

372.7

๗๙๔๔๗

ร. 2

การศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน

112 ก.ค. 2550



เสนอต่อบัณฑิตศึกษาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2550
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

h 311162

การศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน



เสนอต่อบัณฑิตศึกษาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2550

นายโกเมนทร์ พรหมณี. (2550). การศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน
ปริญญาโท กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด
บุญโญนนตพงษ์, รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และเปรียบเทียบความ
สามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549
เขตลาดกระบัง สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 466 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 20 โรงเรียน ซึ่ง
เลือกมาโดยการสุ่มแบ่งชั้นสองขั้นตอน (Stratified Two Stage Random Sampling) เครื่องมือที่
ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบและแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นคำนวณโดยใช้สูตร KR-20
เท่ากับ .835, .767, .802, .849, .733 และ .710 ตามลำดับ และใช้สูตร r_B เท่ากับ .836,
.767, .803, .850, .733 และ .716 ตามลำดับ ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความ
แปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวและของตัวแปรตามตัวเดียว (Two-Way MANOVA and One -
Way ANCOVA) และทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของ LSD

ผลการศึกษาพบว่า

ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ มีค่าระหว่าง .343 - .649 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01 ทุกค่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
สูง ปานกลาง และต่ำ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Wilks' Lambda = .876) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถ
ด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง
ปานกลาง และต่ำ พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบซ้อนภาพ
($F=8.523$) แบบนับลูกบาศก์ ($F=17.697$) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
ได้แก่ แบบแยกภาพ ($F=3.150$) แบบหมุนภาพ ($F=3.314$) และแบบต่อภาพแตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนหญิงที่มีความ
สามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ พบความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบซ้อนภาพ($F=10.270$) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบนับลูกบาศก์ ($F=3.081$) ที่เหลือออกนั้นแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทางสถิติ

A STUDY OF FIVE SPATIAL ABILITIES OF PRATHOMSUKSA VI STUDENTS
WITH DIFFERENT MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITIES



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Education Degree in the Educational Measurement
at Srinakharinwirot University

May 2007

Gomain Promanee. (2007). *A Study of Five Spatial Abilities of Prathomsuksa VI Students with Different Mathematical Problem Solving Abilities*. Master thesis, M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok: Graduate School, Srinakarinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Boonchird Pinyoanuntapong, Assoc. Prof. Nipa Sripairot.

The main purposes of this study were to investigate the correlations of five spatial abilities of Prathomsuksa VI students with different mathematical problem solving abilities; and to compare those five spatial abilities. The subjects comprised 466 Prathomsuksa VI students of 20 schools, in Latkrabang District under the jurisdiction of Bangkok Metropolitan Administration, in 2006 academic year. They were selected by using stratified two stage random sampling. The instruments used in the study were the test of five spatial abilities, and the test of mathematical problem solving abilities. Their reliabilities through KR-20 were .835, .767, .802, .849, .733, and .710 respectively, and through r_B were .836, .767, .803, .850, .733, and .716 respectively. The data were analyzed by using two-way MANOVA and one-way ANCOVA, and LSD pair comparisons of means.

The results of study revealed that:

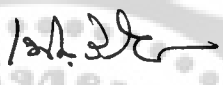
The correlations between five spatial abilities and mathematical problem solving abilities were between .343 - .649 and they were all positively related with statistical significance at the level of .01. Male and female students with high, moderate, and low mathematical problem solving abilities showed mutual interactions with five spatial abilities with statistical significance at the level of .01 (Wilks' Lambda = .876). When comparing the means of five spatial abilities of male students with high, moderate, and low mathematical problem solving abilities, it was found that they were different with statistical significance at the level of .01 for the spatial abilities of pattern synthesis ($F=8.523$) and cubes counting ($F=17.697$); with statistical significance at the level of .05 for the spatial abilities of figure dividing ($F=3.150$) and rotating picture ($F=3.314$); and with no statistical significance for the spatial ability of square completion. Regarding the means of five spatial abilities of female students with high, moderate, and low mathematical problem solving abilities, it was found that they were different with statistical significance at the level of .01 for the spatial ability of pattern synthesis ($F=10.270$); with statistical significance at the level of .05 for the spatial abilities of cubes counting ($F=3.081$); and with no statistical significance for the rest of spatial abilities.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน

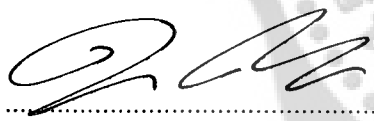
ของ
โกเมนทร์ พรหมณี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

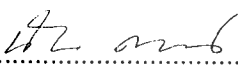

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2550

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

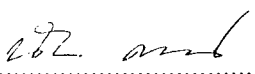
คณะกรรมการสอบปากเปล่า

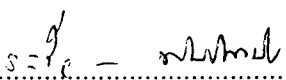

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)


.....ประธาน
(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยได้รับความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องจากรองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ และรองศาสตราจารย์ภาสกรไพโรจน์ จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่ช่วยให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านดังรายชื่อตามภาคผนวก ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการสร้างเครื่องมือวิจัย ขอบพระคุณคุณศรารวรรณ เข้มมณี ที่กรุณาให้ใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ขอบพระคุณคณาจารย์และนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ในสังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือในการสร้างเครื่องมือวิจัย การทดลองใช้เครื่องมือวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ คุณประโยชน์อันเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบให้เป็นอันสงฆ์แด่ผู้มีพระคุณทุกท่านตามที่กล่าวมา

โกเมนทร์ พรมณี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
สมมติฐานในการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ความหมายของความสามารถทางสมอง	7
ทฤษฎีความสามารถทางสมองของมนุษย์.....	9
แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง	17
การวัดความสามารถทางสมองของทฤษฎีเชอร์สโตน.....	28
ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	43
รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	44
ความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหา	46
รูปแบบโจทย์ปัญหา	47
กระบวนการแก้ปัญหา.....	48
การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	52
วิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์	53
เกณฑ์การให้คะแนน	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
3 วิธีดำเนินการวิจัย	62
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	62
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
การเก็บรวบรวมข้อมูล	73
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	79
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	79
การนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล	79
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	92
ความมุ่งหมายของการวิจัย	92
ขอบเขตของการวิจัย	92
สมมติฐานในการวิจัย	93
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	93
การเก็บรวบรวมข้อมูล	94
การวิเคราะห์ข้อมูล	94
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
อภิปรายผล	96
ข้อเสนอแนะ	98
บรรณานุกรม	99
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	107
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	109
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือวิจัย	144
ประวัติย่อผู้วิจัย	150

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตลาดกระบัง สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2549 จำแนกตามเพศและขนาดโรงเรียน.....	63
2	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศและขนาดโรงเรียน.....	65
3	ค่าสถิติพื้นฐานความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบและความสามารถในการ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	79
4	คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	80
5	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	81
6	ความเบ้(Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) ของคะแนนความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์ห้าแบบ.....	83
7	การเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวน (Variance Matrices) – ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrices) ของตัวแปรตาม.....	83
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม (Multivariate Analysis of Variance : MANOVA) ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกันและเพศต่างกัน.....	84
9	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ ของนักเรียนชาย.....	85
10	การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ต่างกัน.....	87
11	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ ของนักเรียนหญิง.....	88
12	การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน.....	91

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว	9
2	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีสององค์ประกอบ	10
3	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีหลายองค์ประกอบ	10
4	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีไฮราคัล	12
5	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา	15
6	แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร	50
7	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	67



๑ บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังดำเนินการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 โดยมุ่งเน้นการปฏิรูปการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุดและมีแนวคิด “สมรรถนะของมนุษย์มีศักยภาพในการเรียนรู้สูงสุด” ถ้าวร่วมกันพัฒนาศักยภาพทางสมองของเด็กไทยให้ได้เรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เด็กไทยจะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพและมีความสมบูรณ์พร้อมเป็นคนดีคนเก่งที่มีความสุขและมีความใฝ่รู้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545: คำนำ) ให้ความสำคัญว่า การศึกษาเป็นกระบวนการพัฒนาและเสริมสร้างคุณภาพของคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้ง ร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ซึ่งการพัฒนาคนไทยให้ถึงพร้อมด้วยคุณลักษณะที่สมบูรณ์ดังกล่าว นั้น ขึ้นอยู่กับการพัฒนาสมองให้มีคุณภาพ เพราะสมองเป็นอวัยวะที่มหัศจรรย์และสำคัญที่สุดของชีวิตมนุษย์ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ เป็นส่วนกำหนดความคิดและการกระทำอันนำไปสู่ความสำเร็จและความสุขของบุคคล แต่เดิมเชื่อกันว่า ความสามารถทางสมองขึ้นอยู่กับพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าสภาพสิ่งแวดล้อมและการฝึกฝนก็มีอิทธิพลต่อความสามารถทางสมอง ดังที่ ชวาล แพรวัดกุล (2517ก: 7) กล่าวว่า ความสามารถทางสมองไม่ได้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและการฝึกฝนด้วย แคทเทลล์ (Cattell. 1950: 478) กล่าวว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ลักษณะคือ ความสามารถทางสมองที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ (Fluid Intelligence) เป็นความสามารถทางสมองที่มีผลมาจากพันธุกรรม โดยปกติจะแทรกอยู่ในทุกอิริยาบถของกิจกรรมทางสมองไม่ว่าจะเป็นการคิด และการแก้ปัญหาต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงอุปมา และอนุมาน ความสามารถในการเข้าใจหรือมองเห็นความสัมพันธ์ที่สลับซับซ้อนของภาพ และสิ่งของต่าง ๆ เป็นต้น ความสามารถทางสมองอีกลักษณะหนึ่งซึ่งเป็นความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ (Crystallized Intelligence) เป็นความสามารถทางสมองที่เกิดจากการเรียนรู้จากสิ่งต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิต เช่น ความสามารถที่จะเข้าใจภาษาเป็นความสามารถที่ได้รับการฝึกฝนจึงจะเกิดความเข้าใจได้

องค์ประกอบที่สำคัญของพัฒนาการด้านสติปัญญานั้นมีด้วยกันหลายองค์ประกอบ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกองค์ประกอบหนึ่ง ดังที่ เฮอร์สโตน (Thurstone) กล่าวว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์สามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ หลายส่วนซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 7 ประการคือ องค์ประกอบด้านภาษา องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านความจำ องค์ประกอบด้านเหตุผล องค์ประกอบ

ด้านการสังเกตพิจารณาและองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2527: 30; อ้างอิงจาก Thurstone. 1958: 121)

องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์มีความสำคัญในการดำรงชีวิตอย่างมาก เนื่องด้วยสิ่งทั้งปวงหรือวัตถุใด ๆ มิได้มีความถาวรตลอดไป มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา วัตถุเมื่อมีการเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนตำแหน่ง ระยะทางของการมองภาพวัตถุที่ปรากฏก็จะเปลี่ยนไป การรับรู้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อย่างหนึ่ง มิติสัมพันธ์ยังมีความสัมพันธ์กับการอ่าน เด็กที่สามารถมองเห็นรูปร่างส่วนรวมของภาพ และความสามารถแยกองค์ประกอบย่อยออกจากองค์ประกอบรวมของภาพได้จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการอ่านสูง (วรวรรณ เหมชะญาติ. 2536: 1) นอกจากนี้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น (ลัวัน สายยศ. 2543: 25) จากผลการวิจัยของ สุธน สิทธิวิชาพร เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏผลว่า เด็กที่มีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงเช่นกัน (สุธน สิทธิวิชาพร. 2532: บทคัดย่อ) อีกประการหนึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) ยังเป็นพื้นฐานในการพัฒนาทัศนวิสัย (Perspective) ความสามารถในการจำแนกและความแตกต่าง การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ขนาด มิติ การเคลื่อนที่ ปริมาณ และการปรากฏรวมถึงลำดับเหตุการณ์ (Bracken. 1991: 241 - 255)

จากรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร (2545: 138) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีผลการประเมินอยู่ในระดับค่อนข้างอ่อน (46.55%) รองลงมาคือ พอใช้ (35.70%) ค่อนข้างเก่ง (10.87%) อ่อน (3.93%) และเก่ง (2.94%) สาเหตุสำคัญส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ค่อนข้างอ่อนมีจำนวนมาก เพราะเป็นผลเนื่องมาจากการที่นักเรียนขาดความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์และการแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขและปรับปรุงนักเรียนที่มีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเร่งด่วน จากศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ต่อกัน (กมล ชื่นทองคำ. 2527: 87) ซึ่งสอดคล้องกับ แรนแนคคี (Rannacci. 1964: 19-23) ที่กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมียุทธศาสตร์ด้านมิติสัมพันธ์สูงเพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชาแม้แต่แคลคูลัส (Calculus) เวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางมิติสัมพันธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งนั้น ทุกคนมักจะลงมือด้วยการขีดเขียนรูปหรือนึกภาพในอากาศ ถ้าสามารถมองเห็นรูปอันสัมพันธ์กัน อย่างซับซ้อนได้ดีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวานักเรียนที่มีความสามารถในการแก้

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และเพศต่างกันจะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบต่างกันหรือไม่ เพื่อครูผู้สอนจะได้นำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดกิจกรรมพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ต่อไป

2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และเพศต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาระดับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิง
 - 2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิง
 - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
 - 2.3 เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ร่วมของเพศกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ของนักเรียนที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 2 เพื่อให้สอดคล้องกับความสนใจและความสามารถของผู้เรียน โดยยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 เขตลาดกระบัง โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,817 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549 เขตลาดกระบัง สังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นสอง

