

ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปริญญานิพนธ์

ของ

ประเสริฐ สัมพงษ์ธรรม

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ถนนวิภาวดี 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

24 ก.ย. 2525

เสนอต่อมหา วิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เลขานบ 2524

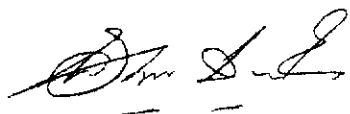
ลิขสิทธิ์เป็นของมหา วิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ

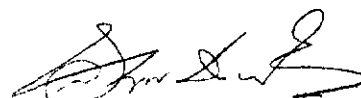
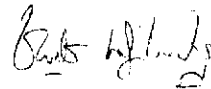
90667

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

 ประธาน
อ.ว.วชิรชัย กรรมการ

 ประธาน
อ.ว.วชิรชัย กรรมการ
 กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ล้วน ลำยงค์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ วงศ์รัตน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณะอาจารย์ในสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย คชินทรนครวิโรฒ ประสานมิตร ที่กรุณาให้คำปรึกษาการค้นคว้าต่าง ๆ และให้ความสะดวก ในการพิมพ์ทดสอบเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ใหญ่ ครูใหญ่ และคณะครูของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และ ขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณสมจิตร สัมพงษ์ธรรม คุณวรรณภา สันทนวรรณัท คุณสำราญ หม่อมท่า คุณสุชาติ สัตระกุล คุณสมชัย วงษ์นายะ คุณทองสุข วันแสน คุณสุมนะเกียรติ แก่นมณี คุณสังศรี ศักดิ์แก้ว และ คุณวรารุณ ผลานันต์ ตลอดจนน้อง ๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือให้ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอกราบสักการะถึงพระคุณบิดาและมารดา ที่ได้เมตตาเป็นกำลังใจ และ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา พระคุณมีหาที่เปรียบมิได้

ประเล่ห์ริฐ สัมพงษ์ธรรม

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	7
ข้อตกลงเบื้องต้น	8
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
ทฤษฎีสัมรรถภาพสมอง	11
เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสัมรรถภาพสมอง ..	20
สัมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	23
สัมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย	28
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	32
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	32
วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	32
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	34
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ	35
ลักษณะของแบบทดสอบ	39

การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ	47
การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	49
การสกัดกระทำกับข้อมูล	49
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	54
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	54
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	56
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	56
ตอนที่ 1 ผลการใช้แบบทดสอบ	56
ตอนที่ 2 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลี	
ทางสัญลักษณ์หกฉบับ	61
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด	
เอกลีทางสัญลักษณ์หกฉบับ	65
ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลีทาง	
สัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	69
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	78
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	78
กลุ่มตัวอย่าง	78
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
การวิเคราะห์ข้อมูล	79
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80
อภิปรายผล	83

บทที่	หน้า
ข้อเสนอนะสำหรับการศึกษา	91
ข้อเสนอนะสำหรับกรวิจัย	92
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	100

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแยกตามโรงเรียนและอำเภอ	33
2	จำนวนนักเรียนที่ใช้ทดลองแบบทดสอบแยกตามโรงเรียน อำเภอ และครั้งที่ใช้ทดลอง แบบทดสอบ	38
3	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิด เอกภพทางสัญลักษณ์จำนวนหกฉบับ	48
4	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกภพทางสัญลักษณ์ จำนวนหกฉบับ	57
5	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกภพทางสัญลักษณ์ จำนวนหกฉบับ	58
6	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	59
7	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	61
8	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกภพทางสัญลักษณ์ จำนวนหกฉบับ โดยวิธีความสอดคล้องภายใน	62
9	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกภพทางสัญลักษณ์ จำนวนหกฉบับ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	64
10	ค่าประมาณคอมมูนาลิตี้ (Estimate Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน สะสมของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ	66
11	ค่าเมตริกองค์ประกอบโดยวิธีการหาองค์ประกอบหลักด้วยวิธีทำซ้ำ	67
12	ค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม	68
13	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ จำนวนแปดฉบับ	70

- 14 ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (β) ค่าน้ำหนักคะแนน (b) ค่า F ค่าสหสัมพัทธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนาย (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E._{est}) และค่าคงที่ของการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกชัยทางสัญญาณ
เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ 72
- 15 ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (β) ค่าน้ำหนักคะแนน (b) ค่า F ค่าสหสัมพัทธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนาย (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E._{est}) และค่าคงที่ของการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกชัยทางสัญญาณ
เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นเกณฑ์ 75

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แบบจำลองมหภาคของโครงสร้างทางสังคมตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด	13
2 ผลการคิดทบทวนโดยใช้ภาพ (Figural) เป็นเนื้อหา (Contents)	17
3 ตัวอย่างแบบจำลองจุลภาค (Micro Model) ของโครงสร้างทางสังคมตามแนว ทฤษฎีของกิลฟอร์ด	18
4 แบบจำลองจุลภาค (Micro Model) ทดแบบที่ใช้ในการวิจัย	19
5 โครงรูปแสดงการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสังคมด้านความคิดเอกลัทธิทาง สัญลักษณ์	36

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การค้นคว้าวิจัยถึงพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์นั้น นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้พยายามทำวิจัยมานานแล้ว และก็ยังต้องทำต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงลักษณะหน้าที่ของความสามารถทางสมองของมนุษย์ (พจนี สะเพียรชัย 2512 : 1) เพราะความสามารถทางสมองเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาหาความรู้ ซึ่งมนุษย์แต่ละคนมีสมรรถวิสัยแห่งสติปัญญาหรือความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน (ชวาล แพรัตกุล 2518 : 117) ดังนั้น การศึกษาความสามารถทางสมองจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทำให้ผู้ศึกษาค้นคว้าได้เหมาะสมกับความสามารถของแต่ละบุคคล เป็นการช่วยส่งเสริมให้บุคคลได้เรียนรู้และได้ประสิทธิภาพสูง

ความสามารถทางสมอง หรือสมรรถภาพสมองของมนุษย์ ซึ่งมักจะเรียกกันแต่เดิมว่า "สติปัญญา" (พจนี สะเพียรชัย 2512 : 1) ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นตามความเชื่อของตนเองไว้หลายท่าน ดังเช่น บินเน็ต (Wechsler, 1958 : 6 citing Binet) มีความเห็นว่าสติปัญญาเป็นความสามารถของบุคคลที่จะปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ตนประสบหรือเป็นความสามารถในการเรียนรู้ และมีความคิดอย่างนามธรรม และ วอร์เรน (Warren, 1934 : 140) ได้กล่าวว่า สติปัญญาเป็นความสามารถที่คนจะทำงานได้อย่างประสบผลสำเร็จ นอกจากนี้ คัทเทิล (Cattell, 1950 : 478) มีความเชื่อว่าสติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์แบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้สองลักษณะ คือ ฟลูอิด ออิลิตี้ (Fluid Ability) เป็นสติปัญญาที่เป็นอิสระปราศจากการเรียนรู้และประสบการณ์ แต่เป็นผลมาจากพันธุกรรม หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิด สมรรถภาพสมองตัวนี้จะมีแทรกอยู่ในทุกอิริยาบถของกิจกรรมทางสมอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิดหรือการแก้ปัญหาก็ตาม เช่น สมรรถภาพในการใช้เหตุผล การอนุมาน และการมองเห็นความสัมพันธ์ เป็นต้น และอีกลักษณะหนึ่ง คือ คริสตัลไลซ์ ออิลิตี้ (Crystallize Ability) เป็นสติปัญญาที่เป็นผลของ

ประสบการณ์และการเรียนรู้ สติปัญญาประเภทนี้มักจะมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีประสบการณ์มากขึ้น จะเห็นได้ว่านักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของสติปัญญาหรือสมรรถภาพสมองแตกต่างกันออกไป ซึ่งถ้าศึกษาตามประวัติศาสตร์แล้วเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาและความถนัดแล้ว จะจัดระบบเป็นทฤษฎีได้ดังนี้ (ล้วน ล้ายยศ 2522 : 37 - 46)

1. ทฤษฎีตัวประกอบเดียว (Uni-Factor Theory)
2. ทฤษฎีสองตัวประกอบ (Bi-Factor Theory)
3. ทฤษฎีหลายตัวประกอบ (Multiple Factor Theory)
4. ทฤษฎีไฮราคัล (Hierarchical Theory)
5. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Model)
6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two-level Theory of Mental Ability)
7. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของคัทเทิล (R.B. Cattell)

จากทฤษฎีดังกล่าว ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Model บ่อยว่า SI) เป็นทฤษฎีที่วิวัฒนาการขึ้นมาโดย กิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 1 - 17) ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยทางสมรรถภาพสมอง เป็นเวลา 20 ปี ตั้งแต่ ค.ศ. 1949 - 1969 ของโครงการวิจัยทางความถนัด (The Aptitudes Research Project บ่อยว่า ARP) ของมหาวิทยาลัยฟลอริดา การวิจัยของโครงการนี้ กิลฟอร์ด (Guilford) ได้ทำการขยายทฤษฎีหลายตัวประกอบ (Multiple Factor Theory) ของเธอร์สโตน (Thurstone) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ของแบบทดสอบวัดสติปัญญาที่นิยมสมัยนั้น และได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (SI) เมื่อปี ค.ศ. 1967 เป็นแบบจำลองมหภาคสามมิติ (Three Dimensional Model) และต่อมาปี ค.ศ. 1971 กิลฟอร์ดได้ปรับปรุงทฤษฎีใหม่ โดยสลับที่ระหว่างมิติแรกกับมิติที่สอง ดังนั้น จึงได้แบบจำลองมหภาคสามมิติใหม่ ดังนี้

มิติที่หนึ่ง : วิธีการคิด (Operations) แบ่งออกเป็นห้าแบบ ได้แก่ การรับรู้สำนึกและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดออกเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation)

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

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

มิติทั้งสามของแบบจำลองมหภาคดังกล่าวจะประกอบกันเป็นตัวแทนของสมรรถภาพสมองได้ 120 แบบ ซึ่ง พจนี สะเพียรชัย (พจนี สะเพียรชัย 2519 : 14) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด เป็นทฤษฎีที่เป็นระบบและมีความละเอียดมากกว่าทฤษฎีอื่น ๆ ดังนั้น จึงน่าจะศึกษาและสร้างแบบทดสอบตามแนวทฤษฎีนี้ เพื่อวัดสมรรถภาพสมองของมนุษย์ ทั้งนี้เพราะสมรรถภาพสมองนั้นสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดสติปัญญา (Guilford, 1971 : 13 citing Boring, 1923)

สำหรับสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัย (Convergent Production) นั้น เป็นวิธีการคิดอย่างหนึ่งของขบวนการคิด (Operations) ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ซึ่ง กิลฟอร์ด (Guilford, 1971 : 214) กล่าวว่า เป็นการตอบสนองที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระตุ้นของสิ่งเร้ารวบยอดหรือมุ่งไปสู่คำตอบที่ถูกคำตอบเดียว สิ่งเร้าที่กระตุ้นนั้นเป็นปัญหาชัดเจน และทำให้ความคิดมุ่งไปสู่คำตอบที่ต้องการ ซึ่งไม่ใช่ปริมาณของคำตอบ เช่น ปัญหาว่าแท้จริงกันข้ามกับอะไร ปัญหาที่กระตุ้นให้คิดหาคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น คือ อ่อน ซึ่งสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยนี้ จะใช้ในอีวิตประจำวันอยู่เสมอ เกี่ยวกับการตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดหรือหาคำตอบที่ดีที่สุด ส่วนทางด้านกระบวนการเรียนการสอนนั้น สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะถ้านักเรียนคนใดมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยในเนื้อหาที่เรียนสูง นักเรียนผู้นั้นจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เนื่องจากรอบรู้ในเนื้อหาและหาคำตอบที่ถูกต้องได้ และเนื่องจากเนื้อหา

(Contents) ทางด้านสัญลักษณ์ (Symbolic) ยังไม่มีการศึกษาถึงผลการศึกษา (Products) แบบต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วนั้นอย่างละเอียด ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาและวิจัยให้ทราบถึง คุณลักษณะและธรรมชาติของสมองให้ละเอียดลึกซึ้งขึ้น เพราะจุดมุ่งหมายขั้นสูงสุดของการวิจัยทาง จิตวิทยาและการศึกษานั้น คือ การพัฒนาทฤษฎีต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Lindquist. 1956 : 5) ประกอบกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญ มีประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์เป็น อย่างมาก ทั้งนี้เพราะในชีวิตประจำวันจำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ตลอดเวลา เช่น การดูเวลา การกระยะทาง การซื้อขาย เป็นต้น (สุวรรณา มุ่งเกษม 2513 : 1 - 2) ตลอดจน ความเจริญก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์ ทำให้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมวิทยา เจริญ ก้าวหน้ายิ่งขึ้นด้วย และโดยเหตุที่คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ต้องใช้ความคิด อย่างสมเหตุสมผล จึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ได้ (สุชาติ รัตนกุล 2506 : 3) ดังนั้น ผู้ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ผลดีย่อมจะต้องมีความสามารถทางสมองบาง ประการที่เหมาะสมด้วย (สถาพร ทัพพะกุล 2516 : 2) และวิชาภาษาไทยเป็นเครื่องมือ ในการสื่อความหมายและถ่ายทอดความรู้ ทำหน้าที่ ความคิดเห็นของบุคคล ตลอดจนถ่ายทอดต่อไป ยังผู้อื่น (สุพิชรา สุภาพ 2516 : 59) และภาษาเป็นเครื่องมือสื่อสารที่มนุษย์ใช้ทำความเข้าใจ ชิงกันและกันได้รวดเร็ว แม่นยำ สมองดีกว่าเครื่องมือสื่อสารประเภทอื่นใด (Unesco. 1955 : 15) นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะทางภาษาไปใช้ในการ การศึกษาค้นคว้าความรู้ในวิชาอื่น ๆ ต่อไป (เบงอร พุ่มสะอาด 2517 : 3) ดังนั้น ถ้า ได้มีการศึกษาค้นคว้าถึงความสามารถต่าง ๆ ที่ช่วยให้การเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ได้ดี ก็ย่อมมีประโยชน์ต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับบุคคลได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา โครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีของ กิลฟอร์ด ด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ โดยยึดผลการคิดแบบต่าง ๆ เป็นเกณฑ์ว่าจะมีความ สัมพันธ์ หรือมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ขึ้นประถมศึกษา ปีที่ 6 มากน้อยแตกต่างกันหรือไม่ และเป็นการตรวจสอบว่าสมรรถภาพสมอง ด้านการคิด เอกนัย

ทางสัญลักษณ์แบบต่าง ๆ นั้น วัดสอดคล้องตามโครงสร้างของทฤษฎีหรือไม่ เพื่อเป็นการพัฒนาทฤษฎีและ เป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษาต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย
2. เพื่อศึกษาว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทุกด้านมีสหสัมพันธ์พหุคูณ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยมากน้อยเพียงใด
3. เพื่อหาค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (Beta Weight) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละด้านที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย
4. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
5. เพื่อศึกษาว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้านจะมีองค์ประกอบร่วมกันกี่องค์ประกอบ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. สมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละด้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย มีความสัมพันธ์กันไปในทางบวก
2. สมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทุกด้าน มีสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง
3. สมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทุกด้าน มีสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูง

4. ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (Beta Weight) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพ
สมอง ด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละด้าน จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เป็นบวก

5. ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (Beta Weight) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพ
สมอง ด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละด้าน จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย
เป็นบวก

6. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้นตามแนว
ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด มีค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงสูง

7. สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ ประกอบด้วยองค์ประกอบมากกว่า
หนึ่งองค์ประกอบ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้มีแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ตามแนวทฤษฎี
โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด จะได้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
ตามแนวทฤษฎีต่อไป

2. ทำให้ทราบว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ แต่ละด้าน มี
ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยมากน้อยเพียงใด จะได้
เป็นแนวทางให้นักการศึกษา ครู อาจารย์ และผู้เกี่ยวข้องได้ส่งเสริมนักเรียนได้ถูกต้อง

3. ทำให้ทราบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์
ฉบับใด ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย จะได้เลือกใช้
แบบทดสอบเพื่อประโยชน์ในการแนะแนวและอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

4. ผลการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางให้นักศึกษา หรือผู้สนใจในการสร้างแบบทดสอบ
มีแนวคิดในเรื่องสมรรถภาพสมอง และศึกษาวิจัยให้ละเอียดลึกซึ้งต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. แบบจำลองมหภาค (Macro Model) ของโครงสร้างทางสมองตามแนวทฤษฎีของ กิลฟอร์ด เมื่อใช้เนื้อหาที่คิด-วิธีการคิด-ผลการคิด (Contents-Operations-Products) เป็นเกณฑ์ในการแบ่งแล้ว จะมีแบบจำลองจุลภาค (Micro Model) อยู่ 120 แบบ หรือองค์ประกอบ 120 ด้าน เพื่อการศึกษาให้ละเอียดลึกซึ้งในแต่ละองค์ประกอบ ผู้วิจัยจึงจำกัดขอบเขตการศึกษา แบบจำลองจุลภาค (Micro Model) ของโครงสร้างทางสมอง เฉพาะหกแบบดังนี้ คือ

1.1 สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย (Convergent Production - Symbolic-Unit)

1.2 สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม (Convergent Production - Symbolic-Class)

1.3 สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (Convergent Production - Symbolic-Relation)

1.4 สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ (Convergent Production - Symbolic-System)

1.5 สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (Convergent Production - Symbolic-Transformation)

1.6 สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (Convergent Production - Symbolic-Implication)

2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี จำนวน 406 คน

3. สัญลักษณ์ที่นำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ ได้แก่ อักษรภาษาไทย อักษรภาษาอังกฤษ ตัวเลขอารบิก เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ และรูปทรงเรขาคณิต

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ศึกษาค่าความสำคัญสัมพัทธ์และสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปร ดังนี้

4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) หรือตัวพยากรณ์ ได้แก่

สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์

4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) หรือตัวเกณฑ์ ได้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การวิจัยครั้งนี้ถือว่าคุณลักษณะทางจิตวิทยาด้านการคิดเอกละเอียด (Convergent Production) มีอยู่ในระบบโครงสร้างทางสมองของมนุษย์ ซึ่งสามารถวัดได้เป็นปริมาณและคุณภาพที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล

2. ปริมาณและคุณภาพของคุณลักษณะทางจิตวิทยาด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์ รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย สามารถอธิบายได้โดยอาศัยกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามหลักการไอโซมอร์ฟิซึม (Isomorphism) (Guilford, 1954 : 6 - 7) นั่นคือ การวิจัยครั้งนี้สามารถนำวิธีการทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลได้

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคล ซึ่งอาศัยลักษณะของสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นสื่อความหมาย เมื่อบุคคลได้รับรู้ลักษณะของสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ต่าง ๆ เหล่านั้น แล้วจะใช้วิธีการคิด (Operations) พิจารณาในแง่มุมต่าง ๆ แล้วสามารถที่จะตัดสินใจสรุปสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ที่ถูกต้องที่สุด เหมาะสมที่สุด จากลักษณะของสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งผลการคิด (Products) จะออกมาในรูปของหน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป หรือการประยุกต์

1.1 การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบหน่วย (NSU : Convergent Production-Symbolic-Unit) หมายถึง ความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะพิจารณา ตัดสิน หรือลงสรุปว่า สัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ใด มีคุณสมบัติที่แทบสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน ได้ถูกต้อง เหมาะสมที่สุด จากสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

1.2 การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม (NSC : Convergent Production-Symbolic-Class) หมายถึง ความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะพิจารณา ตัดสิน หรือลงสรุปว่า สัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ใด มีคุณสมบัติแทบสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน แล้วสรุปรวมเข้ากลุ่มกันได้ถูกต้อง เหมาะสมที่สุด จากกลุ่มสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

1.3 การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (NSR : Convergent Production-Symbolic-Relation) หมายถึง ความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะพิจารณา ตัดสิน หรือลงสรุปว่า กลุ่มสัญลักษณ์ใดมีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันในทางลักษณะหรือความหมายตามเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมที่สุด จากกลุ่มสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

1.4 การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบระบบ (NSS : Convergent Production-Symbolic-System) หมายถึง ความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะพิจารณา ตัดสิน หรือลงสรุปว่า กลุ่มสัญลักษณ์ใดมีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันในทางลักษณะ หรือความหมายอย่างเป็นลำดับขั้น มีระเบียบแบบแผนตามเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมที่สุด จากกลุ่มสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

