

๕๕ ๑
ธ. ๒๕๒๗
๖. ๕

ความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จาก
แบบทดสอบกับการปฏิบัติจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5
และ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสตูล

ปริญญาโท

ของ

สันติพร ศันติหาชัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน ๒๕๒๗
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จาก
แบบทดสอบกับการปฏิบัติจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4 5 และ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสตูล

บทคัดย่อ

ของ

สันติพร ตันติหาชัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน 2527

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค์าน มิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับการปฏิบัติจริง และความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค์านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของความสัมพันธ์เหล่านั้นด้วย จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดสตูล จำนวน 640 คน ซึ่งจำแนกออกเป็นสองส่วนคือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ จำนวน 431 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 209 คน

จากการศึกษาพบว่า สมรรถภาพสมองค์านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับการปฏิบัติจริง จากกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศและระดับชั้นเรียน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกกลุ่มและจากการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค์านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับการปฏิบัติจริงจากกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศและระดับชั้นเรียน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค์านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งสองค่า และเมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค์านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าว มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

THE RELATIONSHIP BETWEEN COGNITIVE ABILITY IN SQUARE
COMPLETION - SPATIAL RELATIONSHIP FROM TEST AND
PERFORMANCE DEMONSTRATED BY PRATOM SUKSA IV V AND VI
STUDENTS IN AMPHOE MUANG SATUN, CHANGWAT SATUN.

ABSTRACT

BY

SANTIPORN TANTIHACHAI

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

April 1984

The measurement of cognitive ability in square completion - spatial relationship, by this purpose, consisted of two methods, namely, by using the test and performance. This study was to find out the correlation coefficients between the two methods of measurement with reference to sexual and class levels classification. Furthermore, this study was to find out also the correlation coefficients between the mathematics achievement and each methods of the measurement. The samples for the study were 640 Pratom Suksa IV, V and VI students in Amphoe Muang Satun, Changwat Satun. They formed two groups consisted of 431 and 209 students and have been randomized separately. The group that consisted of 431 students was used for instrumental constructions of the test and the other group was the sample of the study.

The study yielded the following results the correlation coefficients between the two methods of measurement with reference to each sexes and each class levels of the samples were statistically significant at .001. The correlation coefficients between the mathematics achievement and each of the methods of measurement were also statistically significant at .001. In addition, this study determined that the

different between correlation coefficients of each pairs compared by sexual and class levels classification correspondingly were not statistically significant. Finally, the different between correlation coefficients of the pairs regarding to mathematics achievement and each of the two methods of the measurement of the samples were also not statistically significant.

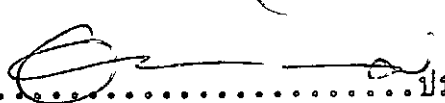
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณา
ปริญญาโทฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา


..... ประธาน

.....กรรมการ

คณะกรรมการสอบ


..... ประธาน

.....กรรมการ


.....กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลืออย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์
อังคณา สายยศ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทองหล่อ วิภาวีน ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็น
แนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่อง ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้
ขอขอบพระคุณอาจารย์ใหญ่ ครูใหญ่ และครู-อาจารย์ของโรงเรียนกลุ่ม
ตัวอย่าง และขอขอบใจนักเรียนทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ ครู-อาจารย์ และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียน
สกุศลวิทยา ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และ
ให้กำลังใจ ตลอดจนสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ดร.ณรงค์ ปิ่นนิมิต ดร.ศักดิ์สิทธิ์ ชัยติยาสุวรรณ อาจารย์
สมเกียรติ ขอบผล และขอขอบคุณคุณสุวิวัฒน์ จันทร์ลอย คุณประณีต กุลไพบูลย์
ตลอดจนที่ ๆ วัดผดรุณ 17 เพื่อน ๆ วัดผดรุณ 18 และน้อง ๆ วัดผดรุณ 19
ที่ให้ความช่วยเหลือ ห่วงใย และให้กำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัย ขอออมระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่ได้
อบรมสั่งสอน ตลอดจนญาติพี่น้องที่สนับสนุนทั้งกำลังใจทรัพย์ และกำลังใจในการศึกษา
ของผู้วิจัยตลอดมา

สันติพร ตันติหาชัย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก "ทุนศาสตราจารย์
ดร.ชวาล แพร์ตกุล" ซึ่งเป็นทุนของมูลนิธิศาสตราจารย์ ดร.ชวาล แพร์ตกุล
มอบให้แก่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อช่วยเหลือนิติในการทำวิจัยทางการ
วัดผลการศึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณอย่างยิ่ง

สันติพร ตันติหาชัย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ 1 ภูมิหลัง 1 ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 4 ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า 5 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า 6 นิยามศัพท์เฉพาะ 6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8 ความหมายของความถนัด 8 ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัด 10 ประเภทของแบบทดสอบความถนัด 15 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ 18 วิธีการตรวจให้คะแนน .. 20 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเซอร์สโตน 23 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่ใช้ วิธีการปฏิบัติจริง 27 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ .. 33 สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า 40

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	41
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	41
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	44
	โครงสร้างของแบบทดสอบ	49
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	50
	วิธีจัดกระทำกับข้อมูล	52
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	56
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
	1. ค่าสถิติพื้นฐาน	58
	2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการ ปฏิบัติจริง	60
	3. การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบ ทดสอบที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการ ปฏิบัติจริง	61
	4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการ ปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ..	62

5.	การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมอง คำนวณมีคีสัมพันธ์แบบ	
	ต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา	
	คณิตศาสตร์	66
5	สรุปผล อภิปรายผลและขอเสนอแนะ	68
	ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้	68
	กลุ่มตัวอย่าง	68
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	69
	วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	69
	การวิเคราะห์ข้อมูล	71
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
	อภิปรายผล	74
	ขอเสนอแนะ	79
	บรรณานุกรม	80
	ภาคผนวก	88

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	แสดงรายชื่อกลุ่มโรงเรียน ชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ 43
2	แสดงรายชื่อกลุ่มโรงเรียน ชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำแนกเป็นระดับชั้นเรียนและเพศ .. 44
3	แสดงการตรวจให้คะแนนของการปฏิบัติจริง 51
4	ค่าสถิติพื้นฐานของสมรรถภาพสมองค่านิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง 59
5	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิติสัมพันธ์ แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริง และผลการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เหล่านั้น .. 60
6	ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ในสมรรถภาพสมองค่านิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำ แบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริง 62
7	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิติสัมพันธ์แบบ ต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ 63
8	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิติสัมพันธ์แบบ ต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของ คะแนนมาตรฐานแบบ Fisher's Z 66

๑ ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ในสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จาก
การหาแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทาง
การ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ 67

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงลำดับขั้นของการสร้างเครื่องมือ	45
---	--	----

บทที่ ๑

บทนำ

ภูมิหลัง

วงการศึกษายุคปัจจุบัน ให้ความสำคัญต่อการวัดความถนัดทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะมีความเชื่อว่า งานแต่ละอย่างแต่ละระดับ ต้องการบุคคลที่มีความสามารถแตกต่างกันไป และไม่เชื่อว่า ทุกคนจะสามารถเรียนรู้หรือฝึกฝนสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้สำเร็จได้ผลดีเหมือนกัน บางคนอาจดีเด่นในด้านหนึ่ง แต่ถ้อยในอีกด้านหนึ่ง ไม่สามารถจะฝึกฝนให้ทุกคนเด่นถ้อยในด้านต่าง ๆ แบบเดียวกันได้หมด ทั้งยังเชื่อต่อไปว่า บุคคลใดจะเรียนรู้สิ่งใดได้ผลดีก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจและมีความถนัดในทางนั้น ในทางกลับกันถ้าเรียนรู้ในสิ่งที่ตนขาดความสนใจ และไม่มีความถนัดแล้ว ย่อมเป็นการยากที่จะประสบความสำเร็จ ดังนั้น การสอบวัดความถนัดทางการเรียนของบุคคล จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสอนที่ต้องการให้บังเกิดผลตามจุดหมายของการศึกษา (ไพศาล หวังพานิช '2526 : 119) ซึ่งตรงกับความเห็นของ สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ 2524 : 1) ที่ว่า การที่จะให้เด็กได้ประสบความสำเร็จ ทั้งในการเรียนและการงาน จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงความถนัดของเด็ก เป็นประการสำคัญ ในขณะที่เดียวกัน จะให้งานด้านใดสำเร็จไปด้วยดี จำเป็นต้องมีการเลือกเฟ้นเอาผู้ที่มีความถนัดที่งานนั้น ๆ ต้องการด้วย

การศึกษาในระดับมัธยมศึกษา เป็นการศึกษาเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ทั้งวิชาสามัญ และวิชาอาชีพที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถ ความถนัด ความสนใจ และความถนัด เพื่อให้แต่ละบุคคลเข้าใจและเลือกอาชีพที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม (แผนการศึกษาแห่งชาติ 2520 : 15) ดังนั้นโรงเรียนทุกโรงในระดับ

มัธยมศึกษาจึงจัดแผนการเรียนตามจุดมุ่งหมาย และโครงสร้างของหลักสูตร โดยพยายามให้สนองความต้องการของท้องถิ่น และตามความสามารถของโรงเรียนแต่ละโรงเรียน จึงทำให้โรงเรียนส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนแบบแผนการเรียนสำเร็จรูปให้นักเรียนสมัครเข้าเรียนในแผนการเรียนนั้น ๆ ตามความประสงค์ของนักเรียน (ประไพพรรณ โภคย์สุนทร 2526 : 35) โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับวัย ความสนใจ และความถนัดของแต่ละบุคคล (ชัยนารถ นากบุปผา 2526 : 30) แต่บางครั้ง ครู ผู้ปกครองหรือแม้แต่ตัวนักเรียนเองก็ไม่ทราบว่าตนมีสมรรถภาพสมองเด่นค้อยในด้านใด จึงเป็นการยากที่จะเลือกสาขาหรือแผนการเรียนเพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง (Anastasi. 1972 382) ถ้านักเรียนเลือกแผนการเรียนไม่ตรงกับความสามารถหรือความถนัดของตนแล้ว การเรียนของนักเรียนคนนั้นก็จะมีปัญหา ยากที่จะประสบความสำเร็จ จึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนการเรียนซึ่งจะเป็นปัญหาอย่างยิ่งแก่โรงเรียน (กรมวิชาการ 2522 : 78) ดังนั้นความถนัดทางการเรียน จึงเป็นปัจจัยอันสำคัญยิ่งที่จะช่วยชี้แนวทางของบุคคลในการที่จะเลือกเรียนวิชาหรืออาชีพที่ตนถนัด คุณสมบัติอันนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งใบด้านการศึกษา เพราะจะทำให้บุคคลได้ฝึกฝนและเรียนรู้้อย่างมีประสิทธิภาพ (สมบุญ ชาติพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ 2524 : 19) นอกจากนี้ยังสามารถใช้แบบทดสอบความถนัด วัดก่อนเรียนเพื่อตรวจดูว่า เด็กแต่ละคนจะสามารถก้าวหน้าในวิชาที่จะเรียนกันต่อไปนั้นสักเท่าใด เพื่อจะได้จัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับอรรถภาพของเขา (ชวาล แพรัตกุล 2518 : 116)

ในปัจจุบันนักวิจัยส่วนใหญ่ได้ยึดทฤษฎีของเซอร์สโตนเป็นแนวในการเขียนแบบทดสอบวัดความถนัด ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการวัดความถนัดเพื่อจะช่วยชี้แนวทางของบุคคลในการที่จะเลือกเรียนวิชาหรืออาชีพที่ตนถนัด ซึ่งเซอร์สโตนมีความเชื่อว่าสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ อันได้แก่ สมรรถภาพด้านภาษา สมรรถภาพด้านเหตุผล สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ สมรรถภาพ

ด้านการรับรู้ สมรรถภาพด้านความคล่องแคล่วในการใช้กำ และสมรรถภาพด้านความจำ (ทองหล่อ วิชาวิน 2524 : 25 - 36) ว่างงานวิจัยที่ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2513 : 78) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ซึ่งแยกเป็นแบบทดสอบตัดกระดาษ แบบทดสอบซ่อนภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบซ่อนภาพ แบบทดสอบต่อภาพ และแบบทดสอบหาคำตรงข้าม นั้น แบบทดสอบต่อภาพ เป็นแบบทดสอบที่มีตัวประกอบมิติสัมพันธ์สูงที่สุด

สำหรับความหมายของความถนัด ชวาล แพริตกุล (ชวาล แพริตกุล 2517 : 50) ได้กล่าวไว้ว่า "ความถนัด หมายถึง สมรรถวิสัย และทิศทางแห่งความมอ่งงามของสมอง หรือ เป็นขีดระดับความสามารถของบุคคลที่เขาอาจมีอาจได้ต่อการเรียนรู้ และการฝึกฝนในวิทยาการต่าง ๆ และทักษะทั้งปวง ถ้าหากเขาได้รับประสบการณ์ และการสอนฝึกที่เหมาะสม" ซึ่งสอดคล้องกับอาฮมันน์ (Ahmann. 1965 : 81) ซึ่งนิยามว่า "ความถนัดคือ ศักยภาพของแต่ละบุคคล ในการเรียนรู้ทักษะ เมื่อได้รับการฝึกฝน" นั่นคือความถนัดเป็นสิ่งที่สามารถฝึกฝนกันได้ ถ้าหากสามารถจะจัดสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการฝึกความถนัดในด้านนั้น ๆ

✓จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ วัยเด็กตอนปลายในช่วง 7 - 11 ปี จะมีการพัฒนาสมรรถภาพสมองถึงขั้นที่สามารถคิดปัญหาได้อย่างมีเหตุผลสามารถรับรู้ จำแนกแยกแยะในสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น ความยาว ความสูง ขนาด น้ำหนัก ปริมาตร (ศิริพันธ์ เพชรทองคำ และคนอื่น ๆ 2521 : 43) ส่วนพรรรณี ฐุทัย (พรรรณี ฐุทัย 2522 : 65 - 117) ได้กล่าวว่านักเรียนในระดับอายุ 11 - 12 ปี สามารถสร้างภาพในใจหรือจินตนาการรูปธรรมได้ เด็กสามารถแยกแยะความแตกต่างของความยาว รูปทรงต่าง ๆ และสามารถจัดประเภทของรูป 2 มิติ 3 มิติ ตลอดจนรูปร่างสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมและรูปหลายเหลี่ยมได้ นอกจากนั้น

ยังมีความสามารถที่จะเชื่อมโยงรูปทรงทางเรขาคณิตวิธีต่าง ๆ มากมาย และเริ่มมีความสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมได้ นั่นคือนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 มีการพัฒนาทางสมรรถภาพสมองถึงขั้นที่จะรับรู้ค่านิมิตสัมพันธ์ หรือสามารถที่จะฝึกฝนสมรรถภาพสมองค่านี้อแล้ว

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทราบถึงความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์ ที่เกี่ยวกับการต่อภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบ กับการปฏิบัติจริงของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ซึ่งถ้าผลการวิจัยพบว่ามีความสัมพันธ์กันสูง ผู้วิจัยจะได้นำอุปกรณ์ที่ใช่ในการปฏิบัติจริงนี้เป็นแบบฝึก สมรรถภาพสมองค่านี้อ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความถนัดในด้านดังกล่าวต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับการทำโดยปฏิบัติจริง โดยจำแนกตามกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.1 เพศ

1.2 ระดับชั้นเรียน

2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และการทำโดยปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์ ในสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับการทำโดยปฏิบัติจริง ซึ่งจำแนกตามกลุ่มตัวอย่างดังนี้

3.1 เพศ

3.2 ระดับชั้นเรียน

4. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์ในสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และการทำโดยปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบว่า การวัดสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่ได้จากการทำแบบทดสอบกับการทำโดยปฏิบัติจริงนั้น มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด ถ้ามีความสัมพันธ์กันสูง ก็สามารถจะใช้การวัดสมรรถภาพค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพจากการทำแบบทดสอบแทนการวัดที่ต้องอาศัยการปฏิบัติจริง

2. ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ของการวัดสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับการทำโดยปฏิบัติจริง ว่ามีความแตกต่างกันในระหว่างเพศ และระดับชั้นเรียนหรือไม่ เพื่อจะเป็นแนวทางในการพิจารณาประกอบการใช้เครื่องมือ เช่น ในการสอบวัด หรือการนำไปฝึกเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพแก่เด็ก

3. ทำให้ทราบว่า สมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และการทำโดยปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด เพื่อนำไปเป็นข้อพิจารณาในการเลือกวิธีส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์แก่เด็ก

4. ทำให้ได้เครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่เป็นแบบทดสอบ และที่เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติจริง ซึ่งมีคุณภาพ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช่ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนในสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (สพช.) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสตูล จำนวน 43 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 4,270 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช่ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ปีการศึกษา 2626 ของโรงเรียนในสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสตูล จำนวน 640 คน โดยจำแนกออกเป็นสองส่วน ดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช่สร้างเครื่องมือ จำนวน 431 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช่ในการศึกษาวิจัย จำนวน 209 คน

3. ตัวแปรที่ใช่ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้

3.1 สมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ

3.2 สมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการหาโดยปฏิบัติจริง

3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.4 เพศ โดยจำแนกตามเพศชายและหญิง

3.5 ระดับชั้นเรียน โดยจำแนกตามประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. นิมิตสัมพันธ์ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพที่มีขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ระยะทาง ทิศทาง ความสูงต่ำ รูปร่าง ทรวดทรง พื้นที่ และปริมาตร

2. สมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นและเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของภาพที่กำหนดให้ จนสามารถสร้างมโนภาพทำให้เกิดจินตนาการได้ว่า ภาพชิ้นส่วนที่กำหนดให้ซึ่งเป็นรูปทรงเรขาคณิตในตัวเลือกที่นำไปประกอบกับรูปทรงเรขาคณิตที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีบางส่วนขาดหายไป แล้วทำให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ และสามารถวัดออกมาเป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. การปฏิบัติจริง หมายถึง การลงมือทำจริง ๆ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้สอบจะต้องลงมือทำจริง ๆ เกี่ยวกับการต่อภาพโดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพทุกประการ แต่อุปกรณ์นี้ผู้สอบสามารถจะหยิบชิ้นส่วนที่กำหนดในตัวเลือกไปประกอบกับส่วนที่เป็นโจทย์ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีบางส่วนขาดหายไปได้จริง ๆ และการสอบแบบการปฏิบัติจริงนี้จะมีลักษณะเป็นการสอบแบบรายบุคคล

4. แบบทดสอบที่มีคุณภาพ หมายถึง แบบทดสอบที่มีลักษณะต่อไปนี้

4.1 แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคูเคอร์

ริชาร์ดสัน 20 (Kuder - Richardson 20 หรือ K - R 20)

4.2 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยยึดทฤษฎีและรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพของเซอร์สโตน แล้วตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเฟส (Face Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ

4.3 แบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคำนวณจากเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และใช้ตารางของ จุงเต๋ฟาน (Chung - Teh Fan)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางทักษะและความสามารถทางสมองในการที่จะคำนวณ และแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ที่นักเรียนได้เรียนจนจบตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ของกลุ่มโรงเรียน และวัดออกมาตามผลการสอบประจำภาคเรียนที่สองของแต่ละโรงเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ศึกษาตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายของความถนัด
2. ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัด
3. ประเภทของแบบทดสอบความถนัด
4. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์กับสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์
5. การตรวจให้คะแนน
6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์

ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของ เซอร์สโตน

7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่ใช้วิธีการปฏิบัติจริง
8. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์

ความหมายของความถนัด

คำว่า "Aptitude" มีรากศัพท์มาจาก Aptos ซึ่งเป็นภาษากรีก แปลว่า "เหมาะสมกับ" (Fitted for) (ทองหล่อ วิชาวิน 2524 : 14) นอกจากนี้ยังมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความถนัดไว้ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

วอร์เรน (Warren. 1934 18) ให้ความหมายว่า ความถนัดคือ สภาวะ หรือมวลลักษณะ ซึ่งแสดงความสามารถของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ อัน ก่อให้เกิดความรู้ ทักษะ หรือการตอบสนองในเรื่องหนึ่งเรื่องใดโดยเฉพาะ

เรมเมอร์และเกจ (Remmer and Gage. 1955 : 370) ได้กล่าวว่า ความถนัด คือ ลักษณะปัจจุบันของบุคคล ซึ่งได้รับการพิจารณาว่าเป็นตัวพยากรณ์ ผลสัมฤทธิ์ในอนาคตของบุคคลใด

อาห์มานน์ (Ahmann. 1965 81) ให้ความหมายว่า ความถนัดคือ ศักยภาพของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ทักษะ เมื่อได้รับการฝึกฝนมา

ทอร์นไคค์และฮาเกน (Thorndike and Hagen. 1969 : 644) อธิบายว่า ความถนัดหมายถึง ความพร้อมที่จะเรียนรู้ ซึ่งความพร้อมนี้ ไม่ทราบว่ามี สัดส่วนที่แท้จริงอยู่เท่าไร แต่ความพร้อมที่จะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะของ พันธุกรรม ประสบการณ์ทาง坎สิ่งแวดล้อมทางกาย และการเรียนรู้ในอดีต

ชวาล แพร์คกุล (ชวาล แพร์คกุล 2517 : 50) กล่าวว่า ความถนัด หมายถึง สมรรถวิสัย (Capacity) และทิศทางแห่งความงอกงามของสมองหรือ อาจกล่าวให้ง่ายขึ้นก็หมายถึง ซีกระดับความสามารถของบุคคลที่เขาอาจมีอาจได้ต่อ การเรียนรู้และการฝึกฝนในวิทยาการต่าง ๆ และทักษะทั้งปวง ถ้าหากเขาได้รับ ประสบการณ์และการสอนฝึกที่เหมาะสม

วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2517 : 1) ได้นิยามว่า ความถนัด เป็นความสามารถอันเกิดจากการสะสมประสบการณ์เก่า ๆ ที่ได้เรียนรู้ มาในอดีตแล้วกลายเป็นความสามารถอันใหม่

เคโซ สวานานท์ (เคโซ สวานานท์ 2520 : 22) ให้ความหมายของ ความถนัดว่า เป็นความสามารถที่จะกระทำกิจกรรมใดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการฝึกฝนอบรมเพื่อกระทำกิจกรรมนั้นตามสมควร ไม่ว่ารูปการฝึกอบรมนั้น จะเป็น อย่างมีระบบแบบแผนหรือไม่ก็ตาม

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเริ่ง บุญเรืองรัตน์ (สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเริ่ง บุญเรืองรัตน์ 2524 : 17) ได้นิยามว่า ความถนัดหมายถึง สมรรถภาพ หรือศักยภาพ หรือความสามารถในตัวบุคคล อันเป็นผลมาจากการฝึกฝนความรู้ และ ประสบการณ์ทั้งสิ้นทั้งปวง

ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 41) ให้ความหมายของความถนัดว่า หมายถึง ความสามารถที่บุคคลได้รับ ประสบการณ์ฝึกฝนตนเอง และมีการสั่งสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะพิเศษเด่นชัดในด้านใด ด้านหนึ่ง และพร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นได้เป็นอย่างดี