ขั้นตอน (Stratified Two Stage Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวน 11 โรงเรียน 15 ห้องเรียน มีนักเรียน 466 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรจัดกลุ่ม ได้แก่
 - 1.1 เพศ แยกเป็น
 - 1.1.1 ชาย
 - 1.1.2 หญิง
 - 1.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ
 - 1.2.1 ระดับสูง
 - 1.2.2 ระดับปานกลาง
 - 1.2.3 ระดับต่ำ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ ประกอบด้วย
 - 2.1 แบบซ้อนภาพ
 - 2.2 แบบแยกภาพ
 - 2.3 แบบต่อภาพ
 - 2.4 แบบหมุนภาพ
 - 2.5 แบบนับลูกบาศก์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง สมรรถภาพทางสมองในการมองเห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ด้านมิติต่างๆระหว่างความกว้าง ความยาว ความสูง ความลึก จุด เส้น ความซับซ้อนของรูปเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตตลอดจนปริมาตรและขนาด การกระระยะได้ถูกต้อง สามารถใช้จินตนาการในการรวมหรือแยกส่วนต่างๆ ได้ ในการวิจัยครั้งนี้ จำแนกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 5 แบบ ดังนี้

1.1 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ หมายถึง สมรรถภาพทางสมองในการมองภาพที่ทับกันหรือซ้อนกัน โดยจะกำหนดภาพมา 2 ภาพ แล้วให้ผู้ตอบใช้จินตนาการว่าถ้านำภาพทั้ง 2 มาซ้อนกัน ภาพที่ได้ใหม่จะมีลักษณะอย่างไร ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพนี้สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

1.2 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ หมายถึง สมรรถภาพทางสมองในการมองความสัมพันธ์ของภาพ โดยจะกำหนดภาพมาให้พิจารณาดูว่าถ้าแยกภาพออกตามแนวเส้นที่กำหนดให้แล้ว จะได้ภาพอย่างไร ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพนี้สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ

1.3 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ หมายถึง สมรรถภาพทางสมองในการมองความสัมพันธ์ของภาพ โดยจะกำหนดภาพที่ไม่สมบูรณ์หรือขาดหายไปคือภาพอะไรความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพนี้สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

1.4 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ หมายถึง สมรรถภาพทางสมองในการมองความสัมพันธ์ของภาพ 3 มิติ ภาพที่กำหนดให้จะเป็นรูปลูกบาศก์อาจเป็นรูปลูกบาศก์ของสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สามเหลี่ยม ทรงกลมก็ได้ ผู้ตอบต้องใช้จินตนาการเอาเองว่าลูกบาศก์ที่ซ้อนกันทั้งหมดมีกี่รูปลูกบาศก์ ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์นี้สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

1.5 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ หมายถึง สมรรถภาพทางสมองในการมองภาพที่เปลี่ยนทิศทางไป โดยที่ขนาดและรูปร่างไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพนี้สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง การวิเคราะห์หรือจำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับปัญหาให้แยกออกจากกันได้ และการเสนอวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการคิดแก้โจทย์ปัญหา โดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล. 2517: 101)

2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อยู่ในตำแหน่งคะแนน T- score ตั้งแต่ 65 ขึ้นไป

2.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในตำแหน่งคะแนน T- score ตั้งแต่ 45 – 64

2.3 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในตำแหน่งคะแนน T- score ต่ำกว่า 45

3. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบด้านค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

3.1 ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการวัดหรือไม่และมากน้อยเพียงใด สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้จะใช้การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจ

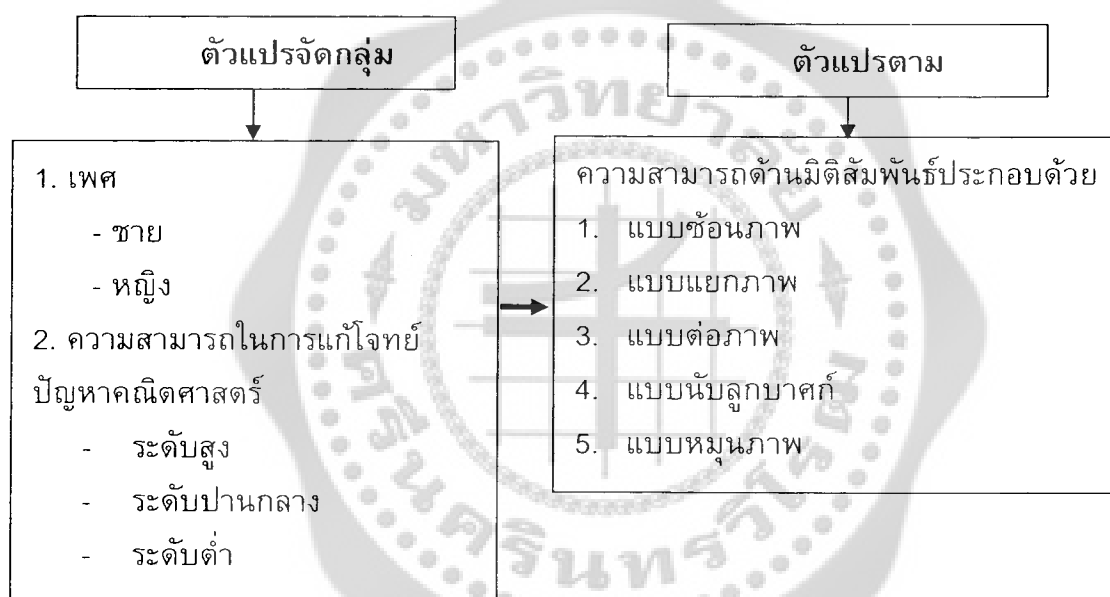
3.2 ความยากง่าย หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกต้องกับจำนวนผู้ตอบทั้งหมด

3.3 อำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบที่แยกผู้ตอบที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ คำนวณจากสหสัมพันธ์แบบพอยท์-ไบซีเรียล

3.4 ความเชื่อมั่น หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่มีความคงเส้นคงวาในการสอบ คำนวณจาก โดยวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน(KR-20) และสัมประสิทธิ์ r_B

4. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง นักวัดผลการศึกษาที่มีคุณวุฒิตั้งแต่ปริญญาโท จำนวน 2 คน และครูที่มีประสบการณ์ทางการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 3 คน

3) กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า



สมมุติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
2. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงจะแตกต่างกัน
3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ จะแตกต่างกัน
4. นักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาดังนี้

1. ความสามารถทางสมอง

- 1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง
- 1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมองของมนุษย์
- 1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง
- 1.4 การวัดความสามารถทางสมองตามทฤษฎีเชอร์สโตน
- 1.5 ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
- 1.6 รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

- 2.1 ความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหา
- 2.2 รูปแบบของโจทย์ปัญหา
- 2.3 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
- 2.4 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.5 วิธีการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 2.6 เกณฑ์การให้คะแนน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 3.1 งานวิจัยต่างประเทศ
- 3.2 งานวิจัยในประเทศ

1. ความสามารถทางสมอง

1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง

ความสามารถทางสมอง ความถนัด หรือเชาว์ ในภาษาอังกฤษใช้กันอยู่หลายคำ เช่น Ability, Intelligence, Capacity, Potential, Aptitude ซึ่งความสามารถทางสมองเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้คนเราแตกต่างกันไปในด้านต่างๆ ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายที่แตกต่างกันไป การ์ดเนอร์ (1989: 4-10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เชาว์ปัญญาเป็นความสามารถหรือทักษะของบุคคลในการแก้ปัญหาหรือความสามารถของบุคคลที่จะวางรูปแบบชัดเจนเพื่อให้ได้สิ่งที่มีคุณค่าในสังคม กู๊ด (1959: 293) ได้ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถในการที่จะปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างสำเร็จรวดเร็วและที่เรียนจากประสบการณ์ ทักแมน (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527: 24; อ้างอิงจาก Tuckman.

1975) ให้ความหมายว่า เป็นส่วนผสมของทักษะทางปัญญาหรือความสามารถทางสมองซึ่งสามารถระบุรายละเอียดได้จากแบบทดสอบ และเป็นผลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม เฮอร์สโตน (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541: 14; อ้างอิงจาก Thurstone. 1938) ให้ความหมายว่า เซอร์ปัญญาเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานทางสมองอันประกอบด้วยความสามารถด้านตัวเลข ความสามารถทางภาษา ความมีเหตุผล การรับรู้ ความจำ มิตสัมผัส และความสามารถในการใช้ภาษา บิเนและซิมอน (พิสมัย สารกุล. 2542: 10; อ้างอิงจาก Gregory. 1996: 152) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมอง คือ การใช้ความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งต่างๆตามลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆ แล้วนำเอาความเข้าใจไปแก้ไข ตัดแปลง สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายตลอดจนเป็นความสามารถในการใช้วิจารณ์ญาณอีกด้วย เบิร์ท (บุญชม ศรีสะอาด. 2526: 6; อ้างอิงจาก Burt. 1957) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถทางสมอง คือ พลังของการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ๆ เพอร์คิน (Perkin. 1986: 4-10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถทางสมองประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เรียกว่า พลังสมอง (Power) หมายถึงความสามารถทางสมองที่จะประมวลข้อเท็จจริงทั้งหลายโดยมีประสิทธิภาพเท่าที่ธรรมชาติกำหนดมา ส่วนที่สองเรียกว่า ยุทธวิธี(Tactics) เป็นการจัดการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างพลังสมองให้ทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนที่สามเรียกว่า ส่วนเนื้อหา (Contents) เป็นความรู้ทางวิชาการที่คนได้เรียนรู้และสั่งสมมาเอง โดยทั้งสามส่วนนี้ โรงเรียนหรือผู้เกี่ยวข้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะพัฒนา ศักยภาพของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ เพียเจต์ (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. 2524: 38; อ้างอิงจาก Piaget. 1972) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถในการคิด ความสามารถในการวางแผนการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ความสามารถดังกล่าวจะพัฒนามาจากความคิด ความเข้าใจในระดับง่ายๆในวัยเด็กไปสู่ระดับที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นในวัยผู้ใหญ่ สเตรนเบิร์ก (พิสมัย สารกุล. 2542: 10; อ้างอิงจาก Gregory. 1996: 153) ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการทางสมองของบุคคลที่ทำการประมวลข้อมูลที่รับมา และนำไปปรับพฤติกรรมเพื่อให้อตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมใหม่ๆได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้เซอร์ปัญญายังรวมถึงกระบวนการทางความคิดขั้นสูงการปฏิบัติการคิดและการแสวงหาความรู้ของบุคคลอีกด้วย สเปียร์แมน (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541: 14; อ้างอิงจาก Spearman. 1927) ให้ความหมายไว้ว่า เซอร์ปัญญาเป็นกิจกรรมทางสมองซึ่งทุกอย่างขึ้นอยู่กับความสามารถร่วมหรือเรียกว่าองค์ประกอบทั่วไป (General factor หรือ G-factor) เป็นความสำคัญ และยังมีองค์ประกอบเฉพาะ (S-factor) เป็นตัวเกี่ยวข้องด้วย เวอร์นอน (Vernon. 1968: 28) ให้ความหมายไว้ว่า คือความสามารถที่มีประโยชน์ โดยพัฒนาจากประสบการณ์ในการรับรู้จักปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การปฏิบัติ หรือความสามารถในการเรียนรู้ เวอร์เรน (Warren. 1934: 18) ให้ความหมายว่า เป็นสภาวะหรือคุณลักษณะที่จะแสดงความสามารถของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากการฝึกฝนทักษะหรือการตอบสนองต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ลัวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ (2541: 15) ได้ให้ความหมายว่า เป็นพลังที่ได้จากการกระทำของระบบสมอง ซึ่งถ้าสมองมีผลผลิตของพลังงานมากก็จะมีเซอร์สูงหรือความสามารถทางสมองสูง และถ้าสมองมีพลังงานน้อยก็จะมีเซอร์ต่ำหรือมีความสามารถทางสมองต่ำ สมบูรณ์ ชิตพงษ์; และ

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2518: 17) ได้ให้ความหมายว่า เป็นศักยภาพที่มีอยู่ในตัวบุคคลอันเป็นผลมาจากการฝึกฝนความรู้ และประสบการณ์ทั้งสิ้นทั้งปวง

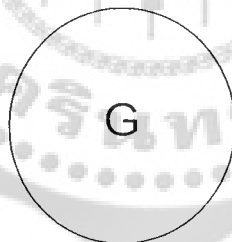
จากนิยามความสามารถทางสมองที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า ความสามารถทางสมองหมายถึง ระดับความสามารถหรือทักษะของบุคคลในการคิดอย่างมีเหตุผลหรือคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมองของมนุษย์

บุคคลแต่ละคนมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสิ่งที่บุคคลนั้นได้รับ ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างภายในแต่ละบุคคลหรือสิ่งแวดล้อมที่บุคคลได้สัมผัส โครงสร้างภายในของบุคคลที่สำคัญก็ คือ สติปัญญา ซึ่งถือว่าเป็นความสามารถทางสมองที่ติดตัวมาแต่กำเนิดทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้ และทำกิจกรรมต่างๆ ได้ ด้วยเหตุนี้เองทำให้นักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างๆ ให้ความสนใจศึกษาทำความเข้าใจสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองเพื่อต้องการพัฒนาบุคคลให้เจริญก้าวหน้าเต็มตามศักยภาพที่มี สำหรับทฤษฎีความสามารถทางสมองมีอยู่ด้วยกันหลายทฤษฎี ดังที่ ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ (2541: 43-56) ได้ระบุไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-Factor Theory)

บางที่เรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บิเนต์และซิมอน (Binet and Simon, 1905) โดยโครงสร้างของสติปัญญาเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่แยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับความสามารถทั่วไป (General Ability) ซึ่งเสนอโครงสร้างแผนภาพดังนี้



