิมเบิล (Gregory Kimble) (มาลี จุฑะรพ. 2537 : 159) ได้ให้ความหมายว่า สมรรถภาพสมอง คือผลรวมของความสามารถ 5 ประการ คือ 1) การใช้กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ 2) การคิดหาเหตุผล 3) การกระทำโดยมีความมุ่งหมาย 4) การปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมอย่างได้ผลดี 5) การปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้

เวคส์เลอร์ (Wechsler) (ประสาธ อิศรปริดา. 2538 : 112 ; อ้างอิงจาก Wechsler.1958 : 7) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพสมอง เป็นผลรวมของศักยภาพของบุคคลที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ อย่างมีจุดหมาย คิดอย่างมีเหตุผล และปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เฟลด์แมน (Feldman) (ประสาธ อิศรปริดา. 2538 : 112 ; อ้างอิงจาก Feldman. 1992 : 382) ได้จำกัดกลุ่มความหมายของสมรรถภาพสมองไว้ 3 กลุ่ม ดังนี้

- สมรรถภาพสมองเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถเชิงเหตุผล และสามารถระบุวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี
- สมรรถภาพสมองเป็นความสามารถทางภาษา
- สมรรถภาพสมองเป็นความสามารถทางสังคม ซึ่งหมายถึง การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นอย่างราบรื่น

เรณู ชูความคิด และวารินทร์ สิ้นสูงสด. (2539 : 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สมรรถภาพสมองเป็นความฉลาดในความคิด ความจำและการรับรู้ทุกอย่างนอกจากนี้ยังหมายถึงการแก้ไขปัญหา ปรับความรู้และความคิดเข้าใจ ที่ตนมีอยู่เพื่อทำงานให้สำเร็จตามความมุ่งหมายอีกด้วย

ล้วน สายยศ และอัคณา สายยศ.(2541 : 15 – 16) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สมรรถภาพสมองเป็นความสามารถทางสมองที่ได้จากการฝึกฝนสั่งสมมาตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบัน บางทีก็เกิดจากประสบการณ์ในการเรียนรู้ การฝึกอบรมทั้งในระบบและนอกระบบ

วอร์เรน(ล้วน สายยศ และอัคณา สายยศ. 2541 : 15 ; อ้างอิงจาก Warren. 1934. Dictionary of Psychology : 372) ได้ให้ความหมายไว้ว่าสมรรถภาพสมองเป็นสภาวะ หรือคุณลักษณะจำนวนหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถของบุคคลอันได้มาจากการฝึกฝน การเรียนรู้ ทักษะ หรือสิ่งตอบสนองเฉพาะอย่างยิ่ง

สต็อดดาร์ด (Stoddard) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2542 : 35) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพสมองเป็นความสามารถในการทำกิจกรรมที่มีลักษณะดังนี้ คือ 1) มีความยุ่งยาก 2) มีความซับซ้อน 3) เป็นธรรมชาติ 4) มีคุณค่าทางสังคม 5) อยู่ในชีวิตประจำวัน 6) มีความแปลกใหม่ 7) ต้องใช้แรงจูงใจและความอดทนอย่างสูง

ก๊อดดาร์ด (Goddard) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2542 : 35) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพสมองเป็นความสามารถในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ 1) ยาก 2) ซับซ้อน 3) เป็นนามธรรม 4) ประหยัดทางเศรษฐกิจ 5) มีการปรับปรุงให้บรรลุเป้าหมาย 6) ให้คุณค่าทางสังคม 7) มีการกระทำโดยคิดขึ้นเอง และสามารถรักษากิจกรรมนั้นได้ โดยใช้สมาธิ ความอดทน และความตั้งใจ

เทอร์แมน (Terman) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2542 : 36) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพสมองเป็นความสามารถในการคิดและในรูปของความคิดนั้นจะมีลักษณะเป็นนามธรรม

บินเน็ต (Alfred Binet) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2542 : 36) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพสมองเป็นแนวโน้มในการใช้ความสามารถเพื่อให้เข้าใจสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ตามลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ แล้วนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับมาดัดแปลงและปรับปรุงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ในโอกาสต่อไป

กล่าวโดยสรุป สมรรถภาพสมอง คือ ความสามารถของบุคคลในการเรียนรู้ การคิดหาเหตุผล การตัดสินใจ การแก้ปัญหา ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ การปรับปรุงตัวเองต่อสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และสามารถดำรงตนในสังคมได้อย่างเป็นสุข

1.2 ลักษณะของสมรรถภาพสมอง

เรณู ชูความคิด และวารินทร์ สิ้นสูงสุต.(2539 : 8) ได้กล่าวไว้ว่าสมรรถภาพสมองมีลักษณะดังนี้

1. ได้รับมาจากประสบการณ์ดั้งเดิม
2. ปรับสภาพให้เหมาะกับสถานการณ์ใหม่
3. เข้าใจแง่มุมต่าง ๆ
4. มองจากแง่มุมที่กว้างกว่าที่เป็น

ชวาล แพรัตกุล (2513 : 2-14) ได้กล่าวถึงสมรรถภาพสมองว่าเป็นขีดระดับความสามารถของบุคคลที่ได้จากการเรียน การฝึกฝน และทักษะต่าง ๆ ที่เขาได้จากประสบการณ์ที่เหมาะสมนอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์สมรรถภาพสมองออกเป็น 5 ด้านดังนี้

1. สมรรถภาพสมองไม่ได้หมายถึงความรู้ คือไม่ต้องการวัดว่าเขาเรียนรู้อะไรมาบ้างมากนัก เพียงใด แต่ต้องการวัดว่านักเรียนสามารถนำเอาความรู้มาแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่มีลักษณะแตกต่างแปลกไปจากเดิมหรือไม่
2. สมรรถภาพสมองไม่หมายถึงความเร็ว คือจะมองที่ความยุ่งยากของงานเป็นหลักในการพิจารณาตัดสิน ถ้าใครสามารถทำงานที่ยากซับซ้อนได้ถูกต้องมากก็แสดงว่าเป็นที่มีความสามารถสมองสูงกว่าคนอื่น
3. สมรรถภาพสมองไม่หมายถึงสมรรถภาพด้านเดียว เนื่องจากสมองของคนเรานั้นจะประกอบด้วยความสามารถหลาย ๆ ด้านแต่ละด้านมีสัดส่วนความสามารถแตกต่างกัน เช่นมีสมรรถภาพทางภาษาสูงก็ส่งผลให้เก่งด้านการอ่าน การเขียน มีสมรรถภาพด้านตัวเลขสูงก็จะช่วยให้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นต้น
4. สมรรถภาพสมองไม่หมายถึงกรรมพันธุ์ นั่นไม่ได้หมายความว่าลูกจะต้องเก่งและมีความสามารถทางสมองสูงเหมือนพ่อแม่เสมอไป พ่อแม่บางคนมีการศึกษาดีแต่ลูกมีพัฒนาทางสมองต่ำก็มี

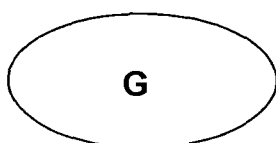
5. สมรรถภาพสมองไม่หมายถึงพรหมลิขิต นั่นคือมนุษย์สามารถหล่อหลอมฝึกฝนความสามารถทางสมองของเราได้ สังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม อุปนิสัยขณะเป็นเด็กและตอนเป็นผู้ใหญ่เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของสมรรถภาพสมองดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า สมรรถภาพสมองไม่ใช่สิ่งที่ได้มาโดยพันธุกรรม แต่เป็นสิ่งที่ได้มาจากการสั่งสมประสบการณ์จนเกิดทักษะและเป็นลักษณะพิเศษที่แสดงออกมาของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถนำไปปรับหรือประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมอง

นักจิตวิทยาได้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองของมนุษย์มาเป็นเวลานาน โดยในระยะแรกมีความเชื่อว่าสมรรถภาพสมองของมนุษย์เป็นหน่วยรวมหน่วยเดียว ตามความคิดของบีเนท์และซีมอน (Binet and Simon) จึงทำให้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองในสมัยนั้นออกมาเป็นเลขเพียงจำนวนเดียวดังจะเห็นได้จากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาของบีเนท์ (Cronbach. 1970 : 199) ต่อมาในปีค.ศ.1927 สเปียร์แมนได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของสมรรถภาพสมองพบว่ามีสององค์ประกอบ คือ องค์ประกอบทั่วไป (G-Factor) และองค์ประกอบเฉพาะ (S-Factor) ในปีค.ศ.1933 ได้มีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง เมื่อเทอร์สโตน (L.L. Thurstone. 1933) ค้นพบว่าสมรรถภาพสมองมีหลายองค์ประกอบ จนกระทั่งปีค.ศ.1967 กิลฟอร์ด (Guilford. 1967) ได้นำเสนอโครงสร้างทางสมองของมนุษย์เป็น 3 มิติ และได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะในรูปลูกบาศก์รวมกันได้ 120 ก่อน หลังจากนั้นได้มีผู้สนใจศึกษาทฤษฎีสมรรถภาพสมองในปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปออกมาได้ว่าสมรรถภาพสมองมีกระบวนการทำงานอย่างไร แต่ก็ยังมีผู้พยายามศึกษากระบวนการทำงานอย่างไร แต่ก็ยังมีผู้พยายามศึกษากระบวนการดังกล่าวจากทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพสมอง ซึ่งกล่าวได้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni-Factor Theory) บางทีเรียกทฤษฎีนี้ว่า Global Theory ผู้ที่คิดทฤษฎีนี้คือบีเนท์ และซีมอน (Binet and Simon. 1905) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวกันไม่แบ่งแยกเป็นส่วนย่อย คล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General ability) สำหรับทฤษฎีนี้บางครั้งเรียกว่า Global Theory ซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างได้ดังภาพ



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างสมรรถภาพสมองของทฤษฎีองค์ประกอบเดียว

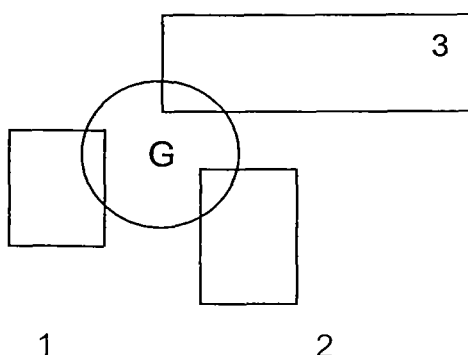
ทฤษฎีนี้เชื่อว่าสมรรถภาพสมองของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบทั่วไปหรือความสามารถทั่วไปเพียงส่วนเดียว ในการกระทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตาม องค์ประกอบทั่วไปจะเป็นผู้สั่งงานในการประกอบกิจกรรมทุกอย่าง บีเนท์ (Binet) ได้เห็นว่า องค์ประกอบทั่วไปเป็น องค์ประกอบย่อยหลายองค์ประกอบที่สลับซับซ้อน ฉะนั้นในการสร้างแบบทดสอบบีเนท์จึงวัดทางคณิตศาสตร์ ทางด้านเหตุผล ทางด้านภาษา และอื่น ๆ คะแนนที่ได้จากการวัดเป็นคะแนนวัดความสามารถแบบรวม (ทองหล่อ วิชาวิน. 2524 : 20) แล้วจึงนำมาแปลความหมายว่าใครมีเชาว์ปัญญาระดับใด

2.2 ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory) ทฤษฎีนี้คิดโดยสเปียร์แมน (Charles Spearman) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาชาวอังกฤษเป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ พบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลายประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ประการ คือ

2.2.1 ความสามารถทั่วไป (General factor : G-factor) เป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวมนุษย์ทั่วไป ซึ่งจะมีสอดแทรกในความคิดและกิจกรรมต่างๆ ทุกอย่าง แต่จะมีไม่เท่ากันทุกคน บางคนอาจจะมีมาก บางคนอาจจะมีน้อย

2.2.2 ความสามารถเฉพาะ (Specific factors : S-factor) เป็นความสามารถในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมอย่างอื่น โดยถือว่าความสามารถเฉพาะนี้เป็นตัวประกอบที่สำคัญที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกัน และเป็นความสามารถพิเศษที่มีเฉพาะแต่ละบุคคลไม่เหมือนกันทุกคน เช่น ความสามารถทางดนตรี ศิลปะ เป็นต้น (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 28-30)

จะเห็นได้ว่าทฤษฎีนี้มองความสำคัญที่องค์ประกอบทั่วไปเป็นหลัก ไม่แตกต่างจากทฤษฎีของบีเนท์ ส่วนที่แตกต่างก็คือมองเห็นว่านอกจากองค์ประกอบรวมแล้ว ยังมีองค์ประกอบย่อยเพิ่มขึ้นอีกสามารถเขียนโครงสร้างได้ดังภาพ



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างสมรรถภาพสมองของทฤษฎีสององค์ประกอบ

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีสหสัมพันธ์สูงกับ G-factor พิจารณาจากพื้นที่ที่สัมผัสกัน สำหรับพื้นที่ส่วนที่เหลือแทน S-factor และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error Variance) ส่วนความสามารถเฉพาะ 3 นั้นจะมีค่าสหสัมพันธ์กับความสามารถทั่วไปต่ำ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับ G น้อย (Anatasi. 1982 : 365)

ทฤษฎีนี้เชื่อว่ากิจกรรมทางสมองทุกอย่างขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั่วไปซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานทางสมอง เป็นความสามารถทั่วไปในการประกอบกิจกรรมซึ่งแต่ละคนจะมีมากน้อยแตกต่างกัน และองค์ประกอบเฉพาะซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะที่ทำให้มนุษย์แตกต่างกันเป็นความสามารถพิเศษที่อยู่ในแต่ละบุคคล (ทองหล่อ วิชาวิน. 2524 : 20)

2.3 ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory) เทอร์สโตน (L.L.Thurstone) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 45-47) ได้คิดค้นทฤษฎีหลายองค์ประกอบ โดยได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองและได้ใช้หลักการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ซึ่งวิเคราะห์ความสามารถทางสมองพื้นฐาน (Primary Mental Abilities) ของมนุษย์ออกเป็น 7 องค์ประกอบ

2.3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor ใช้ตัวย่อว่า V.) เป็นความสามารถในการใช้คำศัพท์ ข้อความ บทกวี หรือเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา และเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม

2.3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency factor ใช้ตัวย่อว่า W) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ในเวลาอันจำกัด ความสามารถด้านนี้จะส่งผลในด้านการเจรจา และการประพันธ์ทั้งร้อยแก้วและร้อยกรอง การตอบโต้ในทันทีทันใดอย่างที่มีปฏิภาณไหวพริบในการเจรจา

2.3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor ใช้ตัวย่อว่า N.) เป็นความสามารถในการคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิต องค์ประกอบนี้จะทำให้มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง

2.3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space factor ใช้ตัวย่อว่า S.) เป็นความสามารถที่เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่หรือรูปทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตได้อย่างดี

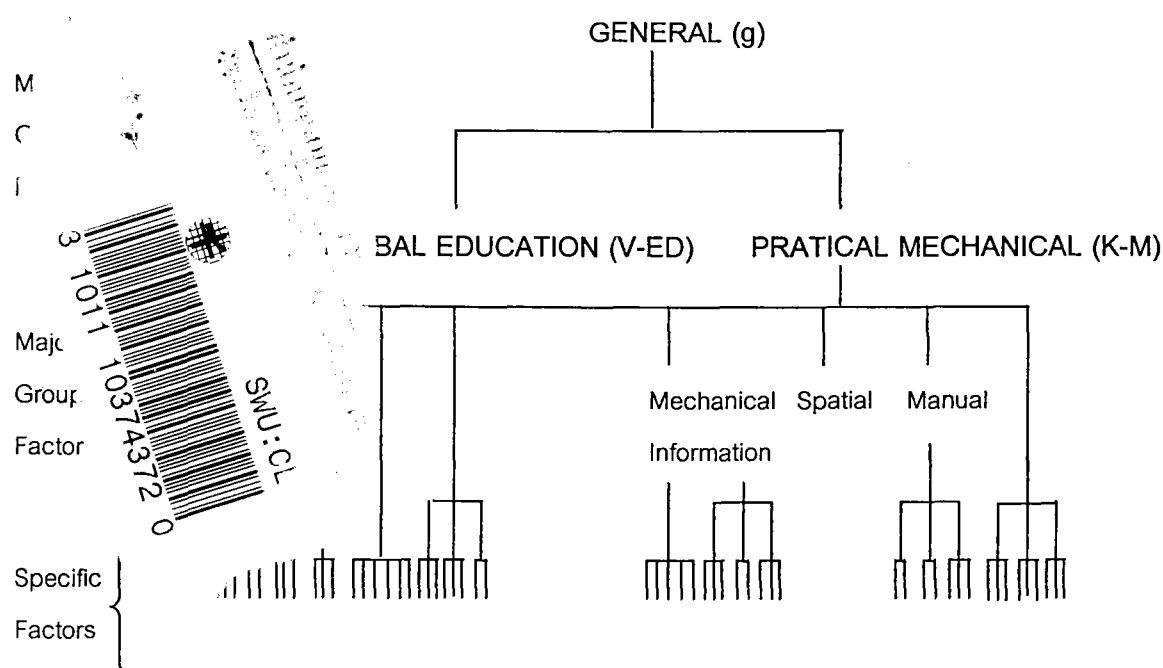
2.3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory factor ใช้ตัวย่อว่า M.) เป็นความสามารถในด้านความทรงจำ การระลึกเรื่องราว เหตุการณ์และสิ่งของต่าง ๆ ได้รวดเร็วถูกต้องจนสามารถถ่ายทอดได้

2.3.6 องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perception Speed factor ใช้ตัวย่อว่า P.) เป็นความสามารถในการมองเห็นรายละเอียด ความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็วและถูกต้อง

2.3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผลทั่วไป (Reasoning factor ใช้ตัวย่อว่า R.) เป็นองค์ประกอบที่ความหมายยังไม่กระจ่างชัดนัก เทอร์สโตนมองเห็นองค์ประกอบด้านนี้ในรูปของการให้เหตุผลแบบอุปมาน และอนุมาน (Induction and Deduction) ทฤษฎีนี้มีผู้ทำการศึกษาแล้วเห็นว่า ความ

สามารถด้านนี้สามารถวัดได้ด้วยเหตุผลทางตรรกวิทยา (Syliogistic reasoning) นั่นคือ เหตุผลทั่วไปนี้จะวัดได้ดีต้องวัดด้วยแบบทดสอบเลขคณิตเหตุผล

2.4 ทฤษฎีไฮราคัล (Hierarchical Theory) ทฤษฎีนี้คิดค้นโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ คือ เบิร์ต (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และฮัมเฟรย์ (Humphreys) (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 47-48 ; อ้างอิง Vernon. 1960) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบทั่วไป (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 อีก ส่วน Practical-mechanical แบ่งย่อยออกเป็น Mechanical information, Spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ แต่ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมี องค์ประกอบย่อยอื่นอีก รวมเรียกว่า Minor group factor และองค์ประกอบย่อยแต่ละองค์ประกอบยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ อีก ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบระดับต่ำสุดเรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ถ้าพิจารณาโครงสร้างอันนี้แล้ว ก็ไม่ต่างอะไรกับลักษณะของต้นไม้แผ่กิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ นั่นก็คือ เบิร์ต เวอร์นอน G-factor กิ่งก้านเล็ก ๆ เปรียบเสมือน Specific factors นั่นเอง



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างความสามารถของทฤษฎีไฮราคัล

ฮัมเฟรย์ให้ความเห็นว่าทฤษฎีนี้ เป็นลักษณะการแพร่ขยายขององค์ประกอบจากส่วนใหญ่มากกว่าที่จะเป็นองค์ประกอบย่อยเริ่มตั้งแต่ต้นดังทฤษฎีของเทอร์สโตน และยังเสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบว่าผู้สร้างควรที่จะเลือกระดับขั้นขององค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบนั้น

2.5 ทฤษฎีสติปัญญาของแคทเทลล์ (Cattell's Theory of Fluid and Crystallized Intelligence) ผู้คิดค้นทฤษฎีนี้คือ อาร์ บี แคทเทลล์ (R. B. Cattell) ในปี 1963 เขาเชื่อว่าสติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ใหญ่ ๆ คือ (Aiken. 1977 : 161-162)

ฟลูอิด อะบิลิตี้ (Fluid ability) เป็นความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์หรือเป็นผลมาจากพันธุกรรมความสามารถทางสมองส่วนนี้จะแทรกอยู่ทุกอริยาบทของกิจกรรมทางสมอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิด การแก้ปัญหา เช่น ความสามารถในการใช้เหตุผล การอุปมาน การอนุมาน การมองเห็นความสัมพันธ์ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมภาพ

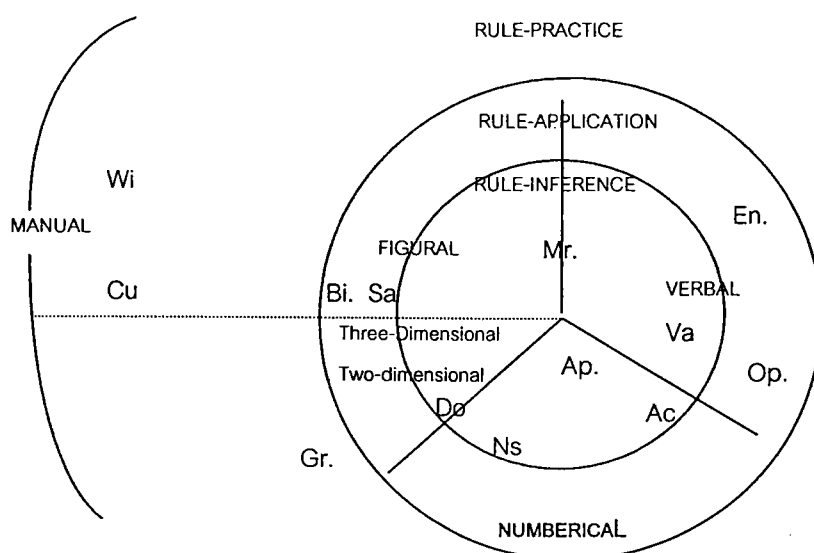
คริสตัลไลซ์ อะบิลิตี้ (Crystallized Ability) เป็นความสามารถทางสมองที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตของคนเรา เช่น ความสามารถที่จะเข้าใจตัวเลข ความเข้าใจในภาษา และความสามารถในการประเมินผลหรือประเมินค่า

2.6 ทฤษฎีเชาว์ปัญญาแบบพหุมิติของการ์ดเนอร์ (Theory of Multiple Intelligence) การ์ดเนอร์ (Gardner) (Daniel. 2001 : 127 ; อ้างอิงจาก Gardner. 1999) ได้เสนอทฤษฎีเชาว์ปัญญาแบบพหุมิติ โดยจำแนกเชาว์ปัญญาออกเป็น 8 ชนิด คือ เชาว์ปัญญาด้านภาษา (linguistic) ด้านเหตุผลคณิตศาสตร์ (logical-mathematical) ด้านมิติสัมพันธ์ (spatial) ด้านดนตรี (musical) ด้านร่างกายการเคลื่อนไหว (bodily-kinesthetic) ด้านการรู้เกี่ยวกับผู้อื่น (interpersonal) ด้านการเรียนรู้เกี่ยวกับตนเอง (intrapersonal) และด้านนักธรรมชาติวิทยา (naturalist)

การ์ดเนอร์มีแนวคิดที่ว่า แต่ละบุคคลจะมีความสามารถทางเชาว์ปัญญาเด่นในด้านหนึ่งเท่านั้น ส่วนความสามารถด้านอื่น ๆ จะอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยของคนส่วนใหญ่ เช่น นักวิทยาศาสตร์ หรือนักคณิตศาสตร์ จะมีความสามารถเด่นในด้านเหตุผล-คณิตศาสตร์ แต่ไม่เด่นทางด้านภาษา ด้านดนตรี ด้านมิติสัมพันธ์ หรือความเข้าใจผู้อื่น เป็นต้น ซึ่งทฤษฎีนี้ไม่ได้เน้นเชาว์ปัญญาไปสู่เรื่องร่างกาย ศิลปะ ดนตรี และการปรับตัวอีกด้วย ทำให้การสร้างแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาตามแนวของการ์ดเนอร์มีประโยชน์สำหรับใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จในอาชีพต่าง ๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของบุคคลมากกว่าการวัดความสามารถ

2.7 ทฤษฎีแบบจำลองของโครงสร้างทางสมอง (The Radex Structure of Intelligence : A Replication) เอดเลอร์ และกัทท์แมน (Adler and Guttman. 1982 : 739-747) เสนอว่าทฤษฎีนี้เป็นทฤษฎีที่แตกต่างไปจากทฤษฎีที่กล่าวมา ซึ่งแบบจำลองนี้ได้จากการนำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองหรือสติปัญญา 13 ฉบับ คือ ฉบับอุปมาอุปไมยทางภาษา (Verbal Analogies : Va) ฉบับคำตรงข้าม (Opposites : Op) ฉบับภาษาอังกฤษ (English : En) ฉบับอนุกรมตัวเลข (Numerical Series : Ns) ฉบับปัญหาเลขคณิต (Arithmetic Problems : Ap) ฉบับการฝึกทางเลขคณิต 9 Arithmetic Exercise : Ae) ฉบับมิติสัมพันธ์เชิงตรรกวิทยา (Spatial Logical,

Dounaierwsky ; Do) ฉบับบล็อก (Block : Bi) ฉบับการแสดงด้วยเส้น (Graphics : Gr) ฉบับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability : Sa) ฉบับเหตุผลเชิงจักรกล (mechanical Reason : Mr) ฉบับการตัด (Cutting : Cu) และฉบับการต่อเส้นลวด (Wire : Wi) ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 13 ฉบับสร้างขึ้นโดยใช้ภาษา ตัวเลข หรือจำนวนและภาพ การทำแบบทดสอบใช้วิธีเขียนตอบและการฝึกปฏิบัติด้วยมือ โดยเฉพาะแบบทดสอบที่เป็นภาพจะเป็นภาพที่มีสองมิติ หรือสามมิติ การตอบผู้ตอบจะต้องอาศัยกฎสามอย่าง คือ การสรุปความ การประยุกต์ใช้ และการฝึกปฏิบัติ เมื่อนำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนเกรด 9 ของโรงเรียนในเยรูซาเล็มจำนวน 200 คน โดยศูนย์แนะแนวอาชีพฮาเดสสาช (Hadassah Vocational Guidance Center) ผลการวิเคราะห์ปรากฏเป็นแบบจำลองของสมองดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 4 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 13 ฉบับ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SSA-1 (Smallest of Space Analysis-1)

2.8 ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Theory) กิลฟอร์ด นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ได้สร้างทฤษฎีนี้ขึ้นเมื่อ ค.ศ.1967 และมีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Three Face of Intellect Model หรือ Three Dimensional Model of The Structure of Intellect โดยค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีหลายตัวประกอบที่ทำให้สามารถอนุมานถึงโครงสร้างที่แสดงออกถึงความสามารถทางสมองของมนุษย์ (สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2518 : 7-10) และได้วิจัยขยายทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณของเทอร์สโตน โดยใช้วิธีสหสัมพันธ์และวิเคราะห์ตัวประกอบ วิธีการของการศึกษาด้วยวิธีนี้คือ การใช้แบบทดสอบวัดสติปัญญาที่มีอยู่ในสมัยนั้นไปวัดผลวิธีการคิดของความคิดด้านต่าง ๆ ในมิติขบวนการคิด (operations) แบบทดสอบเหล่านั้นสร้างขึ้นตามคำนิยามของขบวนการคิด

แต่ละอย่าง เช่น จะวัดความคิดเนกนัยก็นิยามว่า ความคิดเนกนัยคืออะไร แล้วสร้างข้อสอบตามนั้น แล้วใช้วิธีสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็น ลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และเสนอเป็นทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (Structure of Intellect Theory) เรียกว่า SI อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นแบบจำลองมหภาคสามมิติ (Three Dimensional Model) ดังนี้ (Guilford and Ralph, 1971 : 1-19)

มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operations) หมายถึง ขบวนการปฏิบัติงาน หรือวิธีการคิดของสมองในแบบต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) หมายถึงความสามารถทางสมองของมนุษย์ของบุคคลที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้น และบอกได้ว่าส่วนนั้นคืออะไร เช่น เมื่อเห็นภาพแก้วก็บอกได้ว่านั่นคือแก้ว รวมทั้งการรู้จักและเข้าใจสิ่งที่แปลกได้

2. การจำ (Memory) หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลในการเก็บสะสมรวบรวมความรู้ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่รู้จักไว้ได้ และสามารถระลึกออกมาในรูปเดิม เมื่อได้รับสิ่งเร้า เช่น เมื่อได้เรียนรู้ว่า สุนัขคู่กับ ก ช้างคู่กับ 5 ต่อมาเมื่อถูกถามว่าสุนัขคู่กับอักษรอะไร บุคคลนั้นจะสามารถระลึกตอบได้ทันทีว่า ก

3. การคิดเนกนัย (Divergent Production) หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไปหลายทิศทาง คิดหาคำตอบโดยไม่จำกัดจำนวน ทำให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เช่น ให้บอกประโยชน์ของกระดาษให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุด มีเหตุผล ถือว่าผู้นั้นมีความสามารถในการคิดแบบเนกนัย

4. การคิดเอกนัย (Convergent Production) หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถลงสรุป หรือตัดสินใจที่ดีที่สุด หาเกณฑ์เหมาะสมได้ดีที่สุด และถูกต้องที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้ดังนั้นคำตอบแบบนี้ต้องมีเพียงคำตอบเดียว เช่น ให้บอกตัวอักษรตัวถัดไปของ ก, ค, ง, ข,..... คือ อักษรใด ก็สามารถบอกได้ว่าคือ ญ

5. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ และสามารถลงสรุปได้ว่าข้อมูลอื่นใดบ้างที่มีลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น เช่น ให้บอกว่า 555443332 มีลักษณะการจัดเรียงเหมือนกับ 99977665 หรือไม่ ก็สามารถบอกได้ว่า ไม่เหมือน

วิธีการคิดทั้ง 5 ด้านไม่ได้แยกออกจากกันโดยอิสระ นั่นคือการคิดขั้นต้น ๆ จะเป็นพื้นฐานการคิดขั้นสูงตามลำดับ วิธีการคิดด้านต่าง ๆ มีลำดับจากง่ายไปหายาก ตามลำดับขั้นที่กล่าวข้างต้น ดังนั้นการรู้จักเข้าใจเป็นวิธีการคิดพื้นฐาน หากขาดวิธีการคิดขั้นต้นนี้ก็ไม่สามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ รวมทั้งไม่สามารถใช้วิธีการคิดด้านอื่น ๆ ได้ด้วย

มิติที่ 2 เนื้อหา (Contents) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ปรากฏต่อระบบประสาทสัมผัสทั้งหลาย และบุคคลแยกแยะเพื่อรับรู้ แบ่งออกได้เป็น 4 อย่าง คือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม หรือรูปแบบที่แน่นอนสามารถจับต้องได้ มีโครงสร้างที่แยกออกเป็นภาพและพื้น (Figural-Ground) สามารถที่จะรับรู้หรือระลึกออกมาได้ เช่น ภาพต่าง ๆ เสียงต่าง ๆ เป็นต้น

2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ

3. ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ ซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่ม ส่วนใหญ่มองในด้านการคิด (Verbal Thinking) มากกว่าการเขียน แต่บางอย่างก็ไม่ได้อยู่ในรูปของถ้อยคำ เช่น ภาษาใบ้

4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ไม่ใช่ภาษาแต่เป็นสิ่งที่เร้าที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกรวมถึงทัศนคติของบุคคลอันเกิดจากความตั้งใจ การรับรู้ความคิด ความต้องการ ความปรารถนา ความรู้สึก อารมณ์ และการกระทำต่าง ๆ ของบุคคล

เนื้อหาด้านพฤติกรรมนี้ กิลฟอร์ดได้คิดเพิ่มเข้ามาในแบบจำลอง โดยใช้หลักเหตุผลความสามารถทางสมองแบบพฤติกรรมของบุคคลเป็นสติปัญญาทางสังคม (Social Intelligence) เพื่อจะได้อธิบายทฤษฎีให้สมบูรณ์มากขึ้น (สภาพร ทัพพะกุล. 2516 . 9)

มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) หมายถึง ผลของกระบวนการจัดการกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลการคิดของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่าง ๆ กันซึ่งสามารถแบ่งออกตามลักษณะต่าง ๆ ได้ 6 แบบ คือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่มีคุณลักษณะเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น เช่น คน สุนัข แมว เป็นต้น

2. กลุ่ม (Classes) หมายถึง ชุดของหน่วยต่าง ๆ ซึ่งมีคุณลักษณะบางประการร่วมกัน เช่น กะทะ หม้อ จาน เป็นภาชนะเหมือนกัน

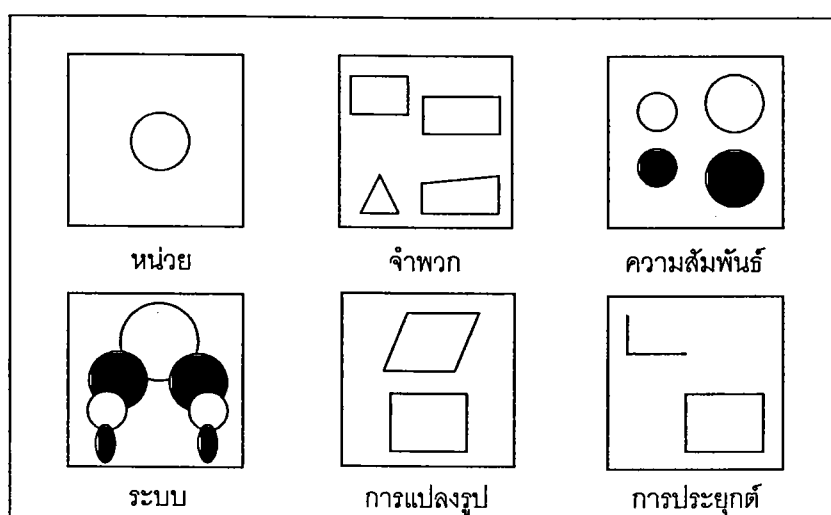
3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลการเชื่อมโยงความคิดแบบ ต่าง ๆ 2 พวกเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการ ความสัมพันธ์อาจอยู่ในรูป หน่วยกับหน่วย กลุ่มกับกลุ่ม หรือระบบกับระบบ เช่น หม้อกับทัพพี กะทะกับตะหลิว จานกับช้อน เป็นต้น

4. ระบบ (System) หมายถึง การรวบรวมขึ้นเป็นองค์กร หรือจัดรวมโครงสร้างเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบแบบแผนอย่างใดอย่างหนึ่ง และเข้าใจระเบียบแบบแผนของสิ่งเร้าว่าอะไรมาก่อนหลัง เช่น เข้า สาย ป่าย เย็น ตึก เป็นระบบช่วงเวลาใน 1 วัน

5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนรูป การปรับปรุง การให้คำนิยามใหม่ การตีความ การขยายความ หรือการจัดองค์ประกอบของข้อมูลให้มีรูปร่างแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจมองในรูปแบบของข้อมูล หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น เช่น กบ เป็น นก

6. การประยุกต์ (Implication) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ ขยายความเพื่อการคาดหวัง คาดคะเน หรือพยากรณ์ จากข้อมูลที่กำหนดไว้ให้แตกต่างไปจากเดิมซึ่ง เป็นการคาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

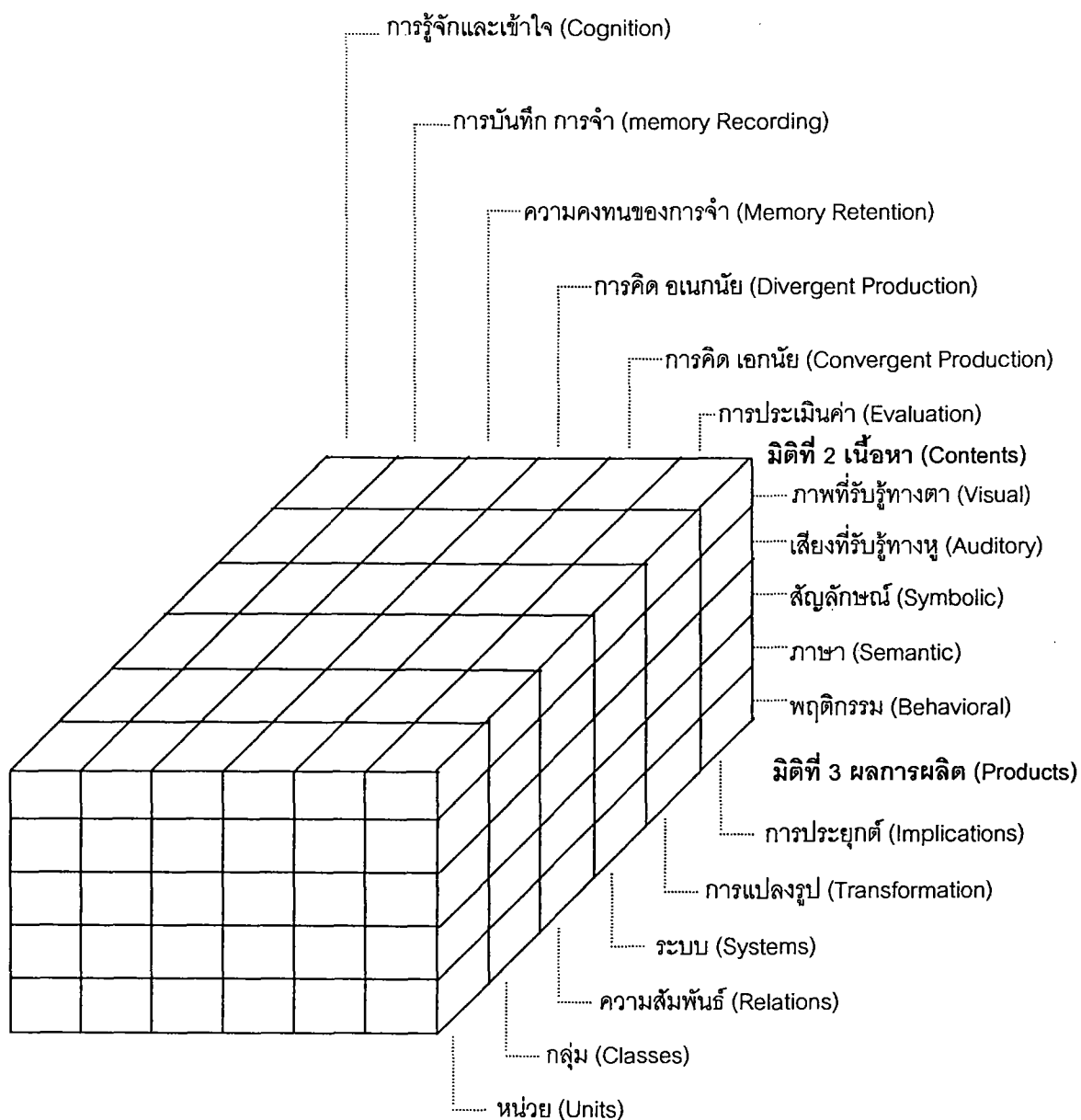
ในผลการคิดแบบต่าง ๆ ทั้ง 6 แบบนี้ จัดเรียงตามลำดับของความสัมพันธ์จากส่วน ย่อยที่สุดไปสู่ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนกว่า กล่าวคือ เรียงจากง่ายไปหายาก หน่วยเป็นผลการคิดพื้นฐานที่สุด และหน่วยจะมีส่วนเข้าไปสัมพันธ์กับกลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูปและการ ประยุกต์ ได้ทั้งหมด สำหรับผลการคิดทั้ง 6 แบบ มีลักษณะดังภาพประกอบ 5 (Guilford and Ralph. 1971 : 64)



ภาพประกอบ 5 ผลการคิดหกแบบ โดยใช้เนื้อหาภาพเป็นตัวอย่าง

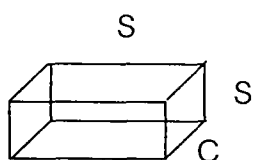
ต่อมาในปี ค.ศ.1977 กิลฟอร์ดได้ปรับปรุงแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาในมิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) ในส่วนของภาพ (Figural) ออกเป็นภาพที่รับรู้ทางตา (Visual) และเสียงที่รับรู้ทางหู (Auditory) นอกจากนี้ในปี ค.ศ.1988 กิลฟอร์ดได้เปลี่ยนแปลง มิติที่ 1 ด้านความจำ (Memory) ได้ปรับปรุงเป็น 2 ลักษณะ คือ ความคงทนของการจำ (Memory Retention) และการบันทึกการจำ (Memory Recording) ดังนั้นแบบจำลองโครงสร้างสติปัญญาที่ปรับปรุงใหม่ จึงมีเนื้อหา 5 แบบ วิธีการคิด 6 แบบ และผลการคิด 6 แบบ ($6 \times 5 \times 6 = 180$ หน่วยลูกบาศก์) (Guilford. 1988 : 1-4) ดังภาพประกอบ 6

มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operations)

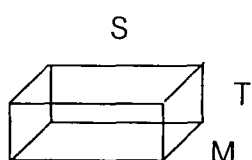


ภาพประกอบ 6 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่ปรับปรุงใหม่

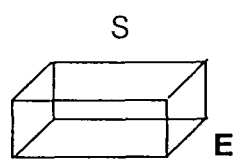
แบบจำลองมหภาค (Macro Model) ที่แสดงโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดแบ่งออกเป็น $6 \times 5 \times 6 = 180$ แบบ แบบจำลองจุลภาค (Micro Model) แต่ละแบบประกอบด้วยหน่วยย่อย 3 มิติซึ่งเป็นตัวแทนของความสามารถทางสมองประกอบด้วยวิธีการคิด-เนื้อหา-ผลการคิด (Operations-Contents-Products) ดังภาพประกอบ 7



ภาพ ก



ภาพ ข



ภาพ ค

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบจำลองจุลภาคของโครงสร้างทางสมอง

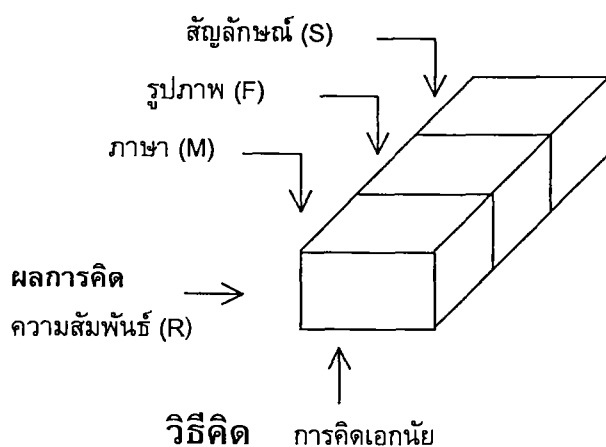
ภาพ ก. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการรู้จักและเข้าใจทางสัญลักษณ์แบบระบบ (Cognition-Symbolic-System ย่อว่า CSS)