1.5 การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (NST : Convergent Production-Symbolic-Transformation) หมายถึง ความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะพิจารณา ตัดสิน หรือลงสรุปเกี่ยวกับคุณสมบัติหรือลักษณะของกลุ่มสัญลักษณ์ที่เปลี่ยนแปลงเป็นรูปใหม่ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมที่สุด จากกลุ่มสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

1.6 การคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (NSI : Convergent Production-Symbolic-Implication) หมายถึง ความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะพิจารณา ตัดสิน หรือลงสรุปเกี่ยวกับการนำกลุ่มสัญลักษณ์ไปใช้ให้เกิดความหมายที่เป็นจริง หรือในสถานการณ์ที่เป็นจริง

ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมที่สุด จากกลุ่มสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของแต่ละบุคคลที่วัดจากแบบทดสอบ

มาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย

บทที่ 2

ทฤษฎีและ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็นสองตอน ดังนี้

1. ทฤษฎีสมรรถภาพสมอง
2. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.1 ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงของ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
 - 2.2 สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย

ทฤษฎีสมรรถภาพสมอง

เธอร์สตัน (Thurstone. 1958 : 121) ได้ใช้แบบทดสอบ 56 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนหลายร้อยคน แล้วนำผลมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ได้เป็นทฤษฎีหลายตัวประกอบ (Multiple Factor Theory) สรุปว่าความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ (Primary Mental Ability) ที่สำคัญมีเจ็ดประการ คือ

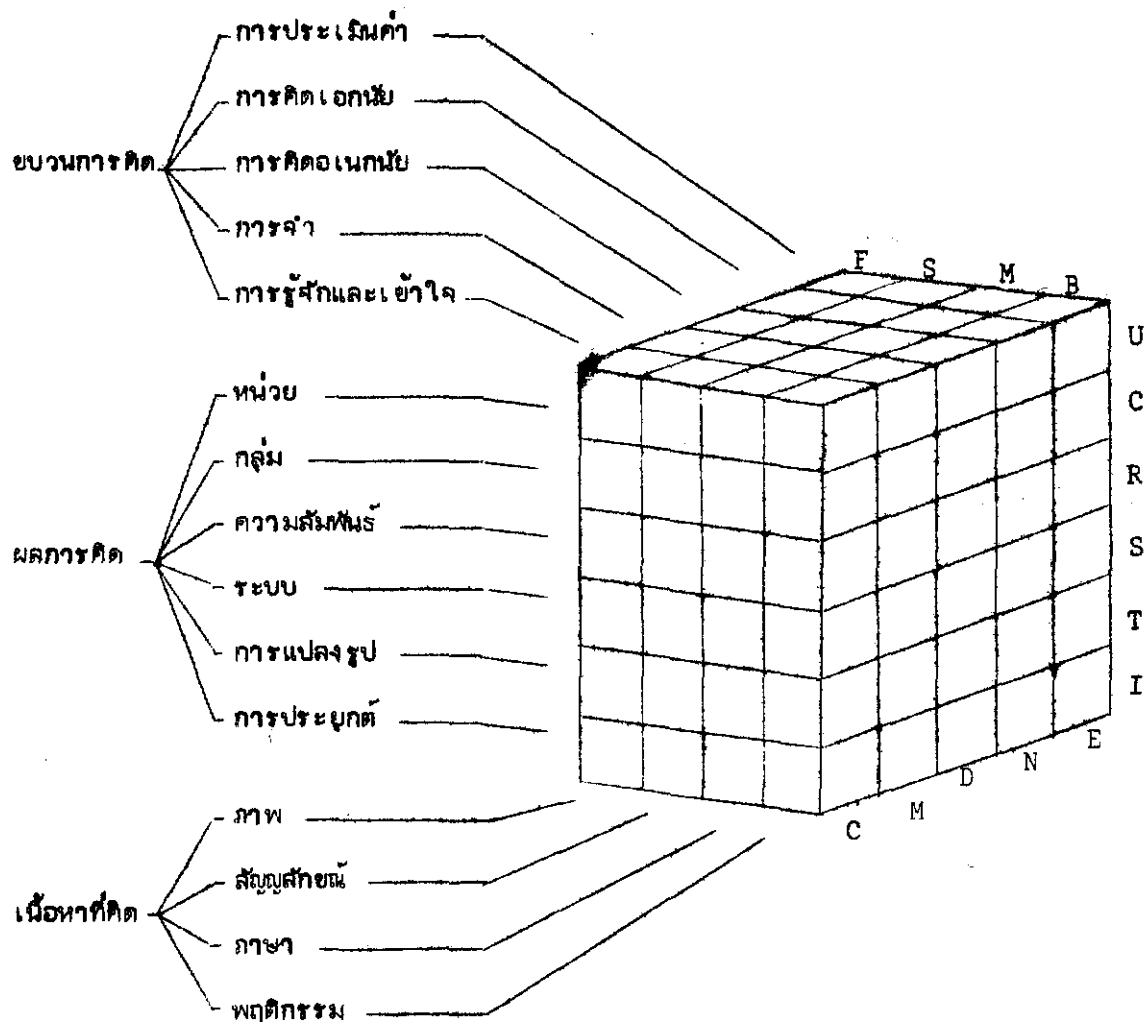
1. สมรรถภาพสมองด้านตัวเลข (Number หรือ N-Factor) เป็นสมรรถภาพสมอง ด้านการคิดคำนวณ เกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
2. สมรรถภาพสมองด้านภาษา (Verbal Comprehension หรือ V-Factor) เป็นสมรรถภาพสมองทางด้านการเข้าใจศัพท์ ข้อความ บทกวี หรือเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา และเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม
3. สมรรถภาพสมองด้านเหตุผล (Reasoning หรือ R-Factor) เป็นสมรรถภาพสมองด้านการจัดประเภท อุปมาอุปไมย และสรุปความได้อย่างสมเหตุสมผล
4. สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial หรือ S-Factor) สมรรถภาพสมองด้านนี้แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ การรับรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ และการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพนั้นไปจากเดิม ซึ่งอาจต้องใช้องค์ประกอบด้านการจินตนาการร่วมกัน

5. สมรรถภาพสมองด้านความจำ (Memory หรือ M-Factor) เป็นสมรรถภาพสมองด้านการระลึกและจดจำเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

6. สมรรถภาพสมองด้านการรับรู้ (Perceptual หรือ P-Factor) เป็นสมรรถภาพสมอง ในการมองเห็นรายละเอียด ความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. สมรรถภาพสมองด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency หรือ W-Factor) เป็นความสามารถที่เกี่ยวกับการสร้างคำจากอักษรที่กำหนดให้ การรู้จักจังหวะในการพูด การรู้จักชื่อสิ่งของต่าง ๆ

ต่อมา กิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาอเมริกัน ได้ทำการศึกษาวิจัยในโครงการวิจัยทางความถนัด (The Aptitudes Research Project - ARP) เป็นเวลาประมาณ 20 ปี และขยายทฤษฎีหลายตัวประกอบของ เรอร์สตัน โดยใช้วิธีสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์องค์ประกอบวิธีการของการศึกษาด้วยวิธีนี้ก็คือ การใช้แบบทดสอบวัดสติปัญญาที่มีอยู่ในสมัยนั้นไปวัดผลวิธีการคิดของความคิดด้านต่าง ๆ ในมิติขบวนการคิด (Operations) แบบทดสอบเหล่านั้นสร้างขึ้นตามคำนิยามของขบวนการคิดแต่ละอย่าง เช่น จะวัดความคิดอเนกนัยก็นิยามว่า ความคิดอเนกนัย คืออะไร แล้วสร้างข้อสอบตามคำนิยามนั้น แล้วใช้ระเบียบวิธีสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์องค์ประกอบ และได้เสนอเป็นทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (Structure of Intellect Theory) เป็นแบบจำลองมหภาคสามมิติ (Three Dimension Model) ดังนี้ (Guilford. 1971 : 1 - 19)



ภาพประกอบ 1 แบบจำลองมหภาคของ โครงสร้างทางสมองตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 20 - 21) ได้ใช้แบบจำลองมหภาค (Macro Model) ดังภาพประกอบ 1 อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ไว้ดังนี้

มิติที่หนึ่ง : ขบวนการคิด (Operations) หมายถึง ขบวนการทางสมองแบบต่าง ๆ แบ่งออกเป็นห้าแบบ คือ การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดอเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกลักษ์ (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation)

1. การรู้จักและเข้าใจ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะรู้จักและมีความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ เช่น เมื่อมองเห็น ก ก็บอกได้ว่า ตัว กอ และ ก เป็นตัวอักษรตัวแรกในภาษาไทย รวมทั้งการรู้จักและเข้าใจสิ่งที่แปลกได้ เช่น เมื่อเห็น  ก็เข้าใจได้ว่าเป็นหน้าแมว

2. การจำ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถสะสมเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่รู้จักไว้ได้ และสามารถระลึกออกมาในรูปเดิม เมื่อได้รับสิ่งเร้า เช่น เมื่อได้เรียนรู้ว่า ส้มด อยู่กับ 1 หนังสือ อยู่กับ 2 ต่อมา เมื่อถูกถามว่า ส้มด อยู่กับเลขอะไร บุคคลนั้นจะสามารถระลึกตอบได้ทันทีว่า 1

3. การคิดต่อเนื่อง หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะให้ข้อมูลต่าง ๆ ได้โดยไม่จำกัดจำนวนจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เช่น ให้บอกคำที่ขึ้นต้น ค และลงท้าย ม มาให้มากที่สุด ก็บอกได้ว่ามี คม ความ ความ ความ คราม ฯลฯ เป็นต้น

4. การคิดเอกลักษ์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถลงสรุปหรือตัดสิน ข้อมูลที่ดีที่สุดและถูกต้องที่สุด จากข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น ให้บอกว่า เลขที่ตัดไปของ 2, 3, 5, 8, ... คือ เลขใด ก็ตอบได้ว่า คือ 12

5. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล จากข้อมูลที่กำหนดให้ และสามารถลงสรุปได้ว่า ข้อมูลอื่นใดมีลักษณะเหมาะสมสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นหรือไม่ เช่น ให้บอกว่า อักษรชุด AAABAAAB มีลักษณะการสลับเรียงเหมือนกับ CCCDDADD หรือไม่ ก็ตอบได้ว่า ไม่เหมือนกัน

วิธีการคิดแบบต่าง ๆ ดังกล่าว มีลำดับจากง่ายไปหายากดังนี้ คือ การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดต่อเนื่อง การคิดเอกลักษ์ และการประเมินค่า ซึ่งวิธีการคิดแบบการรู้จักและเข้าใจ เป็นวิธีการคิดพื้นฐาน หากขาดการคิดขั้นนี้แล้ว บุคคลก็ไม่สามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้รวมทั้งไม่สามารถใช้วิธีการคิดแบบอื่น ๆ ได้

มิติที่สี่ : เนื้อหาที่คิด (Contents) หมายถึง สิ่งเร้าต่าง ๆ แบ่งออกเป็นสี่แบบ คือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และ พฤติกรรม

(Behavioral) ซึ่งเนื้อหาทางพฤติกรรมนี้ กิลฟอร์ด (Guilford) ได้เพิ่มเข้ามาในแบบจำลอง โดยให้หลักเหตุและผล และได้เสนอแนะว่าความสามารถทางสมองประเภทนี้ เป็นสติปัญญาทางสังคม (Social Intelligence) ทั้งนี้เพื่ออธิบายทฤษฎีโครงสร้างทางสมองให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1. ภาพ หมายถึง ข้อมูลที่เป็นรูปธรรม มีโครงสร้างที่แยกออกเป็นภาพและพื้น (Figure and Ground) ได้ สามารถที่จะรับรู้หรือระลึกออกมาได้ เช่น ภาพต่าง ๆ เสียงต่าง ๆ เป็นต้น

2. สัญญลักษณ์ หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ตัวโน้ตทางดนตรี รวมถึงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ด้วย

3. ภาษา หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กัน สามารถทราบกันได้โดยทั่วไป แต่บางแห่งไม่อยู่ในรูปถ้อยคำก็มี เช่น ภาษาใบ้

4. พฤติกรรม หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปปฏิกิริยาอาการอันเกิดจากความตั้งใจ การรับรู้ การคิด ความปรารถนา ความรู้สึก อารมณ์ และการกระทำต่าง ๆ ของบุคคล

มิติที่สาม : ผลการคิด (Products) หมายถึง ข้อมูลที่ได้มาจากการคิดแบบต่าง ๆ แบ่งออกเป็น หน่วย (Units) กลุ่ม (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications)

1. หน่วย หมายถึง สิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น นก หุน ปลา รู ข้าง เป็นต้น

2. กลุ่ม หมายถึง กลุ่มของหน่วยต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน เช่น มนุษย์ แมว ปลาฉลาม เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

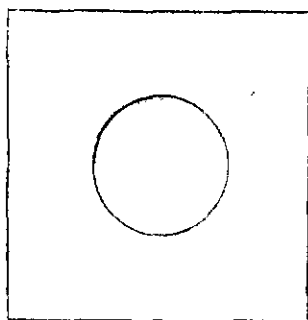
3. ความสัมพันธ์ หมายถึง การเชื่อมโยงของผลการคิดแบบต่าง ๆ สองพวกเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจอยู่ในรูปหน่วยกับหน่วย กลุ่มกับกลุ่ม ระบบกับระบบ เป็นต้น เช่น พระกับวัด คนกับบ้าน นกกับรัง เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย

4. ระบบ หมายถึง การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลการศึกษาหลาย ๆ คู่เข้าด้วยกัน อย่างมีระเบียบแบบแผนอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น สัมพันธ์ สังการ พุร พหุสับดี คู่กร์ เสาร์ อาทิตย เป็นระบบของวันในสัปดาห์หนึ่ง ๆ

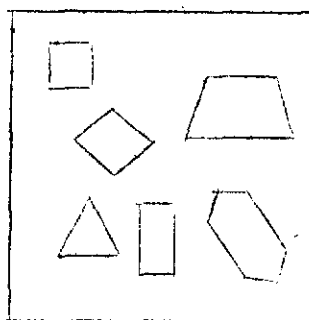
5. การแปลงรูป หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง การให้คำนิยามใหม่ การขยายความ การตีความ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น และข้อมูลบางอย่าง อาจเปลี่ยนสภาพจากเดิมไปสู่สภาพอื่น เช่น แว่นสายตา จะนำไปใช้แทนไม้ขีดจุดไฟติดได้ เป็นต้น

6. การประยุกต์ หมายถึง การคาดหวัง หรือการทำนายอะไรบางอย่างจากข้อมูล ที่กำหนดไว้ให้เกิดความแตกต่างไปจากเดิม เช่น คำว่า หัด อาจใช้ในความหมายว่า เกิดหัด หรือ หัดฟุตบอล เป็นต้น

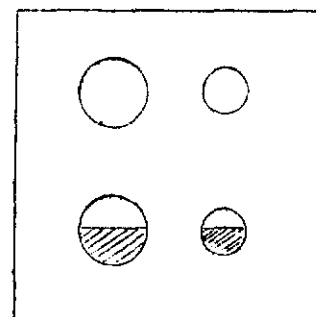
ผลการคิดแบบต่าง ๆ นี้ จัดเรียงตามลำดับของความสัมพันธ์จากล้นย้อยสุดไปสู่ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนกว่า หรือกล่าวได้ว่าเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก ดังนี้คือ หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ ซึ่งหน่วยเป็นผลการคิดขั้นพื้นฐานสุด โดยที่หน่วย จะมีส่วนเข้าไปสัมพันธ์กับกลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ได้ทั้งหมด หรือหมายความว่า หน่วยประกอบกันเข้ากลายเป็นกลุ่ม กลุ่มประกอบกันเข้ากลายเป็นความ สัมพันธ์ ความสัมพันธ์ประกอบกันเข้ากลายเป็นระบบ ระบบประกอบกันเข้ากลายเป็นการแปลงรูป การแปลงรูปประกอบกันเข้ากลายเป็นการประยุกต์ แต่การแปลงรูปมีคุณลักษณะที่เฉพาะตัว ซึ่ง แตกต่างไปจากผลการคิดด้านอื่น ๆ เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปเป็นอย่างอื่นได้ อาจ เปลี่ยนจากสภาพอย่างหนึ่งไปเป็นอีกสภาพหนึ่ง ดังภาพประกอบ 2. (Guilford. 1971 : 64)



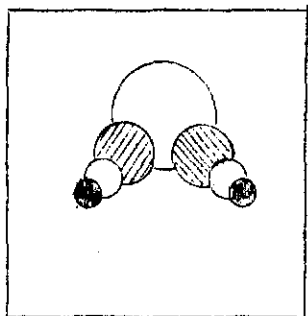
หน่วย



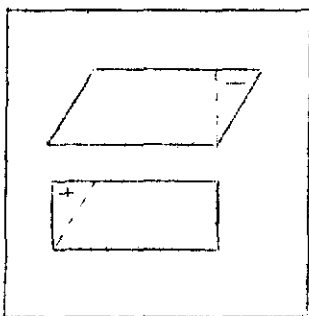
กลุ่ม



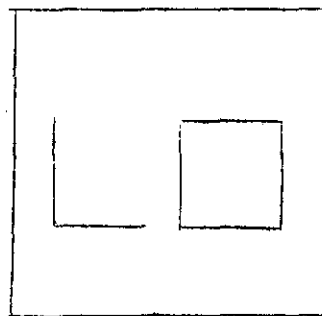
ความสัมพันธ์



ระบบ



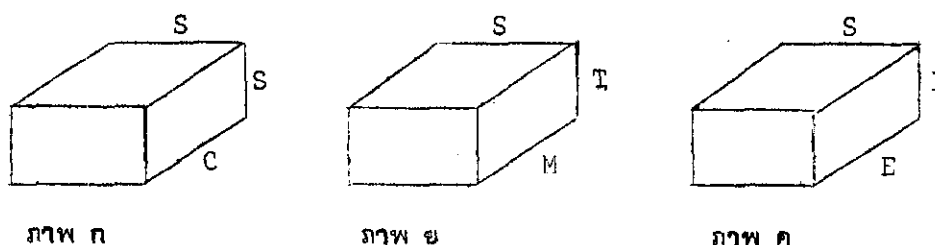
การแปลงรูป



การประยุกต์

ภาพประกอบ 2 ผลการคิดทบทวน โดยใช้ภาพ (Figural) เป็นเนื้อหา (Contents)

แบบจำลองมหภาค (Macro Model) ที่แสดงโครงสร้างทางสมองตามแนวคิดของ กิลฟอร์ด ประกอบด้วย แบบจำลองจุลภาค (Micro Model) 120 แบบ แต่ละแบบจำลอง จุลภาคจะมีสามมิติ ซึ่งเป็นตัวแทนของสมรรถภาพสมอง ประกอบด้วย วิธีการคิด-เนื้อหาที่คิด- ผลการคิด (Operations-Contents-Products) เช่น การแสดงแบบจำลองจุลภาคสามมิติ ดังภาพประกอบ 3

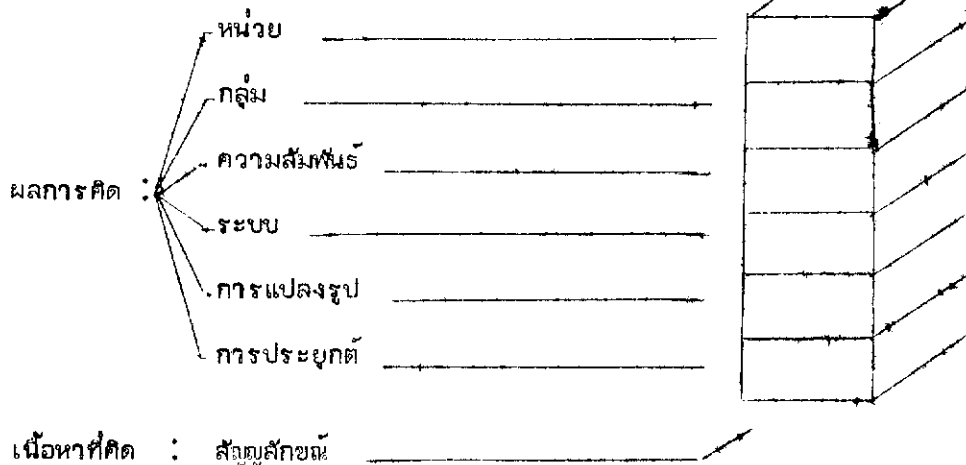


ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบจำลองจุลภาค (Micro Model) ของโครงสร้างทางสมองตาม
แนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด

- ภาพ ก. เป็นแบบจำลองจุลภาค ด้านการรู้จำและเข้าใจทางสัญลักษณ์แบบระบบ
(Cognition-Symbolic-System ย่อว่า CSS)
- ภาพ ข. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการจำทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
(Memory-Symbolic-Transformation ย่อว่า MST)
- ภาพ ค. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์
(Evaluation-Symbolic-Implication ย่อว่า ESI)

ในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองจุลภาค ซึ่ง ธีรศักดิ์ เป็นแบบเอกนัย เพื่อหา
เป็นด้านสัญลักษณ์ และผลการคิด คือ หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และ
การประยุกต์ ดังแสดงในภาพประกอบ 4

ขอบนการคิด : การคิดเอกนัย



ภาพประกอบ 4 แบบจำลองจุลภาค (Micro Model) หกแบบ ที่ใช้ในการวิจัย

จากแบบจำลองจุลภาคในภาพประกอบ 4 ได้ใช้เป็นแนวทางสร้างแบบทดสอบวัด

สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ มีหกฉบับ คือ

1. แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย (Convergent Production-Symbolic-Unit ย่อว่า NSU)
2. แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม (Convergent Production-Symbolic-Class ย่อว่า NSC)
3. แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (Convergent Production - Symbolic-Relation ย่อว่า NSR)
4. แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ (Convergent Production-Symbolic-Sytem ย่อว่า NSS)
5. แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (Convergent Production-Symbolic-Transformation ย่อว่า NST)
6. แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยুক্ত (Convergent Production-Symbolic-Implication ย่อว่า NSI)

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงของ แบบทดสอบ วัดสมรรถภาพสมอง

กิลฟอร์ด ได้ศึกษาค้นคว้าและขยายทฤษฎีความสามารถพื้นฐานตัวประกอบพหุคูณ (Multiple Factor Theory) ของเรอร์สโตน โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ และได้เสนอเป็น ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง เป็นแบบจำลองสามมิติซึ่งได้กล่าวมาแล้วนั้น ได้มีนักจิตวิทยาสนใจและ ตรวจสอบทฤษฎีของกิลฟอร์ด ซึ่งในระยะแรก ๆ นั้น จะใช้วิธีการรวบรวมแบบทดสอบความถนัดต่าง ๆ จำนวนมากมาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อศึกษาว่าแบบทดสอบเหล่านั้นวัดองค์ประกอบใดบ้าง ดังนี้

โอเพท และ เมเยอร์ (Opet and Meyers. 1966 : 341 - 346) ได้ทำการ วิเคราะห์แบบทดสอบ 20 ฉบับ (20-Test Battery) ที่มีอยู่ก่อนแล้วจากการสร้างของนักการศึกษาหลายท่าน เช่น มอนโร (Monroe) เทอร์แมน (Terman) เมอร์ริล (Merrill) เวชเลอร์ (Wechsler) เป็นต้น ว่ามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดหรือไม่ ซึ่งได้ตั้งสมมติฐานว่า แบบทดสอบทั้ง 20 ฉบับ จะแยกเป็นฉบับย่อยวัดองค์ประกอบร่วมกันตามแบบจำลอง จุลภาคหกแบบ คือ การจำทางภาพแบบหน่วย การจำทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิดนอกนัยทาง ภาษา การคิดนอกนัยทางภาษาแบบหน่วย การประเมินค่าทางภาพแบบหน่วย และการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย โดยศึกษาในกลุ่มนักเรียนอายุ 6 ปี จำนวน 100 คน ปรากฏว่าที่เป็นไปตามสมมติฐาน คือ การจำทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิดนอกนัยทางภาษา การคิดนอกนัยทาง ภาษาแบบหน่วย และการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วย และองค์ประกอบที่เป็นเพียงการ คาดคะเนว่าจะเป็นไปตามทฤษฎี คือ การจำทางสัญลักษณ์แบบหน่วย และพบว่าการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบหน่วยกับการประเมินค่าทางภาพแบบหน่วยนั้นวัดองค์ประกอบร่วมกัน

ต่อมา บราวน์ และคนอื่น ๆ (Brown and others. 1968 : 691 - 717) ได้ วิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ เพื่อทดสอบว่าความสามารถด้าน การจำทางภาษาทั้งหกแบบนั้นจะอยู่บนพื้นฐานของ โครงสร้างทางสมอง ของกิลฟอร์ดหรือไม่ โดยให้

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง จำนวน 50 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นวัดการจำทางภาษา 28 ฉบับ วัดการคิดอเนกนัยทางภาษา 14 ฉบับ และอีก 8 ฉบับ วัดองค์ประกอบอื่น ๆ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนเกรด 11 จำนวน 175 คน ของโรงเรียนริเวอร์ไซด์ (Riverside County School) จากการวิเคราะห์ห้วงองค์ประกอบปรากฏว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาแบบหน่วย มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .34 - .51 แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาแบบกลุ่ม มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .30 - .48 แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาแบบความสัมพันธ์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .39 - .50 แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาแบบระบบมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .30 - .52 แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาแบบการแปลงรูป มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .34 - .53 และแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาแบบการประยุกต์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .33 - .62 ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่สูงเชื่อถือได้ นั่นคือ แบบจำลองคุณภาพด้านการจำทางภาษาแบบตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดเป็นจริง นอกจากนี้ยังพบว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบนั้นใช้วัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดการคิดอเนกนัยทางภาษาที่สร้างขึ้น

ในปี พ.ศ. 2516 ได้เริ่มมีการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดในประเทศไทย กล่าวคือ สัมศักดิ์ บุญวิโรจน์ (สัมศักดิ์ บุญวิโรจน์ 2516 : 51 - 54) และ สติภาพ ทัพพะกุล (สติภาพ ทัพพะกุล 2516 : 57 - 59) ได้ร่วมกันสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์จำนวนห้าฉบับ คือ การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ซึ่งสัมศักดิ์ บุญวิโรจน์ ได้ทำแบบทดสอบทั้งห้าฉบับนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 254 คน ในจังหวัดยะลา ปรากฏผลว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ทั้งห้าฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .6646 - .8101

ต่อมา สัมศักดิ์ วะนะนัท (สัมศักดิ์ วะนะนัท 2517 : 42 - 44) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัยและเอกนัยตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง

ของกิลฟอร์ด กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ใน กรุงเทพมหานคร และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 353 คน ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิดอเนกนัยทางภาพ ลัญญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .7560 - .8067 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างนั้น ได้ทำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิดอเนกนัยและเอกนัยทางลัญญลักษณ์ที่ไม่มีอยู่แล้วเป็นเกณฑ์ ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิดอเนกนัยและการคิดเอกนัย มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเป็น .6648 และ .5450 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งสองค่า

ในปีเดียวกัน เล่าวณี ศุภราชวัฒนาวุฒิ (เล่าวณี ศุภราชวัฒนาวุฒิ 2517 : 19 - 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพลุ่มองด้านการรู้ทางภาษาตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางลุ่มองของกิลฟอร์ด กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 350 คน ในจังหวัดสุโขทัย ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการรู้ทางภาษาที่สร้างขึ้นตามผลการคิด (Products) หกแบบ คือ หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .6100 - .7460 และได้ศึกษาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งหกฉบับนั้น วัดได้ตรงตามทฤษฎีโครงสร้างทางลุ่มองของกิลฟอร์ดหรือไม่ โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า คำนี้นักองค์ประกอบของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ ก่อนหมุนแกน องค์ประกอบที่หนึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง .6260 - .7740 ซึ่งสูงมาก แสดงว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการรู้ทางภาษาแต่ละฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง นั่นคือ วัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการรู้ทางภาษาร่วมกันตรงตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางลุ่มองของกิลฟอร์ด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ 2517 : 89 - 91) ที่ได้สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิดเอกนัยทางภาษาตามผลการคิด (Products) หกฉบับ ตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 573 คน ในจังหวัดสระบุรี และได้ศึกษาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งหกฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างหรือไม่ โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ปรากฏว่า คำนี้นักองค์ประกอบที่หนึ่ง ก่อนหมุนแกนมีค่าอยู่ระหว่าง .6174 - .6857 แสดงว่า

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางภาษาทั้งหกฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง ตรงตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด และพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีค่าอยู่ระหว่าง .3573 - .8073 โดยแบบทดสอบการคิดเอกนัยทางภาษาแบบหน่วย มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด นอกนั้นมีค่าความเชื่อมั่นสูงตั้งแต่ .5654 ขึ้นไป นอกจากนี้ยังพบอีกว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษามีคุณลักษณะพิเศษอยู่สามองค์ประกอบ คือ ความสามารถด้านการคิดพิจารณา เป็นเอกลักษณ์ (แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางภาษาแบบหน่วย) ความสามารถในการพิจารณาความสัมพันธ์ (แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางภาษาแบบระบบ การคิดเอกนัยทางภาษาแบบกลุ่ม การคิดเอกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์ และการคิดเอกนัยทางภาษาแบบการประยุกต์วัดองค์ประกอบร่วมกัน) และความสามารถในการเปลี่ยนแปลง (แบบทดสอบการคิดเอกนัยแบบการแปลงรูปและแบบความสัมพันธ์)

จากเอกสารการวิจัยดังกล่าวข้างต้น เป็นแนวทางให้ตั้งสมมติฐานได้ว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งหกฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง นั่นคือวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ได้ตรงตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด เมื่อพิจารณาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สร้างตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดแล้ว สรุปได้ว่า มีพิสัยอยู่ระหว่าง .3573 - .9653 ดังนั้น แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นหกฉบับตามแนวทฤษฎีนี้ น่าจะมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่างพิสัยดังกล่าว และจากการพิจารณาผลการคิด (Products) ตามแนวทฤษฎีจะเห็นว่า ผลการคิดมีลักษณะที่แยกจากกัน คือ หน่วยกับการแปลงรูปจะมีลักษณะเฉพาะตัว และกลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ และการประยุกต์ จะมีลักษณะที่อาศัยความสัมพันธ์เกี่ยวโยงของข้อมูลมากกว่าหนึ่งสิ่ง ดังนั้นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ น่าจะประกอบด้วยองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งองค์ประกอบ

สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ไม่ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ดังเช่น เบนเน็ต และ

คนอื่น ๆ (Bennet and others. 1956 : 81 - 91) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ ดี เอ ที (Differential Aptitude Test - D.A.T.) เป็นตัวพยากรณ์ แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ หลายชุด ปรากฏผลว่า แบบทดสอบย่อยที่มีสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คือ ด้านภาษามาค่าเท่ากับ .70 ด้านตัวเลขมีค่าเท่ากับ .65 และด้านมิติสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ .53 จะเห็นว่าแบบทดสอบด้านภาษามาค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าแบบทดสอบด้านตัวเลข ส่วนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์มีสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำสุด ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษายของ ฮิลล์ (Hill. 1957 : 615 - 622) ที่ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เช่นเดียวกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับวิทยาลัย จำนวน 148 คน พบว่าค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด ได้แก่ ด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ .58 รองลงมาเป็นด้านตัวเลข เท่ากับ .44 และต่ำสุดเป็นด้านภาษา เท่ากับ .28 และต่อมาในปี ค.ศ. 1963 สมิธ (Smith. 1963 : 39 - 42) ได้ใช้แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (School and College Ability Test Battery - S.C.A.T.) และแบบทดสอบ ซี ที บี (California Test Battery - C.T.B) ซึ่งทั้งสองชุดต่างก็มีแบบทดสอบด้านภาษาและตัวเลขเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปรากฏผลตรงกับ ฮิลล์ (Hill) คือ สหสัมพันธ์ด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าด้านภาษา โดยมีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้ แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (S.C.A.T.) ฉบับคณิตศาสตร์ เท่ากับ .74 แบบทดสอบ ซี ที บี (C.T.B.) ฉบับคณิตศาสตร์ เท่ากับ .74 แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (S.C.A.T.) ฉบับภาษา เท่ากับ .43 และแบบทดสอบ ซี ที บี (C.T.B.) ฉบับภาษา เท่ากับ .34

การศึกษาสัมรรถภาพสมอง ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทย นั้น ในปี พ.ศ. 2511 ล้วน ล่ายยศ (ล้วน ล่ายยศ 2511 : 77) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ วิชาการศึกษาชั้นสูง จำนวน 573 คน ปรากฏผลว่าค่าสหสัมพันธ์ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ ดังนี้ แบบทดสอบวัดความเข้าใจภาษาไทย เท่ากับ -.31 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์เท่ากับ .18 และ

แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เท่ากับ .38 และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ เท่ากับ .6947 ต่อมา ด่าย
 เยียงฉี (ด่าย เยียงฉี 2519 : 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองกับ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 318 คน ปรากฏว่า
 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนเจ็ดด้าน ตามแนวทฤษฎีเรอร์สันโตน กับผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าดังนี้ ด้านตัวเลขเท่ากับ .54 ด้านภาษาเท่ากับ .50 ด้าน
 เหตุผล เท่ากับ .58 ด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ .52 ด้านความจำเท่ากับ .33 และด้านการรับรู้
 เท่ากับ .38 และในปี พ.ศ. 2521 นคร เทพวรรณ (นคร เทพวรรณ 2521 : 33)
 ได้ศึกษาพบว่า ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสุรินทร์
 สามารถใช้ความถนัดทางการเรียนเพียงสองด้าน คือ ด้านเหตุผล และตัวเลข

สำหรับสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดนั้น กิลฟอร์ด และ
 คนอื่น ๆ (Guilford and others. 1965 : 659 - 681) ได้ศึกษาองค์ประกอบของ
 สมรรถภาพสมอง (Structure-of-Intellect Factors) เพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 พบว่า องค์ประกอบของสมรรถภาพสมองที่ใช้ในการทำนาย
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ คือ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
 ระบบ และการประยุกต์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ ระบบ และการประยุกต์
 การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ และระบบ ที่รองลงมา ได้แก่ การรู้จักและเข้าใจ
 ทางภาษาแบบหน่วย และระบบ และการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป จะเห็นว่า
 ส่วนใหญ่เป็นผลการคิดแบบความสัมพันธ์ ระบบ และการประยุกต์ ที่ใช้ทำนายผลการเรียนวิชา
 คณิตศาสตร์ได้ดี

ต่อมา โฮลลี่ (Holly. 1971 : 2484A) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎี
 โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับสิ่งต่อไปนี้เกี่ยวกับตนในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลการเรียนวิชา
 พหุคูณกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนทางภาคใต้ของแคลิฟอร์เนีย
 จำนวน 177 คน ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ
 กิลฟอร์ด 15 ด้าน มีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ เท่ากับ .56 เมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบพหุคูณ

เป็นเกณฑ์ และเมื่อใช้คะแนนจากแบบทดสอบ ซี เอ็ม ที (Cooperative Mathematics Test - C.M.T.) เป็นเกณฑ์ ได้ค่าสหสัมพันธ์วิทยุคูณ เท่ากับ .60

ในปีต่อมา คาลด์เวล (Caldwell. 1972 : 437 - 441) ได้ใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด 16 ฉบับ สอนกับนักเรียนเกรด 9 จำนวน 322 คน โดยถือวิชาพีชคณิตในภาคเรียนแรกเป็นเกณฑ์ เพื่อจะพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตแผนใหม่ในเกรด 10 และเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์จากคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับแบบทดสอบวัดความสามารถทางเส้นมียน เมื่อถือคะแนนวิชาพีชคณิตของภาคเรียนแรกในเกรด 9 เป็นเกณฑ์ ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ใช้พยากรณ์ผลการเรียนวิชาเรขาคณิตแผนใหม่ในเกรด 10 ได้ และเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงในการพยากรณ์ผลการเรียนวิชาเรขาคณิตแผนใหม่ในเกรด 10 ได้ดีกว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางเส้นมียน

ส่วนในประเทศไทยนั้น ในปี พ.ศ. 2516 สลักพร หัพพะกุล (สลักพร หัพพะกุล 2516 : 55 - 59) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางด้านสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสมรรถภาพสมองที่ศึกษาตามแนวทฤษฎีกิลฟอร์ดนั้น จัดารณเพียงสองมิติ คือ เนื้อหา (Contents) ได้แก่ สัญลักษณ์ และขบวนการคิด (Operations) ได้แก่ การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดออกนอกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า ส่วนผลการคิด (Products) ไม่ได้ศึกษากลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 199 คน ปรากฏผลว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ด้านต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีพหัยเท่ากับ .3089 - .6222 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และค่าสหสัมพันธ์วิทยุคูณ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์มีค่าเท่ากับ .7239 แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์มีค่า ความสำคัญสัมพันธ์ต่อ เกณฑ์สูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ด้านต่าง ๆ สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในปีต่อมา จรินทร์ ประสงค์สัสม (จรินทร์ ประสงค์สัสม 2517 : 44 - 46) ได้ศึกษา

ทำนองเดียวกัน แต่เปลี่ยนด้านเนื้อหา (Contents) คือ ศึกษาเนื้อหาด้านภาพ (Figural) ซึ่งทำให้ประเทศไทยมีแบบทดสอบทางภาพทุกขบวนการคิด และได้ศึกษาเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 259 คน ปรากฏว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงจะมีสมรรถภาพสมองทางภาพต่างกันต่าง ๆ (การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดต่อเนื่อง การคิดเอกลักษ์ และการประเมินค่า) สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางภาพต่างกันต่าง ๆ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นบวกทุกค่า

ในปีเดียวกัน สัมศักดิ์ วะระนันท์ (สัมศักดิ์ วะระนันท์ 2517 : 44) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด โดยเปิดองค์มิติ คือ ขบวนการคิด (Operations) ได้แก่ การคิดต่อเนื่องกับการคิดเอกลักษ์ และเนื้อหา (Contents) ซึ่งศึกษาทุกเนื้อหา ได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม ปรากฏว่า เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์นั้น ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์เนื้อหาต่าง ๆ กับเกณฑ์มีค่าใกล้เคียงเท่ากับ .4903 - .6203 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงจะมีสมรรถภาพด้านการคิดเอกลักษ์ทุกเนื้อหา สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดต่อเนื่อง โดยกลุ่มแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทุกเนื้อหา มีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงถึง .7245

จากผลการศึกษาวินิจฉัยกล่าวข้างต้น เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานได้ว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้าน คือ หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นบวก ค่าความสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลักษ์ทางสัญลักษณ์ทุกฉบับ จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นบวกหมด และคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง

ด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทุกฉบับจะมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
สูงอย่างเห็นได้

สัมรรถภาพสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย

การศึกษาสัมรรถภาพสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยนั้น ในปี พ.ศ. 2511
สมบูรณ์ อิตพงษ์ (สมบูรณ์ อิตพงษ์ 2511 : 33 - 73) ได้ศึกษาถึงสัมรรถภาพสัมพันธ์กับผล
ต่อความสามารถในการเรียงความ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย
กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 498 คน พบว่า
ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบด้านภาษา ภาษา เหตุผล และความคล่องแคล่วในการใช้คำ
กับความสามารถในการเรียงความ มีค่าพิสัยเท่ากับ $-.08 - .26$ โดยความสามารถด้านเหตุผล
มีสหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาเป็นความคล่องแคล่วในการใช้คำ และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์
ทั้งสี่ตัวกับเกณฑ์เท่ากับ $.32$ โดยมีค่าความสำคัญสัมพัทธ์ของตัวพยากรณ์ เป็นบวกทุกค่า ต่อมา
เสนาะ หัตถ์ (เสนาะ หัตถ์ 2513 : 61 - 74) ได้ศึกษาสัมรรถภาพสัมพันธ์กับผลต่อความ
สามารถในการเขียนเรียงความเช่นเดียวกัน โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
จังหวัดชลบุรี จำนวน 572 คน และใช้แบบทดสอบด้านภาษา 10 แบบ เป็นตัวพยากรณ์ ปรากฏว่า
ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านภาษา กับความสามารถในการเขียนเรียงความมีค่า เป็นบวก
ทุกค่า มีค่าพิสัยตั้งแต่ $.09 - .23$ และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้ง 10 ด้าน เท่ากับ $.26$
และในปี พ.ศ. 2522 ชวนชัย เชื้อสารอุ้ม (ชวนชัย เชื้อสารอุ้ม 2522 : 99 - 118)
ได้ศึกษาถึงตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี จำนวน 692 คน ปรากฏว่า สัมรรถภาพสัมพันธ์ที่ใช่เป็นตัวพยากรณ์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยได้ดี ได้แก่ ความเข้าใจด้านภาษาไทย และความคล่องแคล่ว
ในการใช้คำ จากเอกสารงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ผู้ที่มีสัมรรถภาพสัมพันธ์ด้าน
ภาษาสูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูงด้วย