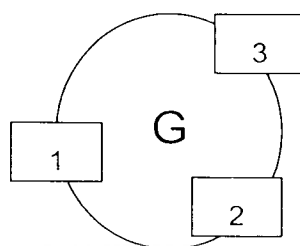
ภาพประกอบ 1 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi-Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เสนอโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อ ชาลส์ สเปียร์แมน (Charles Spearman) เขาได้ตั้งข้อสังเกตว่าคะแนนของแบบทดสอบเชาว์ปัญญาทุกฉบับมีแนวโน้มที่สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในทางบวก จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์เขาพบว่าความสัมพันธ์ที่พบนั้นมีองค์ประกอบร่วมอีกองค์ประกอบหนึ่ง องค์ประกอบดังกล่าวเรียกว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Factors: G-factor) และยังมีองค์ประกอบเฉพาะมากมายเรียกองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor: S-factor) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบเฉพาะจะมีตัวกิจกรรมเฉพาะตัวของมัน ทฤษฎีนี้เชื่อว่ากิจกรรมทางสมองทุกอย่างขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั่วไปซึ่งเป็นความสามารถทางสมอง และความสามารถ

ทั่วไปในการประกอบกิจกรรมซึ่งแต่ละคนมีมากน้อยแตกต่างกัน และองค์ประกอบเฉพาะซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะที่ทำให้มนุษย์แตกต่างกันเป็นความสามารถพิเศษที่อยู่ในแต่ละบุคคล

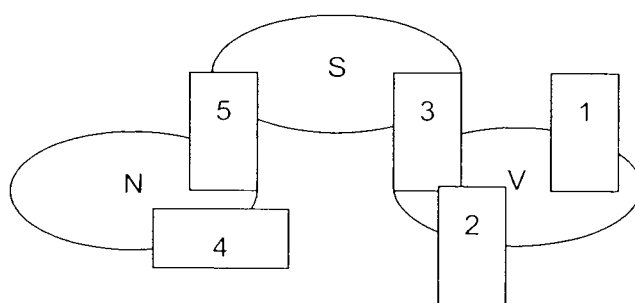
จะเห็นได้ว่าทฤษฎีนี้เน้นความสามารถทั่วไป (General Factors) เป็นสำคัญแต่มีองค์ประกอบเพิ่มขึ้นมาเป็นตัวประกอบเฉพาะย่อยๆ อีกสามารถเขียนโครงสร้างได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีสององค์ประกอบ

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เซอร์สโตน (L.L. Thurstone.) เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างสมองอย่างกว้างขวางและใช้หลักจิตวิทยาสมัยใหม่ที่เรียกว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ทำให้สามารถแยกความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้หลายอย่าง โดยเชื่อว่าความสามารถทางสมองไม่ได้ประกอบด้วยความสามารถเป็นแกนกลาง แต่ประกอบด้วยองค์ประกอบเป็นกลุ่มๆ เซอร์สโตนให้ชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมองหรือความสามารถทางสมองขั้นพื้นฐาน (Primary Mental Ability) แยกองค์ประกอบย่อยโดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบ (Loading Factor) เป็นสำคัญ แต่จริงๆ แล้วกลุ่มของความสามารถหรือองค์ประกอบก็ยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกันบ้างเหมือนกัน ภาพแสดงความสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 5 ชุด ของโมเดลตัวประกอบพหุคูณ ที่ขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านภาษา (V) องค์ประกอบด้านตัวเลข (N) และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (S) ซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบ 5 ชุด ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีหลายองค์ประกอบ

จากภาพทำให้ทราบว่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 1, 2 และ 3 ที่มีตัวประกอบทางภาษา (Verbal Factor: V-Factor) ในทำนองเดียวกันกับสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 3 และ 5 เป็นผลจากองค์ประกอบมิติสัมพันธ์ (Spatial Factor: S-Factor) และความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 4 และ 5 เป็นผลจากองค์ประกอบตัวเลข (Number Factor: N-Factor) ที่น่าสนใจคือแบบทดสอบ 3 และ 5 มีองค์ประกอบซ้อนขึ้นมา คือแต่ละชุดมีน้ำหนักของตัวประกอบมากกว่า 1 ตัวขึ้นไป คือ V กับ S มีอยู่ในแบบทดสอบ 3 และ N กับ S มีอยู่ในแบบทดสอบ 5

เซอร์สโตนวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถของมนุษย์ได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นได้ชัดและสำคัญมี 7 องค์ประกอบ คือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor: V-Factor) เป็นความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่วไป ผู้มีองค์ประกอบด้านนี้สูงจะมีความสามารถอ่านเรื่องอ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของคำศัพท์ได้อย่างดี
2. องค์ประกอบความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor: W-Factor) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มีความสามารถในการเจรจา การประพันธ์ร้อยแก้ว ตอบโต้ทันทีทันใด ที่เรียกว่ามีปฏิภาณไหวพริบในการเจรจา
3. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor: N-Factor) เป็นความสามารถในการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวน มีความแม่นยำ คล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดี
4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor: S-Factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นหรือมโนภาพในการหมุนรูปทรงเรขาคณิตในมิติต่างๆ สามารถสร้างจินตนาให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่างๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพนั้นไปจากเดิมซึ่งต้องให้องค์ประกอบด้านจินตนาการร่วมกัน
5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor: M-Factor) เป็นความสามารถด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกจึ้นสามารถถ่ายทอดได้ความจำในที่นี้อาจเป็นความจำแบบนกแก้วหรือจำโดยอาศัยสิ่งที่สัมพันธ์ได้ ซึ่งถือว่าเป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น
6. องค์ประกอบด้านสังเกตและพิจารณา (Perceptual Factor: P-Factor) เป็นความสามารถด้านการเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่างๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง
7. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor: R-Factor) บางที่ใช้ Induction หรือ General Reasoning โดยแสดงถึงความสามารถด้านวิจรรย์ญาณ หาเหตุผลค้นหาความสำคัญความสัมพันธ์และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี ในตอนแรกเซอร์สโตนมองในรูปอุปมาและอนุมานระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองว่าจะวัดเหตุผลได้ดีต้องวัดด้วยเลขคณิตเหตุผล (Arithmetic

5. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model)

สร้างโดยกิลฟอร์ด (Guilford) มีชื่อเรียกหลายอย่างเช่น Structure-of-Intellect หรือ Three – Dimensional Model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็นรูปลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเขาวีปัญญาเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operation) มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน คือ

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าและแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้นๆ และบอกได้ว่าสิ่งนั้นๆ คืออะไร
2. ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้วสามารถระลึกออกมาได้
3. การคิดออกเนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้ออกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุผล ถือว่ามีความคิดแบบออกเนกนัย
4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุด หาหลักเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุดดังนั้นคำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว
5. การคิดประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นตัวที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่างๆ แบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอนสามารถจับต้องได้หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกออกได้ดังรูปนั้นก็
2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่างๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โหนดดนตรีรวมทั้งสัญญาณต่างๆ ด้วย
3. ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความหมายสามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มุ่งในด้านการคิด (Verbal thinking) มากกว่าเขียน คือ มองความหมาย
4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมทั้งเจตคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดการกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 อย่างคือ

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

2. จำพวก (Classes) หมายถึง ชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพดกับ มะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนั้นเป็นต้น

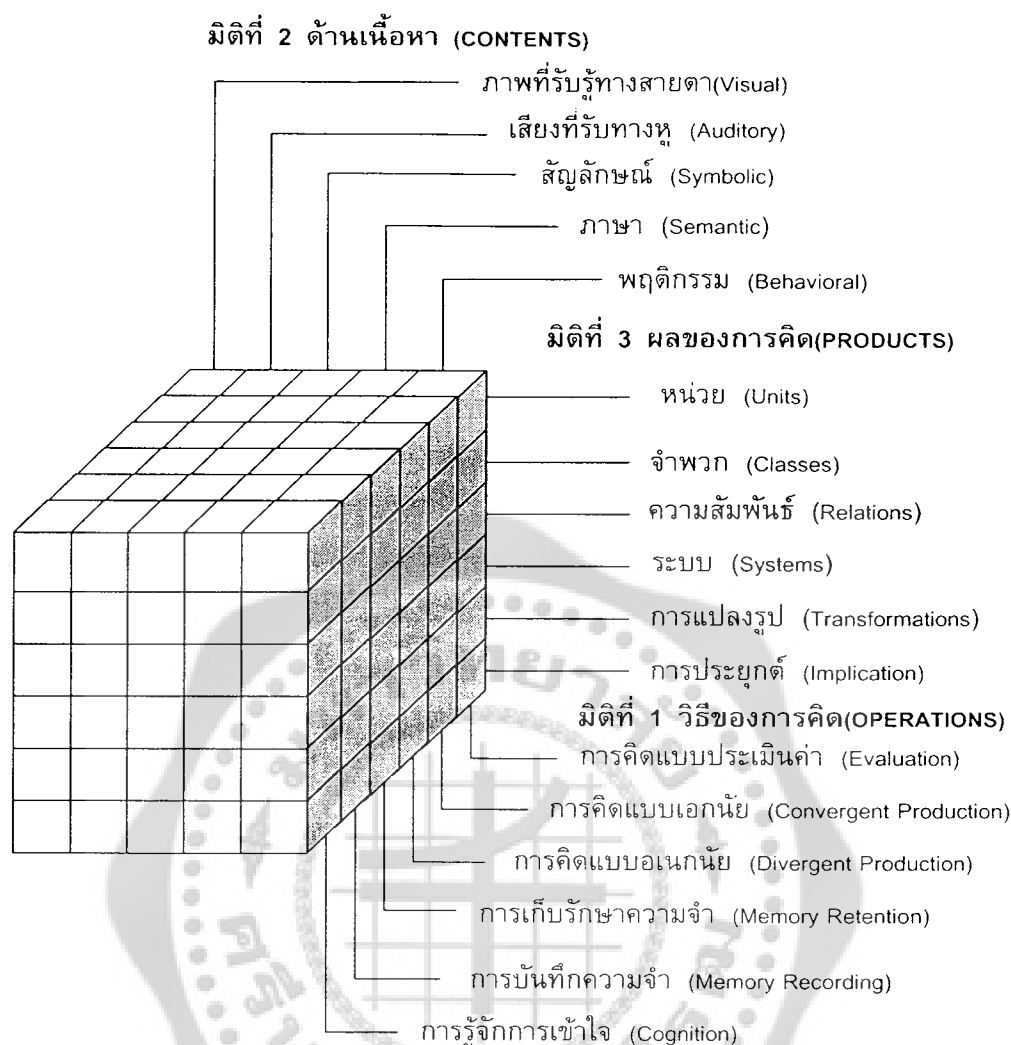
3. ความสัมพันธ์ (Relation) หมายถึง ผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์อาจเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย เป็นต้น

4. ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าจะไรมาก่อนมาหลัง

5. การแปลงรูป (Transformation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่การเปลี่ยนแปลงอาจมองในรูปของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

6. การประยุกต์ (Implications) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท “ถ้า...แล้ว....” ก็เป็นพวกที่ใช้ คาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

เมื่อรวมทั้งสามมิติประกอบกันจะเห็นได้ว่ามีโครงสร้างการวัดเชาว์ปัญญาตามทฤษฎีของ กิลฟอร์ดประกอบด้วย $5 \times 4 \times 6 = 120$ หน่วยลูกบาศก์ แต่ต่อมาในปี ค.ศ.1977 กิลฟอร์ดได้เปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมที่มีมิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) ในส่วนของภาพ (Figural) ออกเป็นภาพที่รับรู้ทางตา (Visual) และเสียงที่รับรู้ทางหู (Auditory) จึงทำให้มีมิติที่ 2 ด้านเนื้อหาเพิ่มเป็น 5 ลักษณะ และโครงสร้างการวัดเชาว์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดก็เพิ่มขึ้นเป็น $5 \times 5 \times 6 = 150$ หน่วยลูกบาศก์ และในปี ค.ศ. 1988 กิลฟอร์ดก็เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในมิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการคิด (Operations) โดยขยายองค์ประกอบด้านความจำ (Memory) ออกเป็น การเก็บรักษาความจำ (Memory Retention) และการบันทึกการจำ (Memory Recording) จึงทำให้โครงสร้างวัดเชาว์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดเปลี่ยนเป็น $6 \times 5 \times 6 = 180$ หน่วยลูกบาศก์ดังภาพประกอบ 5 (Guilford. 1988: 1-4)



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา

จากภาพประกอบข้างต้นแสดงถึงโครงสร้างของเชาว์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของการวัดเชาว์ปัญญานี้แบ่งออกเป็น $6 \times 5 \times 6 = 180$ หน่วยลูกบาศก์แบบจุลภาค (Micro Model) โดยในแต่ละตัวจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของ 3 มิติ โดยเรียงจาก วิธีคิด - เนื้อหา-ผลของการคิด (Operation-Content-Product)

6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two-Level of Mental Ability)

ทฤษฎีนี้เสนอโดยเจนเซน (Jensen) เจนเซนได้เสนอทฤษฎีว่าความสามารถทางสมองมีอยู่ 2 ระดับ ระดับที่ 1 เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้ และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือเป็นความสามารถที่จะสั่งสมหรือเก็บสะสมข้อมูลไว้ได้ และพร้อมที่จะระลึกออกได้ ระดับนี้ไม่ได้รวมการแปลงรูปหรือจัดกระทำทางสมองแต่อย่างใด หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าระดับนี้มิได้ใช้วิธีการคิดใดๆ เลยจากที่สมองรับเข้าไป ระดับที่ 2 (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างภาพเหตุผล และแก้ปัญญาระดับที่ 2 นี้ดูไปแล้วก็เหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G-Factor) นั่นเอง

7. ทฤษฎีเชาว์ปัญญาสามหลัก (Triarchic Theory of Human Intelligence)

ทฤษฎีนี้นำเสนอโดยสเทินเบิร์ก (Stenberg) ที่วิเคราะห์เชาว์ปัญญาว่าประกอบด้วย 3 ด้านหลักใหญ่ๆ คือ