จากความหมายของความถนัดที่ยกมา อาจจะสรุปความหมายของความถนัด ได้ว่า ความถนัด หมายถึง กลุ่มของคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวบุคคลที่ได้สั่งสมมาจากการ ฝึกฝน เรียนรู้ หรือประสบการณ์ทั้งปวง ทำให้บุคคลสามารถปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี และสามารถนำไปเป็นทรัพยากรอันผลสัมฤทธิ์ในด้านต่าง ๆ ของบุคคล ในอนาคตได้

ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัด

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับสมรรถภาพสมองและความถนัดมีหลายทฤษฎี แต่ที่สำคัญและ พอจะจัดระบบได้มีดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni - Factor Theory หรือ Global Theory) เป็นแนวคิดของบิเน็ตและซิมอน (Binet and Simon, 1950) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียว ไม่แบ่งแยกออกเป็น ส่วนย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General Ability) (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 42)

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two - Factor Theory) เป็นแนวคิดของนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ชื่อ ชาร์ล สเปียร์แมน (Charles Spearman, 1927)

ซึ่งเขาได้วิเคราะห์คุณลักษณะโดยใช้กระบวนการทางสถิติ พบว่า กิจกรรมทางสมองทั้งหลาย ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า G - Factor

2.2 องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า S - Factor (ทองหล่อ วิชาวัน 2524 : 20)

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple - Factor Theory) เป็นแนวคิดของเซอร์สโตน (L.L. Thurstone) เขาได้เสนอทฤษฎีเมื่อ ค.ศ. 1933 โดยได้วิจัยโครงสร้างของสมองอย่างกว้างขวาง และได้ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) และได้พบว่าความสามารถทางสมองได้แยกออกเป็นส่วนย่อยๆ หลายกลุ่ม และแต่ละกลุ่มทำหน้าที่เป็นอย่างไรๆ ไปโดยเฉพาะ หรืออาจจะทำงานร่วมกันบ้างก็ได้ และพบว่าความสามารถทั่วไป (G - Factor) ของสเปียร์แมน แท้จริงแล้วเป็นเพียงความสามารถทางภาษาเท่านั้น ส่วนองค์ประกอบย่อยนี้ เซอร์สโตนให้ชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมอง (Primary Mental Abilities) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถของมนุษย์ที่เห็นได้ชัดและสำคัญ 7 ประการดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2525 : 45)

3.1 องค์ประกอบทางภาษา (Verbal Factor) ใช้ย่อว่า V องค์ประกอบส่วนนี้ ของสมองจะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจภาษา การสื่อสารทั่วไป ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูง จะมีความสามารถในการเข้าใจศัพท์ ข้อความ บทกวี เรื่องราวต่าง ๆ ที่อ่าน ความมีเหตุผลทางภาษา และการเลือกใช้ภาษาอย่างเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด 2521 : 63) ซึ่งจะส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และอาชีพที่เกี่ยวข้อง เช่น ครู หน่วยงาน นักประพันธ์ นักวิจารณ์ นักหนังสือพิมพ์ และถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างมากในสังคมมนุษย์ เพราะต้องใช้ในการสื่อสารอยู่ตลอดเวลา (ไพศาล หวังพานิช 2526 : 120)

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor) ใช้อักษร W เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มีความสามารถในการเจรจา (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 46) นอกจากนี้ยังส่งผลต่อบุคคลที่ต้องใช้ทักษะในการพูด การเขียน เช่น การโฆษณา นายหน้า นักธุรกิจ และนักเขียนเป็นต้น (ไพศาล หวังพานิช 2526 . 120)

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor) ใช้อักษร N เป็นความสามารถเกี่ยวกับการเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและปริมาณ ความเข้าใจ ความหมายของจำนวน และกลวิธีในการคิดคำนวณ ความสามารถในด้านนี้มีความจำเป็นสำหรับอาชีพที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข เช่น นักคำนวณ นักสถิติ สมุหบัญชี การพาณิชย์ และนักเศรษฐศาสตร์เป็นต้น (ไพศาล หวังพานิช 2526 . 120)

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor) ใช้อักษร S เป็นความสามารถที่ส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความไกล ไกล สูง ต่ำ พื้นที่ ทรวดทรง และปริมาตร เป็นต้น เป็นความสามารถของสมองที่ช่วยให้เกิดจินตนาการและมโนภาพ นึกเห็นภาพสิ่งๆ ที่ส่วนประกอบเมื่อถูกแยก และเห็นเค้าโครงสร้าง เมื่อนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาผสมเข้าด้วยกัน ความสามารถนี้จะส่งผลในวิชา เรขาคณิต วาดเขียน แผนที่ และการฝึกมือในโรงเรียน และในชีวิตจริงความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้เป็น นักออกแบบ เขียนแปลน นักวางผังเมือง นักวิศวกร นักสถาปนิก เป็นต้น แม้กระทั่ง การขับรถ การจัดบริเวณบ้าน หรือห้องรับแขก ให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสมจะ ก็จะต้องอาศัยความสามารถด้านนี้ เป็นต้น (ชวาล แพรัตกุล 2517 : 65)

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor) ใช้อักษร M เป็นความสามารถด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกจรรู้จนสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้ว หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ก็ได้ ซึ่ง

ถือว่าเป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2525 : 46)

3.6 องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา หรือ ด้านสังเกตรับรู้ (Perceptual Speed Factor) หมายความว่า P เป็นความสามารถในการเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้มาก ถูกต้อง และรวดเร็ว อาจจะเป็นในรูปของการพิจารณา ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ ก็ได้ เด็กที่มีสมรรถภาพด้านนี้สูง จะสามารถคัดลายมือ และทำงานที่ละเอียดประณีตได้เป็นอย่างดี เป็นผู้ที่มีสายตาแหลมคม และมีประสาทไวต่อสิ่งเร้าได้อย่างฉับพลัน วิชาชีพที่เหมาะสมกับสมรรถภาพของสมองชนิดนี้ก็ได้แก่งานตรวจคุณภาพต่าง ๆ การใช้กล้องจุลทรรศน์ ช่างเขียน ช่างถ่ายรูป นักพิมพ์ดีด ช่างแกะนาฬิกา ช่างแก้เครื่องที่มีขนาดเล็ก และต้องการความประณีตมาก ๆ (ชวาล แพร์ศกุล 2517 : 65)

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor) หมายความว่า R ซึ่งบางทีก็ใช้ Induction หรือ General Reasoning องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจรรณญาณ หาเหตุผล ค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎ หรือ ทฤษฎี (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2525 : 47)

ทอมกิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเซอร์สโตน (L.L. Thurstone) โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดสติปัญญาที่มีอยู่ในสมัยนั้น แล้วเสนอโครงสร้างของสมอง (Structure of Intellect Theory) โดยอธิบายโครงสร้างในลักษณะของความสามารถทางสมองของมนุษย์ เป็นแบบจำลองในลักษณะสามมิติ (Three Dimensional Model) ซึ่งประกอบด้วย

มิติแรก คือ เนื้อหา (Contents) ซึ่งสามารถแยกข้อมูลเป็นสี่พวก

มิติที่สอง คือ วิธีการคิด (Operation) ซึ่งสามารถแยกวิธีการคิดออกเป็นห้าพวก

และมิติที่สาม คือ ผลของการคิด (Products) ซึ่งสามารถแยกผลผลิตของการคิดได้เป็นหกพวก

แบบจำลองสามมิติของสมรรถภาพสมอง ประกอบด้วย 120 ก้อน ซึ่งแต่ละก้อนจะประกอบด้วยสามมิติ คือ เนื้อหา วิธีการคิด และผลผลิตของการคิด (ทองหล่อ วิภาวีน 2524 : 26 - 29)

4. ทฤษฎีลำดับชั้น (Hierarchical Theory) ทฤษฎีนี้กลุ่มนักจิตวิทยาชาวอังกฤษมี เวอร์นอน (Vernon) ทอมสัน (Thomson) และเบอร์ต (Burt) เป็นผู้ก่อตั้งขึ้น โดยมีความเชื่อว่า สถิติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

4.1 สถิติปัญญาที่เป็นอิสระปราศจากการเรียนรู้และประสบการณ์ ซึ่งเรียกว่า ฟลูอิด อบิลิตี้ (Fluid Ability) เป็นสมรรถภาพสมองที่เกิดจากพันธุกรรม

4.2 สถิติปัญญาที่เกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ เรียกว่า คริสทอลไลซ์ อบิลิตี้ (Crystallized Ability) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่ (Major Group Factors) องค์ประกอบย่อย (Minor Group Factors) และจะมีความสามารถเฉพาะ (Specific Factors) สำหรับในองค์ประกอบใหญ่ยังประกอบด้วยส่วนสำคัญอยู่สองส่วนคือ Verbal Educational หรือ V ed ได้แก่ ภาษาและตัวเลข อีกส่วนหนึ่งเรียกว่า Practical Mechanical หรือ K ; m อันได้แก่ ความสามารถทางเครื่องกล และสมรรถภาพทางมิติสัมพันธ์ (สมบูรณ์ จิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ 2524 : 15 - 16)

สำหรับทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยตรงนั้น ยังไม่มีผู้ใดกล่าวไว้ เพราะส่วนใหญ่จะกล่าวรวมไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับความถนัด เช่น ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเซอร์สโตน หรือของกิลฟอร์ด หรือตามทฤษฎีลำดับชั้นของเวอร์นอน ทอมสัน และเบอร์ต ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ประเภทของแบบทดสอบความถนัด

นักการศึกษาหลายท่านพยายามจะจำแนกประเภทของแบบทดสอบความถนัดออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ตามทัศนะของแต่ละท่าน เมอร์เรนส์ และ เลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann, 1979 415 - 451) ได้แบ่งแบบทดสอบความถนัดเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้สี่ประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบความถนัดทั่วไปเป็นรายบุคคล
2. แบบทดสอบความถนัดทั่วไปเป็นกลุ่ม
3. แบบทดสอบความถนัดหลายองค์ประกอบ
4. แบบทดสอบความถนัดพิเศษ

แบบทดสอบความถนัดทั่วไปเป็นรายบุคคล (Individually Administered Tests of General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้พยากรณ์ความสามารถโดยส่วนรวมของบุคคลว่า จะประสบผลสำเร็จด้านอาชีพ หรือด้านการศึกษาหรือไม่ ตัวอย่างแบบทดสอบประเภทนี้ คือ แบบทดสอบสแตนฟอร์ด - บิเนต ฉบับปีที่ 1937 จะมีสองพอร์มคือ L และ M (Stanford - Binet, Form L and M) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบที่ต้องใช้ภาษาและไม่ต้องใช้ภาษา รวมทั้งแบบทดสอบที่ต้องปฏิบัติจริง (Performance Test) แบบทดสอบของ เวชส์เลอร์ (The Wechsler Scale) ซึ่งแยกออกเป็น WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale) ซึ่งใช้กับบุคคลที่มีอายุตั้งแต่ 16 ปีขึ้นไป WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children) สำหรับเด็กที่มีอายุ 5 - 15 ปี ต่อมาปรับปรุงฉบับ WISC เป็น WISC - R เพื่อใช้กับบุคคลที่มีอายุตั้งแต่ 6 - 16 ปี และ WPPSI (Wechsler Pre - school and Primary Scale of Intelligence) สำหรับเด็กอายุ 4 - 6½ ปี ซึ่งแบบทดสอบทุกชุดของเวชส์เลอร์จะประกอบด้วยข้อสอบสององค์ประกอบใหญ่ คือ แบบทดสอบทางภาษา (Verbal scale) กับแบบทดสอบปฏิบัติจริง (Performance scale)

แบบทดสอบความถนัดทั่วไปเป็นกลุ่ม (Group Tests of General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีประโยชน์มากกว่าแบบทดสอบเป็นรายบุคคล เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันในสถาบันการศึกษา ตัวอย่างของแบบทดสอบประเภทนี้ คือ แบบทดสอบ อาร์มี แอลฟา (Army Alpha) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในช่วงสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง ซึ่งเน้นทางภาษา แต่เนื่องจากทหารบางคนอ่านหนังสือไม่ออก จึงจำเป็นต้องปรับปรุงเป็น อาร์มี เบต้า (Army Beta) ซึ่งเน้นไปทางรูปภาพ แบบทดสอบโอทีส - เลนนอน (OLMAT หรือ Otis - Lennon Mental Ability Test) เพื่อวัดระดับความสามารถทางสมอง นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบความถนัดเชิงวิชาการของสภาการสอบคัดเลือกเข้าวิทยาลัย (SAT หรือ College Entrance Examination Board Scholastic Aptitude Test)

แบบทดสอบความถนัดหลายองค์ประกอบ (Multifactor Aptitude Tests) เป็นแบบทดสอบที่วัดทางด้านต่าง ๆ หลายด้าน หรือเป็นแบบทดสอบความถนัดในกิจกรรมต่าง ๆ ทั่วไป แบบทดสอบประเภทนี้ประกอบด้วยชุดของแบบทดสอบความถนัดที่เน้นเฉพาะด้านหลาย ๆ ชุดรวมเข้าด้วยกัน ตัวอย่างของแบบทดสอบประเภทนี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดความถนัด ดีเอที (DAT หรือ Differential Aptitude Test) เป็นชุดของแบบทดสอบที่วัดองค์ประกอบแยกด้าน คือ เหตุผลทางภาษา ความสามารถด้านตัวเลข เหตุผลโดยใช้อนุกรมภาพ ด้านเชิงกล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านสะกดคำ การรู้ภาษาและความสามารถในการจำแนกความคล้ายคลึง หรือความเหมือนได้อย่างรวดเร็ว ชุดแบบทดสอบความถนัดทั่วไปจีเอทีบี (GATB หรือ General Aptitude Test Battery) ซึ่งสร้างโดย The Bureau of Employment Security ในปี 1946 และปรับปรุงในปี 1970

แบบทดสอบวัดความถนัดพิเศษ (Special Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบความถนัดที่มุ่งวัดความสามารถทางศักยภาพของแต่ละบุคคลในกิจกรรมชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะแบบทดสอบความถนัดพิเศษใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกอาชีพ การศึกษา และการแนะแนว เช่น แบบทดสอบเกี่ยวกับการมองเห็นและการได้ยิน (Tests of Vision and Hearing) แบบทดสอบความถนัดด้านเชิงกล (Mechanical Aptitude Tests) แบบทดสอบความถนัดทางเสมียน (Clerical and Stenographic Aptitude Tests) แบบทดสอบความถนัดเชิงดนตรี และศิลปะ (Musical and Artistic Aptitude Tests)

ส่วนการ์เรตต์ (Garrett, 1966 4) ได้จำแนกแบบทดสอบสติปัญญาหรือความถนัดออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดสติปัญญาเป็นรายบุคคล
2. แบบทดสอบวัดสติปัญญาเป็นกลุ่ม
3. แบบทดสอบวัดสติปัญญาโดยการปฏิบัติจริง

สำหรับแบบทดสอบวัดสติปัญญาเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มนั้น เข้ากับประเภทของแบบทดสอบความถนัดตามทัศนะของ เมอร์เรตต์ และ เลห์มานน์ ซึ่งได้กล่าวแล้ว

แบบทดสอบวัดสติปัญญาโดยการปฏิบัติจริง (Performance Test) เป็นแบบทดสอบที่ไม่ต้องใช้ความสามารถทางด้านภาษาแปลความหมายของคำถามเพื่อตอบ แบบทดสอบนี้มุ่งวัดความสามารถทางจิตใจและความเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น การทำภาคปฏิบัติต่าง ๆ นักเรียนจะต้องสนองคำถามของครูด้วยการใช้มือ หรือทักษะกลไกแทน พฤติกรรมทางวาจา หรืออาจจะแสดงท่าทางเป็นการตอบสนอง หรืออาจจะใช้แบบเขียนตอบ (รุจิร ภูสาระ 2520 : 30) แบบทดสอบวัดสติปัญญาหรือความถนัดโดยการปฏิบัติจริง เป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบวัดสติปัญญาเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม และแบบทดสอบที่สำคัญซึ่งใช้กันมาก (จำเปียร ชวงโชติ และ คนอื่น ๆ 2522 : 79 - 82) ได้แก่แบบทดสอบกระดานขึ้นส่วนเซกวิน (Seguin Form

Board) แบบทดสอบการปฏิบัติจริง ไพนต์เนอร์ - แพตเตอร์สัน (Pintner - Paterson Scale of Performance Test) และแบบเติมรูปภาพฮิลล์ (Healy Picture Completion) เป็นต้น

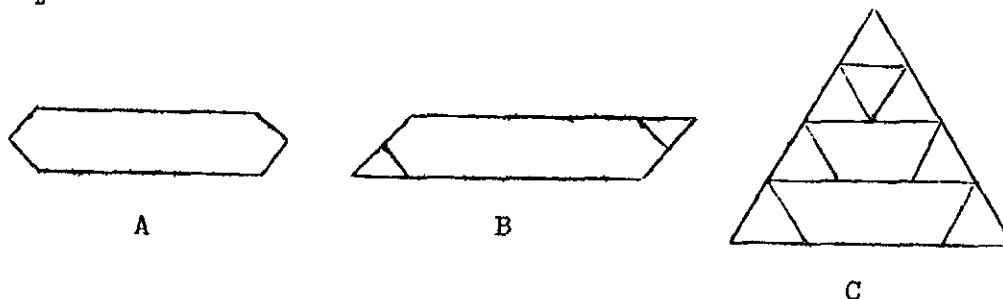
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับสมรรถภาพสมองค่านิยมสัมพันธ

เพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของคนเป็นขั้นใหญ่ ๆ ไล่ระยะ (สุพล บุญทรง 2523 : 61 - 63) ดังต่อไปนี้

1. ระยะพัฒนาการทางค่านประสาทสัมผัส (Sensory motor period) อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี
2. ระยะก่อนที่จะสามารถคิดหาเหตุผลได้ (Pre - operational period) อยู่ในช่วงอายุ 2 - 7 ปี
3. ระยะสามารถคิดหาเหตุผลในสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ (Concrete - operational period) อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 7 - 11 ปี
4. ระยะสามารถคิดหาเหตุผลในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ (Formal operational period) อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 12 ปี ขึ้นไป

นอกจากนี้เพียเจต์ได้อธิบายว่า เด็กในช่วงอายุ 6 - 7 ปี สามารถที่จะสังเกตเห็นและรับรู้เรื่องขนาดได้แต่ยังไม่ถูกต้องชัดเจน จนกว่าอายุ 7 - 8 ปี จึงจะเข้าใจเรื่องส่วนสูง ส่วนกว้าง และเมื่ออายุ 9 - 10 ปี จึงจะสามารถวาดภาพส่วนสูงส่วนกว้างได้ เมื่ออายุ 11 ปี จึงจะมีความเข้าใจในเรื่องนี้เป็นอย่างดี (นิภา นิชยานน ม.ป.ป. : 90) ซึ่งสอดคล้องกับประยูรศรี สุยะศุนานนท์ และ ชื่นบาน พวงบุตร (ประยูรศรี สุยะศุนานนท์ และชื่นบาน พวงบุตร 2521 : 86) ที่กล่าวว่า เด็กในวัย 8 ปี จะมีความคิดเกี่ยวกับขนาด เริ่มสังเกตสัดส่วนของสิ่งของการเคลื่อนไหวของสิ่งต่าง ๆ รู้จักกะขนาดของวัตถุ ได้เหมาะสมกับขนาดของกระดาษ สามารถเปรียบเทียบ รูปร่าง ขนาด และสีได้

จันทมาศ ชื่นบุญ และคนอื่น ๆ (จันทมาศ ชื่นบุญ และคนอื่น ๆ 2515 : 171) ได้ยกตัวอย่างของการทดสอบการรับรู้ส่วนรวมและส่วนย่อยของเด็ก จากรูป ข้างล่างนี้



นาไปทดลองกับเด็กอายุ $5\frac{1}{2}$ ถึง $6\frac{1}{2}$ ปี โดยให้เด็กค้นหาภาพที่มีลักษณะเดียวกันหรือคล้ายกันกับ ภาพ A จากภาพ B และภาพ C ปรากฏว่าเด็กที่มีสติปัญญาสูงเท่า่นั้นที่สามารถค้นหาพบ สำหรับเด็ก 8 - 10 ปี จะพบความลำบากใจในการค้นหาภาพที่ต้องการดังกล่าวจากเค้าโครงทั้งหมดที่เขาไม่คุ้นเคยมาก่อน การค้นหาภาพที่ต้องการได้ถูกต้องได้เริ่มพัฒนาดีขึ้น ในเด็กอายุระหว่าง 10 - 13 ปี ผลจากการทดลองนี้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียบเจต์ ส่วนรูปแบบของการทดลองนี้มีลักษณะเหมือนกับแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ

ส่วน ศิรินันท์ เพชรทองคำ และคนอื่น ๆ (ศิรินันท์ เพชรทองคำ และคนอื่น ๆ 2521 : 43) ได้กล่าวว่า เด็กที่อยู่ในช่วงวัยเด็กตอนปลาย อายุประมาณ 7 - 11 ปี จะมีการพัฒนาสมรรถภาพถึงขั้นที่สามารถคิดปัญหาได้อย่างมีเหตุผล สามารถรับรู้จำแนกแยกแยะในสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น ความยาว ความสูง ขนาดน้ำหนัก ปริมาณ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ (บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ 2526 : 62 - 63) กล่าวว่า เด็กในช่วงอายุประมาณ 7 - 11 ปี (หรืออาจถึง 12 ปี) จะมีความสามารถเรียนรู้ได้ไม่ว่าจะเป็นการกลับไปกลับมาในมิติต่าง ๆ สามารถเปรียบเทียบปริมาณ ขนาด จำนวน และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนความหมายของส่วนรวมและส่วนย่อย

การนำเอาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์มาใช้ในการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเด็กประถมในช่วงอายุ 11 - 12 ปี เป็นวัยที่เด็กสามารถ จะสร้างภาพในใจได้ จึงมีความสามารถในการวัด และทราบถึงความแตกต่างของความ ยาว, รูปทรงต่าง ๆ และสามารถจัดประเภทของรูปสองมิติ สามมิติ ตลอดจนรูป สามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม หรือรูปหลาย ๆ เหลี่ยม นอกจากนี้ยังมีความสามารถพอ ที่จะเชื่อมโยงรูปทรงทางเรขาคณิตวิธีต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการ เรียนวิชาเรขาคณิตชั้นสูงต่อไป ดังนั้น เพียเจต์ จึงได้เสนอแนะว่าควรจักสอน วิชาเรขาคณิตในโรงเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 5 หรือประถมศึกษาปีที่ 6 (พรรณี ชูชัย 2522 : 65 - 117)

จะเห็นว่าตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์นั้นเด็กในช่วงวัยเด็ก ตอนปลาย ซึ่งมีอายุประมาณ 7 - 11 ปี หรืออาจถึง 12 ปี ซึ่งเป็นนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 จะมีสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แล้ว และจะเด่น ชัดมาก ๆ ในช่วงอายุ 11 - 12 ปี หรือในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีการตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนในแบบทดสอบเลือกตอบที่มีหลายตัวเลือก (Multiple choice) นอกจากจะให้คะแนนแบบทำถูกได้ 1 คะแนน และผิดได้ 0 คะแนนแล้ว ยังมีผู้เสนอแนวความคิดการตรวจให้คะแนนไว้หลายแบบดังต่อไปนี้