ภาพ ข. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการจำทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (Memory-Symblic-Transformation ย่อว่า MST)

ภาพ ค. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (Evaluation-Semantic-Implication ย่อว่า ESI)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบจำลองอนุภาค ซึ่งใช้วิธีการคิดแบบเอกนัย เนื้อหา ทาง ภาษา รูปภาพ และสัญลักษณ์ และผลการคิดในรูปความสัมพันธ์ดังแสดงในภาพประกอบ 8

เนื้อหา



ภาพประกอบ 8 แบบจำลองจุลภาคที่ใช้ในการวิจัย

จากแบบจำลองจุลภาคในภาพประกอบ 8 ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบวัดความสามารถด้านผลการคิดเอกลักษ์ที่มีเนื้อหาต่างกัน แต่มีผลการคิดแบบเดียวกัน 3 แบบ ดังนี้

1.แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทางภาษาที่มีผลการคิดแบบความสัมพันธ์ (NMR)

2.แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทางรูปภาพที่มีผลการคิดแบบความสัมพันธ์ (NFR)

3.แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทางสัญลักษณ์ที่มีผลการคิดแบบความสัมพันธ์ (NSR)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิลสัน (อนันต์ โพธิกุล. 2543 : 45 ; อ้างอิงจาก Wilson. 1971 : 643 - 685) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้ จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์นิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำคำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนต้องไม่พบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้ เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลไปแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในด้านอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการในการแก้ปัญหาได้โดยไม่มียาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งการแก้ปัญหานี้อาจใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใด

บ้าง ที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่ประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์

4.3 ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์ การพิสูจน์

4.5 ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จัดได้ว่าเป็นเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการประเมินความสามารถทางสมองได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ และการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ฮิลล์ (Hill, 1957 : p.615 – 622) ที่ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับวิทยาลัย จำนวน 148 คน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด ได้แก่ด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ .58 รองลงมาเป็นด้านตัวเลข เท่ากับ .44 และต่ำสุดเป็นด้านภาษาเท่ากับ .28

เคนเนอร์ กิลฟอร์ด และคริสเทนเซน (Kettner , Guilford & Chistensen, 1959 : 284 – 288) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับเกรดของนักเรียนวิทยาลัยป้องกันชายฝั่งทะเลสหรัฐอเมริกา(The U.S. Coast Guard Academy) จำนวน 110 คน โดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น 15 ฉบับ เป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการรู้จักและเข้าใจภาพ สัญลักษณ์ ภาษา 5 ฉบับ แบบทดสอบด้านการคิดเอกลัทธิทางภาพทางภาษา 6 ฉบับและแบบ

ทดสอบด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ทางภาษา 4 ฉบับ พบว่า แบบทดสอบด้านการรู้จักและเข้าใจทางรูปภาพแบบการแปลงรูป มีความสัมพันธ์กับเกรดวิชาการเขียนแบบงานช่างกลและเรขาคณิต วิชาฟิสิกส์ ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์ทางลบกับเกรดวิชารากฐานของโลกสมัยใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบบทดสอบด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ แบบการแปลงรูป มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเกรดวิชาการเขียนแบบงานช่างกลและเรขาคณิต วิชาฟิสิกส์ และวิชาการเดินเรืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมิท (Smith. 1963 : p.39 – 2) ได้ใช้แบบทดสอบ SCAT (School and Colledge Ability Test) และแบบ CTB (Californai Test Battery) ซึ่งทั้งสองชุดต่างก็มีแบบทดสอบด้านภาษาและตัวเลขเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าสหสัมพันธ์ด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าด้านภาษา โดยมีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้แบบทดสอบ SCAT ฉบับคณิตศาสตร์เท่ากับ .54 แบบทดสอบ CTB ฉบับคณิตศาสตร์ เท่ากับ .74 แบบทดสอบ SCAT ฉบับภาษา เท่ากับ .43 แบบทดสอบ CTB ฉบับภาษา เท่ากับ .34

กิลฟอร์ด โฮฟฟ์เนอร์และพีเตอร์สัน (Guilford ,Hoepfner & Peterson. 1965 : 659-682) ได้ศึกษาองค์ประกอบของโครงสร้างทางสมอง เพื่อทำนายหรือพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 จำนวน 28 คน พบว่าองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี คือ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์ การประเมินค่าทางสัญลักษณ์ แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ รองลงมาคือ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบหน่วย แบบระบบ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป จะเห็นได้ว่าสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดี คือ การคิดเอกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่าเนื้อหาสัญลักษณ์ ผลการคิดแบบความสัมพันธ์ แบบระบบและแบบการประยุกต์ แสดงว่าผู้ที่ได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงจะต้องมีสมรรถภาพสมองสามด้านดังกล่าวสูงด้วย

เบนเน็ต และคนอื่นๆ (Bennet. 1969 : p.81 – 91) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ D.A.T(Differential Aptitude Test) เป็นตัวพยากรณ์ แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยๆ หลายชุด พบว่า แบบทดสอบย่อยๆ ที่มีสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คือ ด้านภาษามีค่าเท่ากับ .70 ด้านตัวเลขมีค่าเท่ากับ .65 และด้านมิติสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ .53 จะเห็นว่าแบบทดสอบด้านภาษามีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำสุด

โฮลลีย์ (Holly. 1971 : 2484 - A) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบซึ่งสร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด โดยใช้คะแนนเฉลี่ย (GPA) จากการเรียนวิชาพีชคณิตแผนใหม่ และคะแนนจากแบบทดสอบ ซี.เอ็ม.ที. (Cooperative Mathematics Test : CMT) เป็นเกณฑ์ ศึกษากลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนซานเมืองภาคใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย จำนวน 117 คน

ผลปรากฏว่าแบบทดสอบเมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบพีชคณิตแผนใหม่ และคะแนนจากแบบทดสอบ ซี.เอ็ม.ที. เป็นเกณฑ์มีค่าเท่ากับ .56 และ .60 ตามลำดับ

ลีโอแนสและโจเซฟ (Lyons & Joseph. 1972 : 620 – A) ศึกษาเกี่ยวกับการปฏิบัติ การคิด ทางด้านการรู้หรือการเข้าใจ การจำ การคิดแบบอเนกนัยและการคิด แบบเอกนัยกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับวิทยาลัยจำนวน 112 คน ที่มีอายุระหว่าง 18-21 ปี โดยใช้แบบทดสอบชนิดภาษาและภาพ ทั้งหมด 16 ฉบับเป็นเครื่องมือในการศึกษาการเก็บรวบรวมข้อมูลในเวลา 7 สัปดาห์ การวิเคราะห์ เครื่องมือใช้วิธี Multimethod Metrix ผลการศึกษาพบว่า การปฏิบัติ การคิดแบบเอกนัย และความจำมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ต่ำ และคะแนนของการคิดแบบอเนกนัยทั้ง 3 อย่าง คือ ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างกับการคิดแบบเอกนัยต่ำเมื่อใช้วิธีการวัดที่ซับซ้อนแต่เมื่อใช้วิธีการวัดที่มีความซับซ้อนกับพบว่ามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างปานกลาง ระหว่างการคิดแบบเอกนัยกับการคิดแบบอเนกนัย ลีโอแนสจึงเสนอว่าถ้าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ก็ควรจะคำนึงถึงเนื้อหาของแบบทดสอบเวลาที่ใช้ในการทดสอบหรือวิธีการวัดซึ่งอาจจะทำให้ได้ผลการวิจัยที่แตกต่างไปจากนี้

เทวาริ (Tewari. 1980 : p.5351 - A) ได้ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความถนัดทางคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยแบบทดสอบ SAT (Scholastic Aptitude Test) เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด โดยจะมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

บอนค์ (Bonk. 1988 : p. 5 - 9) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกการคิดอเนกนัยและเอกนัยโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการฝึกที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา (Critical Thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinkjng) กลุ่มตัวอย่างเป็นระดับประถมศึกษา (เกรด4,5 และ6) จำนวน 40 คน จากการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มแรกได้รับการฝึกเอกนัยด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มสอง ได้รับการฝึกอเนกนัยด้วยคอมพิวเตอร์ เช่นกัน ใช้เวลาในการฝึก 2 ชั่วโมง สำหรับแบบทดสอบการแก้ปัญหาใช้แบบทดสอบของคอร์เนลล์ (Cornell Critical Thinking) และแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์ ใช้แบบของ Shaefer ซึ่งสร้างตามแนวของทอเรนซ์ ผลการศึกษาพบว่า การคิดแบบ อเนกนัยมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการคิดแบบเอกนัยอย่างมีนัยสำคัญ และการคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์กับการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าการคิดแบบอเนกนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แชลล์ครอส (Shallcross. 1994 : p. 132) ได้ศึกษาการคิดแก้ปัญหา การคิดเอกนัย และการคิดอเนกนัย โดยได้วิเคราะห์ถึงการนำเอาวิธีคิดแบบเอกนัยและอเนกนัย ไปใช้ในการวัดกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งวิธีการคิดเอกนัยและอเนกนัยตามแนวทฤษฎีของกิฟฟอร์ด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 177 คน พบว่า การคิดเอกนัยและการคิดอเนกนัยมีความสัมพันธ์กันกับการแก้ปัญหามีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานได้ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันจะมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ต่างกัน

4.2 งานวิจัยในประเทศ

บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. (2517 : 45-48) ได้เปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาไทย และวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา 461 คน โดยได้ศึกษาสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยจำแนกตามผลการคิดทั้ง 6 แบบ พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยสูงจะมีความสามารถในการคิดเอกนัยสูงในทุกด้านของผลการคิด ส่วนวิชาคณิตศาสตร์พบว่าค่าสัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษาทุกฉบับที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์สูงตามลำดับ ดังนี้ แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางภาษาแบบประยุกต์ แบบกลุ่ม แบบระบบ แบบความสัมพันธ์ และแบบการแปลงรูป ส่วนแบบทดสอบการคิดเอกนัยทางภาษาแบบหน่วยส่งผลในทางลบ

จรินทร์ ประสงค์สม. (2517 : 50 – 52) ได้สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางรูปภาพที่ใช้การคิด 5 ด้าน คือการรู้จักและการเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า เนื้อหาภาพนำแบบทดสอบไปศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2516 ของกรุงเทพมหานครจำนวน 259 คน ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทางรูปภาพห้าด้านอยู่ระหว่าง .79 - .97 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางรูปภาพ เมื่อใช้แบบทดสอบ วัดด้านการรู้จักและการเข้าใจทางภาพ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ เป็นเกณฑ์มีค่า .81, .66 ตามลำดับ และเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นเกณฑ์ มีค่า .52 , .64 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

สมศักดิ์ วะนันท์. (2517 : 53-54) ได้ศึกษาความสามารถของการคิดแบบอเนกนัย เอกนัย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 353 คน พบว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาสัญลักษณ์สูงสุด รองลงมาคือเนื้อหาภาษา ส่วนเนื้อหาภาพมีความสัมพันธ์น้อยที่สุดส่วนสมรรถภาพสมองด้านเอกนัยพบว่าเนื้อหาด้านภาษามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด ส่วนน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัย และการคิดเอกนัย พบว่าค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด คือ เนื้อหาภาษา ซึ่งแสดงว่าความสามารถทางภาษา ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าความสามารถในเนื้อหาอื่นๆ

นคร เทพวรรณ. (2521 : 33) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดชลบุรี จำนวน 233 คน เครื่องมือที่ใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนด้าน เหตุผล ภาษา ตัวเลข และมิติสัมพันธ์ เพื่อค้นหาชุดของความถนัดทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต จากการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางด้านตัวเลขสูง และสัมพันธ์กับความถนัดทางด้านการเรียนด้านอื่นๆ

ในระดับปานกลาง และมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณร่วมกันเป็น .6350 นอกจากนี้ยังพบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตคือ ความถนัดทางด้านตัวเลขและเหตุผล

วิชย พาณิษฐ์สว. (2522 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์กับการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือขึ้น 2 ฉบับ คือ แบบสอบความคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์กับแบบสอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ด้านการวิเคราะห์ปัญหากับด้านการนำไปใช้ต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 โดยนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้สูงกว่า ส่วนความสามารถในการคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์แตกต่างกันระหว่างด้านความสัมพันธ์กับการแปลงรูปและด้านระบบกับการแปลงรูปที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 และ .05 ตามลำดับ โดยนักเรียนมีความสามารถในการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ด้านความสัมพันธ์มากที่สุดและด้านการแปลงรูปน้อยที่สุด 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์กับความสามารถในการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวก โดยค่าสัมประสิทธิ์ .96

ทองสุข วันแสง. (2524 : 126) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองทางภาษา 5 ด้าน ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 223 พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยสูง มีสมรรถภาพทางภาษาทั้ง 5 ด้าน (การรู้และเข้าใจ การจำ การคิดเอกนัย การคิดอเนกนัย และการประเมินค่า) ในแบบต่างๆ (แบบหน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ การแปลงรูป และการประยุกต์) สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม. (2524 : 58 – 64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยเนื้อหาสัญลักษณ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย โดยได้สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยเนื้อหาสัญลักษณ์ 6 ฉบับ ตามผลการคิด 6 ฉบับ ตามผลการคิด 6 ด้าน คือหน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดชลบุรี จำนวน 406 คน พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยเนื้อหาสัญลักษณ์ทั้งหกด้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยมีค่าเป็นบวกมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า คำนวณหาค่าสำคัญของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยเนื้อหาสัญลักษณ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเป็นบวกอย่างเชื่อถือได้ 4 ฉบับ เรียงลำดับผลการคิดที่มีผล ดังนี้ แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุกต์ กลุ่มตัวอย่าง แบบหน่วย และแบบระบบ ส่วนน้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยเนื้อหาสัญลักษณ์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีค่าเป็นบวกเชื่อถือได้ 5 ฉบับ เรียงลำดับตามผลการคิด ดังนี้ แบบหน่วย แบบแปลงรูป แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบกลุ่ม

ชีวิน สุรินทร์กูร (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชนจังหวัดราชบุรี โดยใช้แบบทดสอบวัดการรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัยและการประเมินค่าของสมรรถภาพทางรูปภาพและแบบทดสอบวัดการระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การกำหนดวิธีการ และขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา การเขียนประโยคสัญลักษณ์ การประมาณคำตอบ และการคำนวณหาคำตอบ ของขั้นตอนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษากับนักเรียนจำนวน 348 คน จากโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชนจังหวัดราชบุรี ปีการศึกษา 2534 พบว่า 1) การรู้จักและเข้าใจรูปภาพ มีความสัมพันธ์กับการดำเนินการจำรูปภาพมีความสัมพันธ์กับการรู้จักและเข้าใจรูปภาพ การคิดอเนกนัยและการคิดเอกนัยทางรูปภาพ ในขณะที่การคิดอเนกนัยทางรูปภาพมีความสัมพันธ์กับการจำ การรู้จักและเข้าใจและการประเมินค่าทางรูปภาพ ส่วนการคิดเอกนัยทางรูปภาพมีความสัมพันธ์กับการรู้จักและเข้าใจรูปภาพ โดยที่การประเมินค่ารูปภาพมีความสัมพันธ์กับการรู้จักและเข้าใจ และการคิดอเนกนัยทางรูปภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) การระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การกำหนดวิธีการและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา การเขียนประโยคสัญลักษณ์ การประมาณคำตอบ และการคิดคำนวณหาคำตอบ ล้วนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 พบว่าสมรรถภาพสมองทางรูปภาพมีมิติด้านการดำเนินการนั้น การรู้จักและเข้าใจรูปภาพมีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุดกับทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ส่วนการประเมินค่าทางรูปภาพมีความสัมพันธ์กับทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ยกเว้นการเขียนประโยคสัญลักษณ์และการคิดคำนวณหาคำตอบ ในขณะที่การจำรูปภาพมีความสัมพันธ์กับการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การกำหนดวิธีการและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดคำนวณหาคำตอบ 4) ในการวิเคราะห์หาสมรรถภาพสมองด้านรูปภาพ มิติด้านการดำเนินการ ที่จำแนกกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่า สมรรถภาพสมองทางรูปภาพทั้ง 5 การดำเนินการมีอำนาจในการจำแนกสูงที่สุด และมีอำนาจจำแนกรองลงมาก็คือ การประเมินค่า การจำ การคิดอเนกนัย และการคิดเอกนัยทางรูปภาพ ตามลำดับ

วาสนา เศษสว. (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมีนบุรี จำนวน 90 คน พบว่า การฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ ESP กับ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ด้านเหตุผล ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบแบบ ESP กับ NSP พบว่า มีความแตกต่างกันในด้านทักษะการคิดคำนวณ และด้านเหตุผล นั้นแสดงว่าการคิดแบบ DSP มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่า การคิดแบบ NSP และเมื่อเปรียบเทียบผลการฝึกในกลุ่มนักเรียนที่มีผลการฝึกใน

กลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน พบว่าไม่แตกต่างกัน นั่นคือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงย่อมตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่ๆ หรือการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

มาลี เกิดผลหลาก (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านความคิดเอกนัยการได้ยินเสียงกับคะแนนเฉลี่ยสะสมวิชาภาษาไทยและคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษาอำเภอหนองปรือ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 326 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบทดสอบวัดความคิดเอกนัยการได้ยินเสียง 6 แบบ ผลการศึกษาพบว่า 1) ความคิดเอกนัยการได้ยินเสียงแต่ละแบบ มีความสัมพันธ์กันเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกค่าทั้งในการวิเคราะห์กลุ่มรวม กลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มนักเรียนหญิง 2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความคิดเอกนัยการได้ยินเสียงกับคะแนนเฉลี่ยวิชาภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิง เท่ากับ 0.691 0.633 และ 0.78 ตามลำดับ และความคิดเอกนัยการได้ยินเสียงกับคะแนนเฉลี่ยวิชาภาษาไทยและคณิตศาสตร์ของนักเรียนรวม นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงเท่ากับ 0.762 0.766 และ 0.733 ตามลำดับ และมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 3) คำนำนักความสัมพันธ์ของความคิดเอกนัยการได้ยินเสียงกับคะแนนเฉลี่ยวิชาภาษาไทยและคณิตศาสตร์ พบว่าความคิดเอกนัยการได้ยินที่ส่งผลต่อกับคะแนนเฉลี่ยวิชาภาษาไทย คือ แบบหน่วย แบบความสัมพันธ์ แบบแปลงรูปและแบบประยุกต์ ส่วนความคิดเอกนัยการได้ยินที่ส่งผลต่อกับคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ คือ แบบแปลงรูป แบบหน่วย แบบความสัมพันธ์ และแบบระบบ สำหรับคำนำนักความสัมพันธ์ของการคิดเอกนัยการได้ยินเสียงแบบกลุ่ม ไม่ส่งผลต่อคะแนนเฉลี่ยสะสมทั้งวิชาภาษาไทยและคณิตศาสตร์

สุทธาทิพย์ นวลหงษ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านเอน เอ็ม พี และด้านเอน เอส พี ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยศึกษาผลการคิดทั้ง 5 ด้าน กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .745 และ .762 ตามลำดับ ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01ทุกค่า และคำนำนักความสำคัญของสมรรถภาพสมองทางการคิดเอกนัยเนื้อหาภาษาและเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านกลุ่ม ด้านความสัมพันธ์ ด้านการแปลงรูปและด้านการประยุกต์ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านกลุ่มส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สมรรถภาพสมองทางการคิดเอกนัยเนื้อหาภาษาและเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านระบบส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กาญจนา เขียวหอม (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านความคิดเอกนัยทางรูปภาพในผลการคิดตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับความสามารถเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี จำนวน 535 คน ผลการวิจัยสรุปว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่าง

สมรรถภาพสมองด้านความคิดเอกนัยทางรูปภาพ ในผลการคิดทั้ง 6 แบบ กับความมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 0.833 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าน้ำหนักความสำคัญของสมรรถภาพสมองด้านความคิดเอกนัยทางรูปภาพในผลการคิดแบบกลุ่ม แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ส่งผลต่อความมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แต่สมรรถภาพสมองด้านความคิดเอกนัยทางรูปภาพในผลการคิดแบบหน่วย ส่งผลต่อความมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชุตินา สุขสว่าง (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถด้านผลการคิดเอกนัยที่มีเนื้อหาและจำนวนตัวเลือกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของปีการศึกษา 2544 ในโรงเรียนสังกัดสำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ จังหวัดชลบุรี จำนวน 1,218 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเอกนัยทั้งที่มีเนื้อหาเป็นภาษาและรูปภาพที่มีผลการคิดแบบหน่วย ระหว่างแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือก 5, 4, และ 3 ตัวเลือก มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเอกนัยทั้งที่มีเนื้อหาเป็นภาษาและรูปภาพที่มีผลการคิดแบบกลุ่ม และแบบความสัมพันธ์ ระหว่างแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือก 5, 4, และ 3 ตัวเลือก มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 2) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเอกนัยที่มีผลการคิดแบบหน่วย แบบกลุ่ม และแบบความสัมพันธ์ ทั้งฉบับ 5, 4, และ 3 ตัวเลือก ระหว่างแบบทดสอบที่มีเนื้อหาเป็นภาษากับเนื้อหาเป็นรูปภาพ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด ซึ่งการศึกษาด้านความสัมพันธ์และการเปรียบเทียบส่วนใหญ่จะศึกษาระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 9 โรงเรียน 29 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 19 โรงเรียน 42 ห้องเรียนและโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 25 โรงเรียน 24 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 53 โรงเรียน 95 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 2,994 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ซึ่งมีขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยเทียบตารางกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับศึกษาค่าเฉลี่ยประชากร (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2537 : 106)