1. Met components บางทีเรียกว่า Executive process เป็นความสามารถในการวางแผนงานว่าจะทำอะไรต่อไป และประเมินว่าผลงานเป็นอย่างไรตัวอย่างเช่น ทำโจทย์พีชคณิต คนทำจะต้องแยกแยะพิจารณาโจทย์ด้วยแง่คิดหลายอย่างเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และเมื่อทำโจทย์คณิตศาสตร์ข้อนี้เสร็จแล้วยังสามารถตอบได้ว่ามีความสามารถเป็นไปได้มากที่สุด

2. Knowledge-acquisition components บางทีเรียกว่า leaning components เป็นความสามารถในการเรียนรู้การแก้ปัญหา นั่นก็คือ ความสามารถด้านนี้เน้นแสวงหาความรู้ความเข้าใจใหม่ได้รวดเร็ว เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ดังเช่นในโจทย์พีชคณิตของข้อแรกที่กำลังกล่าวมาแล้ว ความรู้ที่ว่าเป็นความรู้นอกเหนือการเรียนรู้มาแล้ว เป็นความรู้ที่เรียนรู้ได้จากสังคม บางทีเรียกว่า practical intelligence

8. ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligence)

ทฤษฎีนี้นำเสนอโดยโฮเวอร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) การ์ดเนอร์นิยามเชาว์ปัญญาไว้ว่า เป็นวิสัยความสามารถในการแก้ปัญหาหรือบันดาลผลงานที่มีค่าในกลุ่มวัฒนธรรมต่างๆความสามารถทั้งหลายที่รวมตัวกันเรียกว่า เชาว์ปัญญา มี 7 ด้าน

1. Logical-mathematical เป็นความสามารถว่องไว และมีศักยภาพในการมองเห็นมีตรรกะในเรื่องปริมาณ และยังมีความสามารถในการใช้เหตุผลได้ต่อเนื่อง ถ้ามีความสามารถด้านนี้สูงจะเป็นพวกนักวิทยาศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมาย

2. Linguistic เป็นความสามารถด้านภาษา มีความว่องไวต่อการรับรู้ เสียง จังหวะ ความหมายคำ สามารถแยกแยะได้อย่างว่องไวในความแตกต่างของหน้าที่ของภาษา

3. Musical เป็นความสามารถด้านดนตรี นั่นคือความสามารถสร้าง และซาบซึ้งในจังหวะ ระดับเสียงดนตรีที่ผิดแผก มีความซาบซึ้งรูปแบบการแสดงออกของนักดนตรีลักษณะต่างๆ

4. Spatial เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ นั่นคือมีความสามารถรับรู้ภาพสัมพันธ์ที่มองเห็นอย่างมั่นใจ และสามารถเปลี่ยนการรับรู้ได้อย่างดีเมื่อรูปทรงทั้งหลายเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่างๆ

5. Bodily-kinesthetic เป็นความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย และ การใช้มือเท้าได้คล่องแคล่วว่องไวตามที่สมองสั่งการ

6. Interpersonal เป็นความสามารถในการเข้าใจการตอบสนองของอารมณ์ ความรู้สึกแรงกระตุ้น และความต้องการของผู้อื่น

7. Intrapersonal เป็นความสามารถในการควบคุม และเข้าใจพฤติกรรม ความรู้สึกอารมณ์ของตนเองว่าตนเองมีจุดอ่อน จุดแข็ง เชาว์ปัญญา และความต้องการอะไร เรียกว่าเป็นความสามารถในการรู้จักตนเอง

9. ทฤษฎีเชอร์วี่ปัญญาของคัทเทิล

ทฤษฎีนี้คิดโดยอาร์ บี คัทเทิล (R.B.Cattell) เสนอผลงานในวารสารปี ค.ศ.1967 และพิมพ์แนวคิดเป็นเล่มเมื่อปี ค.ศ.1971 เขาเสนอทฤษฎีเชอร์วี่ปัญญาว่าโครงสร้างเชอร์วี่ปัญญาประกอบ ด้วย 2 ส่วนคือ Fluid component กับ Crystallized component

Fluid component หรือ Fluid ability เป็นความสามารถทั่วไป ผู้ที่มีปริมาณความสามารถด้านนี้สูงจะสามารถทำงานชนิดต่างๆได้ดี ความสามารถด้านนี้มักจะแทรกอยู่ในทุกๆอริยาบถของกิจกรรมทางสมองที่เป็นการคิดและการแก้ปัญหา มโนภาพของความสามารถด้านนี้ค่อนข้างเป็นนามธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งประสิทธิภาพทางสมองด้านที่ไม่ใช้ภาษา (Nonverbal) และด้านที่ไม่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม ตัวอย่างความสามารถด้านนี้ เช่น ความสามารถด้านเหตุผลเชิงอุปมาและอุปนัย เหตุผลสัมพันธ์ ความสามารถเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุภาพดังนี้เป็นต้น

Crystallized component หรือ Crystallized ability เป็นความสามารถที่เชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมอย่างใกล้ชิดพูดง่าย ๆ ว่าเป็นความสามารถที่จะเข้าใจภาษา ความสามารถในการประเมินคุณค่าของสังคมนั่นเอง

จากการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถทางสมองของมนุษย์จะเห็นว่าแต่ละทฤษฎีได้กล่าวถึงองค์ประกอบความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญๆ เช่น องค์ประกอบด้านภาษาเป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านการใช้คำ การหาความสัมพันธ์ของคำ ความเข้าใจภาษาหรือภาพ และการสังเคราะห์ข้อความ องค์ประกอบด้านตัวเลขเป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านตัวเลข คณิตศาสตร์เหตุผล การเปรียบเทียบปริมาณ องค์ประกอบด้านเหตุผลเป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับการจำแนกประเภท อุปมาอุปไมย อนุกรมภาพ การสรุปความ และความสามารถการวิเคราะห์ องค์ประกอบด้านการรับรู้เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับการรับรู้ในสิ่งที่เหมือนหรือต่างกัน องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของความเหมือนและความแตกต่างของวัตถุ องค์ประกอบด้านความจำเป็นความสามารถในการจดจำสัญลักษณ์ รูปทรงเรขาคณิต และ ความหมายของภาษา ซึ่งจากองค์ประกอบดังกล่าวมาแล้ว การจะเลือกทฤษฎีใดเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบนั้นขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบและการนำไปใช้ ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงศึกษาความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยยึดรูปแบบและเนื้อหาตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบ ของเชอร์สโตน เป็นหลัก

1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่มีมาตรฐานซึ่งได้รับความนิยมแพร่หลายดังที่ ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ (2541: 60-78) ได้ระบุแบบทดสอบมาตรฐานไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบของสแตนฟอร์ด-บิเน็ต (Stanford-Binet) เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเป็นรายบุคคลตั้งแต่อายุ 2 ขวบ จนถึงผู้ใหญ่ โดยวัดด้านต่างๆ จำนวน 7 ด้าน ดังนี้

1.1 ด้านภาษา (Language) อาจจะวัดโดยเรียกชื่อวัตถุจากภาพ นิยามคำ หาคำที่มีเสียงพ้องกัน

1.2 ด้านเหตุผล (Reasoning) วัดได้โดยให้ตอบปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาทั่วๆ ไปให้ทายข้อความที่ถามประหลาด ให้ถามตรรกวิทยาต่างๆ

1.3 ด้านความจำ (Memory) เป็นการจำประโยคภาษา จำตัวเลข

1.4 ด้านการคิดรวบยอด (Conceptual) เป็นการอธิบายสิ่งที่ได้รับรู้ เช่น อธิบายสภาพชีวิตเรื่องราวที่ได้อ่าน ได้เห็น หรือหาลักษณะพื้นฐานที่สิ่งนั้นเหมือนกัน

1.5 ด้านการเข้าสังคม (Social Intelligence) เป็นการเข้าใจถึงเอกลักษณ์ของสังคมและความสัมพันธ์ของเอกลักษณ์นั้นๆ การมองภาพแล้วสรุปว่าภาพนั้นแสดงถึงอะไร ต้องการสื่ออะไรให้ผู้ดูเห็น

1.6 ด้านเหตุผลทางตัวเลข (Numerical Reasoning) เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงตัวเลขความสัมพันธ์ของตัวเลข การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1.7 ด้านทักษะการมองเห็น (Visual-Motor) เป็นการวัดในด้านการประกอบรูปได้ตามกำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบแบบทดสอบของสแตนฟอร์ด-บิเน็ต มีทั้งบัตรคำ วัตถุและภาพ ผู้ตอบต้องพูด วาดรูป คำนวณ การเขียนหรือการออกพลังงานต่างๆ แล้วแต่ทักษะที่ต้องการทดสอบ ผลการทดสอบจะแสดงออกมาเป็นไอคิว (I.Q) ตัวเดียว แต่ไอคิวดังกล่าวมาจากคะแนนเบี่ยงเบนคำนวณได้จากสูตร $Dev.IQ = 16Z + 100$

คุณภาพของแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงตั้งแต่ .90 ขึ้นไปส่วนความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์และตามภาพความเป็นจริงมีค่าอยู่ระหว่าง .40 ถึง .75

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองของโอทิส-เลนนอน (Otis-Lennon Mental Ability Test มีชื่อย่อว่า OLMAT) แบบทดสอบนี้สามารถวัดเป็นกลุ่มได้ โดยจะวัดความสามารถทางสมองหลายระดับ โดยวัดตั้งแต่ระดับอนุบาล (Primary I) จนถึงเกรด 12.9 (Advanced) ในแต่ละระดับวัดความสามารถด้านต่างๆ ดังนี้

2.1 ความเข้าใจด้านภาษา (Verbal Comprehension) การวัดความสามารถทางภาษาคิดเป็น 25-31% ของจำนวนข้อความทั้งหมด โดยแยกการวัดย่อยดังนี้

2.1.1 คำที่มีความหมายเหมือนกัน วัดความสามารถด้านหาความหมายและนิยามของศัพท์ที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันมากที่สุด

2.1.2 คำตรงกันข้ามเป็นการวัดความสามารถด้านการหาความหมายและนิยามศัพท์หรือคำที่มีความหมายตรงข้ามกัน

2.1.3 ประโยคสมบูรณ์ วัดความสามารถในการหาความหมายของภาษา มาเติมลงในประโยคที่เว้นว่างให้สมบูรณ์มีความหมายที่สุด

2.1.4 การกระจายประโยค วัดความสามารถความเข้าใจโครงสร้างของ ประโยคซึ่งก็เป็นความสามารถด้านภาษาอีกอย่างหนึ่ง

2.2 เหตุผลด้านภาษา (Verbal Reasoning) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลใน รูปแบบทางภาษา การวัดความสามารถด้านนี้มีเปอร์เซ็นต์การวัด 31-40% ของจำนวนคำถาม ทั้งหมดแยกวัดรายละเอียดดังนี้

2.2.1 อักษรไขว้ในตาราง (Word-letter Matrix) วัดความสามารถในการจัด อักษรให้มี ความหมายคล้ายอนุกรม 2 อนุกรม ซึ่งแต่ละอนุกรมจะเขียนความหมายสอดคล้องกัน แล้วให้หาคำที่ว่างในอนุกรมใดอนุกรมหนึ่ง

2.2.2 อุปมาอุปไมยด้านภาษา (Verbal Analogies) เป็นการวัดความสามารถ ด้านเหตุผลแบบเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของสิ่งของคู่หนึ่ง แล้ววิเคราะห์ว่ามีความสัมพันธ์แบบใด

2.2.3 จัดเข้าพวกด้านภาษา (Verbal Classification) เป็นการวัดความ สามารถด้านเหตุผลแบบจำแนกประเภทว่าสิ่งใดเป็นพวกเดียวกัน หรือสิ่งใดไม่เข้าพวก

2.2.4 สรุปความ (Inference) เป็นการวัดความสามารถด้านสรุปผลจากเหตุ ต่างๆ แล้วพิจารณาสรุปว่าน่าจะเป็นอย่างไร

2.2.5 การเลือกแบบตรรกวิทยา (Logical Selection) เป็นการวัดความ สามารถในการนำตรรกวิทยาไปใช้

2.3 เหตุผลภาพ (Figural Reasoning) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผล โดยใช้ภาพเป็นเครื่องมือวัด การวัดความสามารถด้านนี้คิดเป็น 19% ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด แบ่งออกเป็น

2.3.1 อุปมาอุปไมยภาพ วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ของภาพทรงเรขาคณิต

2.3.2 อนุกรมภาพ เห็นการวัดความสามารถในการหาเหตุผลจากการ เปลี่ยนแปลง ของภาพอย่างมีระบบ แล้วสามารถบอกได้ว่าภาพต่อไปจะเป็นอย่างไร

2.3.3 ภาพตารางสัมพันธ์ (Pattern Matrix) เป็นความสามารถวัดความคล้าย คลึงกันของอนุกรมภาพ แต่มีหลายอนุกรม สามารถอ่านได้ทั้งทางขึ้น ทางขวาง ภาษาไทยมัก เรียกว่าอนุกรมมิติ

2.4 ปริมาตรเหตุผล (Quantitative Reasoning) เป็นการวัดความสามารถ ในด้านตัวเลขและปริมาณ ส่วนมากใช้กับคณิตศาสตร์ การวัดความสามารถด้านนี้คิดเป็น 16-19% ของจำนวนข้อคำถามทั้งหมด แบ่งออกเป็น 2 ด้านดังนี้

2.4.1 ตัวเลขอนุกรม (Number Series) เป็นการวัดความสามารถในการหา เหตุผลจากตัวเลขที่เรียงลำดับเอาไว้ว่าเกิดจากวิธีการใด แล้วพิจารณาว่าตัวเลขต่อไปน่าจะเป็น ตัวเลขใด