คูมบ์ส (Coombs. 1953 308 - 313) ได้เสนอวิธีตอบ โดยให้เลือก ตอบตัวเลือกที่ผิดแทนการเลือกตัวเลือกที่ถูก สำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีหลายตัวเลือก เขาให้เหตุผลว่าตัวเลือกผิดนั้นมีจำนวนมากกว่าตัวถูก ดังนั้นผู้สอบจะต้องใช้ความสามารถ ได้สมมุติว่า การเลือกตัวถูกเพียงตัวเดียว ซึ่งมีหลักการให้คะแนนดังนี้ ถ้าใส่ เครื่องหมายผิดตรงตัวเลือกที่ผิดจริงก็จะได้ 1 คะแนน แต่ถ้าใส่เครื่องหมายผิดตรงตัว เลือกที่ถูก เขาจะได้คะแนน $1 - k$ (k คือจำนวนตัวเลือกทั้งหมดในแต่ละข้อ)

ดังนั้นในข้อหนึ่ง ๆ จะได้คะแนนอยู่ในพิสัย -3 ถึง +3 ถ้าข้อสอบนั้นเป็นข้อสอบ
เลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก

ส่วนเกรสเซล และชมิค (Dressel and Schmid. 1953
574 - 595) ได้ให้แนวความคิดในอีกรูปแบบหนึ่ง เป็นการเลือกตอบแบบเสรี ซึ่ง
ในแต่ละข้อผู้สอบจะเลือกคำตอบมากเท่าไรก็ได้ และมีวิธีการให้คะแนนดังนี้

จำนวนคำตอบที่ทำเครื่องหมาย	คะแนน	
	ผู้สอบทำเครื่องหมายข้อถูก	ผู้สอบไม่ได้ทำเครื่องหมายข้อถูก
1	4	-1
2	3	-2
3	2	-3
4	1	-4
5	0	

อนันต์ ศรีโสภา (อนันต์ ศรีโสภา 2516 : 13 - 19) ได้เสนอวิธีการ
การตอบและการตรวจให้คะแนน โดยให้ผู้สอบเลือกคำตอบทุกตัวเลือก ทั้งถูกและผิด
ว่าตัวใดเป็นตัวที่ถูก และตัวใดเป็นตัวที่ผิดบ้าง ซึ่งจะทำให้สามารถวัดความรู้ในข้อ
คำตอบนั้น ๆ ได้สมบูรณ์ยิ่งกว่าการเลือกคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว และยังสามารถ
ทราบความรู้ที่ผิดของผู้ตอบได้ดีกว่าวิธีตอบแบบขรรคมคาอีกด้วย การให้คะแนนจะให้
เป็นรายตัวเลือก คือถ้าผู้สอบทำเครื่องหมายใดตรงกับสภาพเป็นจริงว่า ตัวเลือกนั้น
ถูกหรือผิด จะได้ตัวเลือกละ 1 คะแนน ถ้าทำเครื่องหมายตรงข้ามกับสภาพความเป็นจริง

จะได้ตัวเลือกละ -1 คะแนน คะแนนรวมคิดจากคะแนนที่ได้จากในแต่ละตัวเลือกรวมกัน ซึ่งวิธีนี้จะทำให้คะแนนที่ได้จากการวัดถูกต้อง และเหมาะสมกับความรู้อย่างยิ่งของผู้สอบมากขึ้น

ต่อมาเกริกชัย ฮวบเจริญ (เกริกชัย ฮวบเจริญ 2525 : 24)

ได้เสนอวิธีการตรวจให้คะแนนแบบใหม่ โดยให้ผู้สอบตอบลงในเครื่องบันทึกคำตอบที่แจกให้ โดยใช้ปากกาถูกลิ้นจิ้มลงไปในช่องวงกลมที่มีอักษร ก.ข.ค.ง. หรือ จ. กำกับไว้ของแต่ละข้อตามตัวเลือกที่ผู้สอบต้องการ และผู้สอบจะรู้ได้ทันทีว่าทำข้อนั้นถูกหรือผิด ถ้าเป็นตัวเลือกที่ถูกต้องจะสามารถจิ้มลึกลงไปถึงแผ่นล่างได้ ถ้าไม่สามารถจิ้มลึกลงไปถึงแผ่นล่างได้ แสดงว่าไม่ถูกต้อง เมื่อผู้สอบทำได้ถูกต้องให้ทำข้อต่อไปได้เลย ถ้าไม่ถูกต้องผู้สอบสามารถตัดสินใจอย่างเสรีว่า จะทำข้อเดิมต่อไปหรือไม่ทำ ถ้าทำข้อเดิมให้กลับไปอ่าน ข้อคำถามใหม่ แล้วเลือกจิ้มลงในช่องวงกลมที่เหลือ ถ้าไม่ถูกต้องอีก ผู้สอบจะตัดสินใจเลือกอีกหรือไม่ก็ได้ ทำเช่นนี้เรื่อยไป

วิธีการตรวจให้คะแนน จะนำจำนวนครั้งของการจิ้มมาคิดคะแนนด้วย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จำนวนครั้งที่จิ้ม	คะแนนที่ได้เมื่อตอบถูก	คะแนนที่ได้เมื่อตอบผิด
1	4	-1
2	2	-2
3	0	-3
4	-2	-4
5	-4	

สำหรับข้อที่เว้น ไม่จิ้มลงไปในช่องวงกลมใดเลยให้ 0 คะแนน ส่วนการหาคะแนนการเดาให้นับจำนวนข้อที่ผู้สอบจิ้มลงในช่องวงกลมมากกว่า 2 ครั้ง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเซอร์สโตน

สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนจนวนรวัตถุที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังคงคลุมไปถึงการมองภาพรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน ตลอดจนถึงการแยกภาพผสมภาพก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ความสามารถในการจำแนกสิ่งใดอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่า อันไหนอยู่ใกล้หรือไกลได้ ก็เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 118) สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์นี้มีผู้เสนอรูปแบบของแบบทดสอบโดยจำแนกเป็นแบบย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2521 : 99 - 102) ได้แยกแบบทดสอบที่วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็นแบบย่อย ๆ แก่แบบดังนี้ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบหาด้านตรงข้าม แบบซ้อนภาพ แบบประกอบภาพ สามมิติ แบบตัดกระดาษ แบบหมุนภาพ และแบบแยกภาพ

วิัญญา วิชาลาภรณ์ (วิัญญา วิชาลาภรณ์ 2522 : 46) ได้เสนอไว้ แจ็คแบบดังนี้ แบบหมุนภาพ แบบตัดรูป แบบต่อภาพ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบพับกระดาษและแบบพับกล่อง

ทองหล่อ วิภาวิน (ทองหล่อ วิภาวิน 2524 : 73 - 81) ได้เสนอแนะรูปแบบการวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็นแปดแบบย่อยดังนี้ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบแยกภาพ แบบพับลูกบาศก์ แบบพับรูปและแบบตัดกระดาษ

สมบุญรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเริง บุญเรืองรัตน์ (สมบุญรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเริง บุญเรืองรัตน์ 2524 : 45 - 52) ได้เสนอแนะแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ไว้หกแบบย่อยดังต่อไปนี้ แบบการหมุนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบนับบล็อก และแบบประกอบภาพให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร (เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร 2524 : 98 - 115) เสนอรูปแบบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ไว้ถึง 21 แบบย่อย ดังต่อไปนี้ แบบหมุนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบภาพกลับหลัง แบบพับกระดาษ แบบวาดกลับกัน แบบเงื่อนไข แบบตัดขวางวัสดุ แบบเติมจตุรัส แบบสร้างผิวหน้า แบบนับบล็อก แบบสร้างบล็อก แบบสร้างสมการ แบบเติมกระสวน แบบลอกภาพ แบบมองวัตถุ แบบรู้มุมวัตถุ แบบการรวมองค์ประกอบ แบบรอยวัตถุ และแบบตัดจตุรัส

ฉวน สายยศ และ อังคณา สายยศ (ฉวน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 118 - 128) เสนอแนะลักษณะของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 10 แบบย่อยดังต่อไปนี้ แบบซ้อนภาพซึ่งแยกเป็นแบบซ้อนเกี่ยวกับแบบตัวซ้อนคงที่ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาค้นตรงข้ามของลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ แบบนับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบที่ ไพศาล หวังพานิช (ไพศาล หวังพานิช 2526 : 135 - 141) เสนอแนะไว้สิบแบบย่อยเช่นเดียวกัน ดังนี้ แบบซ้อนภาพที่มีทั้งภาพเดี่ยวและภาพคงที่ แบบหมุนภาพ แบบตัดภาพหรือแยกภาพ แบบต่อภาพหรือประกอบภาพ แบบเติมภาพหรือเติมสี่เหลี่ยม (Completing square) แบบลบภาพ แบบคลี่กล่อง แบบพับกล่อง และแบบนับลูกบาศก์

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้วัดองค์ประกอบหนึ่งของความฉลาดหรือสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ (Primary Mental Ability) ซึ่งเซอร์สโตนได้ค้นพบ จากการใช้แบบทดสอบ 56 ฉบับ ไปทดลองกับนักเรียนหลายร้อยคน แล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) และพบว่าสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบเจ็ดประการ (บุญชม ศรีสะอาด 2521 : 63) ซึ่ง

สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความถนัดที่ส่งผลต่อการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ศิลปะ แผนที่ การฝีมือ ฯลฯ ผู้ที่มีสมรรถภาพด้านนี้สูงเหมาะที่จะประกอบอาชีพ สถาปนิก วิศวกร นักวางผังเมือง นักออกแบบ นักเขียนแบบ นักขับรถ และ งานตกแต่งต่าง ๆ (ทองหล่อ วิชาวิน 2524 : 73) จึงทำให้สมรรถภาพสมอง ด้านนี้สำคัญมาก ทำให้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่จัดเป็นชุด (Battery) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบฉบับย่อย (Subtest) หลายฉบับ แบบทดสอบย่อย แต่ละฉบับ จะวัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ กันโดยเฉพาะ และในการจัดชุดแบบ ทดสอบความถนัดทางการเรียน จะมีแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ประกอบ อยู่ด้วยเสมอ (Fruchter, 1954 329) ซึ่งสอดคล้องกับคากล่าวของ เชนท์ และ พิคเจียน (Smith, 1964 29 citing Yate and Pidgeon, n.d.) ที่กล่าวว่า แบบทดสอบความถนัดที่ใช้ในการทำนายได้ค่านั้น จำเป็นจะต้องมี แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์รวมอยู่ด้วยเสมอ

แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปนั้น มีลักษณะ แตกต่างกันไปหลายรูปแบบดังตัวอย่างต่อไปนี้ แบบทดสอบเอจีซีที (AGCT หรือ Army General Classification Test) เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุง เพิ่มเติมมาจากแบบทดสอบอาร์มี แอลฟา (Army Alpha) ซึ่งใช้ในช่วงสงคราม โลกครั้งที่หนึ่ง ซึ่งวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แบบนี้ใช้ลูกบาศก์ แบบทดสอบ เอเอฟคิวที (AFQT หรือ Armed Forces Qualification Test) วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบลูกบาศก์ โคฮส์ (Kohs Block Design) วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้ลูกบาศก์ ซึ่งทาสีด้านทั้งหกแตกต่างกัน แล้วให้ผู้สอบใช้ลูกบาศก์ 4 - 16 ลูก ประกอบกัน ให้เหมือนกับภาพที่กำหนดให้ โดยให้ใช้เวลาน้อยที่สุด แบบทดสอบอาร์มี เบต้า (Army Beta) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในช่วงสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง

วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แบบหมุนภาพ เพื่อใช้ทดสอบกับทหารที่ใช้ภาษาอังกฤษ เป็นภาษาต่างประเทศ และทหารที่อ่านภาษาอังกฤษไม่ได้ ส่วนแบบทดสอบไม่ใช่ ภาษาของไพนท์เนอร์ (Pintner Non - Language Test) เป็นแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นเพื่อบุคคลบางประเภท เช่น คนหูหนวก หรือพิการอื่น ๆ ซึ่งเป็นแบบทดสอบ มิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ และแบบคัดกระดาษ (Anastasi. 1961 224 - 269)

ส่วนไอเคน (Aiken. 1977 . 179 - 180) ยกตัวอย่างแบบทดสอบ ที่ใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ดังนี้ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์มินนีโซตา

(Minnesota Spatial Relation Test) เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถ ด้านมิติสัมพันธ์ที่อาศัยการปฏิบัติจริง กับแบบทดสอบประกอบภาพมินนีโซตา

(Revised Minnesota Paper Form Board Test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบ วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบการประกอบภาพที่เป็นรูปทรงทางเรขาคณิต

แบบทดสอบสมรรถภาพพื้นฐานของสมอง พีเอ็มเอ (PMA หรือ Primary Mental Ability) ของเซอร์สโตน ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ สองมิติบนพื้นราบ แบบทดสอบสามมิติแบบเล็งทิศทาง แบบคัดกระดาษและแบบนับ ลูกบาศก์ (Cronbach. 1970 326 - 327)

แบบทดสอบความถนัดซิมเมอร์แมนของกิลฟอร์ด (Guilford - Zimmerman Aptitude Survey) ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์สองชนิดคือ Form A เป็นแบบหมุนภาพ Form B เป็นแบบเล็งทิศทาง (Buros. 1959 : 715)

แบบทดสอบความถนัด ดีเอที (DAT หรือ Differential Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการแนะแนวทางการศึกษาและอาชีพ ของสมาคมจิตวิทยาของสหรัฐ เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับเด็กอายุ 8 - 12 ปี ประกอบด้วย แบบทดสอบย่อยเจ็ดฉบับ ซึ่งมีแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ สามมิติ (Nunnally. 1964 233 - 235) รวมอยู่ด้วย

นอกจากนี้ทางสำนักทดสอบ เอ็นเอฟอีอาร์ (NFER หรือ The Nation Foundation For Educational Research) แห่งประเทศอังกฤษ ได้เสนอแบบทดสอบมีติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ไว้มากมายด้วยกัน ได้แก่ แบบวาดภาพ แบบจักภาพ ลงกระดาน แบบหารูปที่คล้ายคลึงกัน แบบซ่อนภาพ แบบประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แบบรูปแบบการรับรู้ แบบประกอบภาพ แบบวาดภาพกลับที่ที่กำหนดให้ แบบการประกอบสมการภาพแบบ A แบบประกอบลูกบาศก์ แบบศักรูปต้น แบบการประกอบสมการแบบ B แบบการลอกแบบ แบบการฉายรูป (Smith, 1964 365 - 371)

จะเห็นว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านมีติสัมพันธ์ มิได้มีเพียงชนิดเดียวหรือแบบเดียว ทั้งนี้เพื่อคัดเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการแนะแนว หรือใช้วัดความถนัดในอาชีพ หรือทางการเรียนได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังเห็นว่าแบบทดสอบความถนัดด้านมีติสัมพันธ์เป็นแบบทดสอบที่ไม่ต้องใช้ความสามารถทางภาษา (Non - Verbal Test) (บุญชม ศรีสะอาด 2513 : 9 อ้างอิงมาจาก Michael, 1950 187 - 213) และพบว่าแบบทดสอบวัดความถนัดมีติสัมพันธ์บางฉบับ จะใช้วิธีการสอบโดยใช้การปฏิบัติจริง (Performance Test) ก็ได้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่ใช้วิธีการปฏิบัติจริง (Performance Test)

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองนั้น นอกจากจะใช้แบบทดสอบที่ใช้ความสามารถทางภาษา (Verbal Test) และไม่ใช้ภาษา (Non - Verbal Test) แล้ว ยังมีอีกแบบหนึ่งคือ การใช้การปฏิบัติจริง (Performance Test) แบบทดสอบโดยการปฏิบัติจริงนี้ มีทั้งที่สอบเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม แบบทดสอบที่ใช้การปฏิบัติจริงได้พัฒนาการมาจากแบบทดสอบที่ต้องใช้ภาษา เพราะผู้สอบแต่ละคนมีความสามารถ

ทางภาษาแตกต่างกัน ทำให้ผลที่ได้จากการสอบวัด ไม่เป็นผลจากการวัดในค่านั้น ๆ จริง ดังที่ อนาสตาซี (Anastasi. 1971 236) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบที่ต้องอาศัยการปฏิบัติจริงดังนี้

1. การทดสอบที่ข้ามวัฒนธรรม
2. การทดสอบกับเด็กอ่อนและเด็กก่อนเข้าโรงเรียน และ
3. การทดสอบคนทุพพลภาพทางกาย

ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ การ์เร็ตต์ (Garrett. 1959 72) ที่ว่าแบบทดสอบปฏิบัติจริงนั้นเป็นแบบทดสอบที่ออกแบบมาเพื่อวัดความสามารถทั่วไปของสมอง ซึ่งใช้กันในโรงเรียน แทนแบบทดสอบที่ต้องอาศัยความสามารถทางภาษาที่มีความจำเป็นมากสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน และนักเรียนที่ค่อนข้างจะมีปัญหาทับหรือผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับภาษา

อนาสตาซี (Anastasi. 1971 236 - 239) ได้เสนอตัวอย่างของแบบทดสอบที่อาศัยการปฏิบัติจริงไว้ดังนี้ แบบทดสอบกระดานขึ้นส่วนเซกวิน (Seguin Form Board. 1866) ซึ่งผู้ทดสอบจะถอดชิ้นส่วนลิบขึ้นจากแผ่นกระดาน แล้วให้ผู้สอนนำชิ้นส่วนเหล่านั้นต่อเติมลงในกระดานตรงที่เดิมของมันให้ถูกต้อง ให้ทำสามครั้ง การให้คะแนนจะพิจารณาครั้งที่ผู้สอบใช้เวลาน้อยที่สุดต่อมา น็อกซ์ (Knox. 1914) พัฒนาแบบทดสอบภาษาเป็นแบบทดสอบปฏิบัติจริงเพื่อใช้ทดสอบคนต่างค่าคือ แบบทดสอบเรือ (Ship Test) ซึ่งผู้สอบต้องจัดรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากลิบขึ้น ภายในกรอบกระดาน ให้เป็นรูปเรือที่ลอยอยู่ในทะเล และแบบทดสอบลูกบาศก์น็อกซ์ (Knox Cube Test) โดยผู้ดำเนินการสอบจะแกะลูกบาศก์สี่ลูกตามลำดับ แล้วให้ผู้สอบแกะลูกบาศก์นั้นตามลำดับให้ถูกต้อง

ไพน์เตอร์ และ แพตเตอร์สัน (Pintner and Paterson. 1917) ได้พัฒนาแบบทดสอบ ไพน์เตอร์ - แพตเตอร์สัน (The Pintner - Paterson Scale of Performance Tests) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบที่ใช้การปฏิบัติจริง

หลายแบบเข้าด้วยกัน และแบบทดสอบชุดนี้ก็เป็นส่วนประกอบของแบบทดสอบปฏิบัติจริงของกองทัพแห่งสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง (Army Performance Scale of World War I)

แบบทดสอบลวดลายลูกบาศก์โกสต์ (Kohs Block Design) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยลูกบาศก์ชุดหนึ่ง ลูกบาศก์แต่ละลูกจะมีลักษณะเหมือน ๆ กัน คือ ด้านทั้งหกจะทาสี แดง น้ำเงิน เหลือง ขาว เหลืองกับน้ำเงิน และแดงกับขาว ตามลำดับ มีแผ่นกระดาษอีกชุดหนึ่งซึ่งมีลวดลายสี เพื่อให้ผู้สอบดูแล้วจัดลูกบาศก์ให้เกิดลวดลายตามที่กำหนดให้ นั่น ซึ่งลวดลายที่กำหนดให้จะต้องประกอบด้วย ลูกบาศก์ตั้งแต่ 4 - 16 ลูก แล้วแต่ความยากง่ายของลวดลายที่กำหนดให้

แบบทดสอบปฏิบัติจริงอีกรูปแบบหนึ่ง คือ แบบทดสอบเขาวงกตของพอร์เทียส (Porteus Maze Test) ซึ่งพอร์เทียสได้ปรับปรุงตั้งแต่ปี 1914 1924 1950 และ 1959 เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นเขาวงกต เรียงจากข้อง่าย ๆ ไปยาก ซึ่งสามารถใช้ตั้งแต่เด็ก 3 ปี จนถึงผู้ใหญ่ และนำไปใช้วัดได้ทั้งคนปกติ คนพิการ หรือคนไข้ทางสมอง คนพาลเกรเร กลุ่มคนที่มีเชื้อชาติและวัฒนธรรมต่างกัน

นอกจากนี้ อนาสตาซี (Anastasi. 1971 . 239 - 240) ยังได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบปฏิบัติจริงของอาร์เธอร์ (Arthur Point Scale of Performance Tests) เป็นแบบทดสอบปฏิบัติจริงที่คี่มากชุดหนึ่ง ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 9 ฉบับ ดังนี้

1. ลูกบาศก์น็อกซ์ (Knox Cube)
2. กระดานชิ้นส่วนเซกวิน (Seguin Form Board)
3. กระดานชิ้นส่วนสองรูปภาพ (Two - Figure Form Board)

เป็นกระดานชิ้นส่วนที่ประกอบสีเหลี่ยมจัตุรัส และรูปกากบาท แต่ละรูปแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนสี่ชิ้น เพื่อให้ประกอบเข้าด้วยกัน

4. กระดานชิ้นส่วนแคชวลิสต์ (Casuist Form Board) ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่คล้ายคลึงกัน จึงต้องใช้ความละเอียดมากในตอนประกอบ

5. รูปคน (Manikin) เป็นแผ่นไม้รูปคนหยาบ ๆ ให้ต่อแขน ขา หัว และลำตัวเข้าด้วยกัน และรูปคนคานข้าง (Feature Profile) เป็นชิ้นส่วนไม้ที่ต่อเป็นรูปคนคานข้าง

6. ผู้ชายกับลูกม้า (Male and Foal) เป็นแบบทดสอบที่ให้เติมรูปภาพที่ค่อนข้างง่าย

7. แบบเติมรูปภาพฮิลลี (Healy Picture Completion I) ประกอบด้วย รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมากมาย ผู้สอบจะต้องเลือกสี่เหลี่ยมจัตุรัสไปเติมให้เหมาะสม

8. แบบเขาวงกตพอเทียส (Porteus Mazes)

9. แบบลวดลายลูกบาศก์โคฮส์ (Kohs Block Design)

ไอเคน (Aiken, 1977 : 179) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์มินนีโซต้า (Minnesota Spatial Relations Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สอบเป็นรายบุคคล โดยวิธีการให้ปฏิบัติจริง สร้างโดย M. R. Trabue และคณะ แบบทดสอบนี้ ประกอบด้วยกระดานสี่แผ่น คือ A B C และ D แต่ละแผ่นประกอบด้วยรูปทรงเรขาคณิต 58 ชิ้น ผู้สอบจะต้องหยิบชิ้นส่วนที่มีรูปทรงทางเรขาคณิตใส่ลงไป ในกระดานให้ตรงช่องในกระดาน ซึ่งมีรูปร่างเหมือนกันให้เร็วที่สุด คะแนนจะพิจารณาจากเวลาที่ใช้ ประกอบกับความผิดพลาดของชิ้นส่วนที่ใส่ไม่ตรงช่องที่ถูกต้อง แบบทดสอบนี้ใช้ได้ตั้งแต่เด็กนักเรียนมัธยมศึกษาจนถึงผู้ใหญ่ มีความเชื่อมั่น .80 และความเที่ยงตรงโดยทดสอบสัมพันธ์กับงานบางชนิดได้ประมาณ .50