สำหรับสัมรรถภาพลุ่มองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางลุ่มองของกิลฟอร์ดนั้น ในปี พ.ศ. 2517 บุญเอียด ภิญโญอินตพงษ์ (บุญเอียด ภิญโญอินตพงษ์ 2517 : 93 - 97) ได้สร้างแบบทดสอบวัดสัมรรถภาพลุ่มองด้านการคิดเอกลัษทางภาษาหกลัษ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จังหวัดลุ่มบุรี จำนวน 573 คน ปรากฏว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนลุ่มรรถภาพลุ่มองด้านการคิดเอกลัษด้านต่าง ๆ (หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์) ความถนัดทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย มีค่าเป็นบวกทุกค่าและมีค่าตั้งแต่ .0743 - .8843 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากแบบทดสอบภาษา / ไม่เข้าพวก มีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบอุปมาอุปไมยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดลุ่มรรถภาพลุ่มองด้านการคิดเอกลัษทางภาษาแต่ละลุ่มบมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นบวกทุกค่า โดยมีผลตามอันดับที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 คือ แบบทดสอบการคิดเอกลัษทางภาษาแบบความสัมพันธ์ การคิดเอกลัษทางภาษาแบบหน่วย การคิดเอกลัษทางภาษาแบบกลุ่ม การคิดเอกลัษทางภาษาแบบระบบ การคิดเอกลัษทางภาษาแบบการประยุกต์ และการคิดเอกลัษทางภาษาแบบการแปลงรูป ตามลำดับ ในปีเดียวกัน ผจจจิต อินทลุ่มวรรณ (ผจจจิต อินทลุ่มวรรณ 2517 : 43 - 60) ได้ศึกษาลุ่มรรถภาพลุ่มองด้านการรู้สัักและเข้าใจทางภาษา ตามทฤษฎีโครงสร้างทางลุ่มองของกิลฟอร์ด กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย โดยใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 341 คน ในจังหวัดตราดเป็นกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏว่าความสัมพันธ์ระหว่างลุ่มรรถภาพลุ่มองด้านการรู้สัักและเข้าใจทางภาษาด้านต่าง ๆ (หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และค่าความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดลุ่มรรถภาพลุ่มองด้านการรู้สัักและเข้าใจทางภาษาด้านต่าง ๆ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นบวก ยกเว้นแบบทดสอบวัดลุ่มรรถภาพลุ่มองด้านการรู้สัักและเข้าใจทางภาษาแบบความสัมพันธ์ที่มีผลเป็นลบ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากความยากง่ายของแบบทดสอบลุ่มบนี้ ไม่เป็นไปตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด โดยมีผลตามอันดับที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 คือ แบบทดสอบการรู้สัักและเข้าใจทางภาษาแบบกลุ่ม การรู้สัักและเข้าใจทางภาษาแบบระบบ การรู้สัักและเข้าใจ

ทางภาษาแบบการประยุกต์ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบหน่วย การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบ
การแปลงรูป และการรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบความสัมพันธ์ตามลำดับ สำหรับค่าสหสัมพันธ์
พหุคูณนั้นปรากฏว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการรู้จักและเข้าใจภาษาทุกด้าน มีสหสัมพันธ์
พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย เท่ากับ .4473 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
ส่วน การศึกษาวิจัยของ เล่าวที อุดมวัฒนาวุฒิ (เล่าวที อุดมวัฒนาวุฒิ 2517 : 67 - 71)
ซึ่งได้ศึกษาสมรรถภาพสมองด้านการจำทางภาษาหกด้าน คือ แบบหน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ
การแปลงรูป และการประยุกต์ กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 350 คน
ในจังหวัดสุโขทัย ปรากฏว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูง จะมีสมรรถภาพ
สมองด้านการจำทางภาษาทั้งหกด้านสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยต่ำ
สอดคล้องกับผลการวิจัยของ บังอร พุ่มละอาน (บังอร พุ่มละอาน 2517 : 49 - 53)
ที่ศึกษา เปรียบเทียบสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาภาษาไทย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
จำนวน 395 คน ซึ่งผลปรากฏว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูง จะมีสมรรถภาพ
สมองด้านการคิดอเนกนัยทางภาษาทั้งหกด้านสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย
ต่ำ และต่อมาในปี พ.ศ. 2518 จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ (จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ 2518 : 63 - 64)
ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับกลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 462 คน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ปรากฏว่า
ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษาต่าง
ต่าง ๆ หกฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยมีค่าเป็นบวกทุกค่า มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .0679 -
.2775 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ยกเว้นคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
ด้านการประเมินค่าแบบระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ ค่าความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทาง
ภาษาทั้งหกฉบับ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นบวกทุกค่า และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ
ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษาทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีค่าเท่ากับ .3209 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการศึกษาวิสัยดังกล่าวสรุปได้ว่า สัมรรถภาพลุ่มองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางลุ่มองของกิลฟอร์ด เมื่อใช้ภาษาเป็นเนื้อหา (Contents) ให้คิดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นบวก และเนื่องจากสัมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ใช้ตัวเลขหรือตัวอักษร เป็นสื่อ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาภาษาไทยและวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น จึงเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสัมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ด้านต่าง ๆ หักด้วย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก สัมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้านนั้น มีค่าความสำคัญสัมพันธ์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นบวกทุกค่า และคะแนนจากแบบทดสอบวัดสัมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้านจะมีสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูง

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กล่าวตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
5. สัมภาษณ์ของแบบทดสอบ
6. การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ
7. การดำเนินการรวบรวมข้อมูล
8. การสรุปกระทำกับข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี ซึ่งมีโรงเรียนทั้งหมดจำนวน 249 โรงเรียน และนักเรียนทั้งหมดจำนวน 8,723 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี จำนวน 406 คน

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากโรงเรียนที่มีนักเรียนระดับชั้นประถมปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี มีจำนวนมาก คือ 249 โรงเรียน และอยู่กระจ่ายในอำเภอเขตอำเภอ และกิ่งอำเภอสามกิ่ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มหลายขั้น (Multistage Random Sampling) มีลำดับขั้นดังนี้

ชั้นที่หนึ่ง กลุ่มอำเภอและกิ่งอำเภอ จากอำเภอและกิ่งอำเภอทั้งหมด โดยวิธีการสุ่มแบบ
แต่ละหน่วยมีโอกาสถูกเลือกไม่เท่ากัน (Unequal Probability Sampling) (นิยม ปุราคำ
2520 : 22) ซึ่งมีอำเภอทั้งหมดเจ็ดอำเภอ และกิ่งอำเภอลำกิ่ง รวมทั้งหมด 10 หน่วย
กลุ่มมา 1 ใน 2 ของจำนวนหน่วยทั้งหมด ได้อำเภอสี่อำเภอ และกิ่งอำเภอหนึ่งกิ่ง

ชั้นที่สอง สุ่มโรงเรียนจากอำเภอและกิ่งอำเภอที่สุ่มได้จากชั้นที่หนึ่ง ซึ่งมีจำนวน 165
โรงเรียน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งสุ่มมาประมาณ 1 ใน 6
ของจำนวนโรงเรียนทั้งหมด ได้มาเป็นจำนวน 28 โรงเรียน

ชั้นที่สาม สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้จากชั้นที่สอง ซึ่งมีจำนวน 38 ห้องเรียน
โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งสุ่มมาประมาณ 1 ใน 3 ของจำนวน
ห้องเรียนทั้งหมด ได้จำนวนห้องเรียน 14 ห้อง ดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียนและอำเภอ

ลำดับที่	โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียน
1.	วัดราษฎร์วิภาวดี	เมืองชลบุรี	32
2.	วัดเขาบางทราย	เมืองชลบุรี	29
3.	วัดบางเป้ง	เมืองชลบุรี	26
4.	วัดดอนตำราจธรรม	เมืองชลบุรี	26
5.	วัดท่าบุญมี	พนัสนิคม	24
6.	วัดเขตรักษา	พนัสนิคม	35
7.	วัดหมอนนาง	พนัสนิคม	30
8.	วัดหัวถนน	พนัสนิคม	34
9.	วัดสุทธาวาส	บางละมุง	34
10.	ห้วยใหญ่ (บุญนาภิรักษ์รัฐกิจ)	บางละมุง	35

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียน
11.	บ้านมาบโป่ง	บ้านปึง	21
12.	บ้านตาลเต้า	บ้านปึง	35
13.	วัดหนองขันธ์รัตนาราม	บ้านปึง	23
14.	บ้านทับร้าง	บ่อทอง (กิ่งอำเภอ)	22
		รวม	406

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบสองประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

เป็นแบบทดสอบซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยแบบจำลองจุลภาคของโครงสร้างทางสมอง

ตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด เป็นแนวทางในการสร้าง มีจำนวนหลักแปดข้อดังนี้

- 1.1 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย
- 1.2 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม
- 1.3 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
- 1.4 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ
- 1.5 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
- 1.6 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร มีดังนี้

2.1 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยสองฉบับ คือ

2.1.1 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล ฉบับ ก

2.1.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์ปัญหา ฉบับ ก

2.2 แบบทดสอบวิชาภาษาไทย ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยสามฉบับ คือ

2.2.1 แบบทดสอบอ่านไทย ฉบับ ก

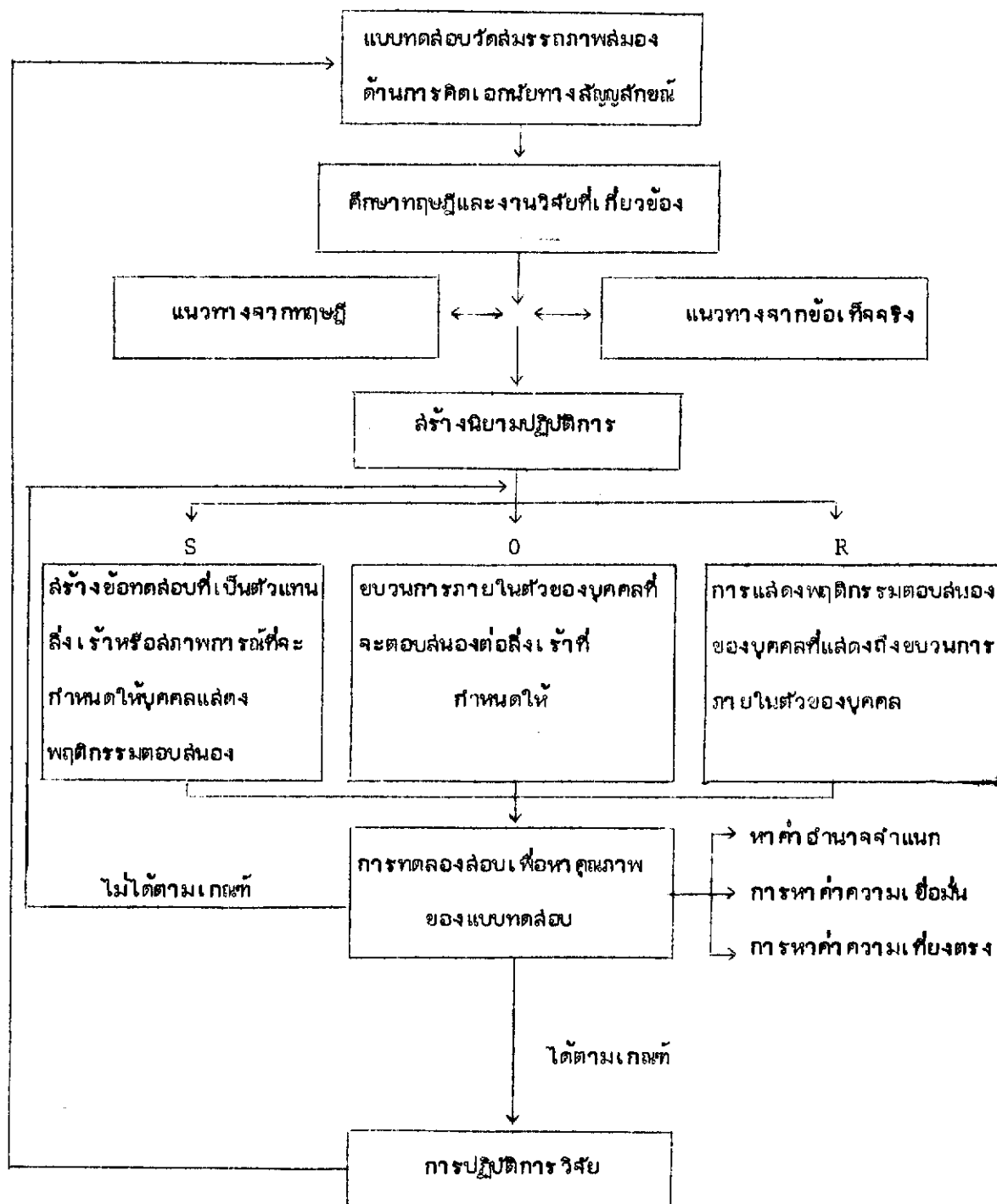
2.2.2 แบบทดสอบการใช้ภาษา ฉบับ ก

2.2.3 แบบทดสอบความหมายคำ ฉบับ ก

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญญาณทั้งหกฉบับ มีรายละเอียด
ในการสร้างดังนี้

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญญาณทั้งหกฉบับ
มีขั้นตอนในการสร้าง แสดงเป็นโครงรูป ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงโครงสร้างการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกมัยทางสัญลักษณ์

จากโครงสร้างแสดง การสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์
ดังภาพประกอบ 5 จะมีลำดับขึ้นในการสร้างแบบทดสอบดังมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนเตรียมการ

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองตามแนวคิดของกิลฟอร์ด และ
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี รวมทั้งตัวอย่างข้อสอบที่กิลฟอร์ดเสนอไว้ (Guilford.
1971 : 59 - 497) ข้อทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ของ สัมศักดิ์ บุญวิโรจน์
(สัมศักดิ์ บุญวิโรจน์ 2516 : 27 - 31) และ สภาพร ทัพพะกุล (สภาพร ทัพพะกุล
2516 : 71 - 145) ได้ร่วมกันสร้าง และข้อทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัย
ทางภาษาของ บุญเอียด ภิญโญธนันตพงษ์ (บุญเอียด ภิญโญธนันตพงษ์ 2517 : 39 - 42)

1.2 นำทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาเป็นแนวทางของทฤษฎี (Theoretical
Approach) และแนวทางของข้อเท็จจริง (Empirical Approach) ที่จะใช้สำหรับการศึกษา
เพื่อสร้างแบบทดสอบ

1.3 สร้างคำนิยามปฏิบัติการ (Operation Definition) ของสมรรถภาพสมอง
ด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ โดยยึดผลกรคิด (Products) ทั้งหมดเป็นเกณฑ์ คือ หน่วย
กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ ตามผลการศึกษาจากข้อ 1.1 และข้อ
1.2

2. ขั้นตอนดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์รวมหกฉบับ
มีลักษณะข้อทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิดห้าตัวเลือก ฉบับละ 40 ข้อ โดยยึดแนวคิดตามทฤษฎี
โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด และคำนิยามปฏิบัติการ

3. ขั้นตอนทดลองเครื่องมือ

3.1 ทดลองแบบทดสอบครั้งที่หนึ่ง

3.1.1 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 90 คน
ดังในตาราง 2 และระหว่างทดสอบได้หาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบแต่ละฉบับ

3.1.2 วิเคราะห์ข้อทล่อบรายข้อ นำผลการทล่อบมาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูก ให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลย ให้ 0 คะแนน และวิเคราะห์ข้อทล่อบรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์

3.1.3 คัดเลือกข้อทล่อบที่มีค่าความยาก .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อทล่อบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ ให้ได้ข้อทล่อบฉบับละ 25 ข้อ

3.2 ทดลองแบบทล่อบครั้งที่สอง

3.2.1 นำแบบทล่อบไปทล่อบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 132 คน ตั้งในตาราง 2 และระหว่าง ทล่อบได้หาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทล่อบแต่ละฉบับ เพื่อที่จะเป็นเวลาที่ใช้ล่อบจริง

3.2.2 หาคุณภาพของแบบทล่อบ นำผลการทล่อบมาตรวจให้คะแนนแบบเดิม และหาคุณภาพของแบบทล่อบโดยการวิเคราะห์ข้อทล่อบรายข้อ โดยถือเกณฑ์เหมือนกับการทล่อบครั้งที่ 1 หาค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทล่อบแต่ละฉบับ

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนที่ใช้ทดลองแบบทล่อบแยกตามโรงเรียน อำเภอ และครั้งที่ใช้ทดลองแบบทล่อบ

ลำดับที่	โรงเรียน	อำเภอ	จำนวน	ใช้ทล่อบครั้งที่
1.	ชุมชนบ้านหนองปรือ	บางละมุง	49	1
2.	บ้านอำเภอ	สัตหีบ	41	1
3.	บ้านโรงปิยะ	บางละมุง	70	2
4.	ชุมชนบ้านบางเล่า	สัตหีบ	62	2
รวม			222	

ลักษณะของแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

ลักษณะของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ประกอบด้วยข้อทดสอบแบบเลือกตอบชนิดห้าตัวเลือก ฉบับละ 25 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่ได้ทดลองสอบลองครั้ง มีคุณภาพดีตามเกณฑ์ คือ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งลักษณะของข้อทดสอบของแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย (NSU) ประกอบด้วยข้อทดสอบ 25 ข้อ ให้ความเวลาในการตอบแบบทดสอบ 18 นาที แต่ละข้อจะให้สัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ 4 กลุ่ม มีลักษณะที่เหมือนกันใดสิ่งหนึ่งหรือมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งที่เป็นประเภทเดียวกัน แต่มีอยู่กลุ่มหนึ่งที่มีลักษณะที่แตกต่างออกไป ให้พิจารณาสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ที่ไม่เข้าพวกนี้เป็นคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) ก. 2

ข. 4

ค. 6

ง. 7

จ. 8

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง เพราะว่า 2, 4, 6, 8 ต่างก็หารด้วย 2 ลงตัว ส่วน

7 หารด้วย 2 ไม่ลงตัว

ข้อ (00) ก. เต

ข. มะ

ค. ถา

ง. โข

จ. บค

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ จ เพราะว่า เต, มะ, ถา, โข ประกอบด้วยพยัญชนะ

กับสระ ส่วน บค นั้นเป็นพยัญชนะกับพยัญชนะ

1.2 แบบทดสอบการคิดเชิงนามัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม (NSC) ประกอบด้วยข้อทดสอบ 25 ข้อ ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 23 นาที แต่ละข้อจะกำหนดสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์มาให้เลือกแบบ ให้พิจารณาว่าจาก ก ถึง จ ของแต่ละข้อ ซึ่งให้อำนาจเลขหน้าสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ไว้แก่นั้น ข้อใดจัดกลุ่มสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงลักษณะที่แทนสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งที่เป็นประเภทเดียวกันเป็นเกณฑ์ในการรวมกลุ่มสัญลักษณ์ ซึ่งแต่ละข้อจะจัดกลุ่มได้สามกลุ่มเท่ากันทุกข้อ ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) 1) กะ 2) นด 3) เฟ 4) บด

5) เท 6) ขะ 7) ฉะ

ก. (1,2) (6,7) (3,4,5)

ข. (2,4) (3,5) (1,6,7)

ค. (2,4) (1,6) (3,5,7)

ง. (2,5) (6,7) (1,3,4)

จ. (3,5) (1,2) (4,6,7)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข เพราะว่า (2,4) เป็นกลุ่มของพยัญชนะสองตัว และตัว "ด" เข้ากัน (3,5) เป็นกลุ่มของพยัญชนะกับสระ และสระ "เ" เข้ากัน (1,6,7) เป็นกลุ่มของพยัญชนะกับสระ และสระ "ะ" เข้ากัน

1.3 แบบทดสอบการคิดเชิงนามัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (NSR) ประกอบด้วยข้อทดสอบ 25 ข้อ ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 20 นาที แต่ละข้อจะกำหนดกลุ่มสัญลักษณ์ 1 กลุ่ม หรือ 2 กลุ่มขึ้นไป จะมีสัญลักษณ์ของกลุ่มสัญลักษณ์ใดกลุ่มหนึ่งไม่ครบ ให้พิจารณาสัญลักษณ์จาก ก ถึง จ ของแต่ละข้อว่าตัวใดที่หาให้กลุ่มสัญลักษณ์เหล่านั้นมีความสัมพันธ์เหมือนกัน ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) 1 2 3, 2 3 5, 3 4 ____