2.4.2 เลขคณิตเหตุผล (Arithmetic Reasoning) เป็นการแก้โจทย์เลขที่ไม่ยากนักแต่อาศัยเหตุผลเป็นพื้นฐานการคิดหรือต้องอาศัยมโนภาพทางคณิตศาสตร์มากกว่าโจทย์ธรรมดา แบบทดสอบของไอทิส-เลนอน จัดข้อคำถามไม่เป็นระบบ มีการสลับองค์ประกอบของการวัดสะเปะสะปะ แต่เมื่อมองถึงการนำไปปฏิบัติอาจเป็นเพราะต้องการทดสอบองค์ประกอบบางองค์ประกอบเท่านั้นจึงเลือกใช้เฉพาะบางด้านเท่านั้นมาทดสอบ เป็นที่น่าสังเกตว่าแบบทดสอบของไอทิส-เลนอน สำหรับเด็กที่อยู่ในระดับเด็กเล็กหรือเรียนต่ำๆ ส่วนใหญ่แบบทดสอบจะเป็นรูปภาพระดับชั้นสูงๆจึงเป็นตัวเลขและภาษาโดยตรง

3. แบบทดสอบเวชเลอร์ (Wechsler Scales) แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบรายบุคคลแต่เปลี่ยนแนวคิดจากแนวคิดของสแตนฟอร์ด-บินเน็ต มาก แบบทดสอบของเวชเลอร์มีอยู่ 3 อย่าง

WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale)

WAISC (Wechsler Intelligence for Chukdren)

WPPSI (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence)

WISC-R เป็นระดับเด็กแต่ Revised edition ในปี ค.ศ. 1974

ซึ่งแต่ละชุดองค์ประกอบของการวัดคล้ายกันมากจะแตกต่างกันก็เพียงความยากของตัวคำถามเท่านั้น แบบทดสอบของเวชเลอร์แบ่งออกเป็นองค์ประกอบใหญ่ๆ 2 องค์ประกอบคือ

3.1 แบบทดสอบภาษา (Verbal Scale) แบ่งเป็นชุดย่อยดังนี้

3.1.1 แบบทดสอบความรู้ (Information) เป็นการวัดความจำของความรู้ทั่วไป มีการกำหนดคำถามเพื่อให้ผู้ตอบระลึกนึกถึงความจริงที่เคยเรียนมามาดอบคำถามนั้นๆ

3.1.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความเข้าใจเมื่อกวีตฤหรือสถานการณ์ให้ แล้วให้อธิบายคุณสมบัติหรือสาเหตุของสิ่งนั้นหนึ่งสิ่งหรือหลายอย่าง

3.1.3 แบบทดสอบเลขคณิต (Arithmetic) เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลข มีการกำหนดโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ภาษาในการอธิบายแล้วให้ผู้ตอบคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง

3.1.4 แบบทดสอบความคล้ายคลึง (Similarities) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผล โดยกำหนดสิ่งนั้นขึ้นแล้วถามหาความสัมพันธ์

3.1.5 แบบทดสอบคำศัพท์ (Vocabulary) เป็นการวัดความสามารถด้านภาษาโดยตรง มีการกำหนดคำให้แล้วถามความหมายของคำหรือศัพท์นั้นๆ ว่าหมายถึงอะไร

3.1.6 แบบทดสอบระยะระหว่างตัวเลข (Digit Span) เป็นการวัดความสามารถด้านการจำลำดับตัวเลข โดยมากมีเลขโดดๆ เรียง 3 ตัว หรือมากกว่านั้น ผู้ดำเนินการสอบพูดตัวเลขเหล่านั้นแล้วให้ผู้ตอบตอบตามทันทีทันใด

3.2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Scale) แบบทดสอบกลุ่มนี้เป็นประเภทปฏิบัติจริง มีแบบทดสอบย่อยๆ อยู่ 6 ชุด ดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบการวางแผนจากลูกบาศก์ (Block Design) วัดความสามารถในการสร้างแบบแผนจากลูกบาศก์ 4 หรือ 9 อัน ที่มีเครื่องหมายแต่ละหน้าแตกต่างกัน แล้วนำเอาลูกบาศก์เหล่านั้นมาวางเรียงให้ถูกตำแหน่งให้ได้แบบเครื่องหมายที่กำหนดให้ไว้แล้วในแบบ ซึ่งมีอยู่หลายแบบ

3.2.2 แบบทดสอบการทำภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion) วัดความสามารถในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของภาพบางส่วนที่หายไป โดยจะมีภาพมาให้แล้วให้บอกชื่อส่วนที่ขาดหายไป

3.2.3 แบบทดสอบการจัดการรูปภาพ (Picture Completion) วัดความสามารถด้านการเรียงรูปภาพที่กำหนดให้ให้ความตามเรื่องที่เล่าหรือตามสภาพความเป็นจริง

3.2.4 แบบทดสอบการรวบรวมวัตถุ (Object Assemble) วัดความสามารถด้านการสังเคราะห์ทั้งหมดจากส่วนย่อยๆ แบบทดสอบจะมีส่วนประกอบของภาพแล้วให้ผู้สอบนำชิ้นส่วนมาประกอบกันเป็นภาพที่กำหนดให้

3.2.5 แบบทดสอบสัญลักษณ์ (Coding) วัดความสามารถด้านการจำสัญลักษณ์ แบบทดสอบนี้กำหนดตัวเลขและสัญลักษณ์ให้ แล้วให้จับคู่ตัวเลขกับสัญลักษณ์

3.2.6 แบบทดสอบทางวกวน (Mazes) วัดความสามารถด้านการเลือกทางเดินได้ถูกต้อง ข้อสอบนี้ต้องการให้เด็กหาทางออกจากการวางแนวทางเดินให้สลับซับซ้อน ดังเช่นเขาวงกต แล้วหาทางออกให้ได้ในระยะเวลาที่เร็วที่สุด

แบบทดสอบเวชลอร์ เป็นแบบทดสอบเป็นรายบุคคลมีคนนิยมใช้มาก มาตรฐานวัดเป็นไอคิว แบบคะแนนมาตรฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 100 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 คะแนน หรือเขียนเป็นสมการว่า $IQ = 15Z + 100$

แบบทดสอบที่สอบเป็นรายบุคคล ที่มีชื่อเสียงอยู่ 2 ชุดเท่านั้น โอกาสที่จะสร้างแบบทดสอบเป็นรายบุคคลดูจะไม่มีใครสนใจมากนัก ส่วนใหญ่หันไปสร้างแบบทดสอบวัดเป็นกลุ่มซึ่งให้สะดวกกว่ามาก ยกเว้นจิตแพทย์ที่ใช้วินิจฉัยคนไข้จึงต้องสอบเป็นรายบุคคล

4. แบบทดสอบ PMA (Primary Mental Ability Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดย L.L. Thurstone เพื่อวัดองค์ประกอบทางสมองด้านต่างๆ ที่สำคัญ มีตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับมัธยม (เกรด 1-12) แบบทดสอบ PMA ได้รับการพัฒนาเรื่อยมาจนได้รับการรวบรวมแบบทดสอบย่อยเป็น 5 ด้าน ดังนี้

4.1 ความสามารถด้านภาษา (Verbal Meaning: V) เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถที่แสดงออกมาด้วยคำศัพท์หรือความหมายของภาษา คำพ้อง มุ่งวัดความสามารถในการเข้าใจคำเป็นหลัก

4.2 ความสามารถด้านตัวเลข (Number Facility: N) เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลข โดยการเปรียบเทียบจำนวนปริมาณที่แตกต่างกัน รวมถึงการคิดคำนวณตัวเลข ปริมาณ และโจทย์คณิตศาสตร์เหตุผลด้วย

4.3 ความสามารถด้านเหตุผล (Reasoning: R) เห็นการวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล เป็นพื้นฐานในการจัดเรียงอักษร ภาพ อนุกรม ให้เป็นไปตามแบบแผน หรือ กฎใดกฎหนึ่ง โดยสามารถอธิบายได้อย่างมีเหตุผลได้

4.4 ความสามารถในการรับรู้อย่างรวดเร็ว (Perceptual Speed: P) เป็นการวัดความสามารถด้านประสาทสัมผัสด้านการมองเห็นความเหมือนหรือความแตกต่างกันของสิ่งที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว

4.5 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation: S) เป็นการวัดความสามารถ ด้านการรับรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งของที่เป็นลักษณะภาพสามมิติสัมพันธ์ อาจเป็นภาพทรงเรขาคณิตต่างๆ เช่น การตัดภาพ การหมุนภาพ การประกอบภาพ เป็นต้น

สำหรับการหาคุณภาพของแบบทดสอบ PMA หาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการแบ่งครึ่งฉบับ มีค่าระหว่าง .87 - .96 และหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างกับแบบทดสอบหลายฉบับแต่ได้ค่าความเที่ยงตรงจากแบบทดสอบของโอทิสมีค่าสูงสุด .71 การแปลผลคะแนนจากการทดสอบจะแปลผลออกมาเป็นเส้นภาพ

5. แบบทดสอบชุดความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test Battery หรือ GATB) กรมแรงงานสหรัฐ (The Bureau of Employment Security) ได้สร้างแบบทดสอบชุดนี้ขึ้น และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยใช้แบบทดสอบ 59 ฉบับ ผลปรากฏว่ามีองค์ประกอบด้านความสามารถที่ต่างกันเพียง 10 ด้านจึงนำมาเป็นพื้นฐานการสร้างแบบทดสอบ 15 ฉบับ วัดตัวประกอบเหล่านั้นในการปรับปรุงครั้งหลัง จำนวนแบบทดสอบลดลงเหลือเพียง 12 ชุด และมีเพียง 8 องค์ประกอบดังนี้

5.1 เซอร์ปัญญา (Intelligence) ได้จากการรวมคะแนนของแบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบคำศัพท์ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และภาพสามมิติ

5.2 ความถนัดทางภาษา (Verbal Aptitude) วัดได้จากแบบทดสอบคำศัพท์

5.3 ความถนัดทางตัวเลข (Numerical Aptitude) วัดได้จากแบบทดสอบการคำนวณ ร่วมกับแบบทดสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์

5.4 ความถนัดเชิงอวกาศ (Spatial Aptitude) วัดได้จากแบบทดสอบสามมิติการรับรู้ฟอร์ม (Form Perception) วัดได้จากแบบทดสอบสองฉบับ คือ แบบทดสอบจับคู่เครื่องมือ และแบบทดสอบจับคู่ภาพทางเรขาคณิต

5.5 การรับรู้ทางเสมียน (Clerical Perception) วัดด้วยแบบทดสอบการเปรียบเทียบชื่อ

5.6 การประสานของกลไกของร่างกาย (Motor Coordination) วัดด้วยแบบทดสอบการทำเครื่องหมาย

5.7 ความคล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือ (Finger Dexterity) วัดด้วยแบบทดสอบการรวมชิ้นส่วนและแบบทดสอบการแยกชิ้นส่วน

5.8 ความคล่องแคล่วในการใช้มือ (Manual Dexterity) วัดด้วยแบบทดสอบการย้ายที่และแบบทดสอบการใส่กลับคืน

แบบทดสอบชุดนี้ใช้สำหรับเกรด 9 - 12 และผู้ใหญ่เพื่อการแนะแนวทางการศึกษาและอาชีพคะแนนของแบบทดสอบ GATB ได้เปลี่ยนเป็นคะแนนมาตรฐานโดยเกณฑ์ปกติ (Norms) สร้างจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก การตัดสินใจใช้คะแนนจุดตัดพหุคูณ (Multiple cut of Scores) มากกว่าสมการถดถอย

6. แบบทดสอบ DAT (Differential Aptitude Tests) เบเนตต์ ซีซอร์ และเวสแมน (Bennett, Seashore and Wesman) ได้ร่วมสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแนะแนวทางการศึกษาและอาชีพของนักเรียนในเกรด 8-12 การเสนอผลคะแนนเป็นแบบเส้นภาพ แบบทดสอบนี้วัดความสามารถ 8 ด้าน ดังนี้

6.1 เหตุผลทางภาษา (Verbal Reasoning: VR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้ภาษาเป็นสื่อสำคัญเป็นแบบอุปมาอุปไมยทางภาษา

6.2 ความสามารถด้านตัวเลข (Numerical ability: NA) เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลข ความเข้าใจความสัมพันธ์และมโนภาพง่ายๆ ในการใช้ตัวเลข คำถามหรือโจทย์ โดยมากเป็นการคำนวณทางเลขคณิตมากกว่าเลขคณิตเหตุผล

6.3 เหตุผลทางรูปภาพ (Abstract Reasoning: AR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้อนุกรมของภาพทางเรขาคณิต ดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของภาพเป็นอนุกรมต่อไป

6.4 ความถูกต้องและรวดเร็วของงาน (Clerical Speed and Accuracy: CSA) เป็นการวัดความสามารถในด้านการพิจารณาสิ่งที่คล้ายหรือเหมือนกันได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ จุดหมายเพื่อวัดความเร็วในการสังเกตพิจารณาแบบทดสอบมีจำนวนข้อมากแต่ให้เวลาในการทำน้อย

6.5 เหตุผลเชิงกล (Mechanical Reasoning: MR) เป็นความสามารถวัดด้านเหตุผลเชิงกล ข้อสอบเป็นรูปภาพเกี่ยวกับทางกลศาสตร์ แต่เป็นภาพที่อาศัยหลักการง่ายๆ

6.6 มิติสัมพันธ์รูปทรง (Space Relation: SR) เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของรูปทรง 3 มิติ การประกอบรูปทรง 3 มิติ โดยใช้การพิจารณาของสมองนึกคิดเอา

6.7 การสะกดคำ (Spelling: Sp) เป็นการวัดความสามารถด้านการจำศัพท์ว่าคำใดเขียนผิดหรือเขียนถูก โดยมีคำศัพท์ให้จำนวนมากเพียงตอบว่าเขียนผิดหรือถูกเท่านั้น