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่มประชากรออกเป็นชั้น (Strata) ตามขนาดของโรงเรียน คือ โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 9 โรงเรียน 29 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 19 โรงเรียน 42 ห้องเรียนและโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 25 โรงเรียน 24 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 53 โรงเรียน 95 ห้องเรียน

ขั้นที่ 2 คำนวณห้องเรียนที่จะนำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าตามสัดส่วนของแต่ละระดับชั้น (Stratified Random Sampling) ตามชั้นที่แบ่งไว้ในขั้นที่ 1 จำนวน 10 % ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ โรงเรียนขนาดใหญ่ 3 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 4 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดเล็ก 3 ห้องเรียน

ตาราง 1 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้องเรียน)	จำนวนนักเรียน (คน)
ใหญ่	1. วัดไผ่ตัน	2	78
	2. วัดสร้อยทอง	1	40
กลาง	3. โรงเรียนเบญจมบพิตร	2	62
	4. วัดมกุฏกษัตริยาราม	2	72
เล็ก	5. วัดตรีทศเทพ	1	29
	6. วัดสวัสดิวรสีมาราม	1	29
	7. วัดเทวราชกุญชร	1	32
รวม		10	342

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดจำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ประกอบด้วย

1.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์

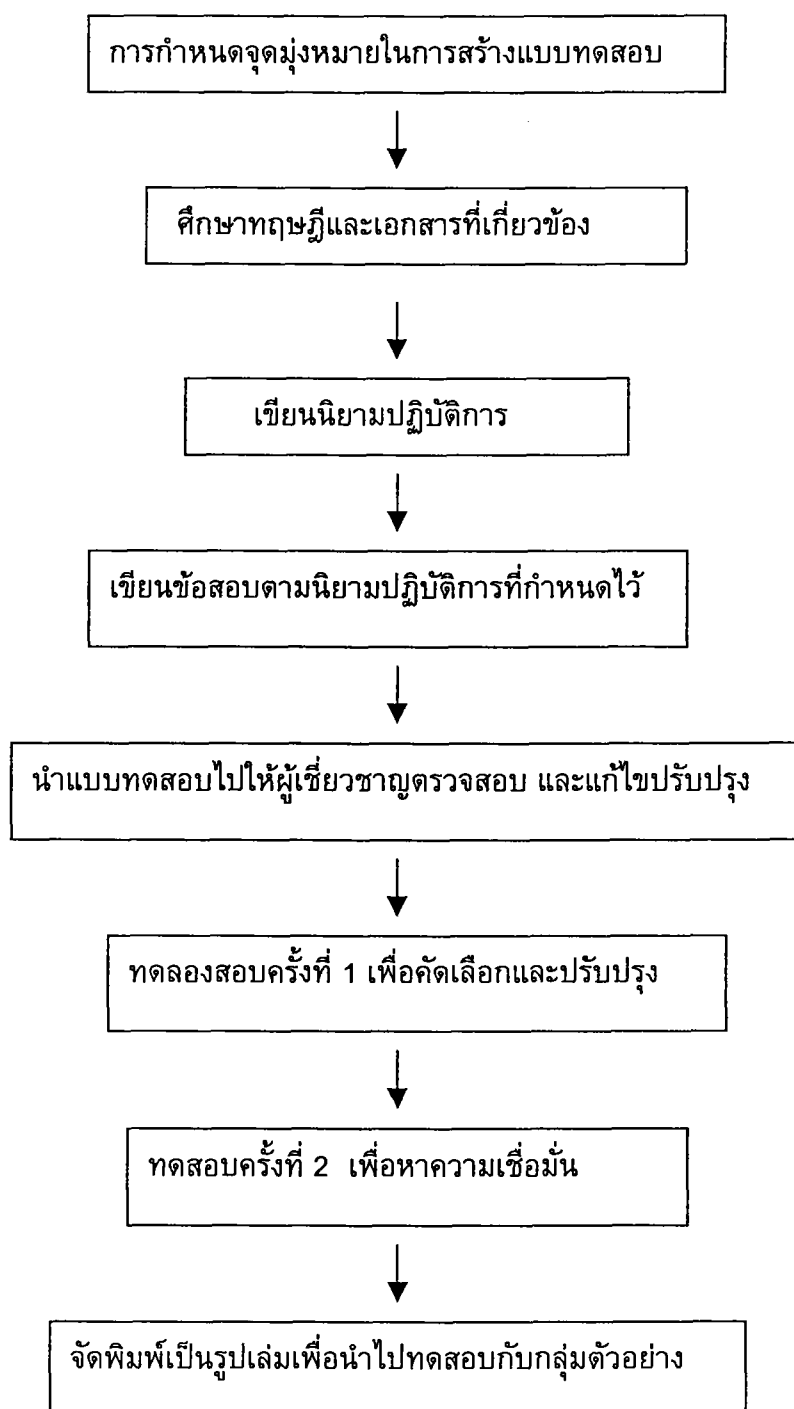
1.2 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

1.3 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 40 ข้อ

ในการสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ ได้ดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังภาพประกอบ 9

วิธีการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีแบบ
ความสัมพันธ์



ภาพประกอบ 9 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด
เอกลีแบบความสัมพันธ์

การสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ตามภาพประกอบ 9 ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ที่ใช้การวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ และการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน

2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการสร้างแบบทดสอบ โดยศึกษาทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด (Three Faces of Intellect Model) และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนี้

3. เขียนนิยามปฏิบัติการของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ และการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์

4. เขียนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ และการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์ ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ

4.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์

4.2 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

4.3 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์

5. นำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และภาษาแบบความสัมพันธ์ จำนวน 3 ฉบับ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องทางด้านเนื้อหาตามนิยามปฏิบัติการและภาษาที่ใช้โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบรายข้อโดยแต่ละข้อจะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับหรือมากกว่า .50 และทำการคัดเลือกข้อสอบฉบับละ 40 ข้อ พบว่าแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้

5.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ จำนวน 40 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง .60 - .80

5.2 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ จำนวน 40 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง .60 - 1.00

5.3 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์ จำนวน 40 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง .80 - 1.00

6. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนธรรมาภิรตาราม จำนวน 50 คน โรงเรียนวัดพระธาตุน้อยธรรม จำนวน 50 คน โรงเรียนสุโขทัย 50 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 150 คน โดยกำหนดให้นักเรียนทำแบบทดสอบครั้งละ 1 ฉบับ ฉบับละ 30 นาที จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ทำถูกได้คะแนน 1 คะแนนและข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือ ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกันได้คะแนน 0 คะแนน จากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์

รายชื่อ โดยนำคะแนนมาเรียงลำดับเป็นกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ โดยเทคนิค 27% แล้วจึงหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวนฉบับละ 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

6.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .240 ถึง .747 ค่าอำนาจจำแนก(r) ระหว่าง - .159 ถึง .681 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ คัดเลือกได้ 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .447 ถึง .747 และค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง .320 ถึง .681

6.2 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .206 ถึง .753 ค่าอำนาจจำแนก(r) ระหว่าง - .037 ถึง .703 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ คัดเลือกได้ 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .493 ถึง .660 และค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง .368 ถึง .703

6.3 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์ (NMR) จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .133 ถึง .720 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .133 ถึง .691 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ คัดเลือกได้ 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .466 ถึง .686 และค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง .386 ถึง .691

7. ทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วจากการทดลองสอบครั้งที่ 1 ฉบับละ 20 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวัดจันทรมุข จำนวน 66 คน โรงเรียนวัดราชผาติการาม จำนวน 50 คน โรงเรียนวัดสมณานัมบริหาร จำนวน 50 คน รวมทั้งหมด 166 คน แล้วตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกับข้อ 6 เพื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีหาความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบของแบบทดสอบจากสูตร KR-20 วิชิตูเคอร์-ริชาร์ดสัน และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

7.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ มีความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ .791 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (S_E) เท่ากับ ± 3.786

7.2 แบบทดสอบวัดการสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ มีความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ .795 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (S_E) เท่ากับ ± 3.796

7.3 แบบทดสอบวัดการสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์ มีความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ .789 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (S_E) เท่ากับ ± 3.736

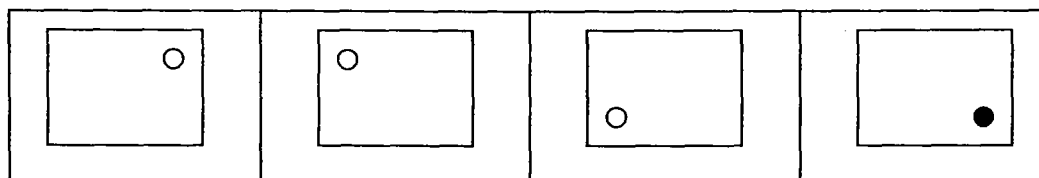
8. นำแบบทดสอบที่ได้มาจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 342 คน

ลักษณะของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจำนวน 3 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับมีลักษณะดังนี้

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ (NFR)

คำชี้แจง จงหาคำตอบจากตัวเลือก 4 ข้อ ที่มีความสัมพันธ์กับภาพที่กำหนดมาให้ซึ่งจะมีลักษณะความสัมพันธ์เหมือนความสัมพันธ์ของภาพคู่แรก ดังตัวอย่าง ข้อ (0)



ก.

ข.

ค.

ง.

คำตอบถูกคือ ข้อ ค.

ฯลฯ

2. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (NSR)

คำชี้แจง กำหนดกลุ่มสัญลักษณ์ และตัวเลขมาให้จะมีสัญลักษณ์ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งขาดหายไป แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า จากตัวเลือก ก. ถึง ง. ตัวเลือกใดที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสัญลักษณ์ที่กำหนดมาให้ ดังตัวอย่าง ข้อ (0)

ข้อ (0) 1Aa 2Ab 3Ac ...?....

ก. 4AD

ข. 4Af

ค. 4Ad

ง. 4dA

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

ฯลฯ

3. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์ (NMR)

คำชี้แจง กำหนดคำที่เกี่ยวข้องมาให้ 2 คำ แล้วให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ของแต่ละคำเสียก่อนว่ามีโครงสร้าง หน้าที่อย่างไร แล้วจึงมาเปรียบเทียบเพื่อหาความเกี่ยวข้องกันที่ละคู่จากตัวเลือก ก. ถึง ง. ที่จัดไว้เป็นคู่ๆ ซึ่งพิจารณาจากความเกี่ยวข้องสอดคล้องกับคู่แรกที่ให้ไว้ ดังตัวอย่าง ข้อ (0)

ข้อ (0) ลูกเจี๊ยบ : ไก่ → ? : ?

ก. เปิด : ห่าน

ข. เห็น : หมัด

ค. ลูกอ๊อด : กบ

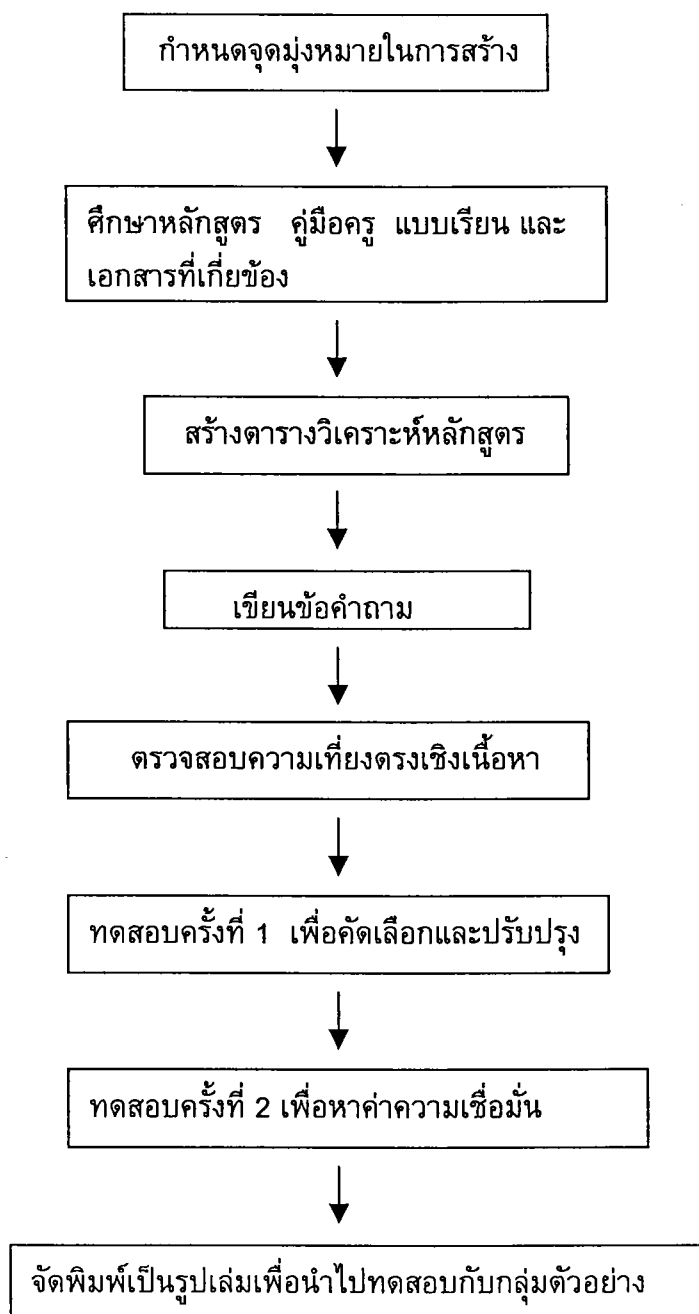
ง. แมลงปอ : ผีเสื้อ

คำตอบถูกต้องคือ ข้อ ค.

ฯลฯ

วิธีดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์

ในการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้
ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบที่ 10 แสดงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้าง เพื่อสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ
2. ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างผลสัมฤทธิ์ตามเนื้อหาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลักสูตรชั้นประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ประกอบด้วย บทที่ 1 จำนวนและการบวก การลบ การคูณและการหาร บทที่ 2 สมการ และการแก้สมการ บทที่ 3 ตัวประกอบของจำนวนนับ บทที่ 4 มุมและส่วนของเส้นตรง บทที่ 5 เส้นขนาน บทที่ 6 ทิศและแผนผัง บทที่ 7 เศษส่วน บทที่ 8 การบวก ลบ และคูณทศนิยม และนิยามพฤติกรรมเรียนรู้ที่ต้องการวัด 4 พฤติกรรมคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์
3. สร้างตารางวิเคราะห์รายละเอียดโดยครูผู้มีความสามารถในการสอนวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไม่น้อยกว่า 5 ปี 5 ท่าน จำแนกตามพฤติกรรม 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์รายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์
1. จำนวนและการบวก การลบ การคูณและการหาร	✓	✓	✓	✓
2. สมการและการแก้สมการ	✓	✓	✓	✓
3. ตัวประกอบของจำนวนนับ	✓	✓	✓	✓
4. มุมและส่วนของเส้นตรง	✓	✓	✓	✓
5. เส้นขนาน	✓	✓	✓	✓
6. ทิศและแผนผัง	✓	✓	✓	✓
7. เศษส่วน	✓	✓	✓	✓
8. การบวก ลบ และคูณทศนิยม	✓	✓	✓	✓

4. สร้างแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด จำนวน 80 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เขียนขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความรู้ในเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อคัดเลือกข้อสอบโดยข้อสอบที่ใช้ได้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ .50 พบว่าแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ .80 - 1.00

6. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวัดพระธาระบือธรรม จำนวน 50 คน โรงเรียนวัดธรรมมาริตาราม จำนวน 50 คน และโรงเรียนสุโขทัย จำนวน 50 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 150 คน แล้วนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกได้คะแนน 1 คะแนน และข้อที่ผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน ได้คะแนน 0 คะแนน จากนั้นนำมาวิเคราะห์รายข้อ โดยนำคะแนนมาเรียงลำดับเป็นกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ โดยเทคนิค 27% แล้วจึงหาความยากง่าย (P) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 80 ข้อ จากการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .243 ถึง .895 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง - .037 ถึง .763 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกได้ 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .486 ถึง .693 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .339 ถึง .763

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกในการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวัดจันทรสโมสร จำนวน 66 คน โรงเรียนวัดราชผาติการาม จำนวน 50 คน โรงเรียนวัดสมณานัมบริหาร จำนวน 50 คน รวมทั้งหมด 166 คน แล้วตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกับข้อ 6 เพื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีหาความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบของแบบทดสอบจากสูตร KR-20 วิีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .823 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (S_E) เท่ากับ ± 6.528

8. นำแบบทดสอบที่ได้ จัดพิมพ์เป็นรูปเล่มเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 342 คน

ลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญา 4 ระดับ คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มีลักษณะดังนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านโจทย์แต่ละข้อให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ตัวอย่างข้อสอบ

1. วัดพฤติกรรมการด้านความจำ

๐) ตัวเลข 6 ในข้อใดมีค่ามากที่สุด

ก. 26,830

ข. 28,603

ค. 23,860

ง. 23,680

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

ฯลฯ

2. วัดพฤติกรรมการด้านความเข้าใจ

๐) จำนวนใดเป็นคำตอบของสมการ $\frac{3}{4} \times a = 12$

ก. 9

ข. 15

ค. 16

ง. 20

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

ฯลฯ

3. วัดพฤติกรรมการนำไปใช้

๐) $\frac{3}{4}$ ของอายุบิดาเมื่อ 5 ปีที่แล้วเท่ากับ 42 ปี ปัจจุบันบิดาอายุเท่าใด

ก. 51 ปี

ข. 56 ปี

ค. 60 ปี

ง. 61 ปี

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

ฯลฯ

4. วัดพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์

o) ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 72

ก. $2^3 \times 3^2$

ข. $3^3 \times 3^3$

ค. $2^2 \times 3^3$

ง. $2^3 \times 3^3$

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

ฯลฯ

วิธีตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อที่ทำถูกต้องให้คะแนน 1 คะแนน ข้อที่ทำผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ที่ในข้อสอบข้อเดียวกันให้คะแนน 0 คะแนน

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้กลุ่มตัวอย่าง และขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อกำหนดวัน เวลาที่ทำการสอบ
3. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบ วางแผนดำเนินการสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบ
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดตามวัน เวลาที่นัดหมายไว้ พร้อมชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจ และทราบถึงวัตถุประสงค์ในการสอบและขอความร่วมมือในการสอบ
5. อธิบายให้นักเรียนทุกคนเข้าใจวิธีการทำแบบทดสอบ
6. เมื่อดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่างครบทุกโรงเรียนแล้ว ตรวจให้คะแนนถ้าตอบถูกต้องให้ 1 ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกให้ 0 คะแนน
7. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และเปิดตารางจุง เท ฟาน
2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร คูเดอร์ริชาร์ดสัน 20 (Kuder Richardson 20) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545 : 218)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ คือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ

3. หาค่าความเชื่อมั่นโดยคำนวณจากสัมประสิทธิ์ r_B (Coefficient r_B) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545 : 223)

$$r_B = \frac{1}{1 - \sum \lambda_i^2} \left[1 - \frac{\sum P_i(1 - P_i)}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	r_B	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	P_i	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ค่า λ_i หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\lambda_i = [\Sigma B_{ii} - P_1(\bar{x} - 1)] / S_x^2$$

$$\lambda_2 = [\Sigma B_{2i} - P_2(\bar{x} - 1)] / S_x^2$$

....

$$\lambda_k = [\Sigma B_{ki} - P_k(\bar{x} - 1)] / S_x^2$$

$\bar{x}$ แทน ผลรวมของค่าความยากแต่ละข้อ

B_{ji} แทน สัดส่วนจำนวนผู้ตอบข้อสอบสองข้อใด ๆ ถูกทั้งสองข้อ

4. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard error of measurement : S_E)
(บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2545 : 242)

$$S_E = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ S_E แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

S_x แทน คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ

r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5. หาค่าความเที่ยงตรง โดยใช้สูตรของไฮเซนและบรอนสเตอร์ดท์ (Heise and Bohrnstedt. 1970 : 109, 111-113)

$$\rho_{T_k S_k} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i f_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \text{cov}(x_i, x_j)}}$$

S_i แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคำถามข้อที่ i

f_{ik} แทน น้ำหนักของคำถามข้อที่ i ในองค์ประกอบข้อที่ k

$\text{cov}(x_i, x_j)$ แทน ความแปรปรวนระหว่างข้อคำถามข้อ i กับ j

เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้คำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for window (Statistical Package for Social Science) โดยมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับได้แก่

- 1.1 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)
- 1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)
- 1.3 ค่าความแปรปรวน (S^2)

2. หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คำนวณโดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Coefficient Correlation) (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2545 : 204)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองชุด
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบชุดแรก
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบชุดแรกแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบชุดที่สอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบชุดที่สองแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบชุดแรกกับคะแนนชุดที่สอง

3. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย โดยใช้สูตรการทดสอบค่าที (t-test) (Ferguson. 1981 : 195)

$$t = \frac{r_{xy} \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าการแจกแจงแบบที
	r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
	df	=	N-2

4. เปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบ ความสัมพันธ์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน วิเคราะห์ด้วยสถิติ MANOVA เพื่อคำนวณหาค่า F โดยใช้สูตรต่อไปนี้ (Kerlinger and Pedhazur. 1973:356 ; citing Rulon and Brooks.1968)

$$F = \frac{1 - \Lambda^{1/s}}{\Lambda^{1/s}} \cdot \frac{ms - v}{t(k - 1)}$$

$$\Lambda = \frac{|W|}{|T|}$$

$$m = \frac{2N - t - k - 2}{2}$$

$$s = \sqrt{\frac{t^2(k - 1)^2 - 4}{t^2 + (k - 1)^2 - 5}}$$

$$v = \frac{t(k - 1) - 2}{2}$$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนสมาชิก
	k	แทน	จำนวนกลุ่มทดลอง
	t	แทน	จำนวนตัวแปร
	W	แทน	determinant ของเมตริกซ์ของผลรวมของกำลังและผลรวมของคูณภายใน
	T	แทน	determinant ของเมตริกซ์ของผลรวมของกำลังและผลรวมของคูณของทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบ
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
C.V	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย
P	แทน	นัยสำคัญทางสถิติ
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean Square)
SS	แทน	ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนทั้งหมด (Sum of square total)
df	แทน	ชั้นของความเป็นอิสระ (degree of Freedom)
F	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน F-Distribution
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Product Moment Correlation)
r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
KR-20	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณโดยใช้สูตร KR-20
r_B	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสัมประสิทธิ์ r_B
$\rho_{T_k S_k}$	แทน	ค่าความเที่ยงตรงโดยใช้สูตรของไฮเซนและบรอนสเตริต
S_E	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
NFR	แทน	สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์
NSR	แทน	สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
NMR	แทน	สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์
Y	แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. การเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ผลการวิเคราะห์

1. ค่าสถิติพื้นฐานของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาหาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) โดยใช้สูตร KR-20 และสูตร r_B และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S_E) และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ($\rho_{T_k S_k}$) โดยใช้สูตรของไอเซนและบรอนสเตอร์ดโดยทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบแล้วนำค่านำหนักองค์ประกอบและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาคำนวณ ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	N	k	$\bar{X}$	S.D.	C.V.	r_{tt}		S_E	$\rho_{T_k S_k}$
						KR-20	r_B		
NFR	342	20	13.135	4.243	27.776	.791	.792	± 3.786	.943
NSR	342	20	12.947	4.249	27.682	.795	.796	± 3.797	.955
NMR	342	20	13.082	4.195	26.077	.789	.791	± 3.738	.944
Y	342	40	23.493	6.949	26.811	.823	.824	± 6.529	

หมายเหตุ ค่า S_E คำนวณจากค่า r_B

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (13.135) รองลงมาคือฉบับภาษา (12.947) และฉบับสัญลักษณ์ (13.082) เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และ

ภาษา มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันทุกฉบับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ พบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์แต่ละฉบับมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ทางรูปภาพมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด ($KR-20 = .791$, $r_B = .792$) รองลงมาคือฉบับภาษา ($KR-20 = .795$, $r_B = .796$) และฉบับสัญลักษณ์ ($KR-20 = .789$, $r_B = .791$) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และภาษา เท่ากับ 3.786, 3.797 และ 3.738 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ พบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ทางสัญลักษณ์มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด (.955) รองลงมาคือฉบับภาษา (.944) และฉบับรูปภาพ (.943) ตามลำดับ

ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเท่ากับ 23.493 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.949 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 26.811 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 6.528 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร $KR-20$ เท่ากับ .823 และค่าความเชื่อมั่นโดยสูตร r_B เท่ากับ .824

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่เพียงไร จึงนำค่าคะแนนของแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation Coefficient) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยสูตร t-test ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	NFR	NSR	NMR	Y
NFR	1.000	.635**	.626**	.818**
NSR		1.000	.641**	.794**
NMR			1.000	.778**
Y				1.000

** มีนัยสำคัญที่ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ คู่ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์ทางสัญญลักษณ์กับภาษา ($r = .641$) รองลงมาคือรูปภาพกับสัญญลักษณ์ ($r = .635$) และรูปภาพกับภาษา ($r = .626$) ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุดคือทางรูปภาพ ($r = .818$) รองลงมาคือสัญญลักษณ์ ($r = .794$) และภาษา ($r = .778$) ตามลำดับ

3. การเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แต่เนื่องจากคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์แต่ละฉบับมีความสัมพันธ์กันตามที่แสดงในตาราง 4 ผู้วิจัยจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุนามแบบทางเดียว (one – way MANOVA) โดยหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) แยกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ แล้วนำค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) ของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์ในแต่ละเนื้อหา มาเปรียบเทียบ

กันโดยหาค่า Pillai's Trace , Wilks' Lambda , Hotelling's Trace และ Roy's Largest Root แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดย F-test ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลายตัวด้วยการเปรียบเทียบคะแนนของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

แบบทดสอบ	ระดับผลสัมฤทธิ์สูง N = 83		ระดับผลสัมฤทธิ์ปานกลาง N = 188		ระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ N = 71	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
NFR	16.82	1.89	12.93	2.03	8.93	1.81
NSR	16.86	1.45	13.33	2.11	8.61	1.78
NMR	16.64	1.63	12.53	1.95	7.96	1.79
Pillai's Trace	= .824		F = 79.019 ^{**}			
Wilks' Lambda	= .187		F = 147.140 ^{**}			
Hotelling's Trace	= 4.272		F = 239.230 ^{**}			
Roy's Largest Root	= 4.257		F = 479.630 ^{**}			

^{**} มีนัยสำคัญที่ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 พบว่าค่า Wilks' Lambda เท่ากับ .187 (ค่า Pillai's Trace เท่ากับ .824 ค่า Hotelling's Trace เท่ากับ 4.272 และค่า Roy's Largest Root เท่ากับ 4.257) แสดงว่าค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) ของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F=147.140$)

แสดงว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขแบบความสัมพันธ์ทางรูปภาพ สัญลักษณ์ หรือทางภาษาด้านใดด้านหนึ่งแตกต่างกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดสอบต่อโดยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มาเปรียบเทียบกันแยกทีละเนื้อหา (Contents) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบตัวแปรเดียวแบบทางเดียว (one – way ANOVA) แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ค่า F-test ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ
สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

แบบทดสอบ	แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
NFR	ระหว่างกลุ่ม	2	2387.304	1193.652	313.428 **	.000
	ภายในกลุ่ม	339	1291.038	3.808		
	รวม	341	3678.342			
NSR	ระหว่างกลุ่ม	2	2610.897	1305.448	359.567 **	.000
	ภายในกลุ่ม	339	1230.776	3.631		
	รวม	341	3841.673			
NMR	ระหว่างกลุ่ม	2	2884.627	1442.313	423.366 **	.000
	ภายในกลุ่ม	339	1154.897	3.407		
	รวม	341	4039.524			

** มีนัยสำคัญที่ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยแบบความสัมพันธ์ทางรูปภาพของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 313.428$) ส่วนสัญลักษณ์ ($F = 359.567$) และภาษา ($F = 423.366$) ก็ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกัน

จากนั้นผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพสัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนแต่ละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกันเป็นรายคู่โดยใช้การทดสอบด้วยวิธีการของ Scheffe' ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

แบบทดสอบ	การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผลสัมฤทธิ์		Mean Difference	Std. Error	P
NFR	สูง	ปานกลาง	3.89 ^{**}	.26	.000
	สูง	ต่ำ	7.89 ^{**}	.32	.000
	ปานกลาง	ต่ำ	4.00 ^{**}	.27	.000
NSR	สูง	ปานกลาง	3.53 ^{**}	.25	.000
	สูง	ต่ำ	8.25 ^{**}	.31	.000
	ปานกลาง	ต่ำ	4.72 ^{**}	.27	.000
NMR	สูง	ปานกลาง	4.11 ^{**}	.24	.000
	สูง	ต่ำ	8.68 ^{**}	.30	.000
	ปานกลาง	ต่ำ	4.57 ^{**}	.26	.000

^{**} มีนัยสำคัญที่ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับปานกลาง นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทุกคู่

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับปานกลาง นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทุกคู่

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับปานกลาง นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทุกคู่

แสดงว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำจะมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขณัทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขณัทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขณัทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขณัทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่จำนวน 9 โรงเรียน 29 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 19 โรงเรียน 42 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 25 โรงเรียน 24 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 53 โรงเรียน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 2,994 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Starta) และใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

2.1.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

2.1.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง

2.1.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ

2.2 ตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด โดยแบ่งออกตามเนื้อหา ดังนี้

2.2.1 การคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์

2.2.2 การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

2.2.3 การคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ จะมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์และทางภาษาแบบความสัมพันธ์แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิแบบความสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตาม แนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดจำนวน 3 ฉบับ ตามเนื้อหาทั้ง 3 ด้าน คือ เนื้อหาทางรูปภาพ เนื้อหาทางสัญลักษณ์ และเนื้อหาทางภาษา โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับจะมีจำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทดสอบฉบับละ 15 นาที ดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .791

1.2 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .795

1.3 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .789

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 50 นาที มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .823

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้กลุ่มตัวอย่าง และขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อกำหนดวัน เวลาที่ทำการสอบ
3. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบ วางแผนดำเนินการสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบ
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดตามวัน เวลาที่นัดหมายไว้ พร้อมชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจ และทราบถึงวัตถุประสงค์ในการสอบและขอความร่วมมือในการสอบ
5. อธิบายให้นักเรียนทุกคนเข้าใจวิธีการทำแบบทดสอบ
6. เมื่อดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่างครบทุกโรงเรียนแล้ว ตรวจให้คะแนนถ้าตอบถูกให้ 1 ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกให้ 0 คะแนน
7. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

/การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากนำแบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยหา

1. ค่าสถิติพื้นฐานของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. การเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลได้ดังนี้

1. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวกทุกค่า และมีพิสัยระหว่าง .778 - .818 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

2. ผลการการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร่วม (Centroid) ของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Wilks' Lambda เท่ากับ .187, $F=147.140$)

3. ผลการการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F=313.428$, 359.567 และ 423.366 ตามลำดับ)

4. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่

อภิปรายผล

ผลการศึกษาครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบเป็นบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Thorndike และ Hengen (Thorndike and Hengen, 1969 : 325) ที่ว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองต่างๆกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสัมพันธ์กันในทางบวก สำหรับสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาของ จรินทร์ ประสงค์สม (2517 : 38) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านรูปภาพตามขั้นตอนการคิดต่างๆ (การรู้จัก และเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า) ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมีค่าเป็นบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการศึกษา

ของ ประวิง รอดเข็ม (2525 : 81) ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพทั้งหกด้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาภาษาไทย มีค่าเป็นบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ กาญจนา เขียวหอม (2545 : 69) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพในแต่ละผลการคิดกับความมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้ง 6 แบบ ส่วนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เทวาริ (Tawari, 1980 : 351-A) ที่พบว่าความถนัดทางด้านตัวเลขมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สถาพร ทัพกุล (2516 : 60) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ตามขบวนการคิดต่าง ๆ (การรู้จัก และเข้าใจ การจำ การคิดเอกลัทธิ การคิดเอกลัทธิ และการประเมินค่า) มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการศึกษาของ ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (2524 : 87) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิเนื้อหาสัญลักษณ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทุกผลการคิด และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุทธาทิพย์ นวลหงษ์ (2542 : 71) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านความคิดเอกลัทธิเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดทั้ง 5 แบบ คือแบบกลุ่ม แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และการประยุกต์ ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางภาษาแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2517 : 100) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางภาษาตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวก มีนัยสำคัญทางสถิติทุกค่า และสอดคล้องกับการศึกษาของ สุทธาทิพย์ นวลหงษ์ (2542 : 71) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านความคิดเอกลัทธิเนื้อหาภาษาในผลการคิดทั้ง 5 แบบ คือแบบกลุ่ม แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และการประยุกต์ ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงสรุปได้ว่านักเรียนที่มีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงด้วย

2. การเปรียบเทียบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันจะมีสมรรถภาพสมอง

ด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาแบบความสัมพันธ์ต่างกันที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการคิดแบบเอกลีขสูงว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

3. ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขแต่ละฉบับพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ประวิง รอดเข็ม (2525 : 82) ที่พบว่าแบบทดสอบสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดี

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ กิลฟอร์ด ฮอฟเนอร์ และปีเตอร์สัน (Guilford, Hoepfner and Peterson. 196 : 659 - 682) ที่พบว่าองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีคือ การคิดเอกลีขทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ จากผลการศึกษาข้างต้นยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สถาพร ทัพกุล (2516 : 62) ที่พบว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมศักดิ์ วยะนันท์ (2516 : 56) ที่พบว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีความสามารถด้านการคิดเอกลีขทางสัญลักษณ์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (2524 : 88) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ (หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์) สามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีคะแนนสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีขทางภาษาแบบความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2517 : 101) พบว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีความสามารถด้านการคิดเอกลีขทางภาษาสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ ทองสุข วันแสง (2524 : 126) ที่พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีสมรรถภาพสมองทางภาษาทั้ง 5 ด้าน (การรู้และเข้าใจ การจำ การคิดเอกลีข การคิดอเนกนัย และการประเมินค่า) ในแบบต่างๆ (แบบหน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ การแปลงรูป และการประยุกต์) สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์ (2540:90) พบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือความถนัดทางการเรียนด้านภาษา

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1.1 ควรมีการศึกษาสมรรถภาพสมองทางการคิดเอกลักษ์ทางรูปภาพ สัญลักษณ์ และทางภาษาที่มีผลการคิดแบบอื่นๆ ได้แก่ แบบหน่วย แบบกลุ่ม แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบประยุกต์ จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่ เพื่อจะได้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะด้านอื่นๆ

1.2 ควรมีการศึกษาสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาค้นคว้าไปใช้ประโยชน์

ถ้าต้องการให้นักเรียนมีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น ครู อาจารย์ ผู้ปกครองและผู้ที่เกี่ยวข้องควรฝึกสมรรถภาพสมองด้านการคิดของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. คณะอนุกรรมการการปฏิรูปการเรียนรู้. การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด : แนวทางสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ. 2543
- กาญจนา เขียวหอม. (2545). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดและความมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2544). การใช้SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล เวอร์ชัน 7-10. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
-(2545). การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวด้วย SPSS for Windows. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ พราวศรี. (2516). ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย การคิดเอกลัทธิ การคิดอเนกนัยและการสร้างมโนภาพ. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จรินทร์ ประสงค์สม. (2517). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2508). เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.
-(2517). การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา.
- ชีวิน สุวรินทร์กูร. (2534). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดคณะกรรมการศึกษาเอกชน จังหวัดราชบุรี. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชุตินา สุขสว่าง. (2545). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถด้านการคิดเอกลัทธิที่มีเนื้อหาและจำนวนตัวเลือกต่างกัน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ด้าย เชียงฉ. (2519). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ทองเพียร พูนเกษ. (2547). การศึกษาเปรียบเทียบผลการคิดเอहनัยแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นคร เทพวรรณ. (2521). สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองหล่อ วิภาวิน. (2524). การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2517). การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอहनัยทางภาษาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
-(2521). การวัดผลและการประเมินผลการศึกษาทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
-(2525). ความสามารถทางภาษาห้าด้านตามทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
-(2545). การวัดประเมินการเรียนรู้ (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พจน์ สะเพียรชัย. (2512). การวิจัยองค์ประกอบของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. กรุงเทพฯ : คณะวิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา. ถ่ายเอกสาร.
- มิ่ง เทพक्रमเมือง. (2539). การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบการคิดเอहनัยด้านสัญลักษณ์หกฉบับ ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2521). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
-(2538). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ประวิง รอดเข้ม. (2525). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอहनัยทางรูปภาพตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ประสาธ อิศตรปรีดา. (2538). สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. มหาสารคาม : โครงการตำรา
มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม. (2524). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทาง
สัญลักษณ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2542). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.
- เพ็ญแข แสงแก้ว. (2544). สถิติเพื่อการวิจัยโดยใช้คอมพิวเตอร์ (SPSS Version 10.0). กรุงเทพฯ
: ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- ระวีวรรณ อังคนุรักษ์. (2531). การวัดผลการศึกษา. ชลบุรี : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- เรณู ชูความคิด, วารินทร์ สิ้นสูงสุด. (2539). คู่มือสอบเขาวินและคณิต. พิมพ์ครั้งที่ 6
กรุงเทพฯ : สายใจ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2525). หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 3.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
-(2527). หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
-(2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
-(2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- วาสนา เศษสว. (2540). ผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลการคิดต่างกันตาม
ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณวดี ม้าลำพอง. (2530). การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัด. เชียงใหม่ : โครงการตำราครู
ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยครูเชียงใหม่.
- วิชัย พาณิษฐ์สว. (2522). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบเอกลัทธิทาง
สัญลักษณ์กับการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สถาพร ทักกุล. (2516). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านทางสัญลักษณ์กับผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิทยาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- สมศักดิ์ บุญวิโรจน์. (2516). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ วะนนท์. (2517). การศึกษาความสามารถของการคิดแบบอเนกนัยเอกนัยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุทธาทิพย์ นวลหงษ์. (2542). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านเอ็น เอ็ม พี (NMP) และด้านเอ็น เอส พี (NSP) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสนาะ หัดดี. (2513). การศึกษาแบบทดสอบทางด้านภาษาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาเรียงความของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2512. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุพัฒน์ สุกมลสันต์. (2516). การวิเคราะห์ข้อสอบแนวใหม่ด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์ จำกัด.
- สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. (2518). การวัดความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สำนักงาน. คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๕. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545
- อ่อนนุช เต็มเปี่ยม. (2545). การศึกษาหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ของแบบทดสอบความสามารถทางสมอง. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Alder, Nurit and Ruth Guttman. (1982, Autumn) "The Radex Structure of Intelligence : A Replication," **Educational and Psychological Measurement**. Volume 42 (Number 3) : 789-747
- Anstasi, Anne. (1967). **Psychological Testing**. 2nd ed. London : McMillan.
- Bennet, G.K. , N.G. Seashore and A.G. Wesman. (1956, October). "The Differential Aptitude Test an Overview," in **The Personnel and Guidance Journal**. 81 – 91
- Bonk , curtis J. (1988, April). " The Effect of Convergent and Divergent Computer Software on Children's Critical and Creative Thinking ". ERIC Acc. No. ED 296715 : 5-9

- Bringham, Walter Van Dyke. 1937. **Aptitude and Aptitude Testing**. New York : Harper & Brother Publisher.
- Brown, Stephen., J.P. Guilford and Ralph Hoepfner. (1970,Autumn). "Six Semantic – Memory Abilities," in **Education and Psychology Measurement**. Volume.30 (Number3) : 691 –717.
- Darcy, Natalie T., (1952,March). "The Perfirmance of Billing Peurto Rican Children On Verbal and On Nonlanguage Test of Intelligence," **Journal of Educational Research**. Vol.45 (Number1) : 499-506.
- Edward, Allen Louis. (1957). **Teachniques of Attitude scale Construction**. Prentice – Hall Englewood Cliffs, NJ : Inc.
- Gendeerson, Ricard, D., and Felf, Leonard S., (1960,June). " The Relationship of Difference Between Verbal and Nonverbal Intelligence Score to Achievement," **Journal of Educational Psychology**. Volume 51 (Number3) : 115 –121.
- Garrett, Henry E. (1946). "**Testing for Teachers**." New York : American Book Company. Inc.
-(1959). **Statistics in Psychology and Education**. New York : David Mckay Company. Inc.
- Guilford, J.P. (1971) and R. Hoepfner. (1971). **The Analysis of Intelligence**. New York : McGraw-Hill Book Company,
- Guilford, J.P. (1971) and R. Hoepfner and H. Peterson. (1965). "**Predicting Achieverment in Nith Grade Mathematic from Measure of Intellectude Aptitude Factors**." Educational and Psychological Measurement. V.25 New York : McGraw – Hill.
- Guilford, J.P. (1988, Spring). " Some Changes in Structure of Intellect Model," **Educational and Psychological Measurement**. Volume 42 (Number1) : 1-4
-(1967). "**The Nature of Human Intelligenge**, New York : McGraw Hill Book Company.
- Hill, J.R. (1957,Winter). " Factor Analysis Abilities and Success in College Mathematics," in **Educational and Psychological Measurement**. Volume 17 (Number4) : 615 – 622
- Huebner, E. Scott and Alderman, Gary L. (1976,May). "**Convergent and Discriminant Validity of a Children's Life Satisfaction Scale : Its Relationship to Self-and teacher-Report sychological Problemandschool Functioning**," Psychological Abstracts. Volume 81 (Number1) : 1920 – A