ก. 3

ข. 5

ค. 7

ง. 9

จ. 11

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค เพราะว่า $3 + 4 = 7$ ซึ่งมีความสัมพันธ์เหมือนกับ
กลุ่มอื่น คือ $1 + 2 = 3$ และ $2 + 3 = 5$

ข้อ (00) ก ข ข บ ข บ ____

ก. ก ข

ข. ข บ

ค. ข บ

ง. ก บ

จ. ข บ

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง เพราะว่าตัวอักษร ก ข ข เป็นตัวอักษรที่เรียง
ลำดับกัน โดยมีตัวอักษร บ คั้นกลาง ต่อไปจึงเป็น ค บ

1.4 แบบทดสอบการคิดเอกนิยทางสัญลักษณ์แบบระบบ (NSS) ประกอบด้วย

ข้อทดสอบ 25 ข้อ ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 28 นาที แต่ละข้อจะต้องจัดทำกลุ่มสัญลักษณ์
ที่กำหนดให้เป็นลำดับมีระเบียบแบบแผนตามลักษณะหรือหน้าที่ แบบทดสอบฉบับนี้มีสามตอน

ตอนที่ 1 ตอนนี้มีข้อทดสอบ 9 ข้อ แต่ละข้อจะกำหนดตัวอักษรหรือตัวเลข

จัดเรียงเป็นระบบอย่างใดอย่างหนึ่ง ให้พิจารณาว่าจาก ก ถึง จ นั้น ตัวอักษรหรือตัวเลขใดเป็นตัว
ถัดไปของระบบนั้น ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) 2 4 6 8 ____

ก. 8

ข. 9

ค. 10

ง. 11

จ. 12

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค เพราะว่า 2, 4, 6, 8 จัดเรียงกันเป็นระบบ โดยมีระยะห่างเป็น 2 ตลอด ดังนั้น ตัวเลขถัดไปต้องเป็น 10

ตอนที่ 2 ตอนนี้มีข้อทดสอบ 8 ข้อ แต่ละข้อจะกำหนดตัวตั้ง ผลลัพธ์ และตัวเลขที่จะกระทำทางคณิตศาสตร์กับตัวตั้ง ให้พิจารณาว่าจาก ก ถึง จ ซึ่งเป็นการจัดเรียงการกระทำทางคณิตศาสตร์ ข้อใดเรียงการกระทำของเลขเข้ากับตัวตั้ง แล้วได้ผลลัพธ์ตามต้องการ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง ให้พิจารณาว่า จะต้องจัดเรียงการกระทำทางคณิตศาสตร์ของตัวเลขเข้ากับตัวตั้ง ตามข้อ ก, ข, ค, ง หรือ จ จึงจะได้ผลลัพธ์ตามต้องการของข้อ (0)

ก. 1, 3, 2

ข. 2, 1, 3

ค. 2, 3, 1

ง. 3, 1, 2

จ. 3, 2, 1

ข้อ (0) ตัวตั้ง 6 ผลลัพธ์ 18

1. + 3

2. ÷ 2

3. × 3

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข เพราะว่า ถ้ากระทำตามลำดับขึ้นตามข้อ ข จะได้ผลลัพธ์เท่ากับ 18 คือ $6 \div 2 = 3$ ต่อไป $3 + 3 = 6$ และครั้งสุดท้าย $6 \times 3 = 18$

ตอนที่ 3 ตอนนี้มีข้อทดสอบ 8 ข้อ แต่ละข้อจะต้องจัดเรียงกลุ่มตัวอักษรสามกลุ่ม
เข้าอยู่ระหว่างกลุ่มตัวอักษรสองกลุ่มที่กำหนดให้ ให้พิจารณาว่า จาก ก ถึง จ ซึ่งเป็นลำดับการ
จัดเรียงกลุ่มตัวอักษร ข้อใดจัดเรียงตามลำดับตัวอักษรของแต่ละหลักได้เหมาะสมที่สุด ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้พิจารณการจัดเรียงกลุ่มตัวอักษรเข้าระหว่างกลุ่มตัวอักษรสองกลุ่มที่
กำหนดให้ ตามข้อ ก, ข, ค, ง หรือ จ โดยจัดเรียงตามลำดับตัวอักษรของแต่ละหลักได้ถูกต้อง
เหมาะสมที่สุด

ก. 1, 3, 2

ข. 2, 1, 3

ค. 2, 3, 1

ง. 3, 1, 2

จ. 3, 2, 1

ข้อ (0) ก ข ค

_____ 1. ขอน

_____ 2. คอน

_____ 3. ขอค

ง ส น

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง เพราะว่า ตัวอักษรแต่ละหลักจัดเรียงลำดับกันเหมาะสม
ที่สุด

1.5 แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (NST) ประกอบด้วย
ข้อทดสอบ 25 ข้อ ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 20 นาที แต่ละข้อจะเกี่ยวกับการถ่ายโยง
เปลี่ยนแปลง ความหมายของสัญลักษณ์หรือกลุ่มสัญลักษณ์ไปเป็นอีกรูปหนึ่ง แบบทดสอบฉบับนี้มีสามตอน
ดังนี้

ตอนที่ 1 ตอนนี้มีข้อทดสอบ 9 ข้อ แต่ละข้อจะกำหนดกฎเกณฑ์ โดยให้ตัวอักษร
เปลี่ยนเป็นตัวเลข หรือตัวเลขเปลี่ยนเป็นตัวอักษร แล้วให้พิจารณาจาก ก ถึง จ ซึ่งเป็นกลุ่ม

ตัวอักษรหรือตัวเลข ข้อใดเป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง กำหนดให้ $ก = 0$, $ข = 2$, $ค = 4$ และ $ง = 6$ และใช้อักษรหรือตัวเลขเขียนแทนซึ่งกันและกันได้ จงตอบคำถามข้อ (0)

ข้อ (0) ข้อใดแทนจำนวนเลขที่มีค่าใกล้เคียง 243 มากที่สุด ?

ก. นตก

ข. นตข

ค. นตง

ง. นตจ

จ. นตด

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข เพราะว่า เมื่อแทนค่า แทน แล้ว จะมีค่าเท่ากับ 242 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 243 มากกว่าข้ออื่น ๆ

ตอนที่ 2 ตอนนี้มีข้อทดสอบ 8 ข้อ แต่ละข้อจะกำหนดกลุ่มตัวอักษรมาให้ 5 กลุ่ม เป็น ก ถึง จ ให้พิจารณาว่า ข้อใดที่ตัวอักษรสลับที่กันแล้ว เกิดคำที่มีความหมายต่างไปจากเดิม ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) ก. จม

ข. อม

ค. ตม

ง. คม

จ. พรหม

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค เพราะว่า "ตม" สลับที่ตัวอักษรเป็น "มต" ซึ่งเป็นคำที่มีความหมาย

ตอนที่ 3 ตอนนี้มีข้อทดสอบ 8 ข้อ แต่ละข้อจะกำหนดคำมาให้ ให้พิจารณาว่า เมื่อนำพยางค์สุดท้ายของคำที่กำหนดให้ต่อด้วยพยางค์แรกของคำในข้อ ก ถึง จ ข้อใดเป็นคำใหม่ที่มีความหมาย ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) จอมใจ

ก. ใจดี

ข. จดจ่อ

ค. ลามหาว

ง. หอมหวล

จ. เขี้ยวเหิน

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ จ เพราะว่า "ใจ" กับ "เขี้ยว" เป็น "ใจเขี้ยว" เป็นคำที่มีความหมาย

1.6 แบบทดสอบการคิดเอกนิยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (NSI) ประกอบด้วย ข้อทดสอบ 25 ข้อ ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 25 นาที แต่ละข้อจะกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับตัวอักษร ตัวเลข เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ หรือรูปเรขาคณิต ให้พิจารณาว่าจาก ก ถึง จ ข้อใดที่ทำให้สถานการณ์เป็นจริงตามที่กำหนดให้ ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) จงพิจารณาว่าเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ (+, -, ×, ÷) จาก ก ถึง จ ข้อใดที่นำไปใส่ในช่องว่างที่เว้นไว้ตามลำดับ แล้วทำให้ข้อความทางคณิตศาสตร์เป็นจริง ดังนี้

$$15 \dots 2 \dots 3 = 27$$

ก. ÷, ×

ข. -, ÷

ค. ×, -

ง. ×, ÷

จ. ÷, -

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค เพราะว่า เมื่อใส่ ×, - ในช่องว่างแล้ว ตามหลักวิชาคณิตศาสตร์ จะต้องทำ × ก่อน จะได้ $(15 \times 2) - 3 = 27$

ข้อ (00) ถ้า กอ = 16 , ขอ = 26 แล้ว ขอ = ?

ก. 36

ข. 46

ค. 56

ง. 60

จ. 61

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก เพราะว่า ก มีค่าเท่ากับ 1 และ ข มีค่าเท่ากับ 2
ซึ่ง ก กับ ข เป็นตัวประกอบที่เรียงลำดับกัน ดังนั้น ข จะต้องมีความเท่ากับ 3 ส่วน อ มีความเท่ากับ 6
ดังนั้น ขอ = 36

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษาและสถิติวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร มีดังนี้

2.1 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ข้อทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิดหัวตัวเลือก

ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยสองฉบับ คือ

2.1.1 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล ฉบับ ก ประกอบด้วยข้อทดสอบ 30 ข้อ

ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 30 นาที ค่าความเชื่อมั่น .5648

2.1.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์ปัญหา ฉบับ ก ประกอบด้วยข้อทดสอบ 30 ข้อ

ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 30 นาที ค่าความเชื่อมั่น .5508

2.2 แบบทดสอบวิชาภาษาไทย ข้อทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิดหัวตัวเลือก ประกอบด้วย

แบบทดสอบย่อยสามฉบับ คือ

2.2.1 แบบทดสอบอ่านไทย ฉบับ ก ประกอบด้วยข้อทดสอบ 40 ข้อ ให้เวลา

ในการตอบแบบทดสอบ 30 นาที ค่าความเชื่อมั่น .6344

2.2.2 แบบทดสอบการใช้ภาษา ฉบับ ก ประกอบด้วยข้อทดสอบ 50 ข้อ ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 30 นาที ค่าความเชื่อมั่น .7408

2.2.3 แบบทดสอบความหมายคำ ฉบับ ก ประกอบด้วยข้อทดสอบ 40 ข้อ ให้เวลาในการตอบแบบทดสอบ 20 นาที ค่าความเชื่อมั่น .7843

การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ

การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง ด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์ ทั้งหกฉบับดังกล่าวคือ แบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบหน่วย (NSU) แบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม (NSC) แบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (NSR) แบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบระบบ (NSS) แบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (NST) และแบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (NSI) สร้างขึ้นครั้งแรกมีข้อทดสอบฉบับละ 40 ข้อ หลังจากนั้นนำแบบทดสอบทั้งหกฉบับไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนชุมชนบ้านหนองปรือ และโรงเรียนบ้านท่าเสา จังหวัดชลบุรี จำนวน 90 คน นำมาวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุงได้ฉบับละ 25 ข้อ และจากนั้นนำแบบทดสอบทั้งหกฉบับที่ได้จากการทดสอบครั้งหนึ่ง ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนบ้านโรงโม่ และโรงเรียนชุมชนบ้านบางเล่า จังหวัดชลบุรี จำนวน 132 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วิเคราะห์ข้อทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ 27 เปอร์เซ็นต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จของ จุง เทห์ ฟาน ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบดังนี้

แบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบหน่วย มีค่าความยากตั้งแต่ .21 - .79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 - .71 แบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม มีค่าความยากตั้งแต่ .32 - .69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .29 - .76 แบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์

แบบความสัมพันธ์ มีค่าความยากตั้งแต่ .28 - .77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .25 - .84 แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ มีค่าความยากตั้งแต่ .26 - .75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30 - .78 แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป มีค่าความยากตั้งแต่ .21 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .21 - .80 และแบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ มีค่าความยากตั้งแต่ .21 - .56 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - .76 ดังแสดงในตาราง 1 - 6 ในภาคผนวก

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับ ด้วยวิธีของ กูเดอร์-ริชาร์ดสัน ลำดับที่ 20 (Kuder-Richardson K-R 20) (Guilford, 1956 : 454) ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์จำนวนหกฉบับ

แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์	ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})
หน่วย	0.7208
กลุ่ม	0.8319
ความสัมพันธ์	0.8456
ระบบ	0.7954
การแปลงรูป	0.7765
การประยุกต์	0.7292

3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ หาค่าได้จากทฤษฎีการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเพื่อเลือกข้อทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งถือว่าเป็นการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างหนึ่ง แต่เป็นความเที่ยงตรงภายใน (Internal Consistency) (บุญเขต วิทยุอนันตพงษ์ 2521 : 355) ปรากฏว่าข้อทดสอบแต่ละข้อ

มีค่าอำนาจจำแนกรูปร่าง และแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง จึงกล่าวได้ว่า
แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ มีค่าความเที่ยงตรงภายในสูง

การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบแปดฉบับ
ดังนี้ ผู้วิจัยจึงแบ่ง เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็นสอง ครั้ง แต่ละครั้งระยะเวลาห่างกัน
ประมาณสองสัปดาห์ ดังนี้

ครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ จำนวน
หกฉบับ ไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

ครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย
รวมสอง ฉบับ ไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามหลักเกณฑ์ และใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อ
ทดสอบสมมติฐาน

การสถิติกระทำกับข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการทางสถิติดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ คือ ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

1.1 คะแนนเฉลี่ย (Ferguson. 1971 : 45)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Ferguson. 1971 : 62)

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Guilford. 1956 : 441)

$$S.E._m = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ $S.E._m$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ

S_x แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรของ กูเตอร์-รชาร์ดสัน สูตรที่ 20
(Guilford. 1956 : 454)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\Sigma pq}{S_x^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1 - p)

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งหมด

3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ (Inter-correlation) แต่ละคู่ โดยใช้สูตร (อนันต์ ศรีโสภา 2520 : 38)

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

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

X แทน คะแนนของการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1

Y แทน คะแนนของการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 2

4. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตร (Edward. 1960 : 166 - 167)

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

เมื่อ t แทน ค่าจากการแจกแจงแบบที

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

$$df = N - 2$$

5. หาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) หาโดยใช้ Square Root Method จะได้ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (Beta Weight) และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ดังนี้ (Harman. 1967 : 39 - 41)

$$R^2 = \sum_{i=1}^N \beta_i r_{ic}$$

เมื่อ R แทน ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ

β_i แทน ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ของตัวพยากรณ์ตัวที่ i

r_{ic} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ตัวที่ i กับตัวเกณฑ์ c

6. หาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการทำนายแบบพหุคูณ (Standard Error of Multiple Estimate) โดยใช้สูตร (Guilford. 1956 : 398)

$$SE_R = S_y \sqrt{1 - R^2}$$

เมื่อ SE_R แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์แบบพหุคูณ

S_y แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์

7. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้สูตร (Wert and others. 1954 : 222)

$$F_{(m, N-m-1)} = \frac{(N-m-1) R^2}{m (1 - R^2)}$$

เมื่อ F แทน ค่าจากการแจกแจงแบบเอฟ

m แทน จำนวนตัวพยากรณ์

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

R แทน ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ

8. ทดสอบนัยสำคัญของค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (Beta Weight) ว่าตัวพยากรณ์แต่ละตัวมีผลต่อเกณฑ์หรือไม่ โดยใช้สูตร (Nie and others. 1970 : 326)

$$F_{(1, N-2)} = \frac{SS_{reg}}{SS_{res}/(N-2)}$$

เมื่อ SS_{reg} แทน Sum of Squared regression

SS_{res} แทน Sum of Squared residual

9. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) แบบทดสอบการคิดเอहनัยทาง
 สัญญลักษณ์ทั้งหมดฉบับ ว่ามีองค์ประกอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม Factor Analysis ของ
 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อ
 สะดวกในการนำเสนอและแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และ
 อักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
r_{tc}	แทน	ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
S.E. _{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์
S.E. _{est}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
b	แทน	ค่าน้ำหนักคะแนนของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
β	แทน	ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
a	แทน	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
df	แทน	ขั้นของความอิสระ (Degree of Freedom)
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (t-distribution)

F	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบเอฟ (F-distribution)
$\tilde{Y}_{Ma}$	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์เป็นตัวพยากรณ์
$\tilde{Y}_{Th}$	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์เป็นตัวพยากรณ์
X_{NSU}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย
X_{NSC}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม
X_{NSR}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
X_{NSS}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ
X_{NST}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
X_{NSI}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์
$\tilde{Z}_{Ma}$	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์เป็นตัวพยากรณ์
$\tilde{Z}_{Th}$	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์เป็นตัวพยากรณ์
$Z_{NSU}, Z_{NSC}, Z_{NSR}, Z_{NSS}, Z_{NST}$ และ Z_{NSI}	แทน	คะแนนมาตรฐานของ $X_{NSU}, X_{NSC}, X_{NSR}, X_{NSS}, X_{NST}$ และ X_{NSI} ตามลำดับ

การเล่นผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทางทฤษฎีโครงสร้างของกิบลอร์ต์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้เล่นผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นตอน ๆ รวมสี่ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการใช้แบบทดสอบ

ตอนที่ 2 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ห้วงคับระกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการใช้แบบทดสอบ

1.1 ผลการใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

1.1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์จำนวนหกฉบับ เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง ด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

จำนวนหกลดับ

แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์	N	k	$\bar{X}$	S.D.	S.E. _{meas}
หน่วย	406	25	11.3966	3.7122	± 2.1731
กลุ่ม	406	25	10.0887	4.7782	± 2.2345
ความสัมพันธ์	406	25	11.2217	5.2158	± 2.1594
ระบบ	406	25	9.9655	3.9464	± 2.2293
การแปลงรูป	406	25	10.6404	5.8054	± 2.1174
การประยุกต์	406	25	10.2980	4.2032	± 2.2123

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 9.9655 - 11.3966 ซึ่งมีความใกล้เคียงกัน โดยแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด และพบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มของแบบทดสอบแต่ละฉบับเล็กน้อย แสดงว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับนี้ค่อนข้างยาก

ค่าความเที่ยง เบนมาตรฐานของ คะแนนจากแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.7122 - 5.8054 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีความเที่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด และแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย มีค่าความเที่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด แสดงว่าแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนได้ดีกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ และแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย จำแนกความสามารถของนักเรียนได้ต่ำสุด

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีค่าตั้งแต่ ± 2.1174 - ± 2.2345 จะเห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แบบทดสอบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดน้อยที่สุด คือ แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป แสดงว่า คะแนนที่ได้มา เป็นคะแนนที่เที่ยง เบนไปจากคะแนนจริงน้อยกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ

1.1.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ คำนวณโดยใช้สูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 และนำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์	r_{tt}	t
หน่วย	.6573	17.5306**
กลุ่ม	.7813	25.1603**
ความสัมพันธ์	.8286	29.7489**
ระบบ	.6809	18.6870**
การแปลงรูป	.8697	35.4162**
การประยุกต์	.7230	21.0352**

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 พบว่า แบบทดสอบทั้งหมดมีค่าความเชื่อมั่น มีค่าตั้งแต่ .6573 - .8697 เป็นค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

1.2 ผลการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจำนวนข้อสอบ ๑๖ ข้อแรก คือ แบบทดสอบวิชา คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบข้อสอบย่อยสองข้อ คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลและ คณิตศาสตร์ปัญหา ข้อสอบที่สอง คือ แบบทดสอบวิชาภาษาไทย ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบข้อสอบย่อย สามข้อ คือ แบบทดสอบอ่านไทย การใช้ภาษา และความหมายคำ รวมเป็นแบบทดสอบข้อสอบย่อย ทั้งหมดจำนวนห้าข้อ เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าสถิติพื้นฐาน ดังแสดง ในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	k	$\bar{X}$	S.D.	S.E. meas
คณิตศาสตร์เหตุผล	406	30	9.0123	3.6117	± 2.3826
คณิตศาสตร์ปัญหา	406	30	8.6404	3.3919	± 2.2733
คณิตศาสตร์	406	60	17.6527	6.1951	± 3.2927
อ่านไทย	406	40	15.1034	4.7181	± 2.8528
การใช้ภาษา	406	50	21.1429	6.1234	± 3.1175
ความหมายคำ	406	40	18.8719	5.5247	± 2.5659
ภาษาไทย	406	130	55.1182	14.2589	± 4.9579