6.8 การใช้ภาษา (Language Usage: LU) เป็นการวัดความสามารถด้านการใช้ภาษาวัดความเก่งอ่อนทางไวยากรณ์ เครื่องหมายวรรคตอน และการใช้คำ

7. แบบทดสอบ CTMM (California Test of Mental Maturity) สร้างโดย Elizabeth T.Sullivan, Willis W.Clark และ Ernest W.Tiegs เป็นแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาที่เน้นโครงสร้างขององค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ดังนี้

7.1 เหตุผลทางตรรกวิทยา (Logical Reasoning) เป็นการวัดความสามารถด้านอนุมานและอุปมานโดยเหตุผลทางตรรกวิทยา แบ่งเป็นความสามารถด้านความหมายตรงกันข้าม ความหมายเหมือนหรือคล้าย และอุปมาอุปไมย

7.2 มิติสัมพันธ์ (Spatial Relationship) เป็นการวัดความสามารถในการมองเห็นภาพสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ เมื่อตำแหน่งภาพเปลี่ยนแปลง แบ่งเป็นภาพด้านซ้ายขวา และทักษะการมองเห็นภาพพื้นที่

7.3 ตัวเลขและเหตุผล (Numerical Reasoning) เป็นการวัดเหตุผลเกี่ยวกับปริมาณว่าสัมพันธ์กันอย่างไร เน้นความเข้าใจในโนภาพของตัวเลขหรือเลขคณิต แบ่งเป็นวัตถุนุกรมตัวเลข ค่าของตัวเลข และโจทย์ปัญหา

7.4 มโนภาพด้านภาษา (Verbal Content) เป็นการวัดความเข้าใจด้านภาษาและการลงสรุปทางภาษา เหตุผลทางภาษา แบ่งเป็น การสรุปความโดยเหตุผลทางตรรกวิทยา และความเข้าใจภาษาด้านความเข้าใจศัพท์และความหมายของคำ

7.5 ความจำ (Memory) เป็นการวัดความสามารถในการระลึกนึกออกในสิ่งที่ได้รับการรับรู้มาแล้ว แบ่งเป็นวัดการจำในทันที และวัดการจำแบบเว้นช่วง

8. แบบทดสอบ CAT (Cognitive Ability Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลายระดับ คือ ระดับ 3 ถึง 12 แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ด้านภาษา (Verbal) ด้านปริมาณ (Quantitative) ด้านคุณภาพ (Nonverbal) ข้อคำถามแต่ละข้อเรียงจากง่ายไปหายาก การเริ่มและการหยุดในการทำแบบทดสอบแต่ละระดับแตกต่างกัน

8.1 ด้านภาษา (Verbal) เป็นการวัดความสามารถด้านคำศัพท์ แต่ไม่ใช่จำคำศัพท์แบบตรงไปตรงมา แต่จะออกมาในลักษณะให้หาความหมายคำใกล้เคียงกับคำศัพท์ที่ให้มาหรือการหาคำศัพท์ที่เหมาะสมมาเติมในช่องว่างให้ได้ประโยคที่สมบูรณ์ หรือการวัดการจำแนกประเภท (Verbal Classification) และการอุปมาอุปไมยด้านภาษา (Verbal Analogies)

8.2 ด้านปริมาณ (Quantitative) เป็นการวัดความคิดด้านปริมาณมากกว่าจะนำโจทย์ปัญหาทางปริมาณมาทดสอบ ซึ่งมีอยู่ 3 รูปแบบดังนี้

8.2.1 แบบปริมาณสัมพันธ์ (Quantitative Relations) วิธีการออกจะมีเพียง 1 - 2 คอลัมน์ แล้วหาปริมาณหรือตัวเลขมาบวกลบกัน จากนั้นจะถามว่าคอลัมน์ไหนมีปริมาณมากกว่า หรือน้อยกว่าหรือเท่ากัน

8.2.2 แบบตัวเลขอนุกรม หรือเลขเรียงอันดับ

8.2.3 เป็นการสร้างสมการ (Equation Building) โดยการกำหนดตัวเลขและเครื่องหมายมาแล้วนำมาเรียงใหม่ให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดไว้

8.3 ด้านคุณภาพ (Nonverbal) เป็นการวัดด้านเหตุผลมีทั้ง 3 รูปแบบดังนี้

8.3.1 แบบอุปมาอุปไมยภาพ

8.3.2 แบบสังเคราะห์ภาพ (From Synthesis) คือ กำหนดภาพมาให้ 3 ภาพแล้วถามว่าถ้าเอาภาพรวมกันแล้วจะได้ภาพในคำตอบที่อยู่ลักษณะเดียวกับภาพตัวอย่าง

8.3.3 แบบจำแนกประเภทภาพ (Figural Classification) คือ มีภาพที่มีอะไรร่วมกันอยู่ 3 ภาพ แล้วให้หาภาพในคำตอบที่อยู่ลักษณะเดียวกับภาพตัวอย่าง

9. แบบทดสอบ GRE (Graduate Record Examination) สร้างโดยศูนย์บริการทดสอบทางการศึกษา (Education Testing Service: ETS) ใช้เวลาสอบ 3 ชั่วโมงและวัดผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงอีกหลายวิชา แบบทดสอบนี้ใช้วัดความสามารถทั่วไปทางการเรียนในระดับปริญญาโทขึ้นไปแบ่งเป็นองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

9.1 ความสามารถด้านภาษา (Verbal Ability) วัดความสามารถทางด้านการใช้ภาษา และใช้เหตุผลที่เป็นภาษา แบ่งเป็นอุปมาอุปไมย คำตรงข้าม การเติมประโยคให้สมบูรณ์ การวัดความเข้าใจในการอ่าน

9.2 ความสามารถด้านตัวเลขและปริมาณ (Quantitative Ability) วัดความสามารถด้านคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ เช่น เลขคณิตเหตุผล มโนภาพทางพีชคณิต การแก้ปัญหารูปทรงเรขาคณิต มโนภาพด้านปริมาณเปรียบเทียบ ปริมาณเชิงนามธรรม และการแปลความหมายตารางตัวเลขและกราฟ

9.3 ความสามารถด้านเหตุผลเชิงวิเคราะห์ (Analytical Ability) เป็นการวัดที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์เหตุผล 2 แบบ คือเหตุผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ และเหตุผลเชิงตรรกะ

10. แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Tests หรือ SAT) สร้างโดยคณะกรรมการวิทยาลัย (The College Board) ของอเมริกาแบบทดสอบประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่ 2 ด้านดังนี้

10.1 ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ วัดความสามารถด้านการมองเห็นมโนภาพของเลขคณิตและพีชคณิตแบบต่างๆ ทักษะทางเรขาคณิต และความเข้าใจในตารางตัวเลข กราฟ และการเปรียบเทียบปริมาณ

10.2 ความสามารถด้านภาษา วัดความสามารถด้านคำตรงข้าม อุปมาอุปไมยภาษา การเติมประโยคให้สมบูรณ์ และความเข้าใจในการอ่านบทความ

แบบทดสอบนี้เรียงข้อสอบจากง่ายไปยาก การออกข้อสอบผู้ออกเป็นผู้มีความรู้ความสามารถสูงในทางวิชาการและการสร้างข้อสอบมีผลงานเป็นที่ยอมรับ ส่วนการให้คะแนนของแบบทดสอบนี้มีการหักคะแนนข้อที่ทำผิดด้วย

11. แบบทดสอบฟลานาแกน (Flanagan Aptitude Classification Test หรือ FACT) สร้างโดย จอห์น ซี ฟลานาแกน (John C. Flanagan) ใช้วัดความถนัดในการประกอบอาชีพต่างๆ ถึง 38 อาชีพโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์งานว่างานจะสำเร็จได้ต้องใช้คุณลักษณะ (Traits) พฤติกรรมหรือความสามารถทางด้านใดบ้าง แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 19 ชุดย่อย ดังนี้

11.1 แบบทดสอบตรวจหาความบกพร่อง (Inspection) ใช้ในการวัดความสามารถในการค้นหาข้อบกพร่อง หรือความไม่สมบูรณ์แบบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดให้ จุดประสงค์เป็นการวัดการสังเกตด้วยความรอบคอบและรวดเร็ว

11.2 แบบทดสอบวัดทางจักรกล (Mechanics) ใช้วัดความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล

11.3 แบบทดสอบวัดความสามารถการใช้ตาราง (Tables) ใช้ในการวัดความสามารถในการอ่านความสัมพันธ์ข้อมูลที่บรรจุในตารางลักษณะต่างๆ อาจเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรที่มีความสัมพันธ์กันทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน

11.4 แบบทดสอบเหตุผล (Reasoning) ใช้วัดมโนภาพและความเกี่ยวพันของตัวแปรในโจทย์คณิตศาสตร์

11.5 แบบทดสอบการใช้คำศัพท์ (Vocabulary) ใช้ในการวัดความสามารถด้านภาษา โดยใช้คำศัพท์ที่ยากๆ ให้หาความหมาย

11.6 แบบทดสอบประกอบชิ้นส่วน (Assembly) ใช้ในการวัดความสามารถด้านการมองเป็นส่วนประกอบของสิ่งต่างๆ นำมาประกอบกันแล้วเป็นรูปใด ส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล

11.7 แบบทดสอบความสามารถด้านการพิจารณาตัดสินและความเข้าใจ (Judgment and Comprehension) ใช้ในการวัดความสามารถด้านการเข้าใจภาษา โดยใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินเพื่อลงสรุป แบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์ให้เป็นข้อความแล้วถามจากข้อความที่กำหนดให้ นั้นหลายๆ ข้อ

11.8 แบบทดสอบหาส่วนประกอบย่อย (Components) ใช้ในการวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ลักษณะซ้อนภาพ

11.9 แบบทดสอบวัดความสามารถในการวางแผน (Planning) ใช้ในการวัดความสามารถด้านการวางแผนและจัดระบบตามลำดับขั้นให้สิ่งนั้นบรรลุเป้าหมายตามต้องการโดยวิธีออกข้อสอบจะวางลำดับข้อสลับกัน

11.10 แบบทดสอบเลขคณิต (Arithmetic) ใช้ในการวัดทักษะด้านการคำนวณโดยไม่มีภาษามาประกอบ

11.11 แบบทดสอบเติมอักษรที่ขาดหายในคำศัพท์ (Ingenuity) ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาทางภาษา

11.12 แบบทดสอบการใช้สเกล (Scales) ใช้ในการวัดความสามารถด้านการอ่านไค้่งที่เกิดจากตัวแปร 2 ตัว โดยเขียนความเกี่ยวพันของตัวแปรเป็นไค้่งต่างๆ

11.13 แบบทดสอบการใช้ภาษา (Expression) ใช้ในการวัดความสามารถด้านภาษา เน้นทางหลักภาษาเป็นพื้นฐาน วัดการแสดงออกในการใช้ภาษาเขียน

11.14 แบบทดสอบความแม่นยำในการใช้มือ (Precision) ใช้ในการวัดการปฏิบัติ การอย่างหนึ่งอย่างระมัดระวังมิให้เกิดความคลาดเคลื่อน เช่น การลากเส้นผ่านช่องว่างตามรูปร่างที่กำหนด

11.15 แบบทดสอบการสังเกต (Alertness) ใช้ในการวัดความนับไวหรือตื่นตัวอย่างรวดเร็วในการสังเกตจุดอันตรายต่างๆ

11.16 แบบทดสอบประสาทสัมผัสกับมือ (Coordination) ใช้ในการวัดความสามารถ ด้านประสาทสัมผัสของมือในความแม่นยำและรวดเร็ว เช่น การลากเส้นผ่านช่องแคบที่มีขนาดเล็ก และมีระยะทางยาว

11.17 แบบทดสอบการลอกรูปแบบ (Patterns) ใช้ในการวัดความสามารถคัดลอก รูปแบบเก่ามาทำใหม่ได้อย่างคล่องแคล่วว่องไวถูกต้อง

11.18 แบบทดสอบการใช้รหัส (Coding) ใช้ในการวัดความจำในการกำหนดชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว

11.19 แบบทดสอบความจำ (Memory) ใช้ในการวัดความจำโดยตรง ซึ่งเป็นลักษณะที่ให้อ่านสิ่งที่กำหนดให้แล้วถามความจำจากสิ่งนั้น

แบบทดสอบ FACT ในจำนวนอาชีพที่ศึกษาแต่ละอาชีพจะใช้แบบทดสอบต่างกันไปเป็นชุดๆ

12. แบบทดสอบ CPAB (Computer Programmer Aptitude Battery หรือ CPAB) แบบทดสอบนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบย่อย 5 ฉบับคือ

12.1 แบบทดสอบด้านถ้อยคำ (Verbal Meaning) ให้หาคำตอบที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนด ในแต่ละข้อคำถามจะกำหนดคำศัพท์มาให้ 1 คำ และกำหนดคำศัพท์ที่เป็นตัวเลขให้ 5 คำ ผู้สอบจะต้องเลือกคำศัพท์ที่มีความหมายทำนองเดียวกัน หรือ ใกล้เคียงมากที่สุดกับคำศัพท์ที่กำหนด

12.2 แบบทดสอบด้านเหตุผล (Reasoning) ลักษณะของข้อคำถามเป็นการหาคำตอบของโจทย์ โดยตอบเป็นข้อความที่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

12.3 แบบทดสอบการเรียงลำดับตัวอักษร (Letter Series) ลักษณะของข้อคำถามจะกำหนดตัวอักษรที่เรียงลำดับมาใช้ชุดหนึ่ง ผู้สอบจะต้องหาความสัมพันธ์หรือกฎเกณฑ์ของชุดตัวอักษรนั้นแล้วพิจารณาว่าตัวอักษรถัดไปสุดท้ายควรเป็นตัวใด โดยเลือกจากอักษร 5 ตัว ที่กำหนดให้