- Lyons, Frank Joseph. (1972). **"Multitrait – Multimethod Analysis of Cognition ,memory,Convergent and Divergent Production"** Dissertation Abstract 33(2-A) : 620.
- Orpet, R.E. and C.E. Meyers. (1966,December). "Six Structure-of-Intellect Hypothesis in Six-Years-Old Children," in **Journal of Educational Psychology**. Volume 57 (Number6) : 341-346
- Smith, W.W. (1963,September). Differerntial Prediction of Two Test Bateries," in The **Journal of Education Research**. Volume 57 (Number1) : 39 – 42
- Tewari, Mohinder Dev. (1980). **"The Use of Path Analysis for Determining The Relative Signifigance of Selected Variables on Achievement in a Basic Mathematics Couse,"** Dissertation Abstracts International. 40 : 5351 - A
- Vernon, P.E., (1960). **Intelligence and Attainment Test**. University of London Press Ltd.
- Windholz, George, and McIntosh, F.A., (1967, Summer). " Convergent Validation of Guilford's Six Convergent Tests", **Education and Psychological Measurement**, Volume 27 (Number3) : 393 - 400

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพ
สมองด้านการคิดเอกลัทธิทางรูปภาพ สัญลักษณ์และทาง ภาษา
แบบความสัมพันธ์

ตาราง 8 แสดงค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้าน
การคิดเอกละเอียดทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์

ข้อ	P	r	หมายเหตุ	ข้อ	P	r	หมายเหตุ
1	.593	- .159	ตัดทิ้ง	21	.720	.255	ตัดทิ้ง
2	.500	- .067	ตัดทิ้ง	22	.693	.339	คัดเลือกไว้
3	.500	- .015	ตัดทิ้ง	23	.653	.150	ตัดทิ้ง
4	.507	.502	คัดเลือกไว้	24	.653	.282	ใช้ได้
5	.800	.159	ตัดทิ้ง	25	.586	.567	คัดเลือกไว้
6	.573	.561	คัดเลือกไว้	26	.633	.221	ใช้ได้
7	.560	.032	ตัดทิ้ง	27	.567	.190	ตัดทิ้ง
8	.560	.687	คัดเลือกไว้	28	.587	.519	คัดเลือกไว้
9	.607	.333	ใช้ได้	29	.547	.137	ตัดทิ้ง
10	.587	.320	คัดเลือกไว้	30	.553	.406	คัดเลือกไว้
11	.567	.527	คัดเลือกไว้	31	.620	.190	ตัดทิ้ง
12	.586	.482	คัดเลือกไว้	32	.526	.372	ใช้ได้
13	.580	.333	คัดเลือกไว้	33	.553	.394	ใช้ได้
14	.513	.482	คัดเลือกไว้	34	.506	.477	คัดเลือกไว้
15	.626	.486	คัดเลือกไว้	35	.533	.681	คัดเลือกไว้
16	.240	.392	ตัดทิ้ง	36	.513	.392	ใช้ได้
17	.473	.459	คัดเลือกไว้	37	.626	.626	คัดเลือกไว้
18	.486	.502	คัดเลือกไว้	38	.446	.298	ตัดทิ้ง
19	.506	.387	คัดเลือกไว้	39	.747	.470	คัดเลือกไว้
20	.513	.300	ใช้ได้	40	.553	.332	ใช้ได้

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้าน
การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

ข้อ	P	r	หมายเหตุ	ข้อ	P	r	หมายเหตุ
1	.626	.108	ตัดทิ้ง	21	.753	.308	ใช้ได้
2	.706	.226	ตัดทิ้ง	22	.660	.368	คัดเลือกไว้
3	.493	.522	คัดเลือกไว้	23	.693	.354	ใช้ได้
4	.566	.483	คัดเลือกไว้	24	.686	-.037	ตัดทิ้ง
5	.506	.534	คัดเลือกไว้	25	.613	.423	ใช้ได้
6	.500	.563	คัดเลือกไว้	26	.560	.703	คัดเลือกไว้
7	.560	.505	คัดเลือกไว้	27	.506	.034	ตัดทิ้ง
8	.513	.194	ตัดทิ้ง	28	.626	.534	คัดเลือกไว้
9	.553	.166	ตัดทิ้ง	29	.606	.255	ใช้ได้
10	.580	.614	คัดเลือกไว้	30	.620	-.010	ตัดทิ้ง
11	.573	.439	คัดเลือกไว้	31	.606	.570	คัดเลือกไว้
12	.526	.619	คัดเลือกไว้	32	.473	.234	ใช้ได้
13	.500	.338	ใช้ได้	33	.520	.534	คัดเลือกไว้
14	.560	.309	ใช้ได้	34	.511	.614	คัดเลือกไว้
15	.500	.702	คัดเลือกไว้	35	.493	.439	คัดเลือกไว้
16	.486	.255	ใช้ได้	36	.513	.619	คัดเลือกไว้
17	.206	.289	ตัดทิ้ง	37	.506	.361	ใช้ได้
18	.513	.354	ใช้ได้	38	.506	.689	คัดเลือกไว้
19	.506	.694	คัดเลือกไว้	39	.560	.103	ตัดทิ้ง
20	.486	.028	ตัดทิ้ง	40	.500	.532	คัดเลือกไว้

ตาราง 10 แสดงค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้าน
การคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์

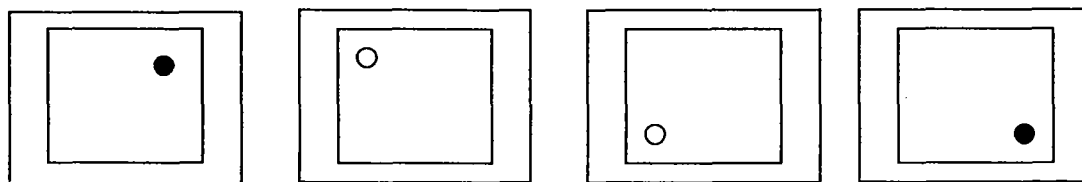
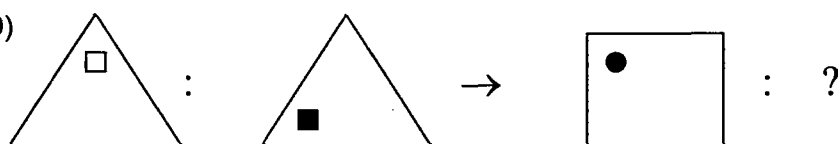
ข้อ	P	r	หมายเหตุ	ข้อ	P	r	หมายเหตุ
1	.620	.561	คัดเลือกไว้	21	.466	.493	คัดเลือกไว้
2	.686	.495	คัดเลือกไว้	22	.720	.140	ตัดทิ้ง
3	.626	.289	ใช้ได้	23	.633	.660	คัดเลือกไว้
4	.606	.396	คัดเลือกไว้	24	.600	.353	ใช้ได้
5	.133	.251	ใช้ได้	25	.520	.469	คัดเลือกไว้
6	.86	.371	ใช้ได้	26	.686	.545	คัดเลือกไว้
7	.580	.386	คัดเลือกไว้	27	.626	.457	คัดเลือกไว้
8	.533	.691	คัดเลือกไว้	28	.606	.509	คัดเลือกไว้
9	.533	.371	ใช้ได้	29	.620	.458	คัดเลือกไว้
10	.580	.560	คัดเลือกไว้	30	.606	.174	ตัดทิ้ง
11	.573	.595	คัดเลือกไว้	31	.620	.263	ใช้ได้
12	.526	.109	ตัดทิ้ง	32	.473	.259	ใช้ได้
13	.493	.396	คัดเลือกไว้	33	.513	.578	คัดเลือกไว้
14	.640	.151	ตัดทิ้ง	34	.493	.478	คัดเลือกไว้
15	.540	.371	ใช้ได้	35	.506	.318	ใช้ได้
16	.560	.186	ตัดทิ้ง	36	.506	.333	ใช้ได้
17	.513	.491	คัดเลือกไว้	37	.626	.358	ใช้ได้
18	.486	.371	ใช้ได้	38	.446	.266	ตัดทิ้ง
19	.506	.510	คัดเลือกไว้	39	.560	.479	คัดเลือกไว้
20	.486	.341	ใช้ได้	40	.513	.296	ใช้ได้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 NFR

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที
2. แต่ละข้อจะกำหนดรูปภาพที่เกี่ยวข้องกันมาให้ 2 ภาพทางซ้ายมือ แล้วให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพทั้ง 2 ภาพแล้วพิจารณาจากตัวเลือก ก. ถึง ง. ว่าภาพใดมีความสัมพันธ์กับภาพทางขวามือ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง (0)



ก.

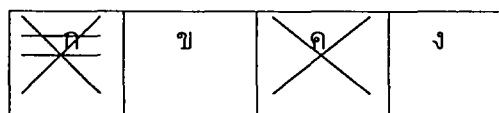
ข.

ค.

ง.

จากตัวอย่าง (0) ภาพที่เกิดความสัมพันธ์ของ 2 ภาพซ้าย คือภาพในตัวเลือก ค.

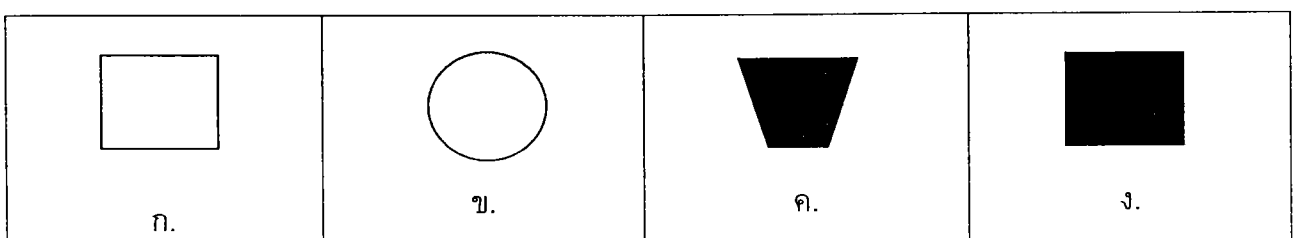
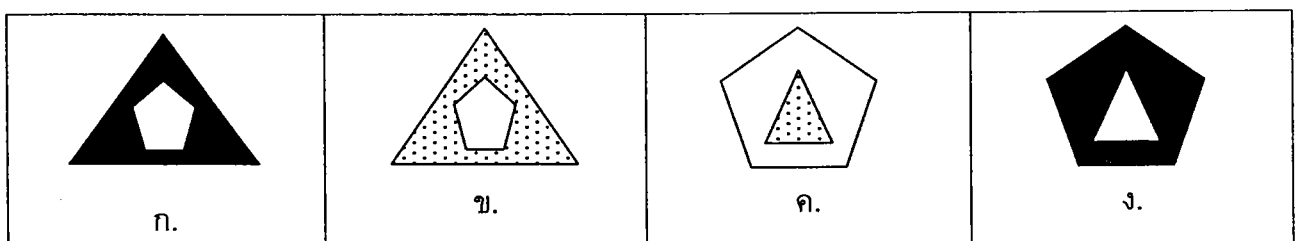
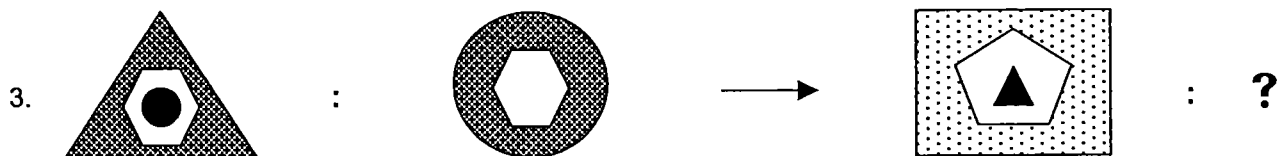
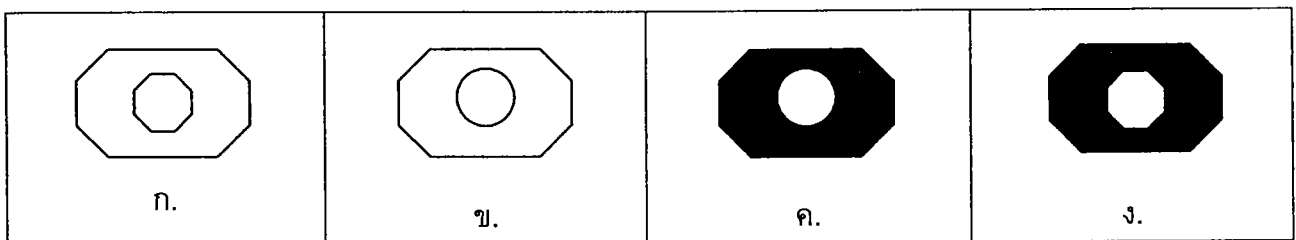
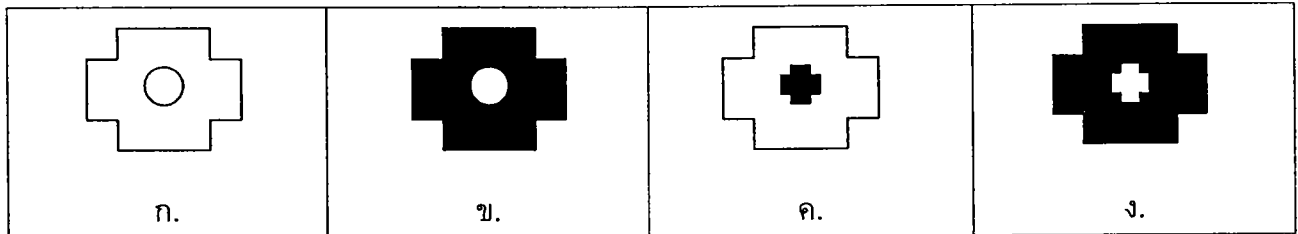
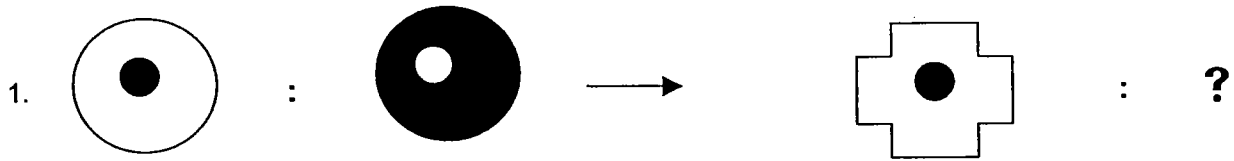
3. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็น ค ให้ทำดังตัวอย่าง

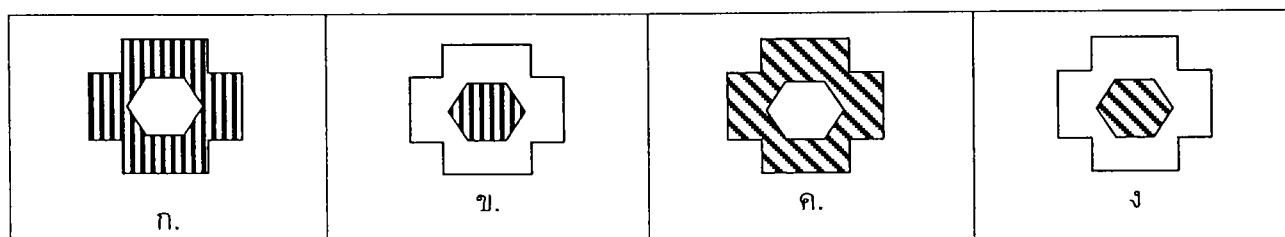
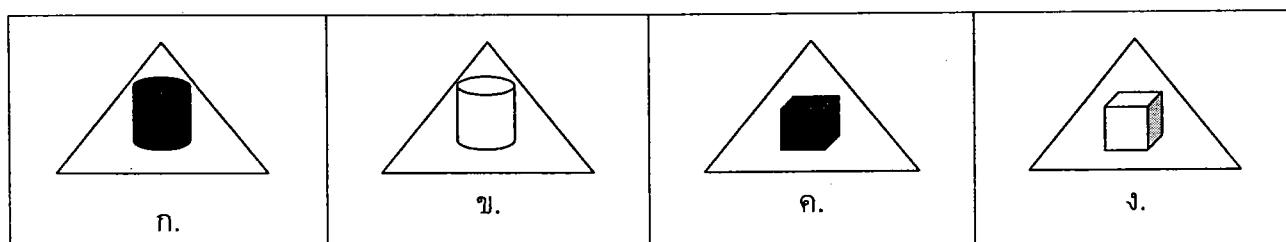
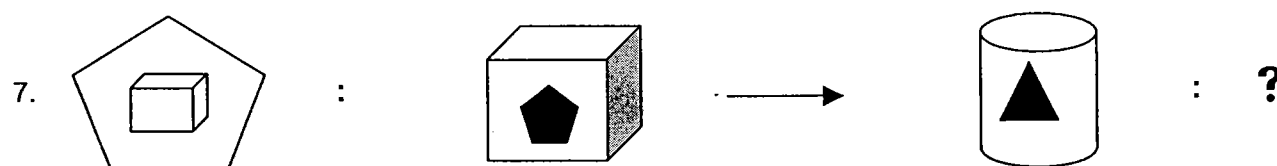
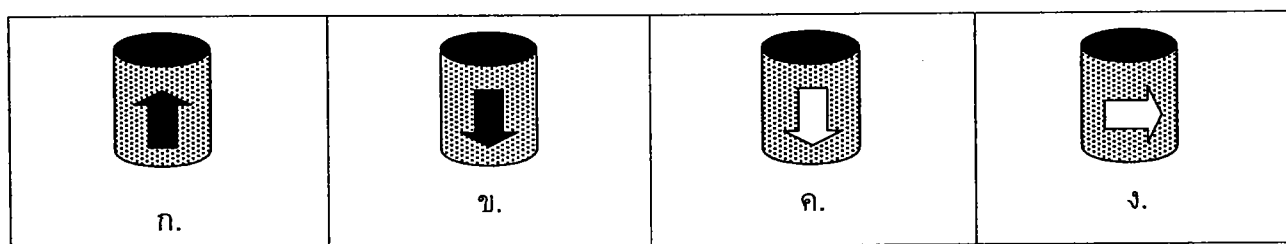
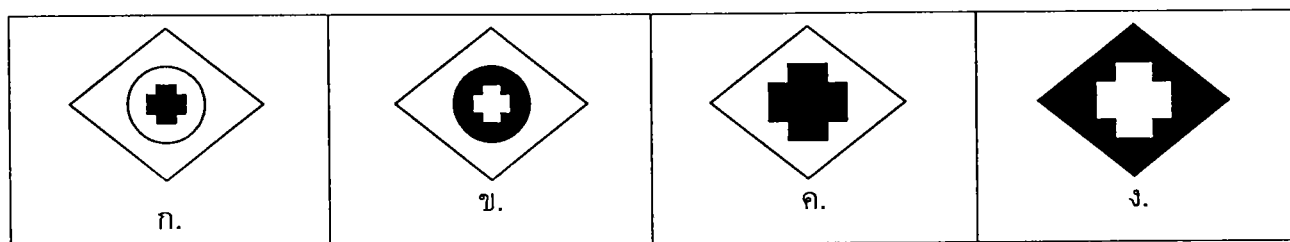