ออร์ด (Ord, 1971 : 88 - 126) ได้เสนอแบบทดสอบปฏิบัติจริงที่ใช้สอบเป็นรายบุคคล ชื่อ The New Guinea PIR Test แบบทดสอบชนิดนี้

เคยใช้เพื่อสอบคัดเลือกนักเรียนในเกาะปาปัวนิวกินี จำนวน 60 คน เพื่อรับทุนไปศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาที่ประเทศออสเตรเลีย ในช่วงปี 1957 - 1959 ต่อมาแบบทดสอบฉบับนี้ได้ปรับปรุงเป็นแบบทดสอบปฏิบัติจริงนิวกินี (The New Guinea Performance Scale) แบบทดสอบนี้สามารถใช้กับนักเรียนในประเทศที่กำลังพัฒนาทั่วโลก ซึ่งมีความเชื่อมั่นถึง .85 และมีค่าความเที่ยงตรง เท่ากับ .60 แบบทดสอบปฏิบัติจริงนิวกินีประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 6 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับจะใช้วัสดุในการสอบแตกต่างกันไป โดยเฉพาะฉบับที่สี่ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเหมือนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบการถ่ายภาพ โดยแบ่งข้อสอบออกเป็นสองตอน สำหรับตอนที่หนึ่งให้ผู้สอบเลือกชิ้นส่วนที่กำหนดให้ จำนวนสองชิ้นจากที่กำหนดให้มาทำขึ้น เติมลงไปในส่วนที่ขาดหายไป ในโจทย์ เพื่อให้ใกล้เคียงจตุรัสที่สมบูรณ์ มีจำนวน 12 ข้อ คะแนนแต่ละข้อจะกำหนดไว้อย่างแน่นอนว่าเป็นหนึ่ง สอง หรือสามคะแนน ตามความยากง่ายของข้อนั้น ๆ ส่วนตอนที่สองจะมี 12 ข้อ เช่นเดียวกัน แต่มีลักษณะแบบตัวเลือกคงที่ ตัวเลือกจะมีทั้งหมดเจ็ดชิ้น วิธีการต่าง ๆ เหมือนกับตอนแรก แต่จะผิดกันตรงที่ตอนที่สองนี้ แต่ละข้ออาจจะเติมเพียงชิ้นเดียว สองชิ้น หรือสามชิ้น คะแนนจะมีตั้งแต่ 1 - 3 คะแนนต่อหนึ่งข้อ ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของข้อนั้น ๆ

บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2521 : 137 - 138) ได้เสนอตัวอย่างของแบบทดสอบที่อาศัยการปฏิบัติจริงคือ แบบทดสอบสตรอมเบอร์รี่ เดกซ์เทอร์ริตี (Strombery Dexterity Test) แบบทดสอบนี้จะประกอบด้วยแผ่นกระดาษที่แบ่งออกเป็นสามส่วน ส่วนที่หนึ่งสี่แฉก ส่วนที่สองสี่เหลี่ยม และส่วนที่สามสี่น้ำเงิน แต่ละส่วนมีรูกลม ๆ 18 รู ในการทดสอบแบ่งออกเป็นสองตอน ตอนแรกจะให้ผู้สอบเอาจุกไม้กลมใส่เข้าไปในรูของกระดาษตามสี่เหลี่ยมที่เหมือนกัน ให้ไวที่สุดเท่าที่จะทำได้ และในตอนที่สอง ให้เอาจุกออกแล้วกับหัวท้าย และวางลงในรูเดิม ส่วนอีกฉบับหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ แบบทดสอบ โกรว์ฟอร์ด สมอลล์ พาร์ท

เคอร์เซอร์รี้ตี (Crowford Small Parts Dexterity Test)

มีสองตอนคือ ตอนแรก จะให้ผู้สอบใช้แหนบจับหมุดโลหะใส่ลงไปในรูที่อยู่ในส่วนหนึ่งของกระดาน แล้วใช้แหนบจับปลอกโลหะกรอหมุดอีกทีหนึ่ง ตอนที่สอง ให้ผู้สอบใส่สกรูลงไปในรู และใส่ไขควงหมุนสกรูนั้น การให้คะแนนจะนับเวลาที่ใช้ในการทำแต่ละตอน จึงแบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้วัดออกแบบเพื่อวัดทักษะการเคลื่อนไหวของคน

นอกจากนี้ ยังมีแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองที่ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบที่ต้องใช้ภาษา กับที่ใช้การปฏิบัติจริง คือ แบบทดสอบ เวชเลอร์ (Wechsler Scales) เป็นแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ในปี 1974 ส่วนที่ใช้การปฏิบัติจริงประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 6 ฉบับดังนี้

1. Block Design วัดความสามารถในการสร้างแบบแผนจากลูกบาศก์สี่เหลี่ยม
 2. Picture Completion วัดความสามารถในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของภาพที่มีบางส่วนหายไป โดยให้ดูภาพแล้วให้เติมส่วนที่หายไป
 3. Picture Arrangement วัดความสามารถในการเรียงรูปภาพที่กำหนดให้แล้วได้ความตามเรื่องที่เล่า
 4. Object Assemble วัดความสามารถด้านสิ่งประดิษฐ์ทั้งหมดจากสิ่งย่อย ๆ
 5. Coding วัดความสามารถด้านความจำสัญลักษณ์ แบบทดสอบจะกำหนดตัวเลขกับสัญลักษณ์ แล้วมีข้อสอบให้จับคู่ระหว่างตัวเลขกับสัญลักษณ์
 6. Mazes วัดความสามารถในการเลือกทางเดินที่ถูกต้อง ข้อสอบนี้ต้องการให้เด็กหาทางออกจากการวางแนวลักษณะเขาวงกต โดยให้ใช้เวลาให้น้อยที่สุด
- แบบทดสอบเวชเลอร์นี้ เป็นแบบทดสอบเป็นรายบุคคล ใช้กับคนที่มีอายุในช่วง 6 - 16 ปี เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับคนปกติทั่วไป เพื่อมุ่งวัดไอคิวของคน (ล่วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 56 - 58)

จากตัวอย่างแบบทดสอบที่ใช้การปฏิบัติจริง (Performance Test) นั้น นอกจากจะใช้กับบุคคลที่ต่างภาษา เชื้อชาติ หรือวัฒนธรรม คนที่ทุพพลภาพทางร่างกายและสมอง หรือเด็กก่อนเข้าโรงเรียนแล้ว ยังสามารถจะสร้างขึ้นมาจากบุคคลที่เป็นปกติทั่ว ๆ ไปได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการสร้างแบบทดสอบนั้น ๆ ขึ้นมาว่าจะวัดอะไรและวัดกับคนประเภทใด และวัดเพื่อจุดประสงค์ใด

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเซอร์สโตน (L.L. Thurstone) นั้น มีทั้งที่ศึกษารูปแบบเฉพาะค่านของสมรรถภาพสมองค่านนี้ และที่ศึกษาโดยนำเอาสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์ไปหาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของวิชาต่าง ๆ หรือเพื่อเป็นตัวประกอบในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะแยกออกเป็นงานวิจัยในประเทศ กับงานวิจัยต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพ สมองค่านมิตีสัมพันธ์ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์ บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2513 : 21 - 78) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ รวม 8 ฉบับ ได้แก่ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบหาค่านตรงข้าม แบบซ้อนภาพ แบบประกอบภาพ แบบตัดกระดาษ และแบบหมุนภาพ จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชายและหญิง จำนวน 888 คน ในระดับประถมศึกษาปีที่ 7 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนชายมีสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนหญิงในทุกระดับ และนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่าจะมีความสามารถทางค่านมิตีสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับชั้นที่ต่ำกว่า และข้อสอบแต่ละแบบ (Style) มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวก ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .44 ถึง .65 นอกจากนี้

ยังพบว่า แบบทดสอบต่อภาพ มีน้ำหนักองค์ประกอบมิติสัมพันธ์สูงที่สุดคือ เท่ากับ .75 สำหรับงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น พรทิพย์ ภัทรชาคร (พรทิพย์ ภัทรชาคร 2520 : 28) ซึ่งศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 5 ฉบับ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ หมุนภาพ ซ้อนภาพ ประกอบภาพเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส และแบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์จากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในช่วง .25 ถึง .46 โดยเฉพาะความสัมพันธ์ของแบบทดสอบประกอบภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .3853

ส่วนงานวิจัยที่ค้นหาตัวพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ล้วน สายยศ (ล้วน สายยศ 2511 : 59) ได้ศึกษากับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้แบบทดสอบความถนัดสามฉบับ คือ ความเข้าใจทางภาษา ปิติสัมพันธ์ และคณิตศาสตร์เหตุผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากวิทยาลัยครู 12 แห่ง จำนวน 515 คน พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพกับแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .19 ($\beta = .2668$) ในปีเดียวกัน พิศร ทองชั้น (พิศร ทองชั้น 2511 : 42 - 89) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 671 คน และแบบทดสอบหลายฉบับ ซึ่งมีแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบเกมภาพให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์รวมอยู่ด้วย พบว่า ค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่วัดได้จากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .5885 นอกจากนี้ยังพบว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มนักเรียนชายจะสูงกว่ากลุ่มนักเรียนหญิง

และกลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นเรียนที่สูงกว่าก็จะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทอมา จักรเพชร เพชรสุข (จักรเพชร เพชรสุข 2516 : 12) ได้ศึกษาความสามารถบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนระดับวิชาชีพชั้นสูงของนักศึกษาเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 352 คน ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .2280 และในปีเดียวกันสามารถ วีระสัมพันธ์ (สามารถ วีระสัมพันธ์ 2516 : 65) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้แบบทดสอบความถนัด 8 ฉบับ คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์ ภาษาไทย ความจำ จัดเข้าพวก อุปมาอุปไมย มิติสัมพันธ์ ทักษะทางตา และแบบทดสอบสามมิติ กับนักเรียนจากโรงเรียนเทศบาล 5 โรง ซึ่งสังกัดเทศบาลนครกรุงเทพฯ จำนวน 444 คน พบว่า สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบสามแบบคือ แบบซ้อนภาพ ซ้อนภาพ และแบบตัดภาพ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .2442 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .2723

ในปี 2519 ทาย เชียงฉวี (ทาย เชียงฉวี 2519 : 30) ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนในส่วนกลาง จำนวน 318 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัด 6 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบจำนวนตัวเลข ภาษาเหตุผล มิติสัมพันธ์ ความจำ และการรับรู้ทางตา ส่วนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแนบรูปลูกบาศก์ ซ้อนภาพ และประกอบเป็นภาพสามมิติ มีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาเลข - พีชคณิต เท่ากับ .4703 และมีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาเรขาคณิต เท่ากับ .5294 ส่วน นคร เทพวรรณ

(นคร เทพวรรณ 2521 : 26) ศึกษาสมรรถภาพบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 233 คน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แบบทดสอบความถนัดสี่ฉบับ คือ แบบทดสอบด้านเหตุผล ด้านภาษา ด้านตัวเลข และด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นแบบซ่อนภาพ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต เท่ากับ .1873 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยที่ศึกษาพบว่าความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบอนุสรณ์ สกอลคู (อนุสรณ์ สกอลคู 2520 : 33) ได้ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุตรธานี จำนวน 200 คน โดยใช้แบบทดสอบเก้าฉบับดังนี้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการกะประมาณ ความสามารถในการคำนวณ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอนุमान ความสามารถในการยุตาศิบาย ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านความทรงจำ และความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ พบว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์มี 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านจำนวน ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบย่อยในองค์ประกอบด้านเหตุผลและมีน้ำหนักองค์ประกอบด้านเหตุผล เท่ากับ .43 ต่อมา พิภูล เกตุประคิษฐ์ (พิภูล เกตุประคิษฐ์ 2522 : 45) ได้วิเคราะห์ความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 934 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัด 12 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบการคำนวณ การแก้ปัญหา เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อุปมาอุปไมย สรุปความ ไม่เข้าพวก การใช้ภาษา ความจำ อนุมานภาพ ซ่อนภาพ ประกอบภาพ และแบบทดสอบนับแห่งลูกบาศก์ พบว่าได้สามองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านเหตุผล องค์ประกอบด้านจำนวน และ

องค์ประกอบภาพสามมิติ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างซึ่งได้จากการวิเคราะห์ องค์ประกอบ เท่ากับ .6913 และยังพบว่าแบบทดสอบนี้เหมาะสมที่จะใช้จำแนก นักเรียนที่เข้าเรียนตามแผนการเรียนช่างอุตสาหกรรม

2. เอกสารงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองค่าน มิติสัมพันธ์ เชสเซอร์ (Cheser. 1979 6644 - A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการ พัฒนาค่านมิติสัมพันธ์ ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยศึกษาตาม ตัวแปร เพศ อายุ และวัฒนธรรม ซึ่งศึกษากับนักเรียนชาวโตโก (Togo) ทางแถบตะวันตกของแอฟริกา จากนักเรียนอายุตั้งแต่ 5 - 13 ปี จำนวน 342 คน แยกเป็นนักเรียนในเมือง 173 คน นักเรียนจากชนบท 169 คน โดยศึกษาเกี่ยวกับ ความยาว ทิศทาง เส้นตั้งฉาก ตลอดจนการแก้ปัญหา พบว่า สมรรถภาพสมองค่าน มิติสัมพันธ์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นตามอายุ นักเรียนชายจะมีสมรรถภาพสมองค่านนี้สูงกว่า นักเรียนหญิง และพบว่าสภาพที่อยู่อาศัยหรือวัฒนธรรมที่แตกต่างกันมีผลต่อความสามารถ ค่านนี้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนในดินแจริญมีการพัฒนาสมรรถภาพค่านนี้ ดีกว่าเด็กในดินที่ยังไม่เจริญ แต่จะไม่มี ความแตกต่างกันเมื่อเด็กมีอายุได้ 12 ปี คือ จะมีการพัฒนาสมรรถภาพค่านนี้ได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน

สำหรับความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น เพียเจต์ (Piaget. 1953 75) ได้กล่าวว่า "การที่เด็กค้นพบความสัมพันธ์ของรูปมิติต่าง ๆ นับเป็นการเริ่มต้นในการเข้าใจ เรขาคณิต ซึ่งจะถ่ายโยงเป็นจำนวนทางเลขคณิตภายหลัง" ต่อมาผู้กล่าวถึงความสัมพันธ์ ของสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน คือ แรนนัคซี (Rannucci. 1964 19 - 23) กล่าวว่า "การเรียนคณิตศาสตร์ นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมิตสมรรถภาพค่านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชา เวลาแก้ปัญหาโจทย์จำเป็นต้องใช้ความสามารถค่านมิติสัมพันธ์โดยการคิดเขียนรูป

หรือจินตนาการภาพขึ้น ถ้าสามารถมองเห็นรูปที่สัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ก็ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น" ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บราวน์ และ จอห์นสัน (Brown and Johnson, 1965 3-4) พบว่าสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี คือ สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์

นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยอีกหลายท่านที่ได้วิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เบนเนท และ คนอื่น ๆ (Bennet and others, 1956 : 81 - 91) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบดีเอที (DAT หรือ Differential Aptitude Tests) พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ .53 ในปีต่อมา ฮิลล์ (Hill, 1957 615 - 622) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย โดยใช้เกรดเฉลี่ยคณิตศาสตร์ เป็นเกณฑ์ปรากฏว่าได้ความสัมพันธ์ที่สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .59 ใบปีเดียวกัน เวลล์แมน (Wellman, 1957 : 512 - 517) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกัน โดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพพื้นฐานของสมอง พีเอ็มเอ (PMA หรือ Primary Mental Ability) ทางมิติสัมพันธ์ ซึ่งได้ความสัมพันธ์สูงถึง .70 นอกจากนี้ในปี 1957 คราวเดอร์ (Crowder, 1957 : 281 - 286) ยังได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โฮลซิงเกอร์ - คราวเดอร์ ยูนิ - แฟคเตอร์ (Holzinger - Crowder Uni - Factor Tests) พบว่า แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์มีความเที่ยงตรง ต่อการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .35

ต่อมา เบนแฮม (Ben - Haim. 1983 2914-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกิจกรรมทางมิติสัมพันธ์ที่มีต่อการพัฒนาและทัศนคติที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และการเรียนคณิตศาสตร์ จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,327 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับ 6 ถึง 8 ที่มีซิแกน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดทัศนคติที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และมิติสัมพันธ์ เขาได้ใช้กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้สื่อที่มีลักษณะเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ ทดลองอยู่ 2 - 3 สัปดาห์ โดยสอนเรื่องเวลา พบว่า นักเรียนทั้งชายและหญิงมีการพัฒนาทางด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้น แต่ไม่มีการพัฒนาในด้านทัศนคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ และมิติสัมพันธ์ ส่วนพอร์เตอร์ (Porter. 1983 2302 - A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนชีววิทยาของนักเรียนเกรด 10 โดยแยกออกเป็นสามกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้สื่อการสอนแบบ 2 มิติ

กลุ่มที่ 2 ใช้สื่อการสอนแบบ 3 มิติ

กลุ่มที่ 3 ใช้สื่อการสอนแบบ 2 มิติ รวมกับแบบ 3 มิติ

จากกลุ่มตัวอย่าง 139 คน พบว่า กลุ่มที่ 3 ได้ผลสัมฤทธิ์ที่ดีที่สุด และผลสัมฤทธิ์ทางมิติสัมพันธ์จะสูงขึ้นมากกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านชีววิทยา และยังได้สรุปว่าผลจากการใช้สื่อนี้จะส่งผลต่อทักษะด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก็พอสรุปได้ว่า แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในงานอาชีพด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จะส่งผลอย่างมากในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งยังพบว่าสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบ และการปฏิบัติจริง

สมมุติฐานในการวิจัย

1. สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับการทำโดยปฏิบัติจริง ที่จำแนกตามเพศ และระดับชั้นเรียน มีความสัมพันธ์กัน
2. สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและการทำโดยปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน
3. ค่าสหสัมพันธ์ในสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับการทำโดยปฏิบัติจริง ที่จำแนกตามเพศ และระดับชั้นเรียน มีความแตกต่างกัน
4. ค่าสหสัมพันธ์ในสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และการทำโดยปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้กล่าวตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. โครงสร้างของแบบทดสอบ
4. วิธีดำเนินการ เก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิธีจัดกระทำกับข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (สพช.) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสตูล จำนวน 4,270 คน จากโรงเรียน 43 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสตูล จำนวน 640 คน ซึ่งแยกการสุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ โดยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีกลุ่มโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) มีกระบวนการสุ่มดังนี้

ชั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียนจากกลุ่มโรงเรียนประถมศึกษา ซึ่งแบ่งกลุ่มโรงเรียนตามที่คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติได้แบ่งไว้มากลุ่มละ 1 โรงเรียนเป็นจำนวนโรงเรียนที่สุ่มได้ 6 โรงเรียน

ชั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้จากชั้นที่ 1 โดยในแต่ละโรงเรียนจะสุ่มมาระดับชั้นเรียนละ 1 ห้องเรียน เป็นจำนวน 18 ห้องเรียนเพื่อใช้ในการสร้างเครื่องมือ โดยแยกออกเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบครั้งที่ 1 จำนวน 9 ห้องเรียน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 จากโรงเรียนเมืองสตูล โรงเรียนบ้านเจ๊ะบิลังและโรงเรียนบ้านตันหยงกลิง เป็นจำนวนนักเรียน 199 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบครั้งที่ 2 จำนวน 9 ห้องเรียน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 จากโรงเรียนบ้านเกตรี โรงเรียนอนุบาลสตูล และโรงเรียนบ้านคำมะลิ่งเหนือ เป็นจำนวนนักเรียน 232 คน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรายชื่อกลุ่มโรงเรียน ชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
ที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ

กลุ่มโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	ทดลองสอบครั้งที่ 1			ทดลองสอบครั้งที่ 2		
		ป.4	ป.5	ป.6	ป.4	ป.5	ป.6
กลุ่มฉลุง	เมืองสตูล	25	27	23	-	-	-
กลุ่มบ้านควน	บ้านเกตรี	-	-	-	25	25	28
กลุ่มพิมาน	อนุบาลสตูล	-	-	-	31	30	36
กลุ่มเจาะบีลัง	บ้านเจาะบีลัง	26	33	25	-	-	-
กลุ่มตามะลัง	บ้านตำมะจิงเหนือ	-	-	-	27	16	14
กลุ่มเกาะสาหร่าย	บ้านตันหยงกลิง	14	12	14	-	-	-
รวม		199			232		

ตอนที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน
(Multi - Stage Random Sampling) (นิยม ปุราคำ 2517 :
210 - 212) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีกระบวนการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มกลุ่มโรงเรียนมา 50 เปอร์เซ็นต์ของกลุ่มโรงเรียน
ทั้งหมด ได้จำนวน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มบ้านควน กลุ่มพิมาน และกลุ่มตามะลัง

ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนที่เหลือจากการสุ่มเพื่อสร้างเครื่องมือ จากกลุ่ม
โรงเรียนที่สุ่มได้ในขั้นที่ 1 มากลุ่มละ 1 โรงเรียน ได้จำนวน 3 โรงเรียน คือ
โรงเรียนวัดหน้าเมือง โรงเรียนตลาดพิมาน (วันครู 2503) และโรงเรียน
บ้านเกาะยาว

ชั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียน จากโรงเรียนทุกโรงเรียนที่สุ่มได้ในชั้นที่ 2
 มาระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน ได้จำนวน 9 ห้องเรียน เป็นจำนวนนักเรียนทั้งหมด
 209 คน เพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัย ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 2