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 6 พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับย่อยจำนวนห้าฉบับ คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล คณิตศาสตร์ปัญหา อ่านไทย การใช้ภาษา และความหมายคำ คะแนนเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ 8.6404 - 21.1429 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (รวมฉบับย่อยสองฉบับ) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.6527 และแบบทดสอบวิชาภาษาไทย (รวมฉบับย่อยสามฉบับ) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 55.1182

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยจำนวนห้าฉบับ มีค่าตั้งแต่ 3.3919 - 6.1234 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (รวมฉบับย่อยสองฉบับ) มีค่าเท่ากับ 6.1951 และแบบทดสอบวิชาภาษาไทย (รวมฉบับย่อยสามฉบับ) มีค่าเท่ากับ 14.2589 ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของจำนวนข้อสอบเพื่อเปรียบเทียบกับระหว่างค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน แสดงว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนได้พอ

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบย่อยจำนวนห้าฉบับ มีค่าตั้งแต่ ± 2.2733 - ± 3.1175 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (รวมฉบับย่อยสองฉบับ) มีค่าเท่ากับ ± 3.2927 และแบบทดสอบวิชาภาษาไทย (รวมฉบับย่อยสามฉบับ) มีค่าเท่ากับ ± 4.9579

1.2.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบฉบับย่อยห้าฉบับ คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล คณิตศาสตร์ปัญหา อ่านไทย การใช้ภาษา และความหมายคำ แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (รวมฉบับย่อยสองฉบับ) และแบบทดสอบวิชาภาษาไทย (รวมฉบับย่อยสามฉบับ) คำนวณค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร คูเตอร์-รชารัตน์ สูตรที่ 20 และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	r_{tt}	t
คณิตศาสตร์เหตุผล	.5648	13.7566**
คณิตศาสตร์ปัญหา	.5508	13.2637**
คณิตศาสตร์	.7175	20.7040**
อ่านไทย	.6344	16.4957**
การใช้ภาษา	.7408	22.1666**
ความหมายคำ	.7843	25.4105**
ภาษาไทย	.8791	37.0716**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 7 พบว่า แบบทดสอบฉบับย่อยทั้งหมด คือ แบบทดสอบ คณิตศาสตร์เหตุผล คณิตศาสตร์ปัญหา อ่านไทย การใช้ภาษา และความหมายคำ ค่าความเชื่อมั่น มีค่าตั้งแต่ .5508 - .7843 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ และเมื่อรวมฉบับย่อย เข้าด้วยกัน ปรากฏว่า แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (รวมฉบับย่อยสองฉบับ) และแบบทดสอบวิชา ภาษาไทย (รวมฉบับย่อยสามฉบับ) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .7175 และ .8791 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งสองฉบับ แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย มีความเชื่อมั่นสูงพอเชื่อถือได้

ตอนที่ 2 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียด

ลักษณะลักษณะฉบับ

การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียด ลักษณะลักษณะฉบับนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับมีความเที่ยงตรง

เชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ด้านการคิด เอกนัยทางสัญญาณหรือไม่ โดยได้เสนอผลการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสองวิธี ดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency)

เป็นการนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญญาณแต่ละฉบับไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนรวมของแบบทดสอบทุกฉบับ ยกเว้นตัวมันเอง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ี้ ถือว่า เป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างหนึ่ง และนำค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญญาณ จำนวนหกฉบับ โดยวิธีความสอดคล้องภายใน

แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญาณ	r_{tc}	t
หน่วย	.4200	9.3021**
กลุ่ม	.4910	11.3286**
ความสัมพันธ์	.6110	15.5135**
ระบบ	.4450	9.9870**
การแปลงรูป	.3250	6.9073**
การประยุกต์	.4650	10.5571**

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 8 พบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพพลมองด้านการคิด
 เอกนัยทางสัญญาณลักษณะฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์ คือ แบบทดสอบวัด
 สมรรถภาพพลมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญญาณทุกฉบับ ยกเว้นตัวมันเอง มีค่าตั้งแต่ .3250 -
 .6110 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า แสดงว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพพลมองด้านการคิด
 เอกนัยทางสัญญาณทั้งหกฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงพอเชื่อถือได้ โดยแบบทดสอบ
 การคิดเอกนัยทางสัญญาณแบบความสัมพันธ์ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด และ
 แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญญาณแบบการแปลงรูป มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำสุด

2.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพพลมองด้านการคิด เอกนัย
 ทางสัญญาณแต่ละฉบับ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ที่คำนวณจากค่า น้ำหนักองค์ประกอบองค์แรก
 (First Factor Loading) ที่ไม่ได้หมุนแกน ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญญาณ จำนวนหกฉบับ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ

แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญาณ	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
หน่วย	.6243
กลุ่ม	.6491
ความสัมพันธ์	.7865 ✓
ระบบ	.6825
การแปลงรูป	.4610 ✓
การประยุกต์	.7216

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 9 พบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญญาณทั้งหกฉบับ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรก (First Factor Loading) ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มีค่าตั้งแต่ .4610 - .7865 โดยแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญาณแบบความสัมพันธ์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด และแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญาณแบบการแปลงรูป มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำสุด แสดงว่า แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญาณแบบความสัมพันธ์มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ และแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญาณแบบการแปลงรูป มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำสุด ได้ผลสอดคล้องกับค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ ที่หาโดยวิธีความสอดคล้องภายใน ส่วนแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญาณแบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญญาณแบบกลุ่ม การคิด เอกนัยทางสัญญาณแบบระบบ และการคิด เอกนัยทางสัญญาณแบบการประยุกต์ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงใกล้เคียงกัน

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพพล่มองด้านการคิด เอกมัย
ทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ

การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพพล่มองด้านการคิด เอกมัยทางสัญลักษณ์
 ที่สร้างขึ้นหกฉบับ เพื่อดูว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกันกี่องค์ประกอบ หรือแต่ละ
 องค์ประกอบจะประกอบด้วยแบบทดสอบใดบ้าง และแบบทดสอบแต่ละฉบับจะแบ่งความแปรปรวน
 (Share Variance) ให้แก่องค์ประกอบต่าง ๆ เท่าใด ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.1 การประมาณค่าคอมมูนาลิตี (Estimate Communalities) ค่าไอเกนแวลว
 (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสมของ
 แบบทดสอบทั้งหกฉบับ

ค่าคอมมูนาลิตี (Communality) คือ ความแปรปรวนที่แบบทดสอบแต่ละฉบับ แบ่งให้
 แก่องค์ประกอบ

ค่าไอเกนแวลว (Eigenvalue) คือ ผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบ
 ร่วมแต่ละองค์ประกอบ เพื่อพิจารณาว่าตัวแปรแต่ละตัววัดองค์ประกอบร่วมกัน โดยพิจารณา
 ค่าไอเกนแวลว (Eigenvalue) ต้องมีค่าเกิน 1 จึงจะถือว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่ง ๆ ที่แท้จริง

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน คือ ค่าความแปรปรวนคิดเป็นร้อยละที่แบบทดสอบทั้งหกฉบับ
 แบ่งให้แก่องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม คือ ค่าความแปรปรวนคิดเป็นร้อยละที่แบบทดสอบ
 ทั้งหกฉบับแบ่งสะสมให้แก่องค์ประกอบที่ 1, 2, 3, ... ตามลำดับ

การประมาณค่าคอมมูนาลิตี (Communality) เป็นการดูว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับ
 แบ่งความแปรปรวนให้แก่องค์ประกอบต่าง ๆ ประมาณเท่าใด เพื่อจะได้ทราบว่า ค่าไอเกนแวลว
 (Eigenvalue) ขององค์ประกอบใดบ้างมีค่าเกิน 1 ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบที่แท้จริง ดังแสดง
 ในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าประมาณคอมมูนาลิตี (Estimate Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสมของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์	ค่าประมาณคอมมูนาลิตี	องค์ประกอบ	ค่าไอเกนแวลิว	ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน	ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม
หน่วย	.3409	1	3.1602	52.7	52.7
กลุ่ม	.3682	2	0.8300	13.8	66.5
ความสัมพันธ์	.4987	3	0.6143	10.2	76.7
ระบบ	.3971	4	0.5677	9.5	86.2
การแปลงรูป	.2010	5	0.4436	7.4	93.6
การประยุกต์	.4327	6	0.3842	6.4	100.0

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 10 พบว่า ค่าประมาณคอมมูนาลิตี (Estimate Communality) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าตั้งแต่ .2010 - .4987 แสดงว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับแบ่งความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบอื่น ๆ ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือจากนั้นเป็นการวัดตัวประกอบเฉพาะ (Specific Factor) อันเป็นคุณลักษณะประจำตัว

ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ซึ่งเป็นผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบร่วมในแต่ละองค์ประกอบ มีค่าตั้งแต่ .3843 - 3.1602 ซึ่งมีค่าเกิน 1 อยู่หนึ่งองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่หนึ่ง ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่แท้จริง มีจำนวนเปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนเท่ากับ 52.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบที่สองถึงหก มีค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) น้อยกว่า 1 ซึ่งถือว่ามีความน้อยมาก จนไม่อาจถือว่าเป็นองค์ประกอบที่แท้จริง

3.2 เมตริกองค์ประกอบ (Factor Matrix)

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบโดยวิธีการหาองค์ประกอบหลักด้วยวิธีทำซ้ำ (Principal Factor with Iterations) ได้เมตริกองค์ประกอบ ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ค่าเมตริกองค์ประกอบโดยวิธีการหาองค์ประกอบหลักด้วยวิธีทำซ้ำ

แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ 1
หน่วย	.6243
กลุ่ม	.6491
ความสัมพันธ์	.7865
ระบบ	.6825
การแปลงรูป	.4610
การประยุกต์	.7216

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 11 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ 1 มีค่าสูงตั้งแต่ .4610 - .7865 ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่ปรากฏค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ไม่ถึง 1 ดังแสดงในตาราง 10 ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบไม่แท้จริง และถ้าหมุนแกน (Rotation) เพื่อดูค่าน้ำหนักองค์ประกอบให้เด่นชัดขึ้นก็ไม่มีผล ทั้งนี้เนื่องจากแบบทดสอบทั้งหมดวัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียว คือ แบบทดสอบทั้งหมดวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ร่วมกัน

3.3 ค่าคอมมูนาลิตี (Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue)

เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม

จากการประมาณค่าคอมมูนาลิตี (Estimate Communality) ดังแสดงในตาราง 10 พบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอนกนัยทางสัญลักษณ์ซึ่งหักลบ วัดองค์ประกอบร่วมกันหนึ่งองค์ประกอบ ซึ่งมีค่าคอมมูนาลิตี (Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ค่าคอมมูนาลิตี (Communality) ค่าไอเกนแวลิว (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม

แบบทดสอบการคิด เอนกนัยทางสัญลักษณ์	ค่าคอมมูนาลิตี	องค์ประกอบ	ค่าไอเกนแวลิว	ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน	ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม
หน่วย	.3898	1	2.6290	100	100
กลุ่ม	.4214				
ความสัมพันธ์	.6186				
ระบบ	.4660				
การแปลงรูป	.2125				
การประยุกต์	.5207				

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 12 พบว่า ค่าคอมมูนาลิตี (Communality) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับเปลี่ยนแปลงไปจากตาราง 10 เนื่องจากได้ตัดองค์ประกอบที่ล่องถึงหกอออกไปเหลือองค์ประกอบที่หนึ่งเพียงองค์ประกอบเดียว ดังนั้น แบบทดสอบแต่ละฉบับจะแบ่งความแปรปรวนให้เฉพาะองค์ประกอบที่หนึ่งเท่านั้น จึงทำให้ค่าคอมมูนาลิตี (Communality) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับสูงขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง .2125 - .6186 หมายความว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับแบ่งความแปรปรวนให้แก่องค์ประกอบนี้ตั้งแต่ 21 เปอร์เซ็นต์ ถึง 62 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือนอกจากนั้นเป็นตัวประกอบเฉพาะ (Specific Factor) อันเป็นคุณลักษณะประจำตัวของแบบทดสอบ

แต่ละฉบับจะเห็นว่าแบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์จะแบ่งความแปรปรวนให้กับองค์ประกอบต่ำสุด 62 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ วัดคุณลักษณะร่วม (Common Factor) กับแบบทดสอบฉบับอื่นห้าฉบับ 62 เปอร์เซ็นต์ และวัดคุณลักษณะประจำตัว 38 เปอร์เซ็นต์ และแบบทดสอบการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปจะแบ่งความแปรปรวนให้องค์ประกอบต่ำสุด 21 เปอร์เซ็นต์ หรือวัดคุณลักษณะร่วม (Common Factor) กับแบบทดสอบฉบับอื่นห้าฉบับ 21 เปอร์เซ็นต์ และวัดคุณลักษณะประจำตัว 79 เปอร์เซ็นต์

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน เท่ากับ 100 และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม เท่ากับ 100 ทั้งนี้ เพราะแบบทดสอบทั้งหกฉบับต่างแบ่งความแปรปรวนให้องค์ประกอบที่วิเคราะห์ได้เพียงองค์ประกอบเดียว

ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์หกฉบับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาภาษาไทย

คะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางสัญลักษณ์หกฉบับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย รวมทั้งหมดแปดฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ จำนวนแปดฉบับ

แบบทดสอบ	NSU	NSC	NSR	NSS	NST	NSI	Ma	Th
NSU	1.0000	.4158**	.4698**	.3599**	.3955**	.4580**	.4921**	.5369**
NSC		1.0000	.5511**	.4691**	.2592**	.4161**	.4217**	.4607**
NSR			1.0000	.5437**	.3145**	.5743**	.5845**	.5565**
NSS				1.0000	.3055**	.5250**	.4827**	.4650**
NST					1.0000	.3366**	.3232**	.4670**
NSI						1.0000	.5528**	.4812**
Ma							1.0000	.5748**
Th								1.0000

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 อักษรย่อแทนแบบทดสอบจำนวนแปดฉบับ ดังนี้

NSU	แทน	แบบทดสอบการคิด เอกนิยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย
NSC	แทน	แบบทดสอบการคิด เอกนิยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม
NSR	แทน	แบบทดสอบการคิด เอกนิยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
NSS	แทน	แบบทดสอบการคิด เอกนิยทางสัญลักษณ์แบบระบบ
NST	แทน	แบบทดสอบการคิด เอกนิยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
NSI	แทน	แบบทดสอบการคิด เอกนิยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์
Ma	แทน	แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์
Th	แทน	แบบทดสอบวิชาภาษาไทย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 13 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีค่าเป็นบวกทุกค่า และมีค่าตั้งแต่ .2592 - .5845 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าตั้งแต่ .3232 - .5845 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีค่าตั้งแต่ .4607 - .5748 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่มีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์แต่ละด้านสูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยสูงด้วย

4.2 ค่าความสัมพันธ์สัมพัทธ์ (Beta Weight) สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์

ค่าความสัมพันธ์สัมพัทธ์ (Beta Weight : β) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าน้ำหนักของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient : R) ค่าสถิติที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์ทั้งหมดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด และถ้ายกกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ก็จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนายหรืออธิบาย (Coefficient of Determination : R^2) ซึ่งเป็นค่าสถิติที่บอกถึงสัดส่วนของความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์ทั้งหมดร่วมกันเท่าใด ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (β) ค่าน้ำหนักคะแนน (b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนาย (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ($S.E._{est}$) และค่าคงที่ของการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์

แบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์	b	β	F	อันดับที่
หน่วย	.3166	.1897	17.5190**	3
กลุ่ม	.0439	.0338	0.5340	6
ความสัมพันธ์	.3223	.2713	27.2510**	1
ระบบ	.1951	.1243	6.8800**	4
การแปลงรูป	.0458	.0434	1.1090	5
การประยุกต์	.3186	.2162	19.5740**	2

$R = .6780$ $F = 56.5822^{**}$

$R^2 = .4597$

$S.E._{est} = \pm 4.5878$

$a = 4.2928$

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 14 พบว่า ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นบวกทุกค่า มีค่าตั้งแต่ .0338 - .2713 และแบบทดสอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบระบบ
 และการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบการประยุกต์ ส่วนแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์
 แบบกลุ่ม และการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบการแปลงรูปมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 มากน้อยเรียงตามลำดับได้ดังนี้ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด
 เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบการประยุกต์ การคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์แบบระบบ การคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบการแปลงรูป และการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์
 แบบกลุ่ม

สำหรับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพพร้อมองค์ด้านการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์
 ทั้งหมดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .6780 มีนัยสำคัญทางสถิติ
 ที่ระดับ .01 แสดงว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับมีความสัมพันธ์ร่วมกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 คณิตศาสตร์สูง เชื่อถือได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการทำนายเท่ากับ .4597 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์สามารถทำนายหรืออธิบายด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพพร้อมองค์ด้านการคิด เอกนัย
 ทางสัญญลักษณ์ทั้งหมดได้ ประมาณ 45.97 เปอร์เซ็นต์ และมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการ
 พยากรณ์ เท่ากับ ± 4.5878

เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพพร้อมองค์ด้านการคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์ทั้งหมดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 จึงสรุปผลได้อีกอย่างหนึ่งว่า คะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพพร้อมองค์ด้านการคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์ทั้งหมดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง
 ดังนั้น จึงสามารถสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้
 ตัวพยากรณ์เป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพพร้อมองค์ด้านการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์ทั้งหมด จะได้
 สมการในรูปคะแนนดิบ ดังนี้

$$\begin{aligned}\tilde{Y}_{Ma} &= .3166 X_{NSU} + .0439 X_{NSC} + .3223 X_{NSR} + .1951 X_{NSS} + .0458 X_{NST} \\ &+ .3186 X_{NSI} + 4.2928\end{aligned}$$

และ สัมการพยากรณ์ในรูปแบบมาตรฐานดังนี้

$$\begin{aligned}\tilde{Z}_{Ma} &= .1897 Z_{NSU} + .0338 Z_{NSC} + .2713 Z_{NSR} + .1243 Z_{NSS} + .0434 Z_{NST} \\ &+ .2162 Z_{NSI}\end{aligned}$$

4.3 ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (Beta Weight) สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นเกณฑ์

ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (Beta Weight : β) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าน้ำหนักของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยมากน้อยเพียงใด

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient : R) เป็นค่าสถิติที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (β) ค่าน้ำหนักคะแนน (b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนาย (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ($S.E._{est}$) และค่าคงที่ของการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นเกณฑ์

แบบทดสอบการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์	b	β	F	อันดับที่
หน่วย	.8799	.2291	26.7090**	1
กลุ่ม	.3151	.1056	5.441 *	5
ความสัมพันธ์	.6004	.2196	18.669 **	3
ระบบ	.3827	.1059	5.224 *	4
การแปลงรูป	.5399	.2221	30.438 **	2
การประยุกต์	.2574	.0759	2.522	6

$$R = .6952$$

$$F = 62.2080**$$

$$R^2 = .4833$$

$$S.E._{est} = \pm 10.3261$$

$$a = 22.9823$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 15 พบว่า ค่าความสำคัญสัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกละเอียดทางสัญลักษณ์ทั้งหมดมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเป็นบวกทุกค่า มีค่าตั้งแต่ .0759 - .2291 แบบทดสอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนวิชาภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ และการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์
 แบบการแปลงรูป แบบทดสอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทาง
 สถิติที่ระดับ .05 คือ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบกลุ่ม และการคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์แบบระบบ ส่วนแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบการประยุกต์ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาภาษาไทยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแบบทดสอบทั้งหมดนี้มีผลต่อผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาภาษาไทยมากน้อยเรียงตามลำดับได้ดังนี้ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์
 แบบหน่วย การคิดเอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบการแปลงรูป การคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบความ
 สัมพันธ์ การคิดเอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบระบบ การคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบกลุ่ม และการคิด
 เอกนัยทางสัญญลักษณ์แบบการประยุกต์

สำหรับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์ทั้งหมดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยมีค่าเท่ากับ .6952 มีนัยสำคัญทาง
 สถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า แบบทดสอบทั้งหมดมีความสัมพันธ์ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาภาษาไทยสูง เชื่อถือได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการทำนายเท่ากับ .4833 คือ ผลสัมฤทธิ์ทาง
 ภาควิชาภาษาไทย สามารถทำนายหรืออธิบายด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด
 เอกนัยทางสัญญลักษณ์ทั้งหมดประมาณ 48.33 เปอร์เซ็นต์ และมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการ
 พยากรณ์ เท่ากับ ± 10.3261

เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์ทั้งหมดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 จึงสรุปผลได้อีกอย่างหนึ่งว่า คะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด เอกนัยทาง
 สัญญลักษณ์ทั้งหมดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีความสัมพันธ์กัน เป็นเส้นตรง
 ดังนั้น จึงสามารถสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยได้ โดยใช้ตัวพยากรณ์
 เป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพลุ่มองด้านการคิด เอกนัยทางสัญญลักษณ์ทั้งหมด และได้สมการในรูป
 คะแนนดิบดังนี้

$$\begin{aligned}\tilde{Y}_{Th} = & .8799 X_{NSU} + .3151 X_{NSC} + .6004 X_{NSR} + .3827 X_{NSS} + .5399 X_{NST} \\ & + .2574 X_{NSI} + 22.9823\end{aligned}$$

และสมการพยากรณ์ในรูปแบบมาตรฐาน ดังนี้

$$\begin{aligned}\tilde{Z}_{Th} = & .2291 Z_{NSU} + .1056 Z_{NSC} + .2196 Z_{NSR} + .1059 Z_{NSS} + .2221 Z_{NST} \\ & + .0759 Z_{NSI}\end{aligned}$$

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อ เสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิด: อภินิหารเชิงสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย
2. เพื่อศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิด: อภินิหารเชิงสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยมีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่
3. เพื่อหาค่าความสัมพันธ์สัมพัทธ์ (Beta Weight) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด: อภินิหารเชิงสัญลักษณ์แต่ละด้านที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย
4. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด: อภินิหารเชิงสัญลักษณ์ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
5. เพื่อศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิด: อภินิหารเชิงสัญลักษณ์ทั้งหกด้าน จะมีองค์ประกอบร่วมกันที่องค์ประกอบ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี จำนวน 406 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มหลายชั้น (Multistage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบสองประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ เป็นแบบทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางทฤษฎีโครงสร้างทางสังคมของกิลฟอร์ด มีจำนวนหกฉบับ คือ

- 1.1 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย
- 1.2 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม
- 1.3 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์
- 1.4 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ
- 1.5 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป
- 1.6 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบมาตรฐานของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวนสองฉบับ คือ

- 2.1 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแบบทดสอบฉบับย่อยสองฉบับ คือ
 - 2.1.1 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลฉบับ ก
 - 2.1.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์ปัญหา ฉบับ ก
- 2.2 แบบทดสอบวิชาภาษาไทย ประกอบด้วยแบบทดสอบฉบับย่อยสามฉบับ คือ
 - 2.2.1 แบบทดสอบอ่านไทย ฉบับ ก
 - 2.2.2 แบบทดสอบการใช้ภาษา ฉบับ ก
 - 2.2.3 แบบทดสอบความหมายคำ ฉบับ ก

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ
2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและทดสอบความมีนัยสำคัญของสถิติของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการดังนี้

3.1 วิธีความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

3.2 วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

4. วิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อหาจำนวนองค์ประกอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

5. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ระหว่างแบบทดสอบทั้งแปดฉบับ และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบ

6. หาค่าความสำคัญสัมพัทธ์ (Beta Weight) ของสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความสำคัญสัมพัทธ์

7. หาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ของสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยเป็นเกณฑ์ และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.9655 - 11.3966 ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มของแบบทดสอบแต่ละฉบับเล็กน้อย โดยแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีพิสัยตั้งแต่ 3.7122 - 5.8654 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีพิสัยตั้งแต่ ± 2.1174 - ± 2.2345

2. ค่าความเชื่อมโยงของแบบทดสอบ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ คือ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ มีค่าความเชื่อมโยงเท่ากับ .6573 .7813 .8286 .6809 .8697 และ .7230 ตามลำดับ

3. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ จากวิธีความสอดคล้องภายใน มีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ .4200 .4910 .6110 .4450 .3250 และ .4650 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และเมื่อหาจากวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบปรากฏว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกที่ได้มีค่าสูงเท่ากับ .6243 .6491 .7865 .6825 .4610 และ .7216 ตามลำดับ

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ วัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียว คือ องค์ประกอบด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ และพบว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกัน 21 เพอร์เซ็นต์ ถึง 62 เพอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือนอกนั้นเป็นการวัดองค์ประกอบเฉพาะกัน เป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

5. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบ เป็นบวกทุกค่า มีค่าตั้งแต่ .2592 - .5743 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

6. สหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ รวมหกฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .6780 มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับ เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงเชื่อถือได้ และมีสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังนี้

$$\begin{aligned}\tilde{Y}_{Ma} = & .3166 X_{NSU} + .0439 X_{NSC} + .3233 X_{NSR} + .1951 X_{NSS} + .0458 X_{NST} \\ & + .3186 X_{NSI} + 4.2928\end{aligned}$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน ดังนี้

$$\begin{aligned}\tilde{Z}_{Th} = & .1897 Z_{NSU} + .0338 Z_{NSC} + .2713 Z_{NSR} + .1243 Z_{NSS} + .0434 Z_{NST} \\ & + .2162 Z_{NSI}\end{aligned}$$

ส่วนสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ รวมหกฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยนั้น มีค่าเท่ากับ .6952 มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับ เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สูงเชื่อถือได้ และมีสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\begin{aligned}\tilde{Y}_{Th} = & .8799 X_{NSU} + .3151 X_{NSC} + .6004 X_{NSR} + .3827 X_{NSS} + .5399 X_{NST} \\ & + .2574 X_{NSI} + 22.9823\end{aligned}$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\begin{aligned}\tilde{Z}_{Th} = & .2291 Z_{NSU} + .1056 Z_{NSC} + .2196 Z_{NSR} + .1059 Z_{NSS} + .2221 Z_{NST} \\ & + .0759 Z_{NSI}\end{aligned}$$

7. ความสำคัญสัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ แต่ละฉบับ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเป็นบวกทุกค่า และมีผลเรียงลำดับ จากมากไปน้อย ดังนี้ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์

แบบระบบ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม มีค่าความสำคัญสัมพัทธ์เท่ากับ .2713 .2162 .1897 .1243 .0434 และ .0338 ตามลำดับ โดยแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบ การประยุกต์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูปและการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม มีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับความสำคัญสัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ แต่ละฉบับ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยนั้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า มีค่า เป็นบวกทุกค่า และมีผลเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ มีค่าความสำคัญสัมพัทธ์เท่ากับ .2291 .2221 .2196 .1059 .1056 และ .0759 ตามลำดับ โดยแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาภาษาไทย มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบการคิด เอกนัยทาง สัญลักษณ์แบบการประยุกต์ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย อย่างไม่มีนัยสำคัญทาง สถิติ

อภิปรายผล

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพผลมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ จำนวนหกฉบับ ผู้วิจัย สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ซึ่งในการดำเนินการสร้างนั้น ผู้วิจัยได้

คิดเลือกข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่ง ชวาล แพรัตกุล (ชวาล แพรัตกุล 2518 : 314 - 317) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกดังกล่าว เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพรายข้อดีและเหมาะสม และเมื่อนำแบบทดสอบทั้งหกฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งตามทฤษฎีแบบทดสอบทั้งหกฉบับนั้นจะเรียงลำดับของความสัมพันธ์จากล้นน้อยสุดไปสู่ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนกว่า หรือเรียงจากง่ายไปหายากดังนี้ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ แต่จากการทดสอบปรากฏผลว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับเรียงลำดับจากง่ายไปหายากดังนี้ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ จะเห็นได้ว่า ถ้าไม่พิจารณาแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ แบบทดสอบที่เหลือ คือ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ จะมีความยากง่ายเรียงตามทฤษฎี ซึ่งแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ ตามทฤษฎีจะมีความยากง่ายเป็นอันดับที่ 2 และ 4 กลับเป็นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายเป็นอันดับที่ 5 และ 6 ตามลำดับ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะข้อทดสอบของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ มีลักษณะการคิดแตกต่างกันไปจากข้อทดสอบที่นักเรียนเคยทดสอบในโรงเรียนมากกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ทำให้นักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการคิด ประกอบกับลักษณะการคิดของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ เริ่มมีความซับซ้อนขึ้น และยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการ นับตั้งแต่รูปร่างลักษณะของแบบทดสอบ การดำเนินการสอบ เวลาที่กำหนดให้ในการสอบ ลักษณะของการเล่นข้อทดสอบแก่ผู้สอบ เจตนาในการสอบ การเรียงลำดับของข้อทดสอบ เป็นต้น ที่เป็นสาเหตุทำให้ผลการสอบมีความเชื่อถือได้ ซึ่งถ้าไม่ระมัดระวังแล้ว

อาจทำให้ผลการสอบที่ได้มาคลาดเคลื่อนได้ (Ebel. 1965 : 20)

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีผลตั้งแต่ .6573 - .8697 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ และเมื่อศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่ผ่านมา ดังในเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีผลตั้งแต่ .3573 - .9653 จะเห็นว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในผลดังกล่าว จึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าความเชื่อมั่นสูง มีคุณภาพพอที่จะเชื่อถือได้ สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบบทดสอบทั้งหกฉบับผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ โดยยึดผลการคิดเป็นเกณฑ์ในการสร้าง ดังนั้น แบบทดสอบทั้งหกฉบับก็ควรจะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หรือความเที่ยงตรงตามทฤษฎี กล่าวคือ แบบทดสอบทั้งหกฉบับควรจะวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ร่วมกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติภายใน (Intrinsic Property) ประจําแบบทดสอบที่จะวัดคุณสมบัติหรือพฤติกรรมนั้น ๆ (พจนี สะเพียรชัย 2512 : 20) โดยพิจารณาจากวิธีการหาค่าความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) เป็นการนำคะแนนแต่ละฉบับไปหาสหสัมพันธ์กับคะแนนรวมทุกฉบับ (ยกเว้นตัวมันเอง) ได้ค่าความเที่ยงตรงอยู่ในช่วงระหว่าง .3250 - .6110 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า จะเห็นว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าความเที่ยงตรงสูงพอสมควร แต่ก็ยังเห็นไม่เด่นชัด ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป มีค่าความเที่ยงตรงต่ำกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ซึ่งแต่ละฉบับมีค่าความเที่ยงตรงใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ซึ่งเป็นวิธีการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่ตรงประเด็นมากที่สุด เป็นเทคนิคที่จะแยกตัวแปรวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของพฤติกรรมต่าง ๆ (Anastasi. 1968 : 116) ได้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกที่ไม่ได้หมุนแกน ถือเป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีค่าอยู่ระหว่าง .4610 - .7865 ค่านี้จะชี้

ให้เห็นความสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับกับองค์ประกอบแรกว่ามีความน้อยเพียงใด (พจนานุกรมศัพท์ 2512 : 22) จะเห็นว่าแบบทดสอบทุกฉบับมีคำนำที่องค์ประกอบแรกสูงมากทุกคำ ทำให้คำนำขององค์ประกอบอื่นมีค่าน้อยมากจนไม่ถือเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์หรือมีความเที่ยงตรงตามทฤษฎีสูง สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบ จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ ปรากฏผลว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียว และการหมุนแกนเพื่อหาว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับแยกวัดองค์ประกอบร่วมกันที่เด่นชัดก็ไม่มีผล ไม่ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับวัดสมรรถภาพสมองร่วมกันสูง หรือกล่าวได้ว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ตามผลการคิด (Products) ทั้งหมดแบบ คือ หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ เป็นสมรรถภาพสมองที่มีความสัมพันธ์ร่วมกันสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสมรรถภาพสมองตามผลคิดทั้งหมดแบบของทฤษฎีโครงสร้างสมองของกิลฟอร์ดนั้น เป็นสมรรถภาพสมองที่เกี่ยวข้องกันตามลำดับของความสัมพันธ์จากส่วนย่อยสุดไปสู่ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนกว่า ดังนั้น หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ ซึ่งหน่วยจะเป็นผลการคิดขั้นพื้นฐานต่ำสุด และการประยุกต์จะเป็นผลการคิดที่ต้องอาศัยผลการคิดแบบหน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ และการแปลงรูปเป็นพื้นฐาน นอกจากนี้ เนื้อหา (Contents) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นสัญลักษณ์ จะประกอบด้วยตัวเลขและตัวอักษรเป็นส่วนใหญ่ จะมีลักษณะบางประการสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สถาพร ทิพนกุล 2516 : 3) ที่ต้องใช้สมรรถภาพสมองอย่างต่อเนื่อง จากง่ายไปสู่สมรรถภาพสมองที่ซับซ้อนกว่า ดังนั้น ถ้านักเรียนได้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับใดฉบับหนึ่งสูง ก็จะได้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ สูงด้วย หรือในทางตรงกันข้าม ถ้านักเรียนได้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับใดฉบับหนึ่งต่ำ ก็จะได้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ต่ำด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้แบบทดสอบทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกันเพียงองค์ประกอบเดียวคือ องค์ประกอบด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ได้ผลเช่นเดียวกันกับผลการวิจัยของ

เล่าวณิ คุณาวัฒนาวุฒิ (เล่าวณิ คุณาวัฒนาวุฒิ 2517 : 61) ที่วิเคราะห์องค์ประกอบพบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการฟังทางภาษาทั้งหกฉบับ ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิธพอร์ด เมื่อหมุนแกนเพื่อหาองค์ประกอบที่เด่นชัดแล้วค่าน้ำหนักขององค์ประกอบของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ ยังคงมีค่าสูงอยู่ในองค์ประกอบที่หนึ่ง แสดงว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกันสูงเพียงองค์ประกอบเดียว อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งเป็นค่าที่แบบทดสอบวัดองค์ประกอบร่วมกับแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ จะเห็นว่าแบบทดสอบการคิดเอกรายทางสัญญาณกับแบบความสัมพันธ์มีค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) สูงสุด และแบบทดสอบการคิดเอกรายทางสัญญาณกับแบบการแปลงรูปมีค่าคอมมูนาลิตี้ (Communality) ต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับจะวัดองค์ประกอบร่วมกัน และแบบทดสอบแต่ละฉบับจะมีคุณลักษณะประจำตัว (Specific Factor) ของตัวเอง โดยแบบทดสอบการคิดเอกรายทางสัญญาณกับแบบความสัมพันธ์จะมีคุณลักษณะประจำตัวต่ำสุด และแบบทดสอบการคิดเอกรายทางสัญญาณกับแบบการแปลงรูป จะมีคุณลักษณะประจำตัวสูงที่สุด สอดคล้องกับผลการวิจัยของ บุญเชิด ภิญโญนนิตพงษ์ (บุญเชิด ภิญโญนนิตพงษ์ 2517 : 89 - 90) ที่วิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่าแบบทดสอบการคิดเอกรายทางภาษาแบบการแปลงรูปแยกวัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งจากแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ

5. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกรายทางสัญญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบทั้งแปดฉบับ มีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ฮอลล์ (Hall, 1969 : 1074A) ที่พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสติปัญญาความถนัดทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสนับสนุนคำกล่าวของ ธอร์นไดค์ และ เฮเกน (Thorndike and Hagen, 1969 : 325) ที่ว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต่างมีความสัมพันธ์กันในทางบวก และเมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย จะเห็นว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกรายทางสัญญาณแต่ละด้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้อง

กับลัทธิฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาของ
 สลักพร หัพพะกุล (สลักพร หัพพะกุล 2516 : 59) ที่พบว่า สัมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์
 ตามขอบเขตการคิดต่าง ๆ (การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดต่อเนื่อง การคิดแยกนับ และการ
 ประเมินค่า) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 มีความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาภาษาไทยก็ได้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ผจงจิต อินทสุวรรณ์ (ผจงจิต
 อินทสุวรรณ์ 2517 : 43 - 60) ที่พบว่า สัมรรถภาพสมองด้านการรู้จักและเข้าใจทางภาษา
 ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีความสัมพันธ์กัน
 มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีสมรรถภาพสมอง
 ด้านการคิดแยกนับทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบ (หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และ
 การประยุกต์) สูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยสูงด้วย.

๑) ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดแยกนับทาง
 สัญลักษณ์ทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่า มีค่าเท่ากับ .6780 มี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิดแยกนับทางสัญลักษณ์ทั้ง
 หกแบบ มีความสัมพันธ์ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงอย่างเชื่อถือได้ หรือ
 กล่าวได้ว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 อย่างเชื่อถือได้ สอดคล้องกับลัทธิฐานที่ตั้งไว้ โดยแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีความแปรปรวนร่วมกับ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ประมาณ 46 เปอร์เซ็นต์ นับได้ว่าสูงพอสมควร เมื่อ
 เปรียบเทียบกับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดแยกนับทาง
 ภาษาตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่
 บุญเอียด ภิญโญณัตพงษ์ (บุญเอียด ภิญโญณัตพงษ์ 2517 : 75) ศึกษาพบว่า มีค่าเท่ากับ
 .6598 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หรือแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดแยกนับ
 ทางภาษาทั้งหกฉบับ มีความแปรปรวนร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประมาณ
 43 เปอร์เซ็นต์

สำหรับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยนั้น พบว่ามีค่าเท่ากับ .6952 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับมีความสัมพันธ์ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูง เชื่อถือได้ เช่นเดียวกับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือกล่าวได้ว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยอย่าง เชื่อถือได้ สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีความแปรปรวนร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ประมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยได้ดีกว่าสมรรถภาพสมองด้านการรู้จักและเข้าใจทางภาษา การสำทงภาษา การคิดเอกนัยทางภาษา และการประเมินค่าทางภาษา ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ซึ่ง ผจงจิต อินทสุวรรณ (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2517 : 52) เล่าวณิ คุณา วฒนาวุฒิ (เล่าวณิ คุณา วฒนาวุฒิ 2517 : 59) บังอร พุ่มละอวด (บังอร พุ่มละอวด 2517 : 48) และ จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ (จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ 2518 : 55) พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณกับเกณฑ์คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเท่ากับ .4473 .5350 .2707 และ .3209 ตามลำดับ ยกเว้นสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางภาษา ซึ่ง บุญเอียด ภิญโญะนิตพงษ์ (บุญเอียด ภิญโญะนิตพงษ์ 2517 : 75) พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเท่ากับ .7137 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยนั้นจะใช้สมรรถภาพสมองขบวนการคิด (Operations) ด้านการคิดเอกนัย (Convergent) มากกว่าขบวนการคิด (Operations) ด้านอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องหรือลงสรุปคำตอบที่เหมาะสมที่สุดเป็นสมรรถภาพสมองที่ใช้กันมากที่สุดระหว่างการเรียนรู้การอ่าน ทำให้มีการเรียนรู้จักและคุ้นเคยกับวิธีการ และเนื้อหา (Contents) ทางภาษา มีธรรมชาติและลักษณะเหมือนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยมากกว่าเนื้อหา (Contents) ทางด้านสัญลักษณ์ จึงทำให้สมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางด้านภาษามีแนวโน้มที่จะพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยได้ดีกว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางด้านสัญลักษณ์ เพราะตัวพยากรณ์ที่มีผลต่อเกณฑ์ได้คือนั้น ตัวพยากรณ์กับ เกณฑ์จะต้องมีธรรมชาติใกล้เคียงกัน

7. ความสำคัญสัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีค่าเป็นบวกทุกค่า สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และมีผลเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย และการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่มและการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป แทบจะไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เลย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของกิลฟอร์ด และคนอื่น ๆ (Guilford and others. 1965 : 659 - 682) ที่พบว่า สมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 สูง ได้แก่ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ และการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ และที่รองลงมาได้แก่ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป ส่วนขบวนการคิด (Operations) อื่น เช่น การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์และการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ ก็ปรากฏผลเช่นเดียวกัน คือ ผลการคิดแบบความสัมพันธ์ ระบบ และการประยุกต์ สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี ดังนั้น ถ้าจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ผลดี ครูก็ควรจะเน้นให้นักเรียนมีสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การประยุกต์ หน่วย และระบบเป็นสำคัญ และถ้าจะคิดเลือกแบบทดสอบของขบวนการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับขบวนการคิดอื่น ๆ ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดก็ควรพิจารณาแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์เป็นอันดับแรก และรองลงมาควรเป็นแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย และการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ ตามลำดับ