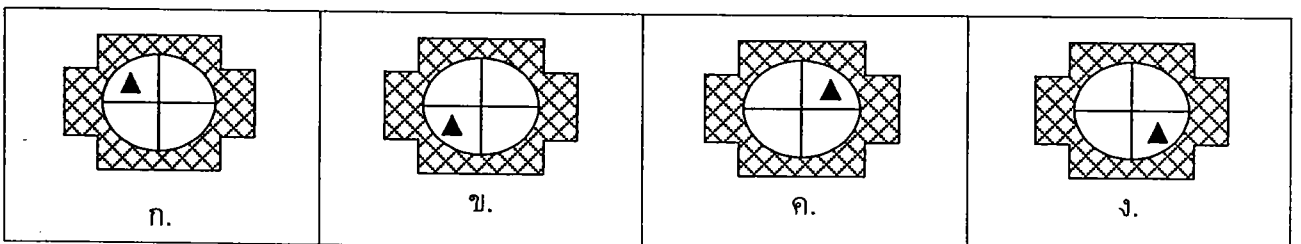
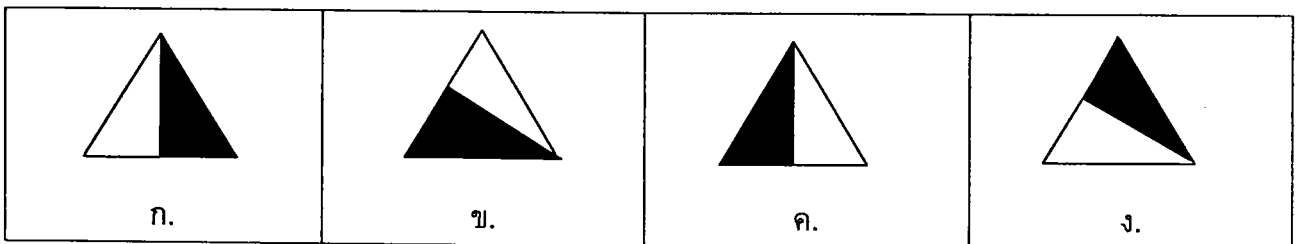
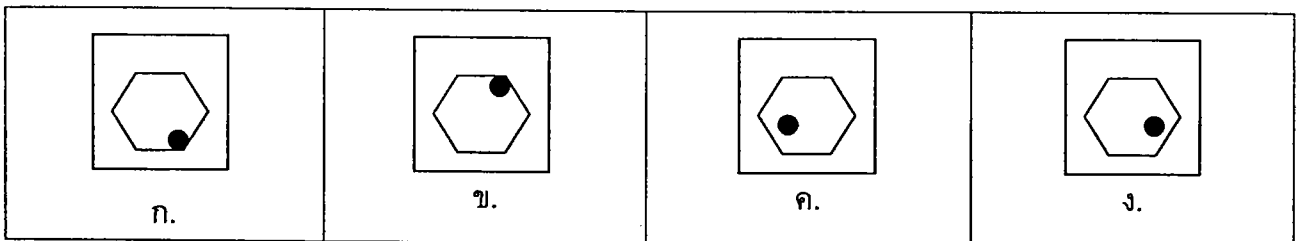
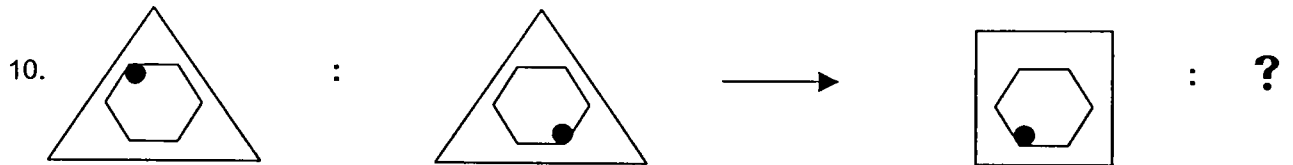
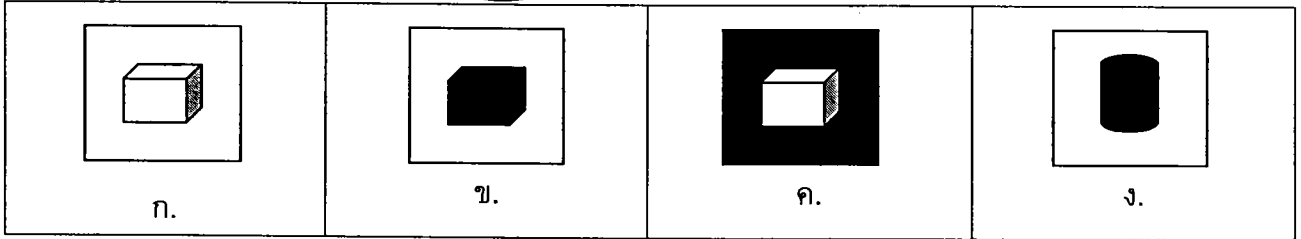
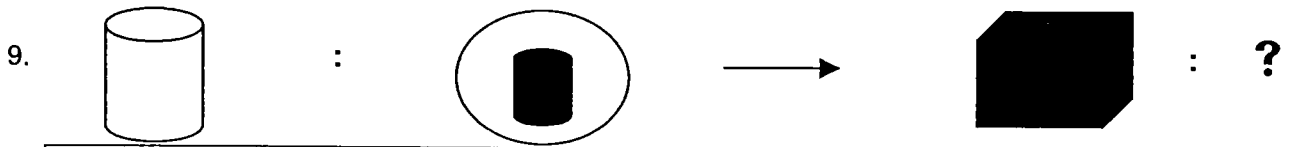
4. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไป ให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่ เราจะมีข้อง่ายอยู่ด้านหลัง
5. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

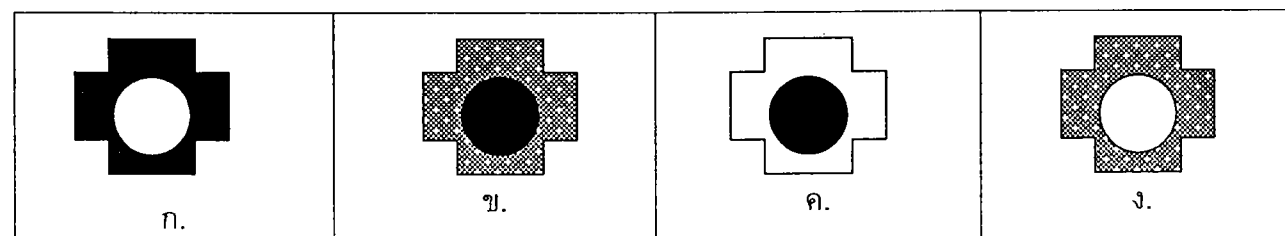
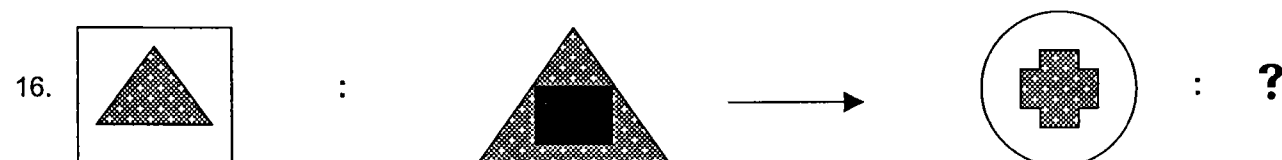
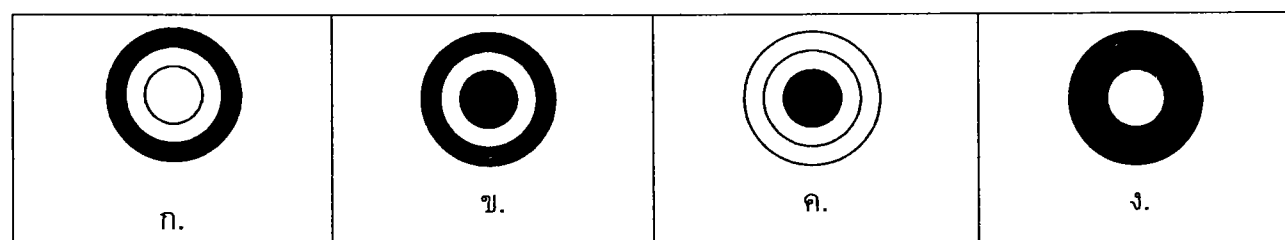
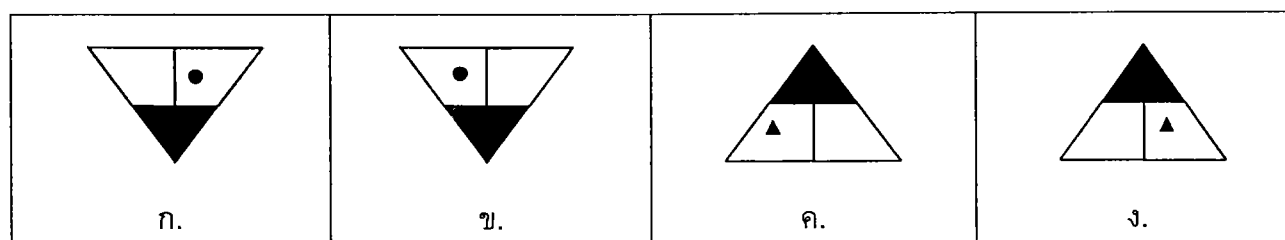
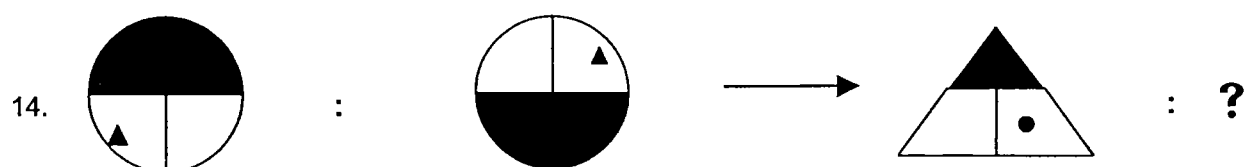
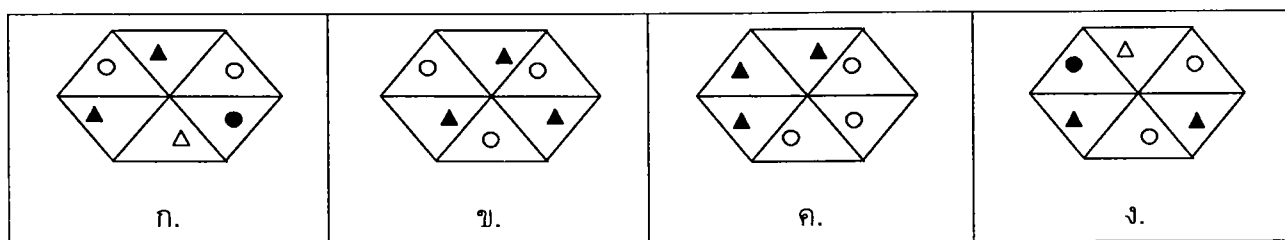
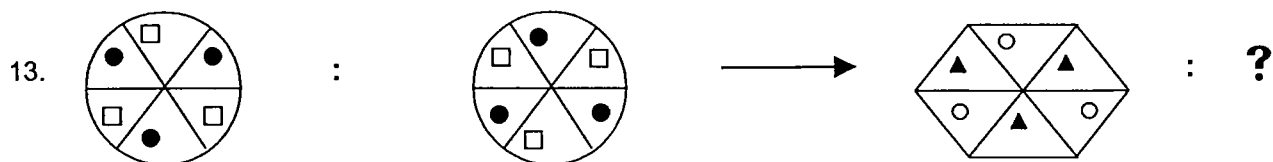
แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอहनัย

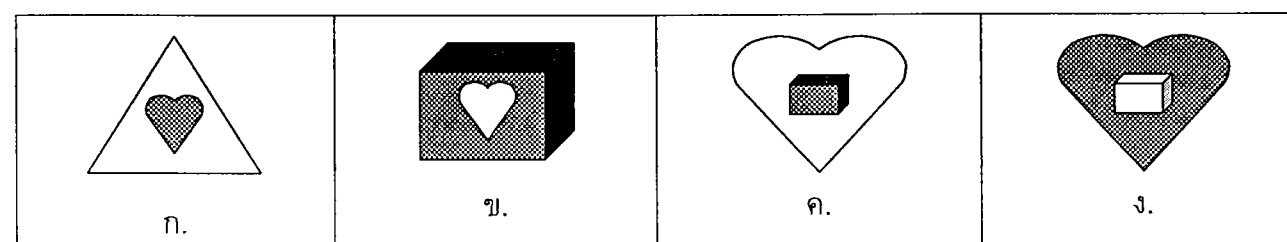
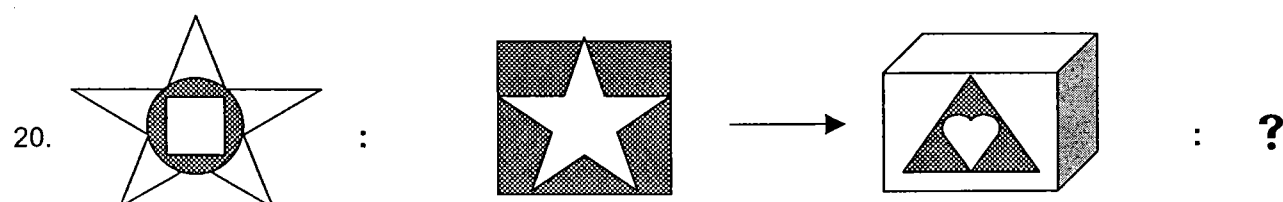
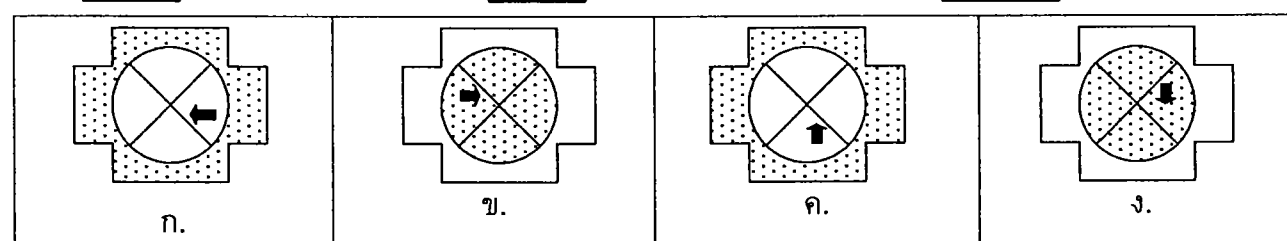
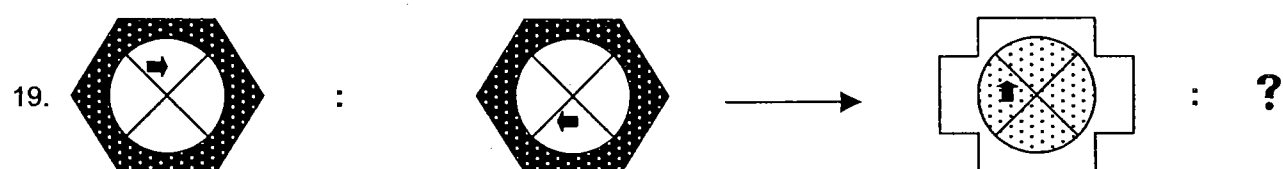
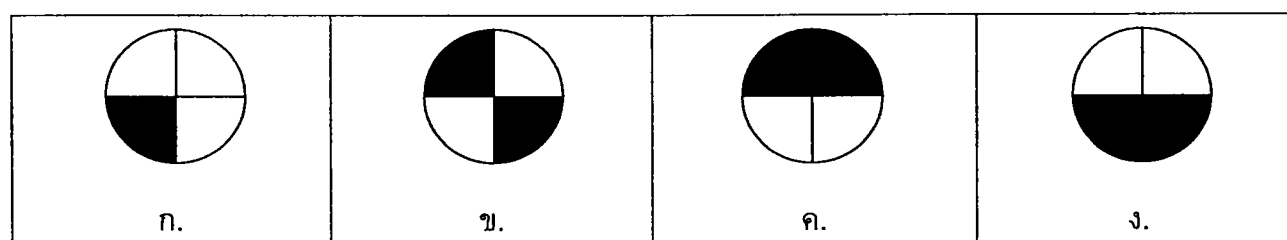
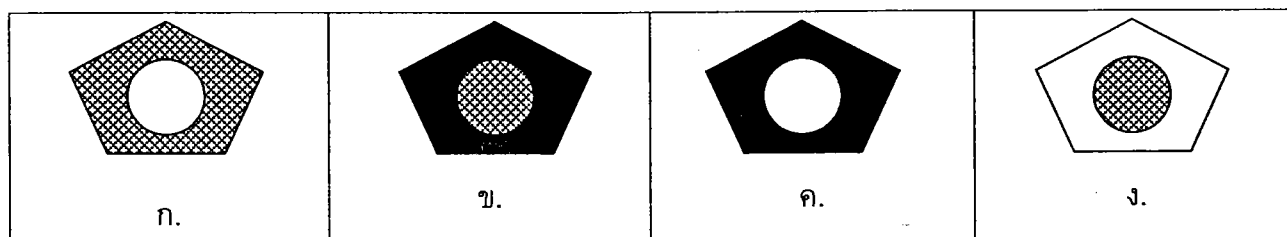
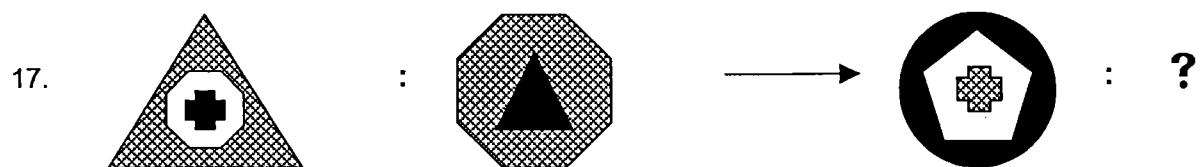
ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอहनัยทางรูปภาพแบบความสัมพันธ์











แบบทดสอบฉบับที่ 2 NSR

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที
2. แต่ละข้อจะกำหนดกลุ่มสัญลักษณ์ และตัวเลขมาให้ จะมีสัญลักษณ์ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งขาดหายไป แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า จากตัวเลือก ก. ถึง ง. ตัวเลือกใดที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสัญลักษณ์ที่กำหนดมาให้ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง (0) 1 2 3, 2 4 6, 3 ...?... 9

ก. 2

ข. 4

ค. 5

ง. 6

จากตัวอย่าง (0) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือตัวเลือก ง. เพราะนำตัวเลขตัวที่สองมาบวกกับตัวเลขตัวที่หนึ่งจะได้ตัวเลขตัวที่สามซึ่งคำตอบก็คือ 6

3. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็น ค ให้ทำดังตัวอย่าง

ก	ข	ค	ง
--------------	---	--------------	---

4. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไป ให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่ เราจะมีข้อง่าย ๆ อยู่ด้านหลัง
5. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัษณ์

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัษณ์ทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

- | | |
|---|--|
| <p>1. 1AC 3DF 5GI ...?.....</p> <p>ก. 7JL</p> <p>ข. 7JK</p> <p>ค. 7IK</p> <p>ง. 7JM</p> | <p>7. งจ12 ฉจ10 ขจ8 ...?.....</p> <p>ก. ญจ4</p> <p>ข. ญจ6</p> <p>ค. ฎจ4</p> <p>ง. ฎจ6</p> |
| <p>2. 4Dd 6Gg 8Jj ...?.....</p> <p>ก. 10Mm</p> <p>ข. 10Nn</p> <p>ค. 9mm</p> <p>ง. 9nn</p> | <p>8. E1ว F3ล G5ร ...?.....</p> <p>ก. l7ย</p> <p>ข. l7ม</p> <p>ค. H7ย</p> <p>ง. H7ม</p> |
| <p>3. BIN CIM DIL ...?.....</p> <p>ก. EIJ</p> <p>ข. EIK</p> <p>ค. BIG</p> <p>ง. SIX</p> | <p>9. Nนา Dดา Tทา ...?.....</p> <p>ก. Eชา</p> <p>ข. Sสา</p> <p>ค. Wมา</p> <p>ง. Jอา</p> |
| <p>4. 9ค1 7ฃ2 5ง3 ...?.....</p> <p>ก. 3ง4</p> <p>ข. 4ง3</p> <p>ค. 4จ3</p> <p>ง. 3จ4</p> | <p>10. L12 N34 P56 ...?.....</p> <p>ก. R78</p> <p>ข. S78</p> <p>ค. T78</p> <p>ง. U78</p> |
| <p>5. ดอก ดอก ถอก ...?.....</p> <p>ก. ฅอก</p> <p>ข. กอก</p> <p>ค. ทอก</p> <p>ง. รอก</p> | <p>11. 7 8 15, 6 6 12, 5 7 ...?.....</p> <p>ก. 10</p> <p>ข. 11</p> <p>ค. 12</p> <p>ง. 14</p> |
| <p>6. 16 2 8, 24 6 4, 9 9 ...?...</p> <p>ก. 0</p> <p>ข. 1</p> <p>ค. 2</p> <p>ง. 3</p> | <p>12. 9Q9 6S6 3U3 ...?.....</p> <p>ก. 0V0</p> <p>ข. 0W0</p> <p>ค. 1V1</p> <p>ง. 1W1</p> |

13. 003 115 227 ...?.....

ก. 338

ข. 448

ค. 339

ง. 449

14. ข9ค ค7ข ง5จ ...?.....

ก. จ1ข

ข. จ3ข

ค. ข1ข

ง. ข3ข

15. 3HZ 6KY 9NX ...?.....

ก. 12PV

ข. 12PW

ค. 12QV

ง. 12QW

16. A=C D=F G=I ...?.....

ก. J=L

ข. L=J

ค. L=M

ง. M=L

17. KON JOM IOL ...?.....

ก. HOT

ข. HOK

ค. HOP

ง. HOM

18. พพ1 ภภ2 ยย4 ...?.....

ก. ลล6

ข. ลล8

ค. วว6

ง. วว8

19. 2บป 5คค 8พพ ...?.....

ก. 9มร

ข. 10ภม

ค. 11มร

ง. 11ภม

20. MN10 OP8 QR6 ...?.....

ก. CD4

ข. ST4

ค. CD5

ง. ST5

แบบทดสอบฉบับที่ 3 NMR

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที
2. แต่ละข้อจะกำหนดคำที่เกี่ยวข้องกันมาให้ 2 คำ แล้วให้นักเรียนพิจารณาหาความสำคัญของแต่ละคำเสียก่อนว่า มีโครงสร้าง หน้าที่อย่างไร แล้วจึงมาเปรียบเทียบเอาความเกี่ยวข้องกันทีละคู่ จากตัวเลือก ก. ถึง ง. ที่จัดไว้เป็นคู่ๆ ซึ่งพิจารณาจากความเกี่ยวข้องสอดคล้องกับคู่แรกที่ให้ไว้ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง (0) คน : เท้า → ? : ?