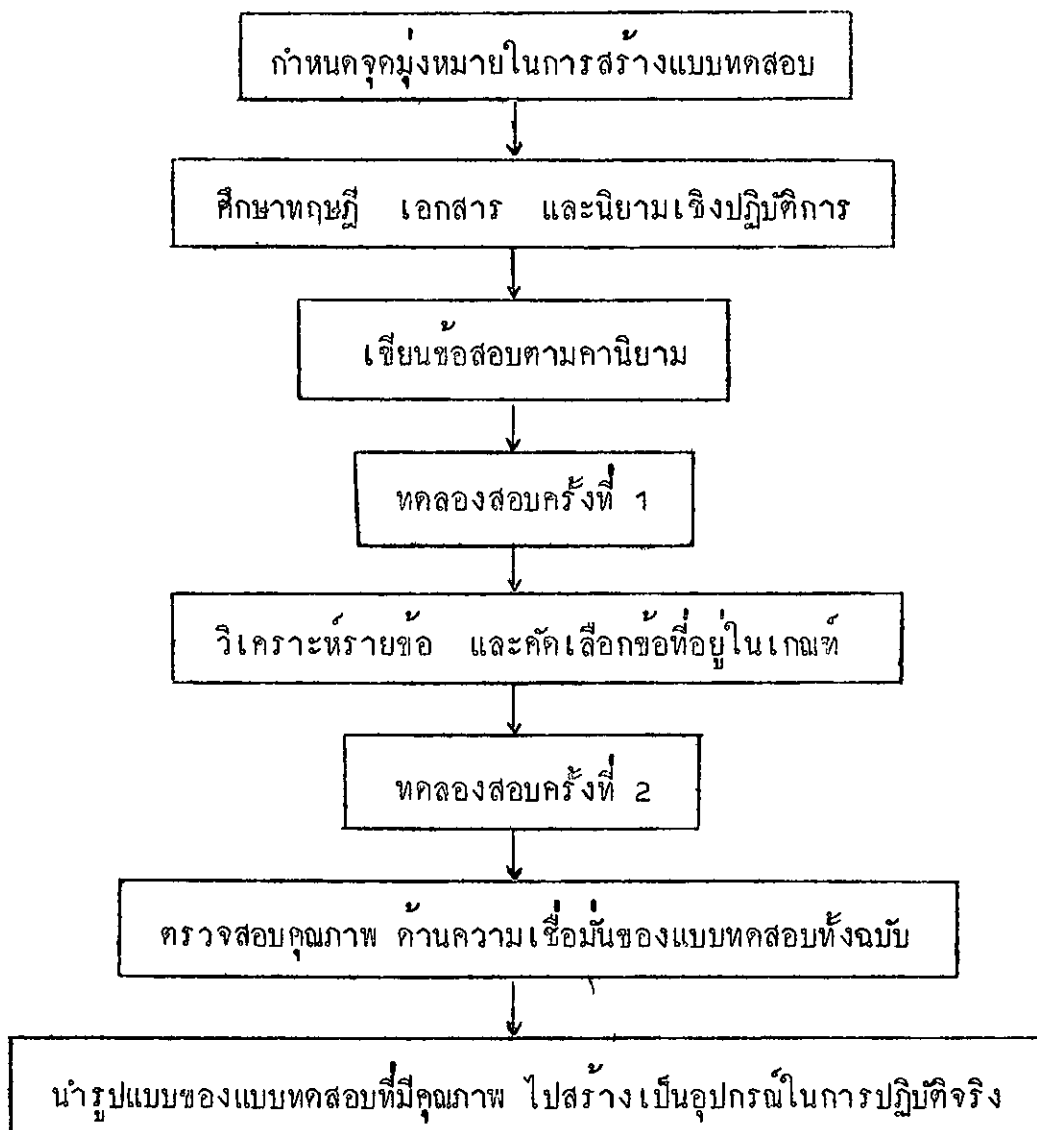
ตาราง 2 แสดงรายชื่อกลุ่มโรงเรียน ชื่อโรงเรียน และจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
 ที่ใช้ในการวิจัย จำแนกเป็นระดับชั้นเรียนและเพศ

กลุ่มโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	ป.4		ป.5		ป.6		รวม
		ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	
กลุ่มบ้านควน	วัดหน้าเมือง	18	13	14	13	11	11	80
กลุ่มพิมาน	ตลาดพิมาน (วันครู 2503)	16	17	15	16	14	14	92
กลุ่มตามะลิ้ง	บ้านเกาะยาว	1	8	7	3	10	8	37
	รวม	35	38	36	32	35	33	209

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ
2. อุปกรณ์วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพโดยการปฏิบัติจริง
 การสร้างเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับชั้นที่แสดงไว้ใน
 ภาพประกอบดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงลำดับขั้นของการสร้างเครื่องมือ

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยยึดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของ เซอร์สโตน (L.L. Thurstone) การสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ เริ่มด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ และนำแบบทดสอบนั้นไปทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อรวบรวมผลมาวิเคราะห์ปรับปรุงให้ดีขึ้น จนในที่สุดได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพเป็นที่น่าเชื่อถือได้ จึงจะได้เสนอขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6

1.1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่สร้างขึ้น เกี่ยวกับความยากง่าย อานาจจำแนก ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง

1.1.3 เพื่อนำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่มีคุณภาพแล้วไปเป็นแบบในการสร้างอุปกรณ์การปฏิบัติจริง เพื่อใช้ในการวิจัย

1.2 ศึกษาทฤษฎีและเอกสาร ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีความถนัดของ เซอร์สโตน (L.L. Thurstone) รูปแบบของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ หรือประกอบภาพให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพของบุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2513 : ไม่ปรากฏหน้า) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อศึกษากับนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลายและระดับมัธยมศึกษา แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่ พิศร ทองชั้น (พิศร ทองชั้น 2511 : ไม่ปรากฏหน้า) สร้างขึ้นเพื่อศึกษากับเด็ก ระดับประถมศึกษาตอนปลายและศึกษาแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง

ค่านิยมสัมพันธภาพประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสของ พรทิพย์ ภัทรชาคร (พรทิพย์ ภัทรชาคร 2520 : ไม่ปรากฏหน้า) ซึ่งใช้ศึกษากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบเลือกชิ้นส่วนมาต่อเพียงชิ้นเดียว ส่วนแบบทดสอบที่ต้องต่อสองชิ้นนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษามาจากแบบทดสอบปฏิบัติจริงนิวกีนิ (The New Guinea Performance Scale) (Ord. 1970 107 - 113) ซึ่งสร้างขึ้นมาสำหรับสอบนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายเพื่อชิงทุนไปศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษา นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นิยามเชิงปฏิบัติการ เกี่ยวกับสมรรถภาพสมองค่านิยมสัมพันธภาพต่อภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบ

1.3 การเขียนข้อสอบตามคำนิยามที่กำหนดไว้ เป็นแบบทดสอบ
หนึ่งฉบับ จำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งเป็นสองตอน ดังนี้

1.3.1 เป็นแบบทดสอบมิตินิยมสัมพันธภาพแบบต่อภาพ ที่ต้องต่อชิ้นส่วน
เพียงชิ้นเดียว จึงจะได้ภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ จำนวน 20 ข้อ

1.3.2 แบบทดสอบมิตินิยมสัมพันธภาพแบบต่อภาพที่ต้องต่อชิ้นส่วนสองชิ้น
จึงจะได้ภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ จำนวน 20 ข้อ

สำหรับการสร้างแบบทดสอบเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่หนึ่ง ผู้วิจัยจะสร้าง
ตอนละ 40 ข้อ รวมทั้งสองตอนเป็น 80 ข้อ แล้วนำมาจัดเป็นแบบทดสอบสองฉบับ

1.4 การทดลองสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองสอบ
กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 จำนวน 199 คน ของโรงเรียน
เมืองสตูล โรงเรียนบ้านเจ๊ะบิลัง และโรงเรียนบ้านตันหยงกลิง

1.5 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ โดยนำคะแนนจากการทดสอบ
ครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์ทั้งตัวถูกและตัวลวงโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์และใช้ตาราง
ของ จุง เคนท์ ฟาน พบว่า ข้อสอบทั้ง 80 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในระหว่าง 0.11 ถึง
0.94 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระหว่าง -0.18 ถึง 0.77 ดังแสดงไว้ใน

ตาราง 10 - 13 ของภาคผนวก แจกคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ในช่วงระหว่าง .20 ถึง .80 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และมีค่าอำนาจจำแนกของตัวลวงทุกตัวมีค่าเป็นบวก มาจำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดที่ผู้สอบต้องเลือกชิ้นส่วนมาต่อเพียงหนึ่งชิ้น 20 ข้อ และที่ต้องเลือกมาต่อสองชิ้นอีก 20 ข้อ จัดเป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ที่เรียงลำดับจากง่ายไปยาก ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 14 ของภาคผนวก ซึ่งแบบทดสอบฉบับใหม่นี้จะมีค่าความยากอยู่ในระหว่าง .32 ถึง .78 มีค่าระดับความยากมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 12.2975 หรือค่าความยากเฉลี่ย (\bar{p}) เท่ากับ 0.5714 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระหว่าง .35 ถึง .77

1.6 การทดลองสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง คำนวณมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ของโรงเรียนบ้านเกตรี โรงเรียนอนุบาลสตูล และโรงเรียนบ้านท่ามะลิ้งเหนือ จำนวน 232 คน เพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

1.7 วิเคราะห์คะแนนจากการทดลองสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยวิธีของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน 20 (Kuder - Richardson 20 หรือ K - R 20) ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8132 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ ± 2.8486

2. การสร้างอุปกรณ์วัดสมรรถภาพสมอง คำนวณมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพโดยการปฏิบัติจริง อุปกรณ์ที่สร้างนี้จะเอารูปแบบมาจากข้อสอบวัดสมรรถภาพสมอง คำนวณมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ โดยใช้วัสดุที่เป็นแผ่นเรียบมีความหนาพอประมาณ สามารถที่จะหยิบได้อย่างถนัด ซึ่งทำจากกระดาษโปสเตอร์สีชนิดหนา และแผ่นกระเบื้องยางที่ใช้ปูพื้นอาคาร โดยให้มีขนาดของสี่เหลี่ยมจัตุรัสเมื่อประกอบเรียบร้อยแล้วประมาณ 3×3 (นิ้ว)² รูปร่างของข้อสอบแต่ละข้อ ตลอดจนลักษณะการจัดวางของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนี้จะเหมือนกับข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง คำนวณมิติสัมพันธ์แบบ

รูปภาพทุกประการ แต่อุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัติจริงนี้มีชิ้นส่วนในตัวเลือกสามารถจะหยิบยกไปประกอบในตัวคำถามได้จริง ๆ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบทดสอบปฏิบัติจริงนี้ (The New Guinea Performance Scale)

โครงสร้างของแบบทดสอบ

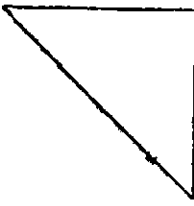
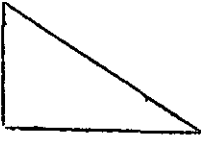
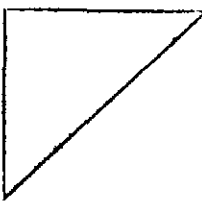
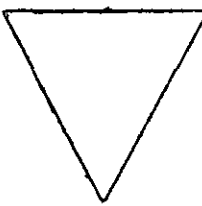
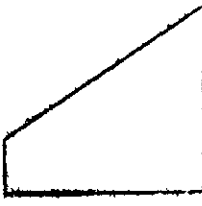
แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบรูปภาพ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีสี่ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งออกเป็นสองตอน ตอนละ 20 ข้อ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตอนที่ 1 มีข้อสอบ 20 ข้อ 20 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูภาพทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาภาพทางขวามือ จากตัวเลือก ก. ข. ค. หรือ ง. ว่าภาพในตัวเลือกใดที่นำมาต่อกับภาพทางซ้ายมือ และจะทำให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ เมื่อพบแล้วให้นักเรียนขีดตอบในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

(0)

โจทย์	ก	ข	ค	ง
				

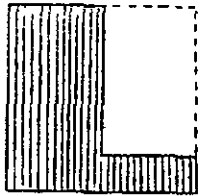
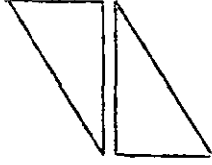
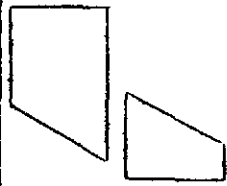
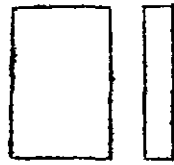
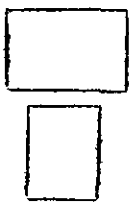
คำตอบที่ถูกต้องของข้อนี้คือ ข้อ ข.

ตอนที่ 2 มีข้อสอบ 20 ข้อ 20 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูภาพทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาภาพที่กำหนดให้ทางขวามือ จากตัวเลือก ก. ข. ค. และ ง. (ซึ่งแต่ละตัวเลือกจะประกอบด้วย 2 ภาพ) ว่า 2 ภาพ ในตัวเลือกใดที่นำมาประกอบกับภาพทางซ้ายมือแล้วทำให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยสมบูรณ์ เมื่อพบแล้วให้นักเรียนขีดตอบในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

(00)

โจทย์	ก	ข	ค	ง
				

คำตอบที่ถูกต้องของข้อนี้คือ ข้อ ก.

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมายเวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปทำการสอบ
2. จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอในการสอบแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอบเอง สำหรับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ส่วนการทดสอบปฏิบัติจริงโดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ผู้วิจัยจะฝึกอบรมผู้ช่วยในการควบคุมการสอบเป็นรายบุคคลให้มีมาตรฐานเดียวกัน

3. ชี้แจงวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับในการทำแบบทดสอบ

4. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับแบบทดสอบแต่ละตอน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบก่อนทุกขั้นตอนที่จะทำการสอบ เพื่อความแน่ใจจะให้นักเรียนทาแบบฝึกหัดก่อนจำนวน 5 ข้อ แล้วเฉลยให้นักเรียนเข้าใจทั่วทุกคน ก่อนจะให้สัญญาณลงมือทำแบบทดสอบ หรือการสอบแบบปฏิบัติจริง

5. การตรวจให้คะแนน แบ่งออกเป็นสองลักษณะดังนี้

5.1 การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบรูปภาพ จะให้คะแนนแบบ 1 กับ 0 คือถ้าทำถูกจะได้ 1 คะแนนในแต่ละข้อ แต่ถ้าทำผิดจะได้ 0 คะแนนในข้อนั้น ๆ

5.2 การตรวจให้คะแนนการปฏิบัติจริง จะมีลักษณะดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการตรวจให้คะแนนของการปฏิบัติจริง

จำนวนครั้งที่ข้อชิ้นส่วน	คะแนนที่ได้เมื่อตอบถูก	หมายเหตุ
1	4	ข้อใดที่ผู้สอบเว้นไว้
2	3	หรือยังไม่ปฏิบัติจนได้คำตอบ
3	2	ถูก หรือปฏิบัติครบ 4 ครั้ง
4	1	แล้วยังไม่ได้คำตอบที่ถูกต้อง ให้ 0 คะแนน

6. คัดคะแนนวิชาคณิตศาสตร์จากผลการเรียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จากครูประจำชั้น หรือครูประจำวิชา

7. นำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ และอุปกรณ์ที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพโดยการปฏิบัติจริง ไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษาวิจัย จำนวน 209 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ของโรงเรียนวัดหน้าเมือง โรงเรียนตลาดพิมาน (วันครู 2503) และโรงเรียนบ้านเกาะยาว โดยนำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพไปสอบก่อนถึงช่วงเวลาห่าง 2 สัปดาห์ แล้วจึงนำอุปกรณ์การปฏิบัติจริงไปสอบวัด แล้วนำคะแนนที่ได้จากการวัด โดยใช้เครื่องมือทั้งสองแบบมาวิเคราะห์ทางสถิติ และทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้

วิธีจัดการหาค่ากับข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม คือค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation SD)

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร กูเคอร์ - ริชาร์ดสัน 20 (Guilford. 1965 495)

$$\text{สูตร K - R 20, } r_{tt} = \frac{n}{n - 1} \left[\frac{s_x^2 - \sum pq}{s_x^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	$1 - p$
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบตอภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบและการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละชั้นในแต่ละโรงเรียน และการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบตอภาพ ที่วัดได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับการปฏิบัติจริง โดยใช้สูตร หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

$$\text{สูตร } r_{xy} = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	x	แทน	คะแนนของการสอบชุดที่หนึ่ง
	y	แทน	คะแนนของการสอบชุดที่สอง
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

4. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบตอภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบและการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้วิธีเฉลี่ยของ Fisher's Z Transformation

สูตรของการหาค่า Fisher's Z เฉลี่ย

$$\bar{z} = \frac{\sum (n_1 - 3) z_1}{\sum (n_1 - 3)}$$

เมื่อ \bar{z} แทน คะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) เฉลี่ย
 z_1 แทน คะแนนมาตรฐานของกลุ่มที่ 1
 n_1 แทน จำนวนคนของกลุ่มที่ 1

เมื่อคำนวณค่า \bar{z} ได้แล้ว สามารถเปิดหาค่า r กลับจากค่า Fisher's Z โดยใช้ตารางเดียวกัน ก็จะได้ค่า r เฉลี่ย (ล่วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2522 : 228)

5. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ กับการปฏิบัติจริง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ t - test (ล่วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2522 : 226)

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

เมื่อ t แทน ค่าจาก t - distribution
 r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
 $df = N - 2$

6. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับการทำโดยปฏิบัติจริง

จากกลุ่มตัวอย่างที่มีเพศต่างกัน และเรียนอยู่ในระดับชั้นที่ต่างกัน นอกจากนี้ยังใช้ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมอง คำนวณสัมพัทธ์แบบทอภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการทำโดยปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2522 : 227)

$$Z = \frac{Z_{r_1} - Z_{r_2}}{\sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}}$$

เมื่อ

Z	แทน	คะแนนมาตรฐานของโค่งปกติ
Z _{r₁}	แทน	คะแนนมาตรฐานแบบพิชเซอร์แปลงจาก r ₁
Z _{r₂}	แทน	คะแนนมาตรฐานแบบพิชเซอร์แปลงจาก r ₂
n ₁	แทน	จำนวนคนในกลุ่มที่ 1
n ₂	แทน	จำนวนคนในกลุ่มที่ 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ
\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการปฏิบัติจริง
r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
r_{x_1y}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
r_{x_2y}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
\bar{p}	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
\bar{r}	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
Δ	แทน	ค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบ

$r_{x_1x_2}$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริง
Z_r	แทน	คะแนนมาตรฐานแบบ Fisher's Z
\bar{Z}_r	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐานแบบ Fisher's Z
Z	แทน	ค่าสถิติ Z
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
S_1	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ
S_2	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการปฏิบัติจริง
$Z_{\bar{x}, \bar{y}}$	แทน	ค่าสถิติ Z ที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของกลุ่มนักเรียนชายกับหญิง
$Z_{4,5}$	แทน	ค่าสถิติ Z ที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของกลุ่มนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับประถมศึกษาปีที่ 5
$Z_{4,6}$	แทน	ค่าสถิติ Z ที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับประถมศึกษาปีที่ 6
$Z_{5,6}$	แทน	ค่าสถิติ Z ที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กับประถมศึกษาปีที่ 6
\bar{r}_{xy}	แทน	ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายและสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า ดังต่อไปนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบรูปภาพและจากการปฏิบัติจริง ของกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศชาย-หญิง และระดับชั้นเรียนเป็นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบรูปภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับจากการปฏิบัติจริง ของกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศ และระดับชั้นเรียน พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เหล่านั้นด้วย
3. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์แบบรูปภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับจากการปฏิบัติจริง ของกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศและระดับชั้นเรียน
4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบรูปภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เหล่านั้นด้วย
5. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบรูปภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่วัดได้จากการนำเอาแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบรูปภาพและจากการปฏิบัติจริงโดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ไปทดสอบกับนักเรียนชายและหญิงที่เรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ซึ่งเสนอโดยแยกตามเพศ ระดับชั้นเรียน และของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของสมรรถภาพสมองค่านมิลิกรัมสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จาก การทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง

กลุ่มนักเรียน	N	\bar{X}_1	S_1	\bar{X}_2	S_2
ชาย	106	22.4623	5.7820	117.1792	23.9141
หญิง	103	20.2524	5.7781	109.8447	23.2032
ป.4	73	19.2603	5.8310	104.3151	22.9292
ป.5	68	21.2794	5.3694	116.2353	20.2802
ป.6	68	23.7353	5.5788	120.8235	25.0581
นักเรียนทั้งหมด	209	21.3732	5.8716	113.5646	23.7974

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 4 พบว่านักเรียนชายมีความสามารถทำคะแนน ได้สูงกว่านักเรียนหญิงทั้งคะแนนที่วัดโดยใช้แบบทดสอบและการปฏิบัติจริง และกลุ่มนักเรียนที่เรียนอยู่ระดับสูงกว่่าก็สามารถทำคะแนนได้สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนอยู่ระดับชั้นที่ต่ำกว่า ทั้งการวัดโดยใช้แบบทดสอบและการปฏิบัติจริง เช่นเดียวกัน ค่าเฉลี่ยของการวัดจากแบบทดสอบของกลุ่มนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 21.3732 เกินครึ่งของคะแนนเต็มไปเพียง 1.3732 คะแนน แสดงว่าข้อสอบฉบับนี้มีความยากพอเหมาะ

ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทำแบบทดสอบอยู่ในระหว่าง 5.3694 ถึง 5.8716 ส่วนการวัดจากการปฏิบัติจริงอยู่ในระหว่าง 20.2802 ถึง 25.0581 แสดงว่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัดแต่ละแบบใกล้เคียงกันมาก

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริง โดยแยกพิจารณาในกลุ่มตัวอย่างตามเพศชายและเพศหญิง ระดับชั้นเรียนเป็นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ด้วย โดยใช้สถิติ t - test ดังรายละเอียดในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริง และผลการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เหล่านั้น

กลุ่มนักเรียน	N	$r_{x_1 x_2}$	t
ชาย	106	0.6267	8.2015 ^{***}
หญิง	103	0.5783	7.1239 ^{**}
ป.4	73	0.5480	5.5202 ^{***}
ป.5	68	0.4921	4.5924 ^{**}
ป.6	68	0.6849	7.6364 ^{***}
นักเรียนทั้งหมด	209	0.6144	11.2037 ^{***}

^{**} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งมีค่า t ณ จุดวิกฤตดังนี้ t (df = 60) = 3.460, t (df = 120) = 3.373 และ t (df = ∞) = 3.291

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับจาก การปฏิบัติจริง จากกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศและระดับชั้นเรียน รวมทั้งกลุ่มนักเรียน ทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.4921 ถึง 0.6849 ซึ่งปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เหล่านี้ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งสิ้น

3. การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ในสมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับ การปฏิบัติจริงจากกลุ่มนักเรียนที่จำแนกตามเพศและระดับชั้นเรียนนั้น ต้องแปลง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สมรรถภาพสมองค่านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จาก การทำแบบทดสอบ กับการปฏิบัติจริงนั้นให้อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐานแบบ Fisher's Z แล้วจึงทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน แบบ Fisher's Z โดยใช้สถิติ Z ดังรายละเอียดในตาราง 6

ตาราง 6 ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใน
สมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจาก
การปฏิบัติจริง

กลุ่มนักเรียน	N	$r_{x_1x_2}$	Z_r	Z
ชาย	106	0.6267	0.7364	$Z_{3,4} = 0.5485$
หญิง	103	0.5783	0.6594	$Z_{4,5} = 0.4459$
ป.4	73	0.5480	0.6155	$Z_{5,6} = 1.7091$
ป.5	68	0.4921	0.5387	$Z_{4,6} = 1.2946$
ป.6	68	0.6849	0.8385	

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 6 พบว่าค่าวิกฤติ Z ที่คำนวณได้มีค่า
สูงสุดเท่ากับ 1.7091 แต่ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ α เท่ากับ .05 ค่า Z
จะต้องมีค่าเท่ากับ 1.96 นั่นคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละคู่แตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่ว่าจะหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จำแนกตาม
เพศ หรือระดับชั้นเรียนก็มีค่าใกล้เคียงกัน

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพ
ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และค่า
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จาก
การปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น เนื่องจากคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ได้วัดมาจากเครื่องวัดอันเดียวกัน จึงไม่สามารถ

จะนำคะแนนมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับสมรรถภาพสมองค่านิมิตีสัมพันธ์แบบ
 ต่อภาพจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดพร้อมกันได้ จึงต้องหาความสัมพันธ์สหสัมพันธ์แยกกัน
 ตามระดับชั้นเรียนของแต่ละโรงเรียนไป พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของ
 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ไ้เหล่านั้นด้วยสถิติ t - test ดังรายละเอียดในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านิมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพ
 ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง		N	r_{x_1y}	t	r_{x_2y}	t
ชื่อโรงเรียน	ชั้น					
ตลาดพิมาน (วันครู 2503)	ป.4	33	0.4447	2.7644 ^{**}	0.3764	2.2621 [*]
	ป.5	31	0.3802	2.2137 ^y	0.5350	3.4104 ^{**}
	ป.6	28	0.4366	2.4745	0.4427	2.5175 [*]
วัดหน้าเมือง	ป.4	31	0.1581	0.8622	0.3025	1.7091
	ป.5	27	-0.0433	-0.2167	0.0628	0.3146
	ป.6	22	0.4377	2.1771 ^c	0.6247	3.5778 ^{**}