12.4 แบบทดสอบด้านจำนวน (Number Ability) เป็นการให้คำนวณหาคำตอบของ โจทย์ ข้อคำถามส่วนใหญ่เป็นการคำนวณเรื่องการบวก ลบ คูณ หาร และการประมาณค่า

12.5 แบบทดสอบแผนภาพ (Diagramming) วัดความเข้าใจในรูปผังงาน (Flowchart) แต่ละข้อคำถามจะกำหนดปัญหาและสถานการณ์มาให้ ผู้สอบจะต้องอ่านปัญหาและสถานการณ์ที่กำหนดให้เข้าใจ แล้วพิจารณารูปผังงานว่ามีส่วนใดขาดหายไป ส่วนที่ขาดหายไปควรจะเติมว่าอย่างไร โดยเลือกจากข้อความที่กำหนดให้

จากการศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น พบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองแต่ละฉบับมีความแตกต่างกันในแง่ของจุดมุ่งหมายในการสร้าง การจัดแบ่งชุดของแบบทดสอบย่อย แต่เมื่อมองโดยรวมแล้วแบบทดสอบย่อยดังกล่าวจะวัดคุณลักษณะใกล้เคียงกัน คือวัดความสามารถด้านจำนวนตัวเลข วัดความสามารถด้านภาษา วัดความสามารถด้านเหตุผล และวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งในการเลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองฉบับใดนั้น ต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการวัดว่าจะเน้นการวัดความสามารถทางสมองด้านใด ถ้าต้องการทดสอบเพื่อคัดเลือก เพื่อพยากรณ์หรือเพื่อวินิจฉัยก็จะสามารถเลือกใช้ชุดของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านนั้นเป็นสำคัญ

1.4 การวัดความสามารถทางสมองตามทฤษฎีเธอร์สตัน

ลักษณะของคำถามที่ใช้วัดตามองค์ประกอบ

1. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor : V-factor)

เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเข้าใจความหมายของคำศัพท์ ข้อความ เรื่องราว สามารถจับใจความสำคัญ แปลความ ตีความหมายจากข้อความต่างๆ ได้รวดเร็ว สามารถใช้ภาษาในการสื่อสารทั่วไป องค์ประกอบนี้มีความสำคัญต่อการเรียน และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการใช้ภาษาสื่อสาร โดยมีรูปแบบของคำถามที่ใช้วัดสมรรถภาพในองค์ประกอบด้านภาษามีดังนี้

แบบที่ 1 คำตรงกันข้าม กำหนดให้คำที่มีความหมายตรงกันข้ามกับคำที่กำหนดให้ โดยที่คำที่กำหนดให้อาจเป็นคำโดด หรือคำในข้อความ เช่น

(1) คำ ตรงข้ามกับคำใด

- ก. ขาว
- ข. ม่วง
- ค. เขียว
- ง. ชมพู

(เฉลย ก.)

แบบที่ 2 คำที่มีความหมายใกล้เคียง กำหนดให้หาคำตอบที่มีความหมายเหมือนหรือใกล้เคียงกับคำที่กำหนดให้ หรือหาคำแปลของคำศัพท์ เช่น

(2) คำัง มีความหมายเหมือนคำใด

- ก. สูง
- ข. เหลือ
- ค. ติดอยู่
- ง. ลอยตัว

(เฉลย ค.)

แบบที่ 3 ศัพท์สัมพันธ์ กำหนดให้หาคำที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ อาจเกี่ยวข้องในหน้าที่ ประโยชน์ หรือ ลักษณะ เช่น

(3) เสื่อ เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. หมวก
- ข. เข็มขัด
- ค. รองเท้า
- ง. กางเกง

(เฉลย ง.)

แบบที่ 4 แบบผิดความ กำหนดคำหรือประโยคให้ชุดหนึ่งที่มีความหมายอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และมีอยู่ 1 คำ หรือประโยคที่มีความหมายแตกต่างจากกลุ่มไป ให้หาคำตอบที่แปลกไปจากกลุ่ม

(4) ข้อความใดไม่เข้าพวก

- ก. เธอเป็นทหารหาญ
- ข. เขารักประเทศชาติ
- ค. บ้าสร้างแต่ความดี
- ง. ยังมุดหัวอยู่อีกหรือ

(เฉลย ง.)

แบบที่ 5 ความเข้าใจภาษา กำหนดข้อความหรือบทสนทนา หรือคำกลอน สุภาษิต คำพังเพยให้ผู้สอบอ่าน แล้วตอบคำถามที่เกี่ยวกับข้อความหรือเรื่องราวนั้น โดยที่คำถามจะมุ่งถามให้แปลความ ตีความ ขยายความ วิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยการตอบต้องใช้ความรู้จากการอ่านข้อความที่กำหนด

(5) จงอ่านบทสนทนาต่อไปนี้เพื่อตอบคำถาม

“แม่บุญเรือนจะ ขายดีไหมวันนี้”

“โอ้ยพี่อ่อน ตลาดวันนี้แย่ ผู้คนโหล่งเหงงจ้งเลย จะไปขายต่อที่หน้าวัด

อีกสักพักค่อยกลับบ้าน นั้นพี่อ่อนกำลังจะไปไหนนะ แต่งตัวเสียสวยเชียว”

“จะไปหาครูที่โรงเรียนปรึกษาเรื่องเรียนต่อของเจ้าแดงมันหน้อย ฉันทะไม่

อยากให้มันเรียนสูงกว่านี้หลอก เงินทองไม่ค่อยมีแค่อ่านออกเขียนได้กับบุญแล้ว”

1. การสนทนานี้เกิดขึ้นที่ใด

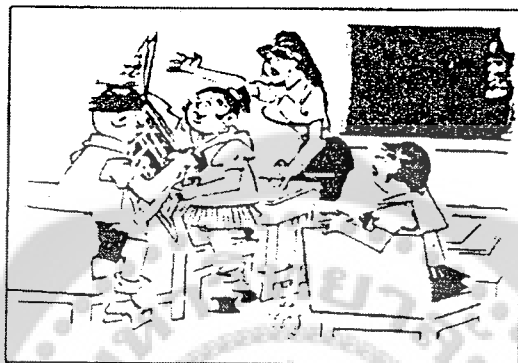
- ก. ตลาดนัด
- ข. โรงเรียน

ค. หน้าวัด

ง. บ้านพี่อ่อน

(เฉลย ก.)

แบบที่ 6 ความเข้าใจภาพ กำหนดภาพสถานการณ์จริง ภาพการ์ตูน กราฟหรือตารางข้อมูล สัญลักษณ์อื่นต่างๆให้ แล้วให้ผู้สอบแปลความหมายตีความหมายหรือขยายความจากการอ่านภาพที่กำหนดให้พิจารณาภาพที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



(6) เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นที่ใด

ก. ห้องเรียน

ข. ห้องสมุด

ค. ห้องอาหาร

ง. ห้องประชุม

(เฉลย ก.)

แบบที่ 7 การสังเคราะห์ข้อความ กำหนดข้อความให้ แล้วให้ผู้สอบเรียงข้อความให้ได้ความสละสลวยถูกต้องหลักทางภาษา เช่น

(7) 1 มีหลายชนิด

2 ที่มีกลิ่นหอม

3 ได้แก่กระดังงาจีน

4 กระดังงาเป็นพันธุ์ไม้ดอก

ก. 4-1-2-3

ข. 1-2-3-4

ค. 4-1-3-2

ง. 4-2-1-3

(เฉลย ง.)

2. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word fluency Factor: w-factor)

เป็นความสามารถในการผลิตคำ โดยการพูดหรือเขียนได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และถูกต้อง เช่น การได้ว่าที่ อภิปราย แต่งกลอนสด ฯลฯ ต้องใช้ความสามารถด้านนี้ อาชีพที่ต้องมีความสามารถด้านนี้ได้แก่ นักพูด นายหน้า นักแสดง นักร้อง นักพากย์

รูปแบบของคำถามที่ใช้วัดสมรรถภาพองค์ประกอบนี้ได้แก่

แบบที่ 1 ให้เขียนชื่อสิ่งของที่มีลักษณะตามที่กำหนดหรือตามเงื่อนไขที่กำหนดเช่น

- (1) จงเขียนชื่อสัตว์ที่มีตัว “ม” ให้มากที่สุดในเวลา 1 นาที
- (2) จงบอกชื่อจังหวัดที่มี 3 พยางค์ ให้มากที่สุด 2 นาที
- (3) จงบอกชื่อผลไม้ที่เปรี้ยวตอนดิบและหวานเมื่อสุก ให้มากที่สุดในเวลา 2 นาที

แบบที่ 2 ให้สร้างคำจากตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น

- (4) จงสร้างคำที่มีตัวอักษร “รบ” อยู่ด้วยให้มากที่สุด ภายในเวลา 3 นาที

แบบที่ 3ให้อ่านคำจากการวางตัวอักษรที่สลับที่กันให้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด เช่น

- (5) ทะเรศป.....

แบบที่ 4 ให้ต่อคำที่มีเสียงคล้องจองกัน โดยกำหนดคำแรกให้เช่น

- (6) ประโยชน์ นักโทษ โกรธซึ่ง.....

แบบที่ 5 กำหนดคำให้ ผู้สอบเรียงให้เป็นประโยคหรือสร้างประโยคจากคำที่กำหนดให้หลายๆ ประโยค

การสอบสมรรถภาพในองค์ประกอบนี้ต้องจำกัดเวลาไม่ว่าจะใช้แบบใด

3. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor: N – factor)

เป็นความสามารถในการคิดคำนวณเบื้องต้น โดยใช้วิธีการขั้นพื้นฐาน ได้แก่ บวก ลบ คูณหาร ถอดสมการ ยกกำลัง ได้ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว อาชีพที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านนี้ ได้แก่ นักคำนวณ นักสถิติ นักบัญชี นักวิจัย นักเศรษฐศาสตร์ ผู้ทำงานธนาคาร เป็นต้น

คำถามที่ใช้วัดความสามารถด้านนี้จะมุ่งไหวพริบในการคำนวณ ฉะนั้นโจทย์จะไม่ต้องใช้ทักษะการคิดซับซ้อนแต่สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ถ้ามองเห็นความสัมพันธ์บางอย่างของตัวเลขในโจทย์ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับโจทย์และผลลัพธ์ได้รูปแบบคำถามมีดังนี้

แบบที่ 1 ตัวเลขอนุกรม กำหนดตัวเลขขึ้นชุดหนึ่งซึ่งเรียงอันดับกันไว้โดยระบบใดระบบหนึ่ง แล้วให้ผู้สอบหาจำนวนมาต่ออันดับโดยใช้ระบบเดิม เช่น

(1) 1 3 5 7

ก. 8

ข. 9

ค. 10

ง. 11

(เฉลย ข.)

แบบที่ 2 คณิตศาสตร์เหตุผล ถามความเข้าใจในสิ่งก้ำกัทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ การเปรียบเทียบ และการใช้เหตุผล โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่าง

(2) ถ้า $d = \frac{50}{m}$ เมื่อ m เป็นเลขจำนวนเต็มบวกถ้า m มีค่าเพิ่มขึ้น ค่า d เป็นเช่นไร

ก. ลดลง

ข. เพิ่มขึ้น

ค. คงเดิม

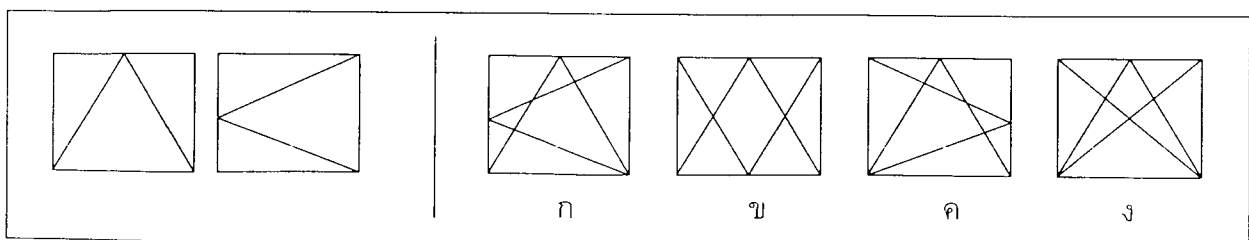
ง. อาจเพิ่มหรือลดลง

(เฉลย ก.)

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Factor : S-factor)

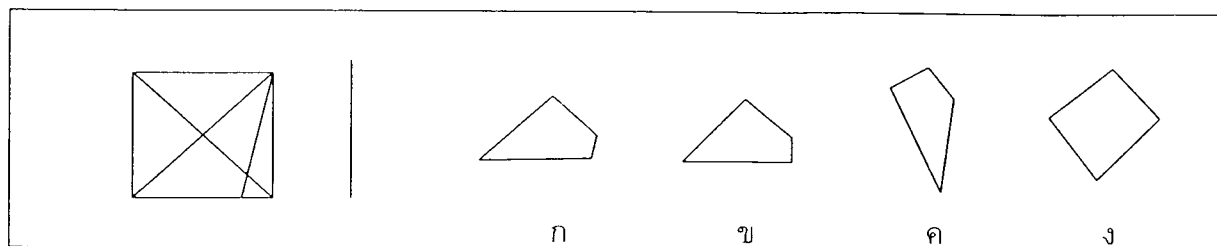
เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพเกี่ยวกับขนาด รูปร่าง ความสูงต่ำ ไกล-ใกล้ พื้นที่ปริมาตร จากภาพ 2 มิติและ 3 มิติ โดยสามารถสร้างจินตนาการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ การแยกออก การประกอบ การยกซ้อนจากภาพหนึ่งได้ อาชีพที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพด้านนี้คือ นักออกแบบ นักก่อสร้าง นักวางผังเมือง นักขับรถ และงานตกแต่งต่างๆรูปแบบของคำถามมีดังนี้

แบบที่ 1 แบบซ้อนภาพ กำหนดในตอนหน้าให้ 2 ภาพ แล้วให้ผู้สอบนึกดูว่าภาพ 2 ภาพนี้ซ้อนทับสนิทแล้วจะเกิดเป็นภาพอะไร



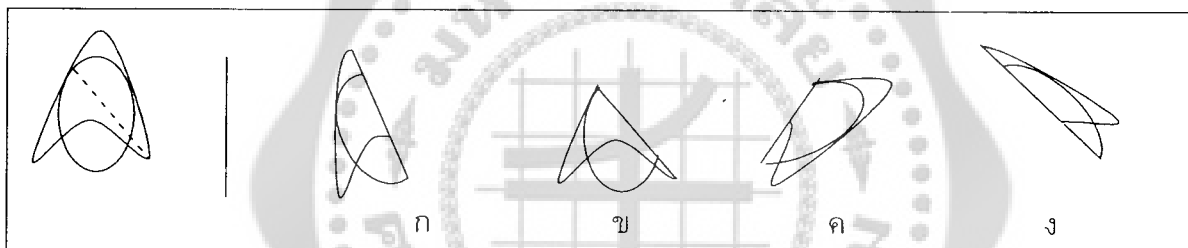
(เฉลย ก.)