ก. นก : ปีก

ข. ม้า : หาง

ค. ปลา : เหงือก

ง. วัว : ล้อเกวียน

จากตัวอย่าง (0) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือตัวเลือก ก. เพราะมีความเกี่ยวข้องในแง่ของอวัยวะที่ใช้ในการเดินทางสอดคล้องกับคำคู่ที่กำหนดมาให้

3. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็น ค ให้ทำดังตัวอย่าง

ก	ข	ค	ง
--------------	---	--------------	---

4. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไป ให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่ เราอาจมีข้อง่ายอยู่ด้านหลัง
5. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัษณ์

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัษณ์ทางภาษาแบบความสัมพันธ์

1. น้ำตาล : อ้อย → ? : ?
 ก. น้ำปลา : เกลือ
 ข. เต้าเจี้ยว : ถั่วดำ
 ค. กว๋ยเตี้ยว : เส้น
 ง. ผงชูรส : มันสำปะหลัง
2. แดงโม : ส้มโอ → ? : ?
 ก. กล้วย : มังคุด
 ข. แดงกวา : พักทอง
 ค. มะม่วง : มะยม
 ง. ขนุน : ทุเรียน
3. รถยนต์ : โตโยต้า → ? : ?
 ก. โทรศัพท์ : มือถือ
 ข. วิทยุ : โทรศัพท์
 ค. ตู้เย็น : ตู้เย็น
 ง. เครื่องซักผ้า : โซนี่
4. ส้มตำ : อีสาน → ? : ?
 ก. ขนมหุ้ง : ไส้กรอก
 ข. น้ำพริกหนุ่ม : เหนือ
 ค. ข้าวเหนียว : หมูปิ้ง
 ง. แกงเลียง : ใต้
5. น้ำหนัก : ตาชั่ง → ? : ?
 ก. รถเข็น : ล้อ
 ข. อุณหภูมิ : เทอร์โมมิเตอร์
 ค. ความยาว : เมตร
 ง. ถนน : กิโลเมตร
6. ดี : เลว → ? : ?
 ก. ขาว : สะอาด
 ข. มีด : ค่ำ
 ค. หนาว : เย็น
 ง. สวย : ชี้เหร่
7. ดอกไม้ : แจกัน → ? : ?
 ก. ถ้วย : จาน
 ข. ช้อน : ส้อม
 ค. น้ำ : โอ่ง
 ง. กะทะ : หม้อ
8. จักรยาน : ถนน → ? : ?
 ก. รถยนต์ : ล้อ
 ข. เรือ : น้ำ
 ค. รถถัง : สู้รบ
 ง. เครื่องบิน : นก
9. ครู : นักเรียน → ? : ?
 ก. ปลัด : นายอำเภอ
 ข. กำนัน : ผู้ใหญ่บ้าน
 ค. แม่ค้า : ตลาด
 ง. หมอ : คนป่วย
10. วันแม่ : ดอกมะลิ → ? : ?
 ก. วันครู : ดอกเฟื่องฟ้า
 ข. วันพระ : ดอกพุทธรักษา
 ค. วันทหารผ่านศึก : ดอกทิวลิป
 ง. วันแห่งความรัก : ดอกกุหลาบ
11. บุหรี่ : ไรคอด → ? : ?
 ก. มะละกอ : วิตามิน
 ข. กะทิ : ความอ้วน
 ค. เหล้า : โรคตับ
 ง. กล้วย : ลิ้ง
12. พระ : วัด → ? : ?
 ก. ครู : นักเรียน
 ข. หมอ : โรงพยาบาล
 ค. นายอำเภอ : ธนาคาร
 ง. ตำรวจ : ชุมชน

13. กุ้ง : เนื้อหมู → ? : ?

- ก. น้ำปลา : น้ำเต้าหู้
- ข. ส้ม : ฝรั่ง
- ค. มะละกอ : เต้าหู้
- ง. กระเทียม : ปลา

14. ตะเกียง : ไฟฉาย → ? : ?

- ก. เตารีด : ตู้เย็น
- ข. คอมพิวเตอร์ : เทคโนโลยี
- ค. วิทยุ : เครื่องซักผ้า
- ง. พัดลม : แอร์

15. ช้าง : ไทย → ? : ?

- ก. หมีแพนด้า : จีน
- ข. เสือ : แอฟริกา
- ค. ม้าลาย : ออสเตรเลีย
- ง. ปลาดุก : นิวซีแลนด์

16. ขึ้นขอบ : เบื่อหน่าย → ? : ?

- ก. หน้าบาง : ละอาย
- ข. อตอยาก : ปากแห้ง
- ค. มั่นคง : โลเล
- ง. หวังหา : อาหาร

17. ไทย : บาท → ? : ?

- ก. ยูธยา : สตางค์
- ข. ออสเตรเลีย : ปอนด์
- ค. พม่า : เยน
- ง. สหรัฐอเมริกา : ดอลลาร์

18. ประหยัด : อุดอ้อม → ? : ?

- ก. มั่นคง : โลเล
- ข. คร่ำครว : ทนสมัย
- ค. ทำลาย : กำจัด
- ง. สงบสุข : สงคราม

19. เต่า : กระดอง → ? : ?

- ก. เด็ก : ผู้ใหญ่
- ข. ปลา : เกล็ด
- ค. ต้นไม้ : กระถาง
- ง. มะพร้าว : กะลา

20. เสร้าหมอง : สนุกสนาน

- ก. ครหา : นินทา
- ข. ชบเซา : อับเฉา
- ค. บั่น : แห้ง
- ง. ถ่อมตน : โอ้อวด

ภาคผนวก ข

ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตาราง 11 แสดงค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อ	P	r	หมายเหตุ	ข้อ	P	r	หมายเหตุ
1	.620	.561	คัดลอกไว้	31	.720	.255	ตัดทิ้ง
2	.686	.495	คัดลอกไว้	32	.693	.339	คัดลอกไว้
3	.626	.289	ใช้ได้	33	.653	.150	ตัดทิ้ง
4	.606	.396	คัดลอกไว้	34	.653	.282	ใช้ได้
5	.243	.251	ตัดทิ้ง	35	.586	.567	คัดลอกไว้
6	.586	.371	คัดลอกไว้	36	.633	.221	ใช้ได้
7	.580	.386	คัดลอกไว้	37	.567	.190	ตัดทิ้ง
8	.533	.691	คัดลอกไว้	38	.587	.519	คัดลอกไว้
9	.533	.371	คัดลอกไว้	39	.547	.137	ตัดทิ้ง
10	.580	.560	คัดลอกไว้	40	.553	.406	คัดลอกไว้
11	.573	.595	คัดลอกไว้	41	.620	.190	ตัดทิ้ง
12	.526	.109	ตัดทิ้ง	42	.526	.372	คัดลอกไว้
13	.493	.396	คัดลอกไว้	43	.553	.394	คัดลอกไว้
14	.640	.151	ตัดทิ้ง	44	.506	.477	คัดลอกไว้
15	.540	.371	คัดลอกไว้	45	.533	.681	คัดลอกไว้
16	.560	.186	ตัดทิ้ง	46	.513	.392	คัดลอกไว้
17	.513	.491	คัดลอกไว้	47	.626	.626	คัดลอกไว้
18	.486	.371	ใช้ได้	48	.446	.298	ตัดทิ้ง
19	.506	.510	คัดลอกไว้	49	.647	.470	คัดลอกไว้
20	.486	.341	ใช้ได้	50	.553	.332	ใช้ได้
21	.567	.716	คัดลอกไว้	51	.493	.660	คัดลอกไว้
22	.884	.365	ตัดทิ้ง	52	.689	.353	คัดลอกไว้
23	.402	.278	ตัดทิ้ง	53	.540	.469	คัดลอกไว้
24	.236	-.025	ตัดทิ้ง	54	.560	.245	ใช้ได้
25	.302	-.016	ตัดทิ้ง	55	.513	.457	คัดลอกไว้
26	.567	.569	คัดลอกไว้	56	.486	.509	คัดลอกไว้
27	.602	.106	ตัดทิ้ง	57	.506	.458	คัดลอกไว้
28	.335	.332	ตัดทิ้ง	58	.486	.174	ตัดทิ้ง
29	.895	.203	ตัดทิ้ง	59	.567	.263	ใช้ได้
30	.498	.526	คัดลอกไว้	60	.553	.259	ใช้ได้

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	P	r	หมายเหตุ	ข้อ	P	r	หมายเหตุ
61	.753	.255	ตัดทิ้ง	71	.753	.308	ใช้ได้
62	.660	.339	คัดเลือกไว้	72	.660	.368	ใช้ได้
63	.693	.150	ตัดทิ้ง	73	.693	.354	คัดเลือกไว้
64	.686	.282	ใช้ได้	74	.686	-.037	ตัดทิ้ง
65	.613	.567	คัดเลือกไว้	75	.613	.423	ใช้ได้
66	.460	.221	ใช้ได้	76	.560	.763	คัดเลือกไว้
67	.506	.190	ตัดทิ้ง	77	.506	.034	ตัดทิ้ง
68	.626	.519	คัดเลือกไว้	78	.626	.534	คัดเลือกไว้
69	.606	.137	ตัดทิ้ง	79	.606	.255	ใช้ได้
70	.620	.406	คัดเลือกไว้	80	.620	-.010	ตัดทิ้ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

- 1) แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อคำถามทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาทำ 60 นาที
- 2) ให้นักเรียนพิจารณาว่าจากตัวเลือก ก. ถึง ง. ของแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดที่ได้คำตอบถูกต้องที่สุด ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

$$(00) \quad \frac{7}{8} - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) = \square$$

ก. $\frac{1}{8}$

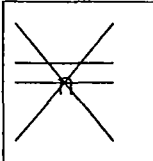
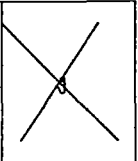
ข. $\frac{2}{8}$

ค. $\frac{3}{8}$

ง. $\frac{4}{8}$

จากตัวอย่าง (00) คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ตัวเลือก ก.

- 3) การตอบ ให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับอักษร ก ข ค และ ง ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวถ้า นักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ จากตัวเลือก ก เป็น ง ให้ทำดังตัวอย่าง

	ข	ค	
---	---	---	---

1. ค่าของตัวเลข 9 ในข้อใดมีค่ามากที่สุด
 - ก. 879,000
 - ข. 196,000
 - ค. 128,988
 - ง. 245,891
2. ตัวเลข 8 และ ตัวเลข 3 ใน 4,386 มีค่าต่างกันเท่าไร
 - ก. 5
 - ข. 220
 - ค. 225
 - ง. 500
3. $79,648 + (4,002 - 379) =$
 - ก. 3,623
 - ข. 76,025
 - ค. 83,271
 - ง. 84,029
4. $(40 \times 900) \div (6 \times 600) =$
 - ก. 10
 - ข. 100
 - ค. 1,000
 - ง. 10,000
5. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
 - ก. $33 \div 4 = 8$ เศษ 3
 - ข. $53 \div 6 = 9$ เศษ 1
 - ค. $62 \div 7 = 9$ เศษ 6
 - ง. $73 \div 8 = 9$ เศษ 1
6. ประโยคใดเป็นสมการ
 - ก. $5 + 0 \neq 0$
 - ข. $5 \times 5 < 10$
 - ค. $3 \times 2 > 5$
 - ง. $8 \times 7 = 50$

7. สมการใดมีตัวไม่ทราบค่า

- ก. $4 \times 8 = 32$
- ข. $12 \times 9 = 108$
- ค. $84 \div 7 = \text{ม}$
- ง. $0 + 0 = 0$

8. การแก้สมการ $\frac{\text{ม}}{4} = 10$ ควรใช้สมบัติใด

- ก. สมบัติการบวก
- ข. สมบัติการลบ
- ค. สมบัติการคูณ
- ง. สมบัติการหาร

9. จำนวนในข้อใดเป็นคำตอบของสมการ

$$9 \times \text{บ} = 117$$

- ก. 13
- ข. 15
- ค. 16
- ง. 20

10. จำนวนในข้อใดเป็นคำตอบของสมการ

$$\frac{3}{5} \times \text{ค} = 12$$

- ก. $\frac{5}{3}$
- ข. $\frac{12}{5}$
- ค. 20
- ง. 24

11. เศษหนึ่งส่วนสองของจำนวนหนึ่งเมื่อหักออก 12 แล้วยังเหลือ 13 จำนวนนั้นมีค่าเท่าไร

- ก. 25
- ข. 50
- ค. 75
- ง. 100

12. แบ่งเงิน 3,060 บาท ให้เด็ก 9 คน คนละเท่าๆกัน เด็กแต่ละคนจะได้รับเงินคนละกี่บาท

- ก. 340 บาท
- ข. 344 บาท
- ค. 360 บาท
- ง. 364 บาท

13. จำนวนใดเป็นจำนวนเฉพาะ

- ก. 73
- ข. 81
- ค. 87
- ง. 93

14. ผลบวกของตัวประกอบเฉพาะของ 42 เป็นเท่าไร

- ก. 12
- ข. 13
- ค. 15
- ง. 18

15. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 72

- ก. $2^3 \times 3^2$
- ข. $2^3 \times 3^2$
- ค. $2^2 \times 3^3$
- ง. $2^3 \times 3^3$

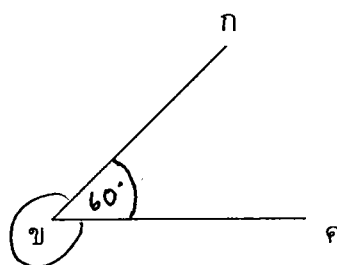
16. ข้อใดเป็น ค.ร.น. ของ 21 , 54 และ 63

- ก. 126
- ข. 252
- ค. 378
- ง. 756

17. แบ่งครึ่งมุมตรง 2 ครั้ง จะได้มุมที่เล็กที่สุดมีขนาดเท่าไร

- ก. 30°
- ข. 45°
- ค. 60°
- ง. 90°

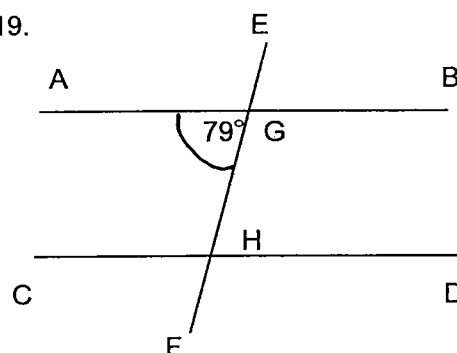
18.



ลากเส้นแบ่งครึ่งมุมกลับ กขค จะได้มุมขนาดเท่าไร

- ก. 120 องศา
- ข. 130 องศา
- ค. 140 องศา
- ง. 150 องศา

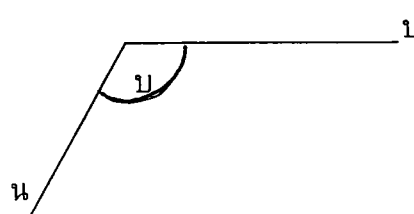
19.



ข้อใดทำให้ AB ขนานกับ CD

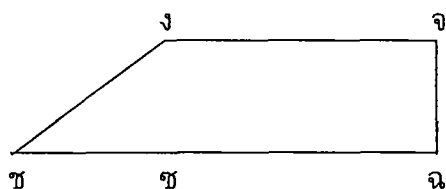
- ก. $\angle DHG = 101^\circ$
- ข. $\angle CHG = 101^\circ$
- ค. $\angle CHG = 79^\circ$
- ง. $\angle DHG = 91^\circ$

20. จากรูปข้อใดใช้สัญลักษณ์แทนมุมได้ถูกต้อง



- ก. $\angle$ นป
- ข. $\angle$ บนป
- ค. $\angle$ นบป
- ง. $\angle$ นปบ

21. จากรูปข้อใดเรียกชื่อมุม ไม่ ถูกต้อง



ก. ขขง

ข. งจฉ

ค. จขง

ง. ขงจ

22. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือทำมุมขนาดเท่าไรกับ
ทิศตะวันออก

ก. 45 องศา

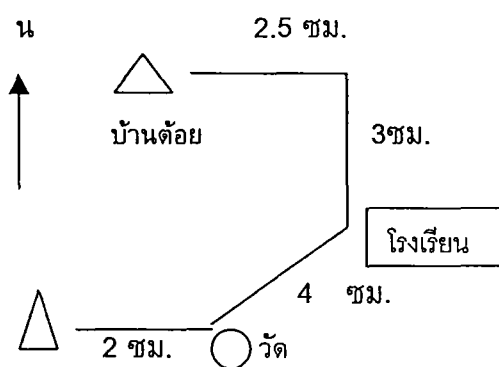
ข. 90 องศา

ค. 135 องศา

ง. 180 องศา

คำชี้แจง ใช้แผนผังข้างล่างนี้ตอบคำถาม

ข้อ 23 - 24



บ้านน้อย

มาตราส่วน 1 ซม. : 100 ม.

23. จากระยะทางจากบ้านน้อยมายังโรงเรียน
กับจากบ้านด้อยมายังโรงเรียนแตกต่างกันเท่า
ไร

ก. 50 เมตร

ข. 100 เมตร

ค. 150 เมตร

ง. 200 เมตร

24. วัดอยู่ทางทิศใดของทางโรงเรียน

ก. ทิศเหนือ

ข. ทิศใต้

ค. ทิศตะวันออกเฉียงใต้

ง. ทิศตะวันตกเฉียงใต้

25. $\frac{7}{8} - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) =$

ก. $\frac{1}{8}$

ข. $\frac{2}{8}$

ค. $\frac{3}{8}$

ง. $\frac{4}{8}$

26. เศษส่วนจำนวนใดมีค่าเท่ากับ $\frac{3}{5}$

ก. $\frac{75}{125}$

ข. $\frac{6}{15}$

ค. $\frac{4}{10}$

ง. $\frac{9}{10}$

27. $1\frac{3}{4} + 1\frac{5}{6} =$

ก. $1\frac{4}{7}$

ข. $1\frac{7}{10}$

ค. $3\frac{5}{12}$

ง. $3\frac{7}{12}$

28. $3 - \frac{4}{5} = \boxed{}$

ก. $\frac{11}{30}$

ข. $\frac{17}{30}$

ค. $\frac{66}{30}$

ง. $13\frac{1}{30}$

29. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. $\frac{3}{20} < \frac{7}{100}$

ข. $\frac{2}{9} < \frac{11}{81}$

ค. $\frac{5}{6} > \frac{13}{18}$

ง. $\frac{1}{3} > \frac{15}{24}$

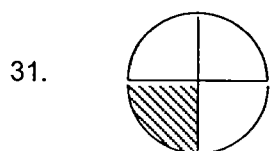
30. ข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ถูกต้อง

ก. 0.2 0.23 0.023 2.03

ข. 0.023 0.23 0.2 2.03

ค. 0.023 0.2 0.23 2.03

ง. 0.023 2.03 0.2 0.23



ส่วนที่แรเงาคิดเป็นทศนิยมได้เท่าไร

ก. 0.15

ข. 0.25

ค. 0.35

ง. 0.45

32. $196.37 - 97.018 = \boxed{}$

ก. 99.368

ข. 99.350

ค. 99.352

ง. 99.190

33. $50.42 \times 0.05 = \boxed{}$

ก. 2.441

ข. 2.481

ค. 2.521

ง. 2.571

34. มีนมอยู่ครึ่งขวด ต้มไป $\frac{1}{6}$ ของขวด

ขณะนี้ยังมีนมอยู่ในขวดอยู่เท่าไร

ก. $\frac{1}{6}$

ข. $\frac{2}{6}$

ค. $\frac{3}{6}$

ง. $\frac{4}{6}$

35. กุ้งแห้ง $2\frac{3}{4}$ กิโลกรัม แบ่งใส่ถุงเท่าๆกัน

ถุงละ $\frac{1}{8}$ กิโลกรัม จะได้กี่ถุง

ก. 11 ถุง

ข. 22 ถุง

ค. 33 ถุง

ง. 44 ถุง

36. เลี้ยงไก่ไว้ 200 ตัว ตายไป $\frac{1}{5}$ ของที่เลี้ยง

ไว้ที่เหลือขายไปตัวละ 40 บาทจะได้เงินเท่าไร

ก. 4,400 บาท

ข. 4,440 บาท

ค. 6,400 บาท

ง. 6,440 บาท

37. ซื้อข้าวสาร 15.5 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ

9.50 บาท จะต้องจ่ายเงินเท่าไร

ก. 147.05 บาท

ข. 147.25 บาท

ค. 147.50 บาท

ง. 147.75 บาท

38. ผ้าราคาเมตรละ 48 บาท ซื้อผ้า 2.75 เมตร

จะต้องจ่ายเงินเท่าไร

ก. 132.00 บาท

ข. 132.50 บาท

ค. 142.00 บาท

ง. 142.50 บาท

39. นมกล่องหนึ่งมีปริมาตร 0.782 ลิตร นม 8

กล่อง มีปริมาตรกี่ลิตร

ก. 5.896 ลิตร

ข. 5.946 ลิตร

ค. 6.436 ลิตร

ง. 6.256 ลิตร

40. กุ้งแห้งราคาขีดละ 28.50 บาท ถ้าซื้อกุ้งแห้ง

7.5 ขีด จะต้องจ่ายเงินเท่าไร

ก. 213.75 บาท

ข. 214.25 บาท

ค. 215.50 บาท

ง. 215.75 บาท

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัช วรรณรัตน์ | สำนักทดสอบและประเมินผล
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. ดร.ราชันย์ บุญธมา | สำนักทดสอบและประเมินผล
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. นายสุทธิรัช คนกาญจน์ | คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม |
| 5. นางสาวนันทา สีนะเปสนันท์ | โรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา |

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวจุไรวรรณ ไรวีบูลย์
วันเดือนปีเกิด	10 ธันวาคม 2517
สถานที่เกิด	อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	361 ถนนสุขุโขทัย เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสุขุโขทัย สำนักงานเขตดุสิต กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2547	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)
	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2540	ค.บ. (เอกคณิตศาสตร์) สถาบันราชภัฏสวนดุสิต
พ.ศ..2536	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์