ตาราง 7 (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง		N	r_{x_1y}	t	r_{x_2y}	t
ชื่อโรงเรียน	ชั้น					
บ้านเกาะยาว	ป.4	9	0.1265	0.3374	0.2902	0.8023
	ป.5	10	0.7203	2.9370	0.3261	0.9757
	ป.6	18	0.3972	1.7312	0.6717	3.6268**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่า t ณ จุดวิกฤตดังนี้
 $t(df = 31) = 2.040$, $t(df = 29) = 2.045$, $t(df = 26) = 2.056$
 $t(df = 20) = 2.086$ และ $t(df = 8) = 2.306$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีค่า t ณ จุดวิกฤตดังนี้
 $t(df = 31) = 2.744$, $t(df = 29) = 2.756$, $t(df = 20) = 2.845$
 และ $t(df = 16) = 2.921$

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 7 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง -0.0433 ถึง 0.7203 และพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้จากกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตลาดพิमान (วันครู 2503) และที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นกลุ่มนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ของโรงเรียนตลาดพิमान (วันครู 2503) กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวัดหน้าเมือง และกลุ่มนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านเกาะยาว นอกนั้นสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดโดยการให้ปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า มีค่าอยู่ในระหว่าง 0.0628 ถึง 0.6717 และยังพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้น ได้มาจากกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนตลาดพิมาน (วันครู 2503) กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดหน้าเมือง และโรงเรียนบ้านเกาะยาว และที่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 6 ของโรงเรียนตลาดพิมาน (วันครู 2503) นอกนั้นสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้จากการนำเอาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ในตาราง 7 ไปแปลงให้เป็นคะแนนมาตรฐานแบบ Fisher's Z แล้วจึงคำนวณหาค่าคะแนนมาตรฐานแบบ Fisher's Z เสร็จแล้วจึงแปลงค่ากลับเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) อีกครั้งหนึ่ง แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้สถิติ t - test ดังรายละเอียดในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ
ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐานแบบ Fisher's Z

r_{xy}	N	\bar{Z}_r	\bar{r}_{xy}	t
r_{x_1y}	209	0.3464	0.333	5.0810 ^{***}
r_{x_2y}	209	0.4454	0.418	6.6201 ^{***}

^{***} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่ง $t(\alpha = .001, df = \infty) = 3.291$

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 8 พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพ
สมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.333 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมอง
ด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดโดยการให้ปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.418 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งสองค่า

5. การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และการ
ปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าคะแนนมาตรฐาน
แบบ Fisher's Z เฉลี่ย ไปทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างโดยใช้สถิติ Z
คังรายละเอียดในตาราง 9

ตาราง 9 ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการหาแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

r_{xy}	N	\bar{Z}_r	Z
r_{x_1y}	209	0.3464	1.0051
r_{x_2y}	209	0.4454	

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 9 พบว่า ค่า Z ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 1.0051 แต่ที่ระดับ α เท่ากับ .05 ค่า Z จากตาราง จะมีค่าเท่ากับ 1.96 แสดงว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการหาแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการหาแบบทดสอบ และจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าใกล้เคียงกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับการทำโดยปฏิบัติจริง โดยจำแนกตามกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้
 - 1.1 เพศ
 - 1.2 ระดับชั้นเรียน
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และการทำโดยปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์ ในสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับการทำโดยปฏิบัติจริง ซึ่งจำแนกตามกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้
 - 3.1 เพศ
 - 3.2 ระดับชั้นเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์ในสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และการทำโดยปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ

การประถมศึกษาแห่งชาติ (สพช.) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสตูล จำนวน 640 คน ใช้ในการทดลองสอบครั้งที่หนึ่ง 199 คน ครั้งที่สอง 232 คน เพื่อสร้างเครื่องมือ ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) และใช้ทดสอบเพื่อวิจัยอีก 209 คน โดยการสุ่มแบบหลายชั้นตอน (Multi - Stage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มีค่าความยากอยู่ในระหว่าง .32 ถึง .78 หรือคิดเป็นค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ .5714 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระหว่าง .35 ถึง .77 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .8132 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ ± 2.8486
2. อุปกรณ์วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพโดยการปฏิบัติจริง

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมายเวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปทดสอบ
2. จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอในการสอบแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอบเอง สำหรับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ส่วนการทดสอบปฏิบัติจริงโดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ผู้วิจัยจะฝึกอบรมผู้ช่วยในการควบคุมการสอบเป็นรายบุคคลให้มีมาตรฐานเดียวกัน

3. ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับในการทำแบบ

ทดสอบ

4. ซึ่งแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับแบบทดสอบแต่ละตอน ให้นักเรียนที่จะสอบทราบ ก่อนทุกขั้นตอนที่จะทำการสอบ เพื่อความแน่ใจจะให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดก่อน 5 ข้อ แล้วเฉลยให้นักเรียนเข้าใจทั่วทุกคน ก่อนจะให้สัญญาณลงมือทำแบบทดสอบ หรือการสอบแบบให้ปฏิบัติจริง

5. การตรวจให้คะแนน แบ่งออกเป็นสองลักษณะดังนี้

5.1 การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง คำนวณมีสิทธิสัมพันธ์แบบต่อภาพจะให้คะแนนแบบ 1 กับ 0 ก็คือถ้าทำถูกจะได้ 1 คะแนนในแต่ละข้อ แต่ ถ้าทำผิดจะได้ 0 คะแนนในข้อนั้น ๆ

5.2 การตรวจให้คะแนนการปฏิบัติจริง จะมีลักษณะดังนี้

จำนวนครั้งที่ตอบขึ้นส่วน	คะแนนที่ได้เมื่อตอบถูก	หมายเหตุ
1	4	ข้อใดที่ผู้สอบเว้นไว้ หรือยังไม่
2	3	ปฏิบัติจนได้คำตอบถูก หรือปฏิบัติ
3	2	ครบ 4 ครั้ง แล้วยังไม่ได้คำตอบ
4	1	ที่ถูกต้อง ให้ 0 คะแนน

6. คัดลอกคะแนน จากผลการทดสอบประจำภาคเรียนที่สอง ในวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อการวิจัยจำนวน 209 คน จากครูประจำชั้นหรือครูประจำวิชา

7. นาคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบ
 คอภาพ ที่ได้จากการทำแบบทดสอบ และการปฏิบัติจริง และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่คัดลอกมา ไปวิเคราะห์ทางสถิติ และทดสอบสมมุติฐานที่
 ตั้งไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัย เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
 และสมมุติฐานที่ตั้งไว้ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบคอภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และ
 การปฏิบัติจริง ของกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศ ระดับชั้นเรียน และของกลุ่มนักเรียน
 ทั้งหมด

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบคอภาพที่
 วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับจากการปฏิบัติจริง ของกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศ
 และระดับชั้นเรียน พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เหล่านั้น
 ด้วย

3. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ
 สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบคอภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการ
 ปฏิบัติจริง ของกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศ และระดับชั้นเรียน

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบคอภาพ
 ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้นด้วย

5. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ
 สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบคอภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และการ
 ปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากการวัดสมรรถภาพสมองค์้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ จากกลุ่มนักเรียนที่จำแนกตามเพศ และระดับชั้นเรียน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระหว่าง 19.2603 ถึง 23.7353 และค่าเฉลี่ยของกลุ่มนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 21.3732 ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระหว่าง 5.3694 ถึง 5.8716 ส่วนคะแนนที่ได้จากการวัดสมรรถภาพสมองค์้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการปฏิบัติจริง จากกลุ่มนักเรียนที่จำแนกตามเพศ และระดับชั้นเรียน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระหว่าง 104.3151 ถึง 120.8235 และค่าเฉลี่ยของกลุ่มนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 113.5646 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระหว่าง 20.2802 ถึง 25.0581 นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพสมองค์้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพทั้งที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงของกลุ่มนักเรียนเพศชายจะสูงกว่ากลุ่มเพศหญิงและกลุ่มนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับที่สูงกว่าจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค์้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับจากการปฏิบัติจริงจากกลุ่มนักเรียนที่จำแนกตามเพศ และระดับชั้นเรียน พบว่ามีค่าในระหว่าง 0.4921 ถึง 0.6849 และของกลุ่มนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 0.6144 และยังพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

3. จากการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค์้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่ได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริงของกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค์้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริงของกลุ่มนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นต่างกัน ก็มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนจากการวัดด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละชั้นของแต่ละโรงเรียนมีค่าอยู่ในระหว่าง -0.0433 ถึง 0.7203 เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติแล้วพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนตลาดพิมาน (วันครู 2503) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ของโรงเรียนตลาดพิมาน (วันครู 2503) กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวัดหน้าเมือง และกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านเกาะยาว มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนจากการวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพโดยการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากกลุ่มนักเรียนแต่ละชั้นของแต่ละโรงเรียนพบว่า มีค่าอยู่ในระหว่าง 0.0628 ถึง 0.6717 เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติก็พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนตลาดพิมาน (วันครู 2503) และกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวัดหน้าเมือง และโรงเรียนบ้านเกาะยาว มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 6 ของโรงเรียนตลาดพิมาน (วันครู 2503) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$

เมื่อแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ จากกลุ่มนักเรียนที่แยกตามชั้นของแต่ละโรงเรียน มาเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยของกลุ่มนักเรียนทั้งหมด จะมีค่าเท่ากับ 0.333 และ 0.418 ตามลำดับ และพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.001$ ทั้งสองค่า

5. จากการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผู้วิจัยได้อภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ตามความมุ่งหมายและสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยของคะแนนที่วัดได้จากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ กับคะแนนที่ได้จากการวัดด้วยอุปกรณ์วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพโดยการปฏิบัติจริง ซึ่งพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพในกลุ่มนักเรียนชาย (22.4623) สูงกว่าในกลุ่มนักเรียนหญิง (20.2524) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิตร ทองชั้น (พิตร ทองชั้น 2511 : 89) พบว่านักเรียนชายในระดับประถมศึกษาตอนปลาย มีความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบเติมให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสูงกว่านักเรียนหญิงในระดับเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวิจัยของ บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2513 : 40) พบว่าจากการใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 5 แล้วนักเรียนชายจะทำคะแนนสูงกว่านักเรียนหญิงในทุกระดับชั้นเดียวกัน นอกจากนี้ยังมี เชสเซอร์ (Cheser. 1979 : 6644 - A) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ของเพียเจต์ พบว่าเด็กในระดับประถมศึกษา (อายุ 5 - 11 ปี) เด็กผู้ชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าเด็กนักเรียนหญิง ส่วนค่าเฉลี่ยของ

คะแนนที่วัดได้จากการปฏิบัติจริง พบว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนชาย (117.1792) สูงกว่าของนักเรียนหญิง (109.8447) ซึ่งสอดคล้องกับการวัดโดยใช้แบบทดสอบ ส่วนค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 มีค่าเท่ากับ 19.2603 21.2794 และ 23.7353 ตามลำดับ นั้นแสดงว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาที่เรียนอยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่ามีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพสูงกว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า ซึ่งก็สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พิตร ทองชั้น (พิตร ทองชั้น 2511 : 89) และงานวิจัยของ บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2513 : 38) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนต่างระดับชั้นกัน ก็พบว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับสูงกว่าจะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพนี้ สูงกว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนที่วัดได้จากการปฏิบัติจริงก็พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 104.3151 116.2353 และ 120.8235 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับชั้นเรียนที่สูงกว่ามีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพสูงกว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

เมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วจะพบว่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าต่ำที่สุดคือ 5.3694 และ 20.2802 จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพกับการปฏิบัติจริงตามลำดับ แสดงว่านักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถหาคะแนนได้ใกล้เคียงกันหรือมีการกระจายของคะแนนน้อยกว่าระดับชั้นอื่น ๆ

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริง จากกลุ่มนักเรียนที่จำแนกออกตามเพศและระดับชั้นเรียน พบว่ามีค่าอยู่ในระหว่าง 0.4921 ถึง 0.6849 และจากกลุ่ม

นักเรียนทั้งหมด เท่ากับ 0.6144 ซึ่งนับว่ามีความสัมพันธ์กันสูง และเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติก็พบว่า ไม่ว่าจะจำแนกกลุ่มนักเรียนตามเพศ หรือระดับชั้นเรียน หรือรวมกันทั้งหมด ก็พบว่ามีความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับจากการปฏิบัติจริง โดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 นั่นคือ ถ้ามีผู้ต้องการจะวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 หรือ 6 เราสามารถจะเลือกใช้เครื่องมือที่เป็นแบบทดสอบหรืออุปกรณ์การปฏิบัติจริงอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

3. การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริง ระหว่างนักเรียนที่มีเพศต่างกันและทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าว จากกลุ่มนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับชั้นที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งหมด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริง ของกลุ่มนักเรียนที่จำแนกตามเพศหรือระดับชั้นเรียน นั้นมีค่าสูงจนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า จึงทำให้มีความแตกต่างกันของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในระหว่างกลุ่มน้อยมาก เมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่าง จึงพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่ว่าจะหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยจำแนกตามเพศหรือระดับชั้นเรียนก็มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นถ้าใครจะนำเครื่องมือวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่เป็นแบบทดสอบหรือเป็นอุปกรณ์ปฏิบัติจริงไปใช้ ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน ไม่ว่าจะนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 หรือ 6 หรือนักเรียนจะเป็นเพศหญิงหรือชายก็ตาม

4. จากการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์นั้นพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ นั้นมีค่าเท่ากับ 0.333 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.418 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งสองค่า ซึ่งนับว่าสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ไม่ว่าจะวัดโดยใช้แบบทดสอบ หรือจากการปฏิบัติจริงก็มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์สูง เพราะจากผลงานวิจัยของ พรทิพย์ ภัทรชาคร (พรทิพย์ ภัทรชาคร 2520 : 41) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพเป็น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.3853 และจากงานวิจัยของ สาธารณ วีระสัมฤทธิ์ (สาธารณ วีระสัมฤทธิ์ 2512 : 65) ที่ได้จัดแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ และประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรวมอยู่ในฉบับเดียวกัน แล้วไปหาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2831 ส่วน พิศร ทองชั้น (พิศร ทองชั้น 2511 : 58) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบเติมภาพให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .5885 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เบนเนท และคนอื่น ๆ (Bennet and others. 1956 81-9) ได้ศึกษาพบว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .53

จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าจากกลุ่มนักเรียนบางกลุ่มมีค่าต่ำมาก เช่น จากกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียน

วัดหน้าเมือง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ -0.0433 และที่วัดได้จากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.0628 นั้น เนื่องจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ของวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่เรียนนั้นไม่เกี่ยวข้องกับ พื้นที่ ขนาด ปริมาตร ทิศทาง หรือรูปทรงทางเรขาคณิตแต่ประการใด ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากนักเรียนกลุ่มนี้จึงต่ำ และจากการศึกษาองค์ประกอบของสมอง ที่มีผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่า ไม่ไ้มีแต่ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เท่านั้น แต่ยังมีองค์ประกอบด้านเหตุผลและด้านภาษา (ลวัน สายยศ 2511 : 59) และ องค์ประกอบด้านจำนวน (อนุสรณ์ สุกุลกู 2520 : 33) ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พิภูล เกตุประดิษฐ์ (พิภูล เกตุประดิษฐ์ 2522 : 45) จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และจากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าต่ำ

5. การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบและจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับจากการปฏิบัติจริงมีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.001$ และสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.001$ นอกจากนี้ สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการปฏิบัติจริง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก็มีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.001$ เช่นเดียวกัน ฉะนั้นจึงเป็นเหตุทำให้ความ

สัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบ และจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้ จากการทำแบบทดสอบ และจากการปฏิบัติจริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าสัมพันธ์สหสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้ ได้ศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ในเขตอำเภอ เมือง จังหวัดสกลนคร ควรจะได้มีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่กว้างขวางกว่านี้ เช่น จังหวัดอื่นและระดับชั้นเรียนที่ต่ำหรือสูงกว่านี้
2. ควรจะมีการศึกษาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบ ต่อภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบกับการปฏิบัติจริงโดยสร้างอุปกรณ์ปฏิบัติจริงให้มีคุณภาพก่อน แล้วจึงคัดแปลงเป็นรูปแบบทดสอบ เพื่อจะตรวจสอบดูว่าแบบทดสอบที่ได้จะมีคุณภาพ ดีกว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นก่อนการสร้างอุปกรณ์ปฏิบัติจริงหรือไม่
3. ควรจะมีการศึกษาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์ แบบอื่น ๆ ที่วัดจากการทำแบบทดสอบกับการปฏิบัติจริง
4. ควรจะมีผู้ศึกษาต่อในลักษณะของการวิจัยเชิงทดลองในแง่ที่ว่า ความถนัด ทางค่านมิติสัมพันธ์นั้นสามารถจะสอนหรือฝึกฝนกันได้หรือไม่ เพียงใด
5. สำหรับผู้ที่ให้นำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ หรืออุปกรณ์วัดสมรรถภาพสมองค่านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพโดยการปฏิบัติจริงไปใช้ จะต้องคำนึงถึงความสะดวก และวุฒิภาวะของนักเรียนที่จะนำไปทดสอบด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- เกริกชัย ฮวงเจริญ การเปรียบเทียบการตอบและตรวจให้คะแนนแบบใหม่
แบบวิธีทดสอบความมั่นใจ และแบบขรรคมคา ที่มีผลต่อความเชื่อมั่นและคะแนน
การเคาของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 69 หน้า อัดสำเนา
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน แผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช
2520 หน้า 15 กองส่งเสริมและเผยแพร่การศึกษา ศรีเมืองการพิมพ์ 2520
- จักรเพชร เพชรสุข ความสามารถบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนระดับวิชาชีพชั้นสูง
ของนักศึกษาเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 114 หน้า อัดสำเนา
- จันทมาศ ชื่นสุข และคนอื่น ๆ จิตวิทยาเด็ก ภาควิชาจิตวิทยา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2515, 257 หน้า
- จำเนียร ช่วงโชติ และคนอื่น ๆ การทดสอบทางจิตวิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
2522, 288 หน้า
- ชวาล แพร์ศักดิ์ การทดสอบเพื่อคนและพัฒนาสมรรถภาพ สำนักทดสอบทางการศึกษา
และจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517, 107 หน้า
- _____ เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 6 วัฒนาพานิช 2518, 434 หน้า
- ชัยนารถ นาคบุปผา "การแนะแนวกับหลักสูตรมัธยม" สารพัฒนาหลักสูตร ฉบับที่ 13
ตุลาคม 2526 หน้า 29
- เดโช สวานานนท์ จิตวิทยาสำหรับอุดมศึกษาปัญญาชน โอเคียนสโตร์ 2520,
228 หน้า

- ท้าย เชียงฉวี ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 92 หน้า อัดสำเนา
- ทองหล่อ วิภาวิน การวัดความถนัด โอเคียนสโตร์ 2524, 140 หน้า
- นคร เทพวรรณ สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 39 หน้า อัดสำเนา
- นิภา นิธยาณ เอกสารประกอบการสอนวิชาจิต 221 จิตวิทยาพัฒนาการ
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน ม.ป.ป., 186 หน้า
 อัดสำเนา
- นิยม ปุราคำ ทฤษฎีของการสำรวจสถิติจากตัวอย่างและการประยุกต์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด
 ศ.ส.การพิมพ์ 2517, 361 หน้า
- บงอร ภูวภิรมย์ขวัญ การวัดบุคลิกภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 2526, 288 หน้า
- บุญชม ศรีสะอาด ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
 ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 129 หน้า
 อัดสำเนา
- _____ การวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัด ศูนย์เอกสารและตำรา มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2521, 145 หน้า
- ประไพพรรณ โภคย์สุนทร "สภาพการสอนวิชาเลือกในโรงเรียนมัธยมศึกษา"
สารพัฒนาหลักสูตร อันดับที่ 20 พฤษภาคม 2526 หน้า 34 - 37
- ประยูรศรี สุยะสุนานนท์ และชันทาน พ่วงบุตร จิตวิทยาพัฒนาการ ภาควิชาจิตวิทยา
 และแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทระเกษม 2521, 177 หน้า

- พรทิพย์ ภัทรชาคร ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองค่านิยมสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ปรินญาณิพนธ์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 56 หน้า อัดสำเนา
- พรรณณี ชูชัย จิตวิทยาการเรียนการสอน พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 266 หน้า
- พิบูล เกตุประสิทธิ์ การวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 127 หน้า อัดสำเนา
- พิทร ทองชั้น สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของ
นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
 ประสานมิตร 2511, 127 หน้า
- ไพศาล หวังพานิช การวัดผลการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2526, 204 หน้า
- รุจิรี ภูสาระ เอกสารประกอบคำบรรยายกระบวนวิชา MR 304 มหาวิทยาลัย
 รามคำแหง 2520, 131 หน้า
- ล้วน สายยศ การค้นหาคำพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน
วิชาเอกคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง ปีการศึกษา
2510 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2511,
 107 หน้า อัดสำเนา
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา ครั้งที่ 2 วัฒนาพานิช
 2522, 266 หน้า
- _____ หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาคพื้นฐานทางการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 204 หน้า
- วิัญญา วิศาลาภรณ์ การวัดความถนัดเบื้องต้น คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา 2522, 101 หน้า

วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ แนวการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น

พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง) 2522, 179 หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน ฉบับสมบูรณ์ บรรณกิจเทรดดิ้ง

2517, 137 หน้า

ศิริพันธ์ เพชรทองคำ และคนอื่น ๆ จิตวิทยาพัฒนาการและการเรียนรู้ ครั้งที่ 4

มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2523, 189 หน้า

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเริง บุญเรืองรัตน์ การวัดความถนัด ไทยวัฒนาพานิช

2524, 106 หน้า

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถ

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7

ปริญญาณีพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 152 หน้า

อัครสำเนา

สุพล บุญทรง จิตวิทยาพัฒนาการ ไทยวัฒนาพานิช 2523, 218 หน้า

อนันต์ ศรีโสภาก "เราจะพัฒนาวิธีการตอบและการตรวจให้คะแนนข้อสอบเลือกตอบ

ได้อย่างไร" สามัญศึกษา 10(4) : 13 - 19 เมษายน 2516

อนุสรณ์ สกุลคุ การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ปริญญาณีพนธ์ กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 127 หน้า อัครสำเนา

เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร การสร้างแบบทดสอบความถนัด มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2524, 258 หน้า

Ahmann, J. Stanley. Testing Student Achievement and Aptitude. New Delhi, Prentic - Hall of India (Private) Ltd. 1965. 118 p.

Aiken, Lewis R. Psychological Testing and Assessment. Allyn and Bacon, Inc., Third Printing 1977. 360 p.