สำหรับค่าความสำคัญสัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยนั้น พบว่ามีค่าเป็นบวกทุกค่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์วัดสมรรถภาพสมอง

บางประการร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีธรรมชาติใกล้เคียงกัน ซึ่ง กิลฟอร์ด (Guilford. 1965 : 63) ได้กล่าวว่า เนื้อหาที่คิดทางสัญลักษณ์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่คิดทางภาษา ซึ่งแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ โดยแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูง จะอาศัยสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ตั้งแต่ขั้นการแปลงรูปลงมามากน้อยตามอันดับค่าความสัมพันธ์ และถ้าจะคัดเลือกแบบทดสอบของขบวนการคิด (Operations) ด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยร่วมกับขบวนการคิดอื่น ๆ (Operations) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ก็ควรพิจารณาแบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย เป็นอันดับแรก รองลงมาได้แก่ แบบทดสอบการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ และการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ได้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด จำนวนหกฉบับ และทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่าง

แบบทดสอบทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ผู้วิจัยขอเสนอแนะการนำผลไปใช้ ดังนี้

ครูแนะแนว ครูที่ปรึกษาหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ควรใช้แบบทดสอบทั้งหกฉบับนี้ทดสอบกับนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนเลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยได้ถูกต้อง หรือจัดนักเรียนให้ได้เรียนตรงตามความสามารถของแต่ละคน และสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยได้ ทำให้ทราบถึงจุดดีและจุดบกพร่อง ของนักเรียน จะได้ปรับปรุงแก้ไขนักเรียนแต่ละคน ทำให้ผลการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้แนวความคิดสำหรับการวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ควรนำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกมัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาแก้ไขปรับปรุง โดยสร้างข้อทดสอบไปทดลองสอบให้นักพอที่จะคัด เลือกข้อทดสอบที่ดีได้ตามต้องการ และสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับตลอดจนจัดทำคู่มือดำเนินการสอบ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน

2. ควรศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกมัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาภาษาอังกฤษ เป็นต้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการแนะแนวให้นักเรียนเลือกเรียนวิชาต่าง ๆ ตามความสามารถของนักเรียนได้ถูกต้องและกว้างขวางขึ้น

3. ควรสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิธฟอร์ดในแต่ละขบวนการคิด (Operations) ตามเนื้อหา (Contents) ต่าง ๆ โดยยึดผลการคิด (Products) เป็นเกณฑ์ในการสร้าง เช่น การรู้จักและเข้าใจทางสัญลักษณ์แบบต่าง ๆ (หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์) การจำทางสัญลักษณ์แบบต่าง ๆ (หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูปและการประยุกต์) เป็นต้น และทำการศึกษาวิจัย ดังนี้

3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่าเป็นไปตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดหรือไม่ อันเป็นการตรวจสอบทฤษฎีว่าเป็นจริงหรือไม่ต่อไป

3.2 ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย จะได้ว่าทราบว่าจุลภาค (Micro Model) ต่าง ๆ ทั้งหมด 120 แบบ จุลภาค (Micro Model) ไต่บ้าง ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย บ้างบ้าง จะได้เป็นประโยชน์ต่อการแนะแนว ที่จะให้นักเรียนเข้าเรียนได้ตรงตามความสามารถ และอาจใช้สร้างสมการพยากรณ์โดยการนำสมรรถภาพสมองตามจุลภาค (Micro Model) นั้น ๆ มาเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ทั้งนี้ เนื่องจากการพยากรณ์จะมีความแม่นยำสูง จะต้องใช้ตัวพยากรณ์หลาย ๆ ตัว

3.3 ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอื่น ๆ ต่อไปอีก เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาภาษาอังกฤษ เป็นต้น

4. ควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น เพศ บุคลิกภาพ เศรษฐกิจ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จรินทร์ ประสงค์ลัม ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
2517, 62 หน้า อุดสาเนา
- จิราภรณ์ ทิพย์รัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่า
ทางภาษาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 68 หน้า อุดสาเนา
- ชวาล แพร่ดกุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 6 ธันวาคม 2518, 434 หน้า
- ชวนชัย เชื้อสารุณ ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สามในจังหวัดชลบุรี ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2522, 208 หน้า อุดสาเนา
- ด้าย เชียงสี ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2519, 92 หน้า อุดสาเนา
- นคร เทพวรรณ สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี ปริญญาโท กศ.ม. 2521, 39 หน้า อุดสาเนา
- นิยม ปุราคำ "ระเบียบวิธีการสำรวจข้อมูลจากตัวอย่าง" วารสารรวมคำแห่ง 3 :
22 - 23 ตุลาคม 2520
- บงอร พุ่มละอาด การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัย
ทางภาษา ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริญญาโท กศ.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517, 71 หน้า อุดสาเนา
- บุญเชิด ธิญโญตันตพงษ์ การวัดและการประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์
ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2521, 416 หน้า อุดสาเนา

บุญเฮ็ด วิทยานิพนธ์ การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกมัย

ทางภาษาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรินญาณิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัย

วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517, 112 หน้า ยัดสำเนา

ผดุงจิต อินทสุวรรณ์ การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการรู้และ

เข้าใจภาษาตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปรินญาณิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517, 66 หน้า ยัดสำเนา

พลน์ ละเพียรชัย การวิเคราะห์ความสามารถทางภาษาไทยตามทฤษฎีพฤติกรรมทางสมองของ

กิลฟอร์ด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 56 หน้า

การวิจัยองค์ประกอบของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7

คณะวิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2512, 50 หน้า

ล้วน ลำยยงค์ การค้นหาวัดพหุการถ่วงชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์

ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีการศึกษา 2510 ปรินญาณิพนธ์ กค.ม.

วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2511, 107 หน้า ยัดสำเนา

หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 184 หน้า

สถาพร เทพะกุล ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ ปรินญาณิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 79 หน้า

ยัดสำเนา

สมบูรณ์ ยิตพงษ์ สมรรถภาพสมองที่ส่งผลต่อความถนัดในการเขียนเรียงความ ปรินญาณิพนธ์

กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2511, 114 หน้า ยัดสำเนา

สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ ปรินญาณิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 72 หน้า

ยัดสำเนา

ลัมศักดิ์ วะนันท์ การศึกษาศวามสามารถของการคิดแบบอเนกนัย เอกนัย และผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปรินญาณิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517,
50 หน้า อัดสำเนา

สำเริง บุญเรืองรัตน์ เทคนิคการวิเคราะห์ข้อแปรพหุคูณ สำนักทดลองทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, ไม่มีเลขหน้า

สุยงดี รัตนกุล วิธีสอนคณิตศาสตร์ ตำราชุดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ตอนที่ 3
โรงพิมพ์สุรสภา 2506, 184 หน้า

สุพิศรา สุภาพ สังคมวิทยา ไทยวัฒนาพานิช 2516, 175 หน้า

สุวรรณา มุ่งเกษม พัฒนาการของการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ปรินญาณิพนธ์
กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 170 หน้า อัดสำเนา

เสาวณี คุณาวัฒนาวุฒิ การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านความจำทาง
ภาษา ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรินญาณิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517, 80 หน้า อัดสำเนา

เสนาะ พัดทิ การศึกษาแบบทดลองทางด้านภาษาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาเรียงความของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2512 ปรินญาณิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2513, 87 หน้า อัดสำเนา

อนันต์ ศรีโสภณ การวัดและการประเมินผลการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2520, 251 หน้า

✓ Anastasi, Anne. Psychology Testing. 3rd. ed., London, Macmillan,
1968. 665 p.

Bennet, G.K., N.G. Seashore and A.G. Wesman. "The Differential Aptitude
Test an Overview," in The Personnel and Guidance Journal. p. 81 - 91.
October, 1956.

Brown, Stephen W., J.P. Guilford and Ralph Hoepfner. "Six Semantic-
Memory Abilities," in Education and Psychology Measurement. v. 28,
p. 691 - 717, Autumn, 1968.

- Caldwell, James. "Structure-of-Intellect Measures and other Test as Predictors of Success in Tenth-Grade Modern Geometry," in Educational and Psychological Measurement. v. 30, p. 437 - 441, Spring - Winter 1970.
- Cattell, Raymond B. Personality A Systematic Theoretical and Factual Study. New York, McGraw-Hill, 1950. 689 p.
- Ebel, Robert L. Measuring Educational Achievement. New Jersey, Prentice-Hall, 1965. 470 p.
- Edward, Allen L. Experimental Design and Psychological Research. New York, Holt Rinehart and Winston, 1960. 389 p.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill, 1971. 492 p.
- Glass, Gene V. and Jullan C. Stanley. Statistical Methods in Education and Psychology. New Jersey, Prentice-Hall, 1970. 599 p.
- Guilford, J.P. Fundamental Statistic in Psychology and Education. 3rd. ed., New York, McGraw-Hill, 1956. 565 p.
- _____. The Nature of Human Intelligence. New York, MacGraw-Hill, 1971. 538 p.
- _____. Psychometric Methods. New Delhi, Tata McGraw-Hill Publishing, 1954. 597 p.
- Guilford, J.P. and R. Hoepfner. The Analysis of Intelligence. New York, McGraw-Hill Book Company, 1971. 514 p.
- Guilford, J.P., R. Hoepfner and H. Peterson. "Predicting Achievement in Ninth-Grade Mathematic from Measure of Intellectual Aptitude Factors," in Educational and Psychological Measurement. v. 25, p. 659 - 682, Autumn, 1965.
- Hall, Joseph C. "A Comparative Study of Selected Measure of Intelligence as Predictors of First-Grade Reading Achievement in a Culturally Disadvantaged Population," in Dissertation Abstracts International v. 31, p. 1074-A, September, 1970.
- Harman, Harry H. Modern Factor Analysis. 2nd. ed., Chicago and London, The University of Chicago, 1967. 474 p.
- Hill, J.R. "Factor Analysis Abilities and Success in College Mathematics," in Educational and Psychological Measurement. v. 17, p. 615 - 622, Winter, 1957.

- Holly, Keith Allen. "Structure of Intellect Factor Abilities and a Self Concept Measured in Mathematics Relative to Performance in High School Modern Algebra," in Dissertation Abstracts International. v. 32, p. 2484-A, November, 1971.
- Lindquist, E.F. Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education. Boston, Houghton Mifflin, 1956. 393 p.
- Nie, Norman H. and others. Statistical Package for the Social Sciences. 2nd. ed., New York, McGraw-Hill Book Company, 1970. 675 p.
- Orpet, R.E. and C.E. Meyers. "Six Structure-of-Intellect Hypothesis in Six-Years-Old Children," in Journal of Education Psychology. v. 57, p. 341 - 346, December, 1966.
- Smith, W.W. "Differential Prediction of Two Test Batteries," in The Journal of Educational Research. 5 : 39 - 42, September, 1963.
- Thronthike, Robert L. and Elizabeth Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 3rd. ed., New York, John Willey and Sons, 1969. 705 p.
- Thurstone, L.L. Primary Mental Abilities. Chicago, The University of Chicago Press, 1958. 121 p.
- Unesco. The Teaching of Modern Language. Paris, Unesco, 1965. 295 p.
- Warren, Howard C. Dictionary of Psychology. Boston, Houghton Mifflin, 1934. 372 p.
- Wechsler, David. The Measurement and Appraisal of Adult Intelligence Scale. 4th. ed., Baltimore, The Williams and Wilkins, 1958. 307 p.
- Wert, James E.S., Charles O. Neidt and Stanley J. Ahmann. Statistical Method in Educational and Psychological Research. New York, Appleton Century Crofts, 1954. 435 p.

חברות

ตาราง 1 ค่า p , r , Δ ของข้อทดสอบการคิดเลขง่ายๆทางสัญลักษณ์แบบหน่วย

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.79	.62	9.7	14	.34	.28	14.6
2	.65	.48	11.4	15	.45	.47	13.5
3	.78	.42	9.9	16	.35	.63	14.6
4	.65	.61	11.5	17	.37	.27	14.3
5	.62	.60	11.8	18	.37	.52	14.3
6	.21	.40	16.3	19	.32	.51	14.9
7	.78	.64	9.9	20	.38	.46	14.2
8	.78	.51	9.9	21	.63	.71	11.7
9	.70	.63	10.9	22	.44	.46	13.6
10	.70	.63	10.9	23	.69	.29	11.0
11	.22	.43	16.1	24	.33	.37	14.8
12	.61	.49	11.9	25	.32	.44	14.9
13	.52	.58	12.8				

ตาราง 2 ค่า p , r , Δ ของข้อทดสอบการคิดเลขง่ายๆทางสัญลักษณ์แบบกลุ่ม

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.68	.44	11.1	14	.62	.41	11.7
2	.58	.43	12.2	15	.52	.64	12.8
3	.53	.66	12.7	16	.50	.55	13.0
4	.52	.53	12.8	17	.41	.51	13.9
5	.53	.50	12.7	18	.43	.67	13.7
6	.55	.69	12.5	19	.39	.55	14.1
7	.45	.76	13.5	20	.37	.40	14.4
8	.32	.32	14.8	21	.34	.34	14.7
9	.58	.29	12.2	22	.38	.60	14.2
10	.35	.48	14.6	23	.39	.38	14.1
11	.69	.64	11.1	24	.46	.56	13.4
12	.63	.71	11.7	25	.52	.47	12.8
13	.47	.66	13.3				

ตาราง 3 ค่า p , r , Δ ของข้อทดสอบการคิดเอกนิยมทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.73	.51	10.5	14	.42	.84	13.8
2	.74	.79	10.5	15	.77	.65	10.1
3	.69	.64	11.1	16	.73	.34	10.5
4	.38	.80	14.2	17	.45	.63	13.5
5	.63	.52	11.7	18	.50	.65	13.0
6	.75	.78	10.3	19	.28	.53	15.3
7	.44	.85	13.6	20	.44	.46	13.6
8	.39	.62	14.1	21	.48	.31	13.2
9	.40	.75	14.0	22	.43	.51	13.7
10	.70	.41	11.0	23	.34	.46	14.7
11	.55	.53	12.5	24	.40	.26	14.0
12	.46	.70	13.4	25	.33	.25	14.8
13	.35	.48	14.6				

ตาราง 4 ค่า p , r , Δ ของขั้นตอนการคิดดอกเบี้ยทางสัญญาซื้อขายแบบระบบ

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.75	.67	10.3	14	.41	.51	13.9
2	.70	.63	10.9	15	.58	.43	12.2
3	.41	.64	13.9	16	.52	.67	12.8
4	.52	.47	12.8	17	.51	.63	12.9
5	.34	.54	14.7	18	.47	.33	13.3
6	.26	.41	15.6	19	.30	.41	15.0
7	.62	.46	11.8	20	.40	.32	14.0
8	.45	.58	13.5	21	.28	.59	15.4
9	.52	.53	12.6	22	.32	.32	14.8
10	.53	.60	12.7	23	.34	.34	14.7
11	.48	.78	13.2	24	.29	.30	15.2
12	.61	.49	11.9	25	.29	.39	15.2
13	.52	.53	12.8				

ตาราง 5 ค่า p , r , Δ ของข้อทดสอบการคิดเลขง่ายทางสัญลักษณ์แบบกรแปลงรูป

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.63	.40	11.6	14	.53	.50	12.7
2	.49	.27	13.1	15	.54	.80	12.6
3	.48	.35	13.2	16	.60	.56	12.0
4	.30	.32	15.1	17	.56	.21	12.4
5	.45	.26	13.5	18	.45	.76	13.5
6	.73	.34	10.5	19	.53	.66	12.7
7	.58	.53	12.2	20	.63	.59	11.7
8	.59	.40	12.1	21	.60	.70	12.0
9	.27	.34	15.5	22	.57	.67	12.3
10	.72	.59	10.6	23	.53	.60	12.7
11	.57	.26	12.3	24	.44	.78	13.7
12	.21	.30	16.3	25	.40	.56	14.0
13	.80	.60	9.6				

ตาราง 6 ค่า p , r , Δ ของข้อทดสอบการคิดดอกเบี้ยทางสัญญาซื้อขายในระบบการประยุกต์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.53	.17	12.7	14	.43	.21	13.7
2	.48	.31	13.2	15	.25	.49	15.7
3	.47	.33	13.3	16	.25	.21	15.7
4	.27	.27	15.4	17	.32	.51	14.9
5	.45	.53	13.5	18	.31	.34	15.0
6	.40	.56	14.0	19	.55	.47	12.5
7	.45	.63	13.5	20	.32	.51	14.9
8	.42	.76	13.9	21	.22	.23	16.1
9	.45	.58	13.5	22	.21	.31	16.2
10	.30	.57	15.1	23	.41	.64	13.9
11	.47	.50	13.3	24	.27	.44	15.4
12	.56	.28	12.4	25	.36	.24	14.5
13	.28	.36	15.3				

-107-

ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดนอกกรอบกับผลสัมฤทธิ์ตามทฤษฎี

โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทคัดย่อ

ขอ

ประเล่ห์ รุ่ง สัมพงษ์ธรรม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าอิสระ

ปริญญาโทศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2524

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิด
เอกนัยทางสัญลักษณ์หกด้าน คือ หน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์
ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย
สำหรับนักเรียนระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้านกับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ค่าความสัมพันธ์สัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
ด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์แต่ละด้านที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชา
ภาษาไทย ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
ด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้นจำนวนหกฉบับ และสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัย
ทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้านจะวัดองค์ประกอบร่วมกันกี่องค์ประกอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้
เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 ในจังหวัดชลบุรี จำนวน 406 คน ซึ่งเลือกมา
โดยการสุ่มหลายขั้น

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์จำนวน
หกฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งสิ้นตั้งแต่ .6573 - .8697 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธี
ความสอดคล้องภายในทั้งสิ้นตั้งแต่ .3250 - .6110 และโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทั้งสิ้นตั้งแต่
.4610 - .7865 สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้านวัดองค์ประกอบร่วมกัน
หนึ่งองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพ
สมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชา
ภาษาไทยมีค่าเป็นบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพ
สมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกด้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชา
ภาษาไทยมีค่าเป็นบวกสูง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัด
สมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่า
เป็นบวก อย่างเชื่อถือได้มีจำนวนสี่ฉบับ เรียงตามลำดับความสำคัญดังนี้ แบบทดสอบการคิดเอกนัย
ทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ การคิดเอกนัยทาง
สัญลักษณ์แบบหน่วย และการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ และค่าความสัมพันธ์ของ

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิด เอกนัยทางสัญลักษณ์มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ภาษาไทยมีค่า เป็นบวกอย่าง เชื่อกันได้ว่ามีส่วนช่วยสืบ เรียงตามลำดับความสำคัญดังนี้ แบบทดสอบ
การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป การคิดเอกนัย
ทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบระบบ และการคิดเอกนัยทาง
สัญลักษณ์แบบกลุ่ม

THE RELATIONSHIP BETWEEN CONVERGENT PRODUCTION-SYMBOLIC ABILITIES OF
GUILFORD'S STRUCTURE-OF-INTELLECT MODEL AND ACHIEVEMENT

AN ABSTRACT

BY

PRASERT SOMPONGTAM

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
April, 1981

The purposes of this study were to investigate the relationship between the six convergent production-symbolic abilities according to Guilford's product categories (units classes relations systems transformations implications) and mathematics achievement and Thai achievement; to find the multiple correlation between the six convergent production-symbolic abilities and mathematics achievement and Thai achievement; to find the relative contributions of the various products of convergent production-symbolic abilities towards mathematics achievement and towards Thai achievement; to find the reliability and the construct validity of Convergent Production-Symbolic Tests and to analyze the six convergent production-symbolic abilities. Four hundred and six Prathom Suksa VI students of the academic year 1980 in Chonburi province were taken to be the subjects by using the multistage random sampling technique.

The results of this study indicated that the reliability of the six convergent production-symbolic tests ranged from .6573 - .8697, the construct validity of these tests using the internal consistency method ranged from .3250 - .6110 and using the factor analysis method ranged from .4610 - .7865. The six convergent production-symbolic tests were composed of one factor. The relationship between the six convergent production-symbolic abilities, mathematics achievement and Thai achievement were positively significant at .01 level. The multiple correlation between the six convergent production-symbolic abilities and mathematics achievement and Thai achievement were positively

significant at .01 level. The relative contributions of the four convergent production-symbolic tests towards mathematics achievement were highly positive, and ranged in this following order; relations, implications, units and systems. The relative contributions of the five convergent production-symbolic tests towards Thai achievement were highly positive, and also ranged from units, transformations, relations, systems and classes.