- Anastasi, Anne. Psychological Testing. London, The Mocomillan Company, Colliar-Macmillan Limited, 1971. 665 p.
- _____. Psychological Testing. New York, McMillan, 1972. 382 p.
- Ben-Haim, David. "Spatial Visualization Sex Differences, Grade Level Differences and the Effect of Instruction on the Performance and Attitudes of Middle School Boys and Girls," Dissertation Abstracts International. 43 · 2914 - A, March, 1983.
- Bennet, G.K., N.G., Seashore and A.G. Wesnan. "The Differential Aptitude Test An Over View," The Personal and Guidance Journal. 35 · 81 - 91 October, 1965.
- Brown, R.E. and Johnson, Phillip G. "Education for The Talented in Mathematics and Sciences," Bulletin Office of Education. Washington, 15 3 - 4, 1965.
- Buros, Oscar Krisen, Editor. The Fifth Mental Measurements Year Book. The Gryphon Press, New Jersey, 1959. 1255 p.
- Cheser, David Wayne. "Effects of Age, Sex, and Cultural Habitat on Development of Piagetian Spatial Concepts Among Rural and Urban Children from Togo West Africa," Dissertation Abstract International. 39 6644 - A, May, 1979.
- Coombs, C.H. "On the Use of Objective Examination," Educational and Psychological Measurement. 13 : 308 - 313, Summer, 1953.
- Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3rd ed., New York, Harper and Row Puolisher, 1970. 752 p.
- Crowder, Norman A. "The Holzinger - Crowder Uni - Factor Tests," Personal and Guidance Journal. 35 281 - 286, January, 1957.
- Dressel, P.L. and J. Schmid. "Some Modification of the Multiple - Choice Item," Educational and Psychological Measurement. 13 574 - 595, 1953.

- Garrett, Henry E. Testing for Teachers. New York, American Book Company, 1959. 262 p.
- Guildford, Joy Paul. Fundamental Statistics in Psychology and Education. 4th ed., New York, McGraw-Hill, Inc., 1965. 605 p.
- Hill, John R. "Factor Analysis Abilities and Success in College Mathematics," Education and Psychological Measurement. 17 615 - 622, Winter, 1957.
- Mehrens, William A. and Irwin J. Lehmann. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. Holt Rinehart and Winston, New York, 1973. 718 p.
- Mercado, Gaser M. How to Conduct Social Science Research. Manila, Sinag - Tala Publishers, Inc., 1977. 88 p.
- Nunnally, Jum C. Educational Measurement and Evaluation. New York McGraw - Hill Book Company 1964. 440 p.
- Ord, I.G. Mental Tests for Pre - literates. London, Jacarands Press, 1970. 270 p.
- Piaget, J. "How Children Form Mathematical Concepts," Scientific American. 193 72 - 87, November 1953.
- Porter, Charles Franklin. "The Effects of Two - Dimensional, Three - Dimensional, and a Combination of Two and Three - Dimensional Instructional Strategies on the Achievement of High School Biology Students with Varying Levels of Spatial Visualization Ability, Cognitive Development, and Gender," Dissertation Abstracts International. 43 2302 - A, January 1983.
- Rannucci, Ernest R. "The Role of the Space Perception in The Teaching Mathematics," Bulletin of the International Study Groups for Mathamatics Learning. 11 19 - 23, October 1964.
- Remmer H.H., N.L. Gage. Evaluational Measurement and Evaluation. Rev - ed., New York, Harper and Brothers, 1955. 580 p.

- Smith, Macfarland. Spatial Ability. University of London Press, Ltd., London, 1964. 408 p.
- Thronldike, Robert, L. and Elizabeth Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 3rd ed., New York, John Willey and Sons, 1966. 705 p.
- Warren, Howard G. Dictionary of Psychology. Boston, Houghton Mifflin, 1934. 372 p.
- Wellman, F.E. "Differential Prediction of Highschool Achievement Using Single Score and Multiple Factor Tests of Mental Maturity," The Personal and Guidance Journal. 35 · 512 - 517, April 1957.

ภาคผนวก

๙

ภาคผนวก ก

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
 คำนวณมีคีสัมพันธ์แบบต่อภาพ ฉบับที่ 1 จากการทดสอบครั้งที่ 1

ข้อ	ก.		ข.		ค.		ง.		จ.		△
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
1	.60	.43*	.28	.34*	.07	.09	.05	.39	-	-	12.0
2	.11	.09	.45	.66	.26	.40	.12	.62	-	-	13.5
3	.05	.39	.18	.52	.76	.62*	.05	.39	-	-	10.2
4	.26	.18	.13	.16	.42	.29	.16	.60	-	-	13.8
5	.05	.39	.19	.19	.16	.48	.59	.51*	-	-	12.1
6	.19	.26	.25	.03	.18	.63	.29	.68	-	-	15.2
7	.52	.58*	.11	.49	.08	.42	.25	.28	-	-	12.8
8	.85	.47*	.05	.26	.08	.42	.05	.39	-	-	8.9
9	.56	.34*	.13	.16	.18	.11	.12	.38	-	-	12.4
10	.20	.47	.05	.39	.05	.39	.72	.59*	-	-	10.6
11	.05	.39	.05	.39	.94	.32*	.05	.39	-	-	6.7
12	.13	.55	.13	.31	.20	.22	.49	.60	-	-	13.1
13	.28	.29	.53	.39*	.12	.21	.06	.16	-	-	12.7
14	.13	.31	.09	.55	.67	.48*	.09	.10	-	-	11.2
15	.35	.61*	.20	.43	.20	.10	.16	.60	-	-	14.5
16	.14	.44	.10	.57	.67	.66*	.07	.39	-	-	11.2
17	.05	.41	.83	.39*	.02	-	.10	.31	-	-	9.1

ตาราง 10 (ต่อ)

หัวเลือก ข้อ	ก.		ข.		ค.		ง.		จ.		Δ
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
18	.10	.21	.62	.50*	.13	.54	.13	.24	-	-	11.7
19	.54	.41	.10	.21*	.05	.39	.32	.57*	-	-	14.8
20	.37	.13	.60	.20	.05	.39	.05	.39	-	-	12.0
21	.44	.42*	.06	.47*	.35	.09	.12	.38	-	-	13.6
22	.15	.16	.52	.52*	.25	.38	.08	.25	-	-	12.8
23	.58	.46*	.35	.36	.06	.32	.05	.39	-	-	12.2
24	.12	.12	.13	.08	.46	.31	.26	.18*	.05	.39	15.6
25	.16	.25	.52	.30*	.05	.41	.26	.05	-	-	12.8
26	.25	.08	.05	.28	.25	.14	.43	.13*	-	-	13.7
27	.20	.43	.58	.65 ^v	.10	.34	.08	.53	-	-	12.2
28	.20	.29	.09	.28	.53	.60	.13	.54	.05	.39	12.7
29	.46	.27	.41	.47*	.06	.32	.05	.41	-	-	13.9
30	.11	.18*	.09	.10	.75	.08	.05	.08	-	-	18.0
31	.63	.77*	.10	.47	.15	.58	.09	.55	-	-	11.7
32	.47	.43	.13	.31	.32	.62 ^v	.05	.26	-	-	14.9
33	.09	.10	.57	.44*	.15	.35	.18	.30	-	-	12.3
34	.09	.17	.67	.21*	.12	.21	.12	.04	-	-	11.3
35	.20	.16	.22	.15	.23	.48	.31	.13	.05	.39	16.0

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ก.		ข.		ค.		ง.		ว.		△
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
36	.82	.52*	.06	.52	.07	.50	.05	.28	-	-	9.3
37	.13	.40	.05	.39	.25	.52	.56	.68	-	-	12.4
38	.19	.33	.15	.07	.64	.22*	.05	.39	-	-	11.5
39	.09	.28	.37	.55*	.34	.22	.16	.35	-	-	14.3
40	.25	.33	.18	.23	.13	.31	.40	.58*	-	-	14.0

ตัวเลือกใดที่มีเครื่องหมาย * แสดงว่าตัวเลือกนั้นเป็นตัวถูก

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง
ด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ฉบับที่ 2 จากการทดสอบครั้งที่ 1

ข้อ ตัวเลือก	ก.		ข.		ค.		ง.		จ.		△
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
1	.22	.51	.05	.39	.21	.37	.53	.64*	-	-	12.7
2	.17	.21	.09	.28	.67	.37*	.06	.32	-	-	11.2
3	.19	.44	.71	.52*	.06	.16	.05	.39	-	-	10.8
4	.11	.51*	.19	.07	.07	.50	.59	.47*	-	-	12.1
5	.52	.56	.30	.28	.07	.36	.05	.41	-	-	12.8
6	.10	.47	.67	.43*	.15	.16	.06	.32	-	-	11.3
7	.05	.39	.86	.44*	.07	.21	.05	.39	.05	.39	8.7
8	.17	.39	.72	.56	.06	.32	.06	.45	-	-	10.6
9	.13	.24	.24	.24	.46	.48*	.16	.32	-	-	13.5
10	.30	.32	.22	.05	.45	.36*	.05	.39	-	-	13.5
11	.10	.47	.08	.52	.04	-	.78	.51*	-	-	10.0
12	.58	.42*	.19	.32	.20	.28	.05	.39	-	-	12.2
13	.13	.40	.59	.47*	.10	.47	.16	.10	-	-	12.1
14	.17	.37	.16	.32	.10	.14	.54	.48*	.05	.39	12.5
15	.44	.51*	.42	.25	.06	.45	.06	.47	-	-	13.6
16	.42	.29	.10	.47	.05	.11	.40	.53*	-	-	14.0
17	.68	.65*	.13	.55	.06	.45	.11	.35	-	-	11.1

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวเลือก ขอ	ก.		ข.		ค.		ง.		จ.		△
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
18	.33	.21	.15	.30	.48	.41*	.05	.39	-	-	13.2
19	.50	.40 ^y	.22	.09	.15	.23	.10	.47	-	-	13.0
20	.07	.39	.19	.26	.52	.48 ^y	.20	.28	-	-	12.8
21	.11	.18	.23	.17	.12	.38	.52	.11 ^y	0.5	.39	12.8
22	.05	.39	.06	.45	.82	.70	.11	.60	-	-	9.3
23	.11	.18	.64	.26*	.13	.24	.12	.12	-	-	11.5
24	.49	.60 ^y	.07	.21	.11	.09	.28	.59	.02	-	13.1
25	.06	.45	.08	.53	.78	.75	.09	.55	-	-	9.9
26	.43	.13	.05	.39	.39	.37	.12	.28	-	-	14.1
27	.67	.63 ^x	.24	.50	.05	.41	.05	.39	-	-	11.2
28	.22	.09	.12	.53	.24	.19	.38	.50 ^y	-	-	14.3
29	.07	.09	.25	.14	.49	.13 ^t	.18	.03	-	-	13.1
30	.15	-	.51	.10	.09	.28	.24	.26*	-	-	15.8
31	.36	.17	.08	.42	.08	.42	.45	.47 ^x	-	-	13.5
32	.63	.45 ^x	.23	.29	.08	.52	.05	.08	-	-	11.7
33	.09	.55	.51	.32*	.25	.03	.13	.16	-	-	12.9
34	.10	.14	.13	.40	.11	.35	.65	.46 ^x	-	-	11.4
35	.67	.43 ^x	.11	.18	.15	.47	.05	.11	-	-	11.3

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวเลือก ขอ	ก.		ข.		ค.		ง.		จ.		△
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
36	.17	.08	.20	.29	.53	.32*	.08	.13	-	-	12.7
37	.08	.13	.65	.35*	.21	.24	.06	.32	-	-	11.5
38	.14	.20	.25	.16	.27	.13	.31	.40	-	-	14.9
39	.10	.34	.25	.52	.58	.65*	.05	.39	-	-	12.2
40	.76	.50*	.11	.35	.09	.44	.05	.26	-	-	10.2

ตัวเลือกใดที่มีเครื่องหมาย * แสดงว่าตัวเลือกนั้นเป็นตัวเลือก

ตาราง 12 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน
ของข้อสอบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบค่อภาพ ฉบับที่ 1

ข้อที่	p	r	Δ	อันดับข้อ ที่จัดใหม่	ข้อที่	p	r	Δ	อันดับข้อ ที่จัดใหม่
1	.60	.43	12.0	-	21	.44	.42	13.6	36
2	.45	.66	13.5	-	22	.52	.52	12.8	33
3	.76	.62	10.2	1	23	.58	.46	12.2	27
4	.42	.29	13.8	-	24	.26	.18	15.6	-
5	.59	.51	12.1	10	25	.52	.30	12.8	-
6	.29	.68	15.2	-	26	.43	.13	13.7	-
7	.52	.58	12.8	13	27	.58	.65	12.2	29
8	.85	.47	8.9	-	28	.53	.60	12.7	32
9	.56	.34	12.4	-	29	.41	.47	13.9	37
10	.72	.59	10.6	3	30	.11	.18	18.0	-
11	.94	.32	6.7	-	31	.63	.77	11.7	26
12	.49	.60	13.1	16	32	.32	.62	14.9	-
13	.53	.39	12.7	-	33	.57	.44	12.3	30
14	.67	.48	11.2	7	34	.67	.21	11.3	-
15	.35	.61	14.5	-	35	.23	.48	16.0	-
16	.67	.66	11.2	8	36	.82	.52	9.3	-
17	.83	.39	9.1	-	37	.56	.68	12.4	31
18	.62	.50	11.7	9	38	.64	.22	11.5	-
19	.32	.57	14.8	20	39	.37	.55	14.3	40
20	.60	.20	12.0	-	40	.40	.58	14.0	38

ตาราง 13 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบ
ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองคานมิทีสัมพันธ์แบบต่อภาพ ฉบับที่ 2

ข้อที่	p	r	Δ	อันดับข้อ ที่จัดใหม่	ข้อที่	p	r	Δ	อันดับข้อ ที่จัดใหม่
1	.53	.64	12.7	12	21	.52	.11	12.8	-
2	.67	.37	11.2	5	22	.82	.70	9.3	-
3	.71	.52	10.8	-	23	.64	.26	11.5	-
4	.59	.47	12.1	-	24	.49	.60	13.1	34
5	.52	.56	12.8	14	25	.78	.75	9.9	21
6	.67	.43	11.3	6	26	.39	.37	14.1	39
7	.86	.44	8.7	-	27	.67	.63	11.2	23
8	.72	.56	10.6	2'	28	.38	.50	14.3	-
9	.46	.48	13.5	18	29	.49	.13	13.1	-
10	.45	.36	13.5	-	30	.24	.26	15.8	-
11	.78	.51	10.0	-	31	.45	.47	13.5	35
12	.58	.42	12.2	11	32	.63	.45	11.7	-
13	.59	.47	12.1	-	33	.51	.32	12.9	-
14	.54	.48	12.5	-	34	.65	.46	11.4	25
15	.44	.51	13.6	19	35	.67	.43	11.3	-
16	.40	.53	14.0	-	36	.53	.32	12.7	-
17	.68	.65	11.1	4	37	.65	.35	11.5	24
18	.48	.41	13.2	17	38	.31	.40	14.9	-
19	.50	.40	13.0	-	39	.58	.65	12.2	28
20	.52	.48	12.8	15	40	.76	.50	10.2	22

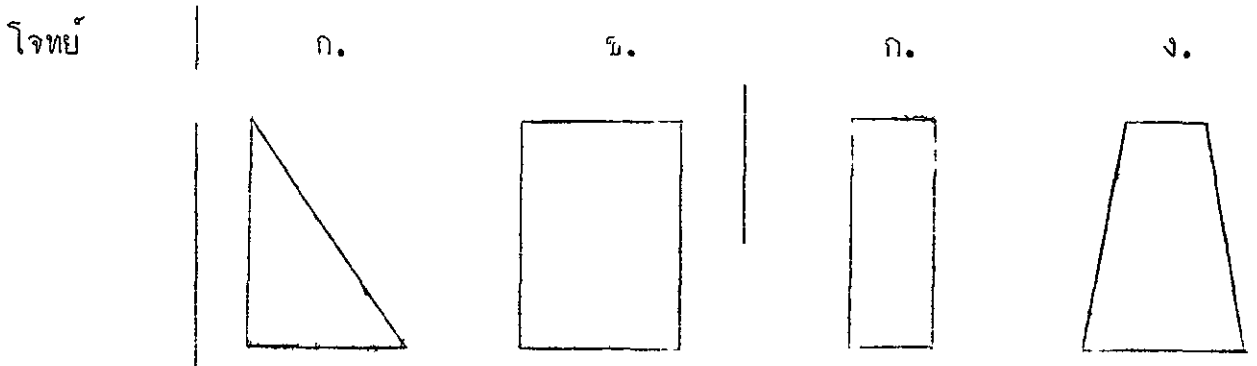
ตาราง 14 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบ
ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองค่านิมิตสัมพันธ์แบบตอภาพ

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.76	.62	10.2	21	.78	.75	9.9
2	.72	.56	10.6	22	.76	.50	10.2
3	.72	.59	10.6	23	.67	.63	11.2
4	.68	.65	11.1	24	.65	.35	11.5
5	.67	.37	11.2	25	.65	.46	11.4
6	.67	.43	11.3	26	.63	.77	11.7
7	.67	.48	11.2	27	.58	.46	12.2
8	.67	.66	11.2	28	.58	.65	12.2
9	.62	.50	11.7	29	.58	.65	12.2
10	.59	.51	12.1	30	.57	.44	12.3
11	.58	.42	12.2	31	.56	.68	12.4
12	.53	.64	12.7	32	.53	.60	12.7
13	.52	.58	12.8	33	.52	.52	12.8
14	.52	.56	12.8	34	.49	.60	13.1
15	.52	.48	12.8	35	.45	.47	13.5
16	.49	.60	13.1	36	.44	.42	13.6
17	.48	.41	13.2	37	.41	.47	13.9
18	.46	.48	13.5	38	.40	.58	14.0
19	.44	.51	13.6	39	.39	.37	14.1
20	.32	.57	14.8	40	.37	.55	14.3

ภาคผนวก ข

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีคำถามทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลาทำ 20 นาที
2. ในคำถามแต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือไว้ให้ดูก่อน แล้วให้นักเรียนพิจารณาดูว่าจะต้องนำภาพเช่นไรจาก ก. ข. ค. หรือ ง. มาต่อกับภาพทางซ้ายมือแล้ว จะทำให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ โดยที่ภาพ ก. ข. ค. หรือ ง. อาจจะซ้อนทับทิศทางเสียก่อน และเมื่อเลือกได้ภาพใดแล้ว ให้นักเรียนขีดตอบในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง
 ขว (0)



จากตัวอย่างนี้จะเห็นว่า ภาพทางซ้ายมือยังไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ จะต้องหาภาพมา - ต่อเติมจึงจะได้ภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ ดังที่ขีดเส้นไว้ ขปลาไว้ ให้อ่านตัวอย่าง แต่เวลาทำจริง ๆ ห้ามขีดเขียนเส้นไปปลาหรือเส้นใดๆ ในแบบทดสอบเป็นอันขาด ให้นักเรียนนึกไว้ให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเอง จากตัวอย่างนี้ ข้อ ก. เป็นข้อที่ถูกต้อง ก็ให้นักเรียนขีดตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (0). ก. ข. ค. ง.

3. ถ้านักเรียนขีดตอบไปแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ก็ให้กากบาททับคำตอบเดิมเสียก่อนให้ชัดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็น ข้อ ก. ดังนี้

ข้อ (0). ก. ข. ค. ง.

4. ถ้าพบข้อยากได้เว้นไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำอีกครั้ง เพราะนักเรียนอาจจะพบข้อง่าย ๆ อยู่ตอนหลังก็ได้

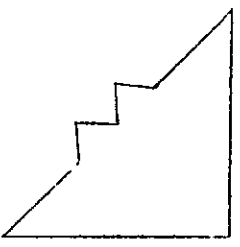
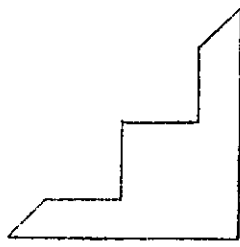
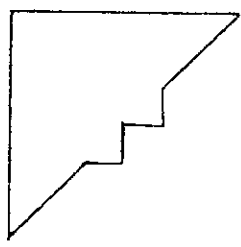
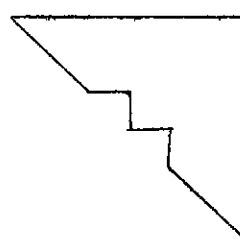
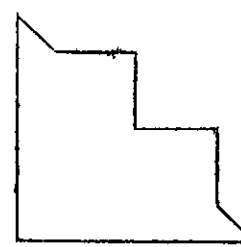
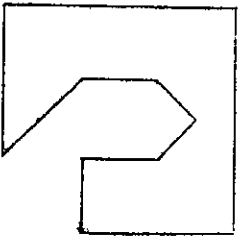
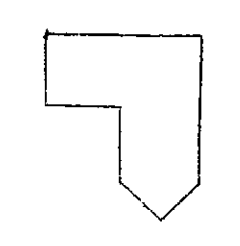
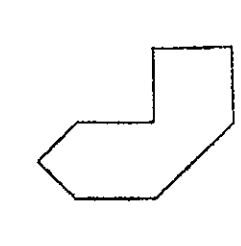
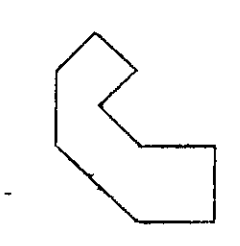
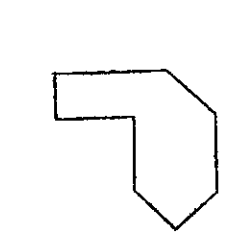
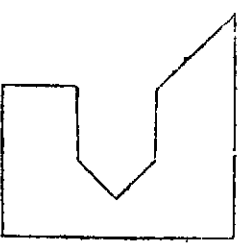
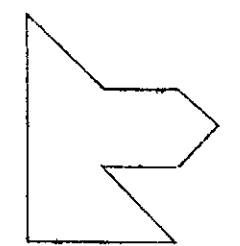
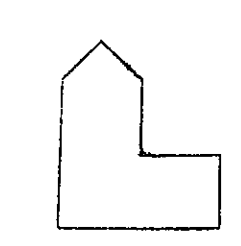
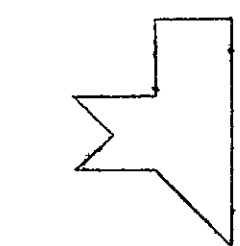
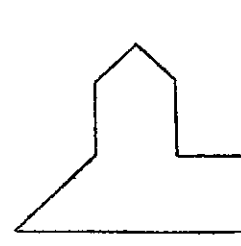
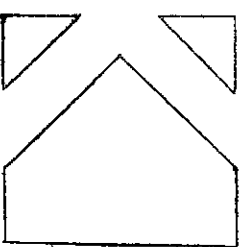
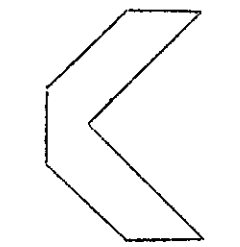
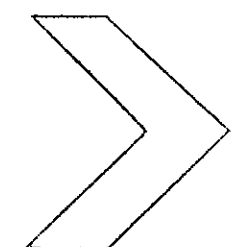
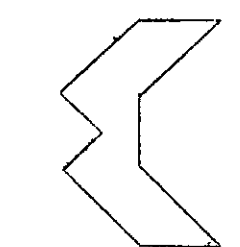
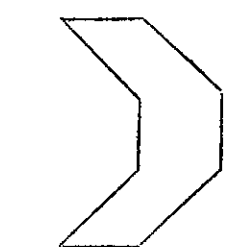
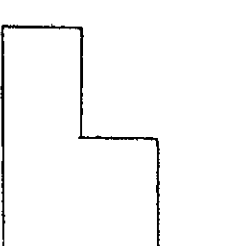
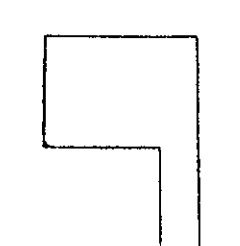
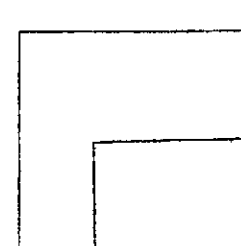
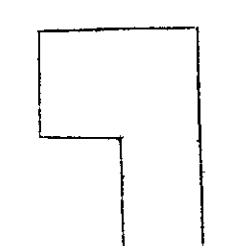
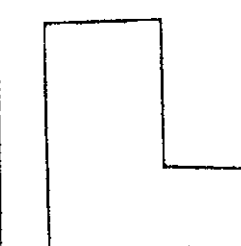
5 ให้นักเรียนทดลองหาแบบทดสอบต่อไปนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการหาแบบทดสอบตรงกัน

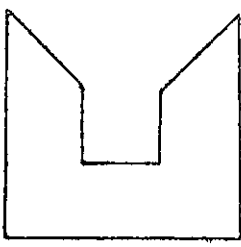
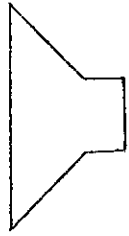
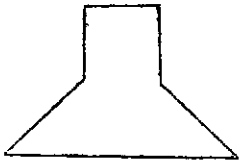
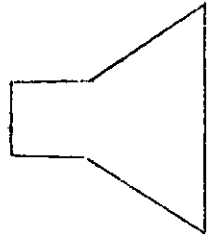
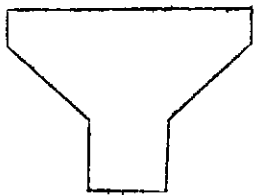
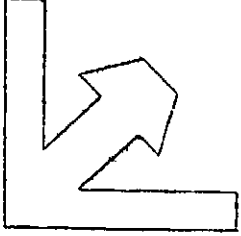
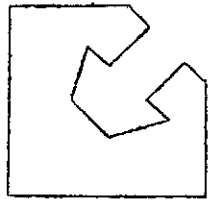
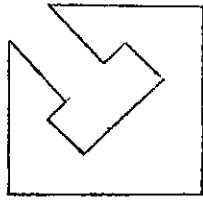
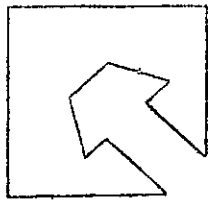
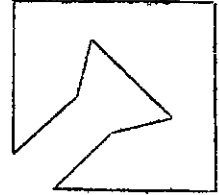
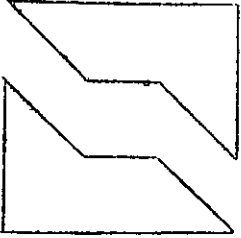
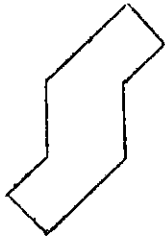
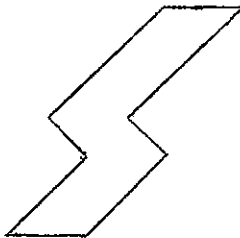
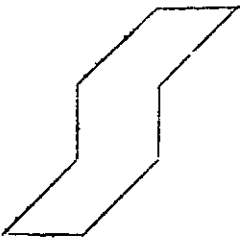
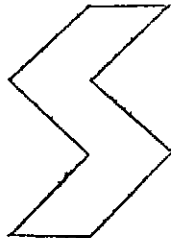
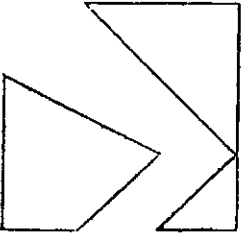
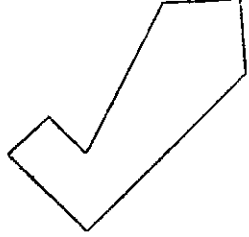
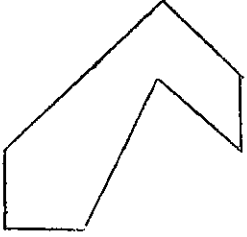
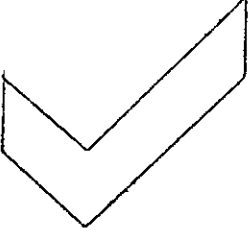
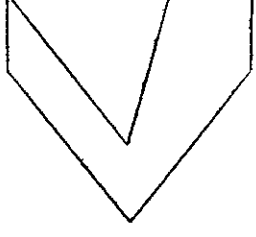
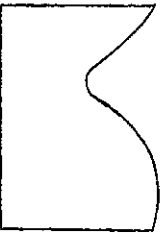
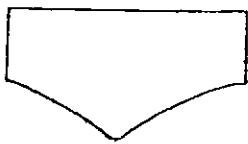
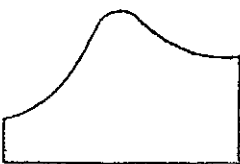
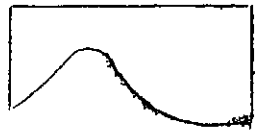
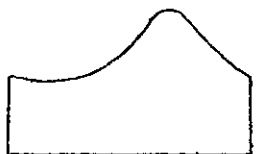
	โจทย์	ก	ข	ค.	ง
1					
2					
3					
4					
5					

6. ย่ำชี้ขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

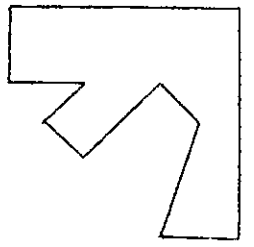
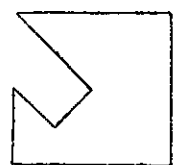
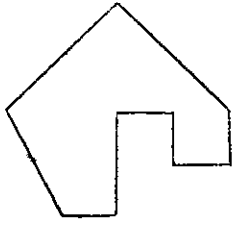
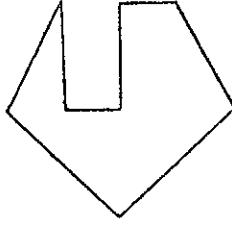
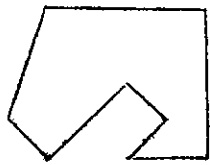
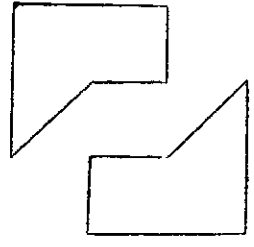
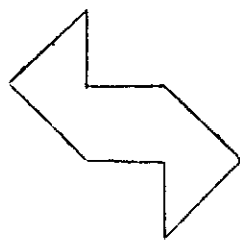
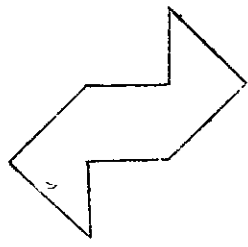
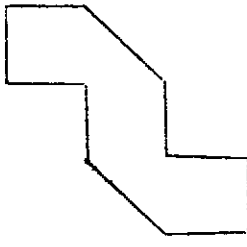
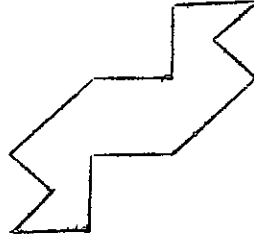
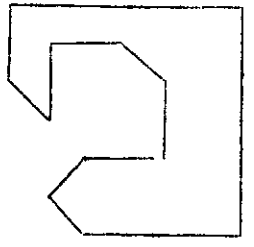
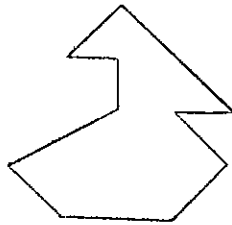
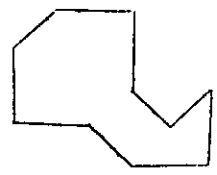
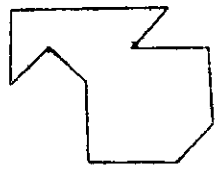
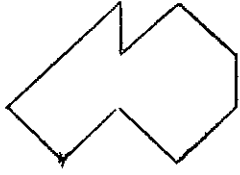
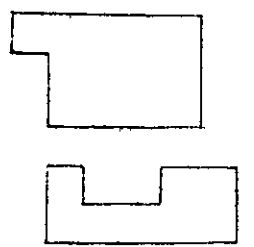
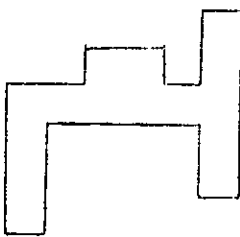
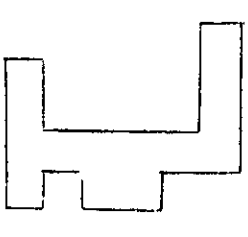
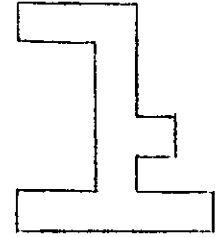
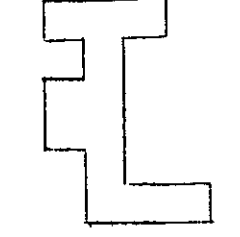
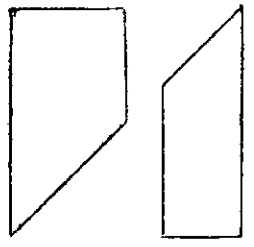
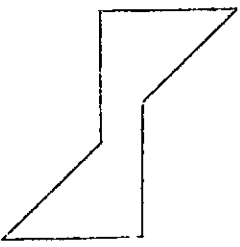
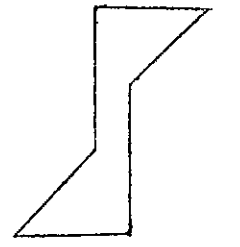
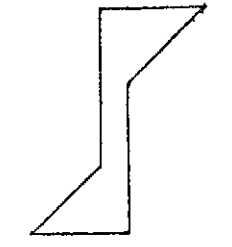
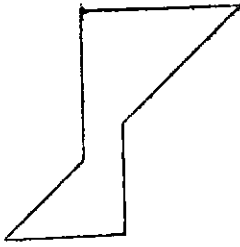
7. ถ้านักเรียนมีอะไรสงสัย ให้ยกมือถามผู้ควบคุมการสอบเสียเดี๋ยวนี้นี้ เมื่อบอกให้ลงข้อหาแล้ว นักเรียนจะถามอะไรอีกไม่ได้

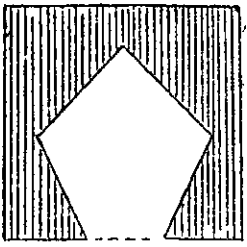
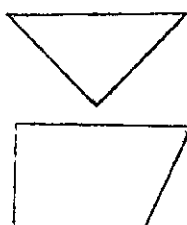
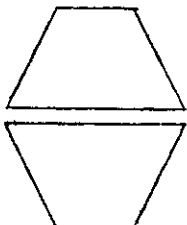
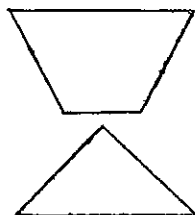
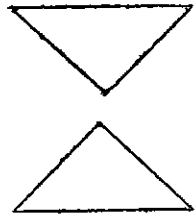
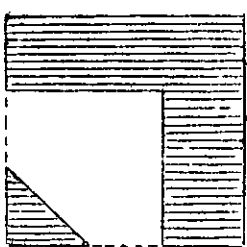
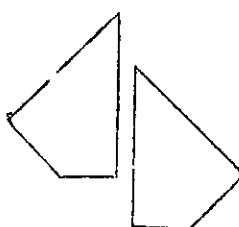
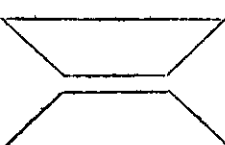
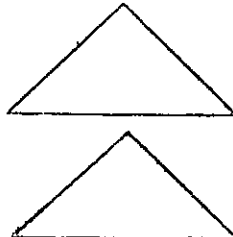
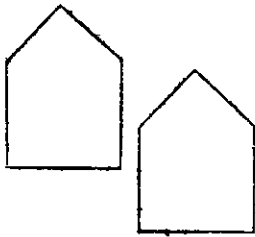
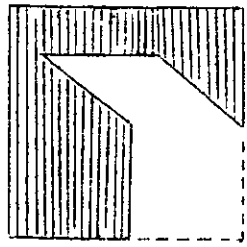
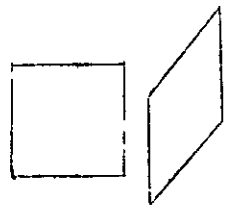
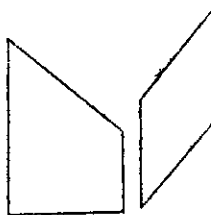
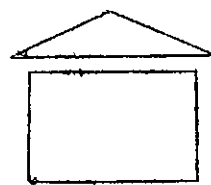
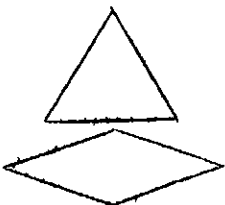
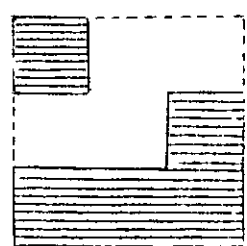
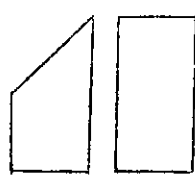
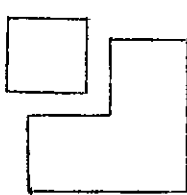
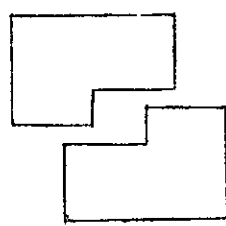

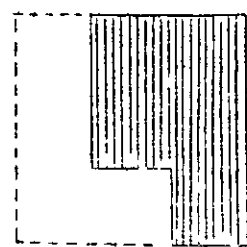
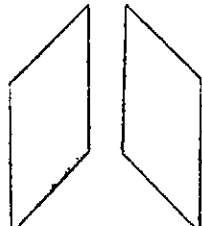
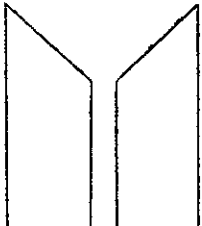
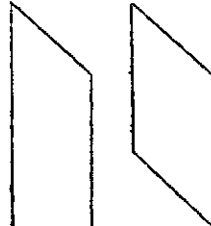
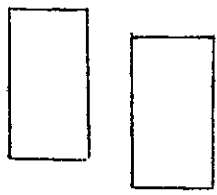
8. ต่อไปนี้จะเริ่มลงข้อหาแบบทดสอบ ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล เลขที่ ชั้น ชื่อโรงเรียน และพยายามทำได้ครบทั้ง 40 ข้อ ให้ถูกต้องมากที่สุด ในเวลา 20 นาที

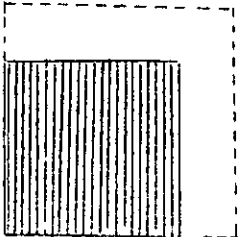
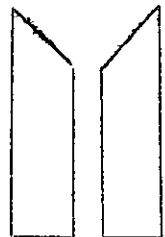
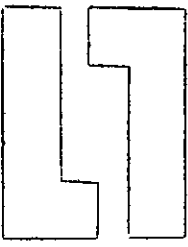
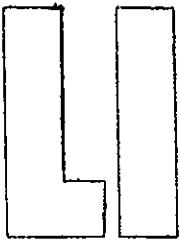
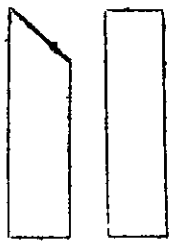
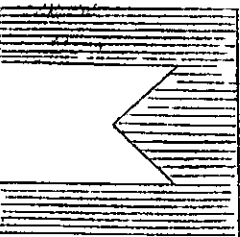
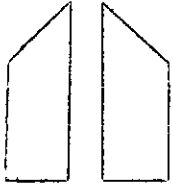
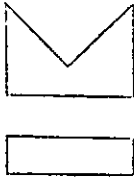
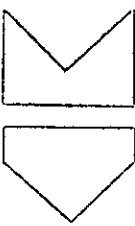
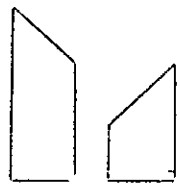
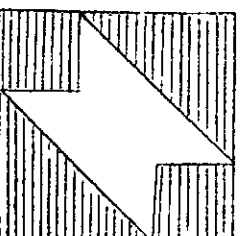
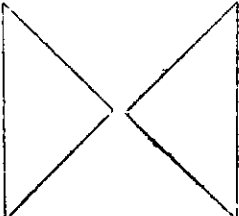
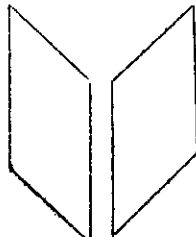

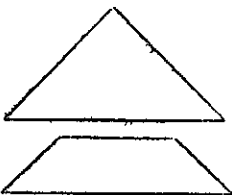
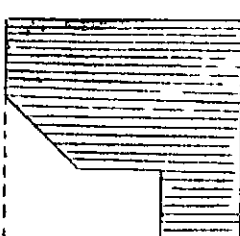
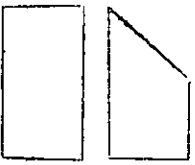
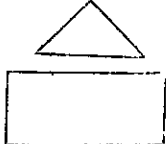

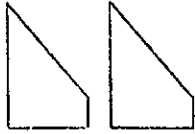
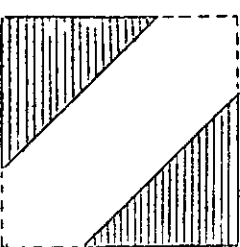
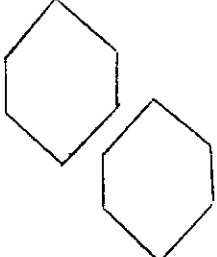
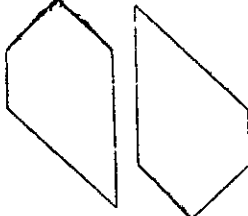
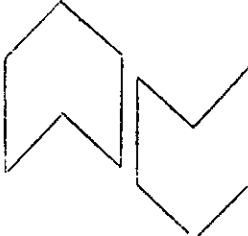
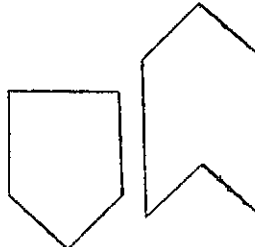
โจทย์	ก.	ข.	ค.	ง.
				
				
				
				
				

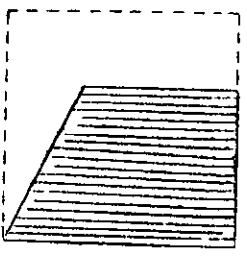
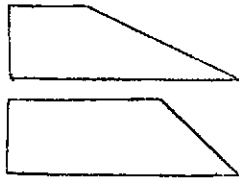
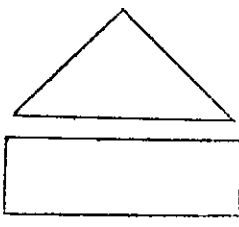
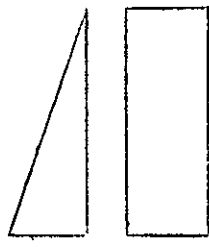
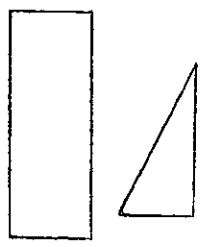
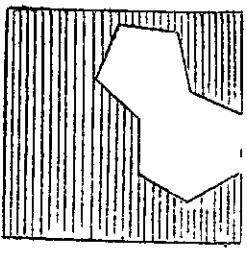
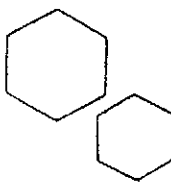
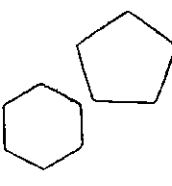
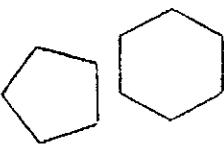
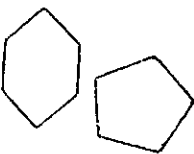
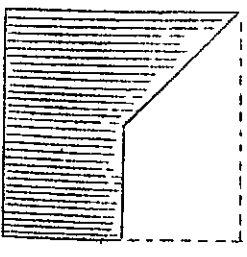
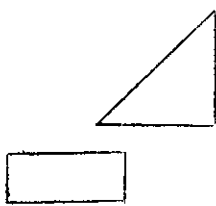
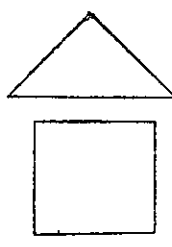
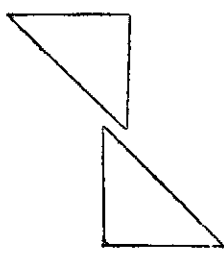
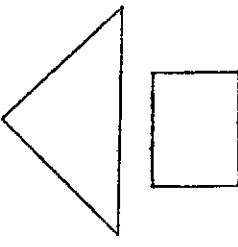
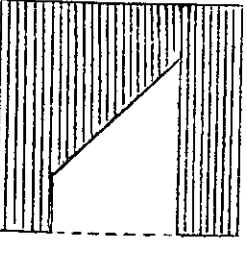
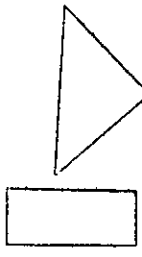
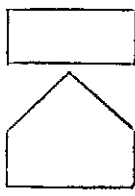
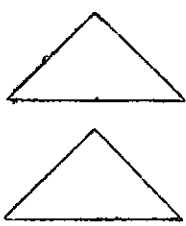
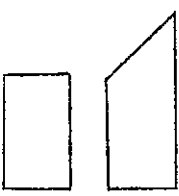
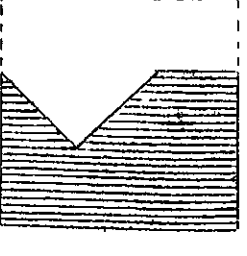
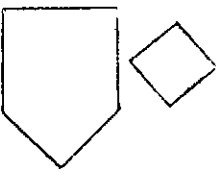
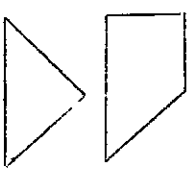
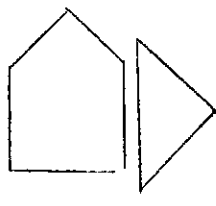
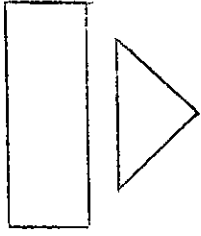
โจทย์	ก.	ข.	ค.	ง.
				
				
				
				
				

โจทย์	ก.	ข.	ค.	ง.

โจทย์	ก.	ข.	ค.	ง.
				
				
				
				
				

โจทย์	ก.	ข.	ก.	ง.
				
				
				
				
				

โจทย์	ก.	ข.	ก.	ง.
				
				
				
				
				

โจทย์	ก.	ข.	ก.	ง.
				
				
				
				
				

โจทย์

ก.

ข.

ก.

ง.