แบบที่ 2 แบบซ้อนภาพ กำหนดให้ภาพหนึ่งซึ่งแฝงอยู่ในตอนนำในการสร้างต้อง
ระวังขนาดของภาพแฝงต้องเท่าเดิม



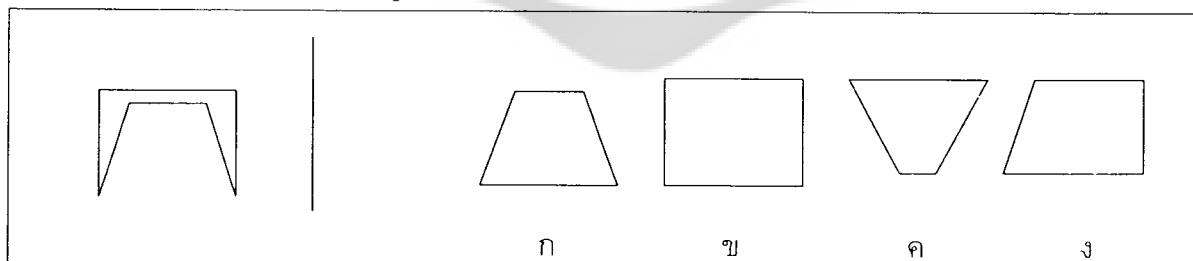
(เฉลย ก.)

แบบที่ 3 แบบแยกภาพ กำหนดภาพที่มีรอยประในภาพ ให้ผู้สอบพิจารณาว่าถ้าตัด
ภาพออกตามแนวประนั้นจะเกิดเป็นชิ้นส่วนใด ภาพที่กำหนดตอนนำอาจเป็นได้ทั้งภาพ 2 มิติ
และ 3 มิติ



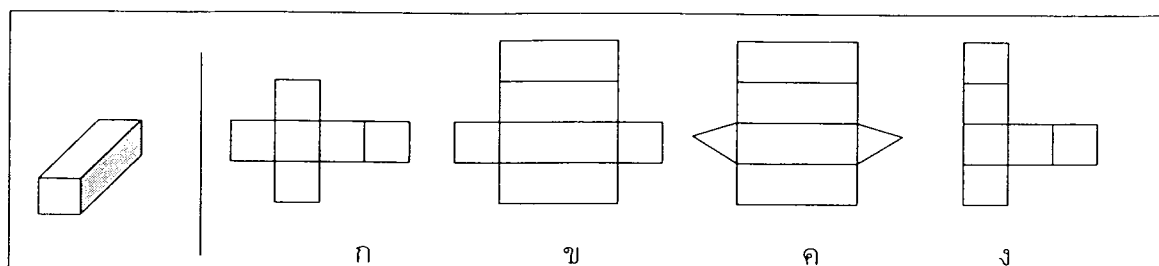
(เฉลย ข.)

แบบที่ 4 แบบประกอบภาพ กำหนดภาพตอนนำซึ่งเป็นภาพไม่สมบูรณ์ให้ผู้สอบ
หาชิ้นส่วนมาต่อให้เกิดความสมบูรณ์



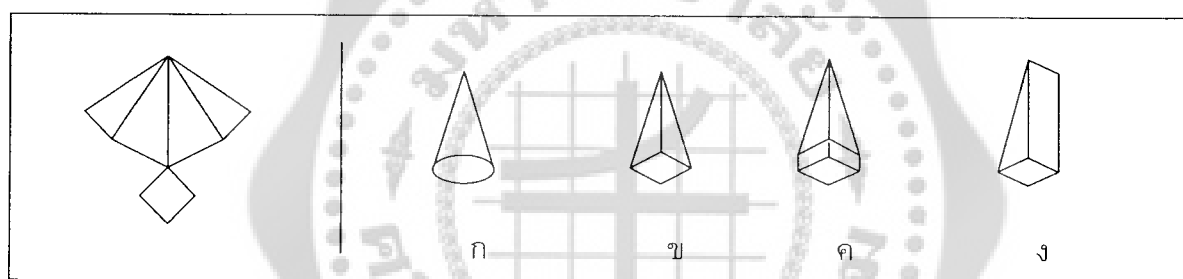
(เฉลย ก.)

แบบที่ 5 แบบคลี่ภาพ กำหนดให้ภาพในคำถามแสดงที่เกิดจากการพับในลักษณะ 2 มิติ หรือ 3 มิติแล้วให้ผู้สอบพิจารณาว่าถ้าภาพนั้นคลี่ออกตามแนวพับจะเกิดเป็นภาพใด



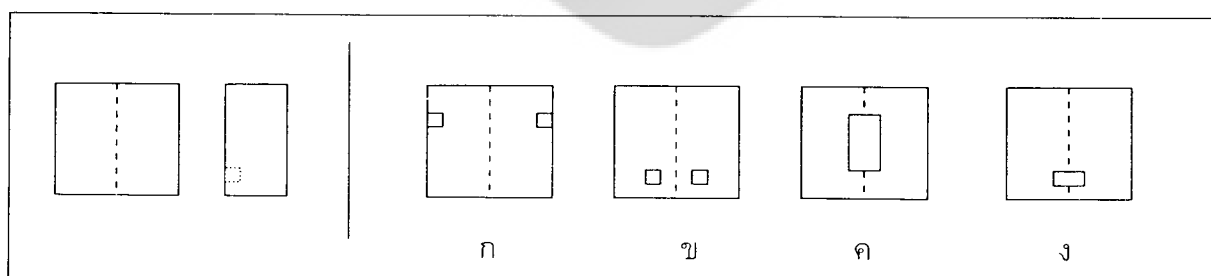
(เฉลย ข.)

แบบที่ 6 แบบพับภาพ เป็นภาพที่กลับกับแบบคลี่ภาพ คือกำหนดภาพสมบูรณ์ไว้ในคำถาม แล้วให้ผู้สอบพิจารณาว่าถ้าพับภาพนั้นตามแนวพับจะเกิดเป็นภาพใด



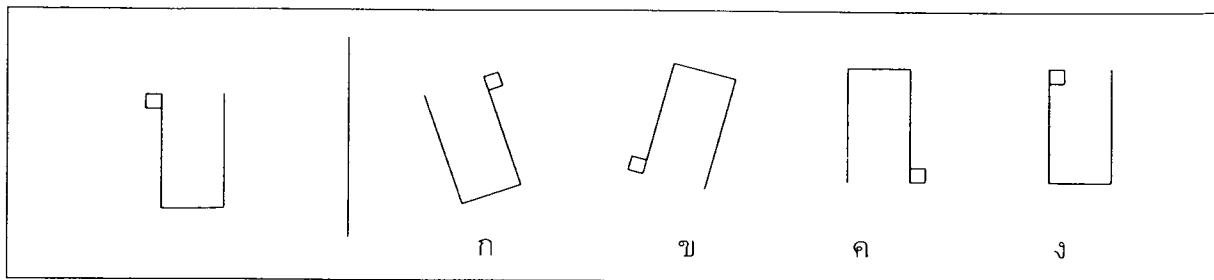
(เฉลย ข.)

แบบที่ 7 แบบตัดกระดาษ คล้ายกับแบบคลี่ภาพ 2 มิติ แต่เพิ่มการตัดที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพพับ ผู้สอบต้องนึกว่าเมื่อคลี่ภาพออกจะเป็นดังภาพใด



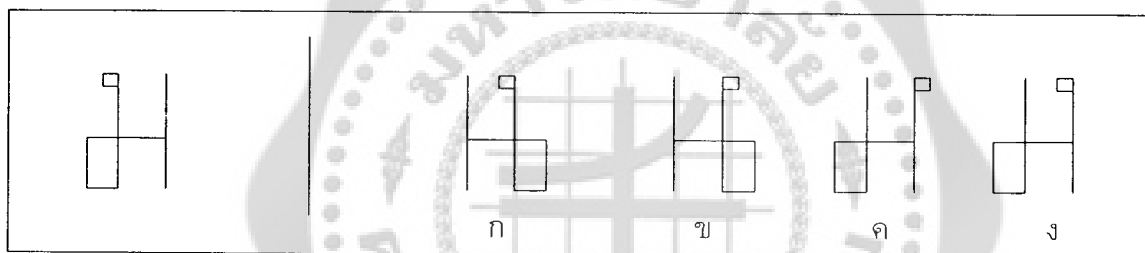
(เฉลย ง.)

แบบที่ 8 แบบหมุนภาพ กำหนดภาพในตอนนำ 1 ภาพ แล้วให้ผู้สอบสร้างมโนภาพว่า ถ้าภาพนี้หมุนไปในทิศทางที่กำหนด เช่น ตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา แล้วจะได้ภาพใด



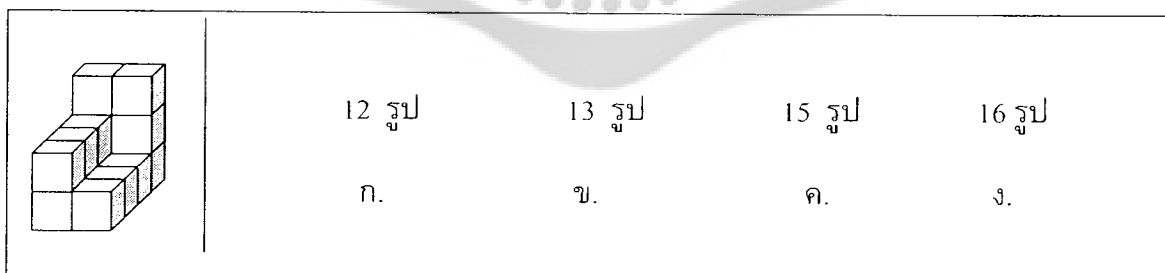
(เฉลย ค.)

แบบที่ 9 แบบกลับหลัง กำหนดภาพในตอนนำ 1 ภาพ แล้วให้ผู้สอบสร้างมโนภาพว่า ถ้าจับภาพนั้นกลับหลังเสีย จะได้ภาพใดเหมือนกับดูภาพในกระจกเงา



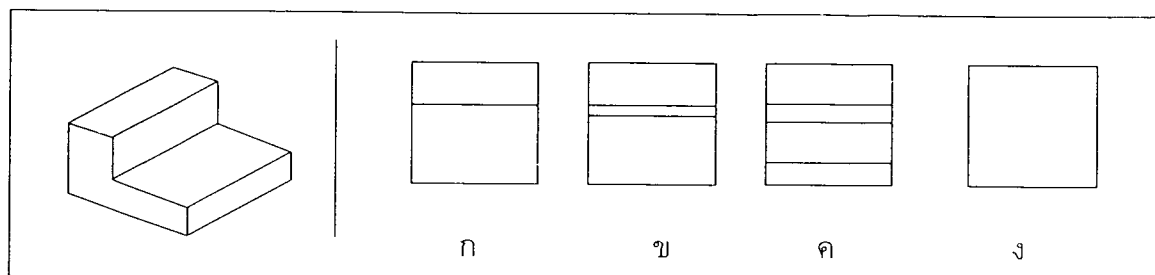
(เฉลย ข.)

แบบที่ 10 แบบนับจำนวนรูปบาศก์ กำหนดภาพลูกบาศก์จำนวนหนึ่งวางซ้อนกันอยู่ในลักษณะต่างๆ ให้ผู้สอบนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมด



(เฉลย ค.)

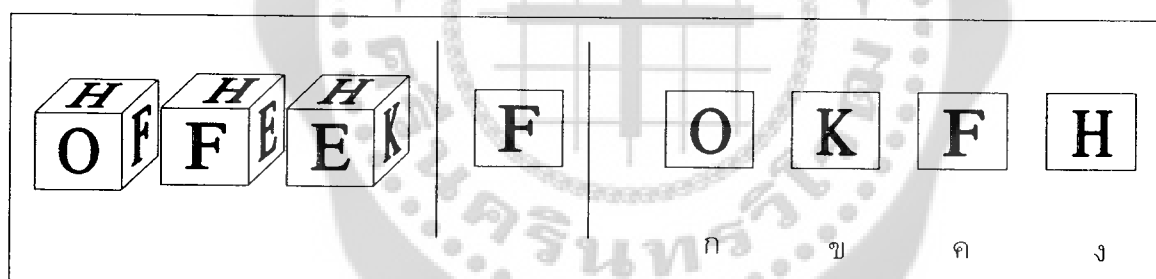
แบบที่ 11 แบบมองวัตถุจากด้านบน กำหนดรูปแท่ง 3 มิติรูปทรงต่างๆในคำถาม แล้วให้ผู้สอบสร้างจินตนาการว่าถ้ามองรูปแท่งนั้นจากด้านบนในลักษณะก้มลงมอง หรือมองจากที่สูงในแนวตรงจะเห็นเป็นภาพใด



(เฉลย ก.)

แบบที่ 12 แบบด้านตรงข้ามของลูกบาศก์

กำหนดลูกบาศก์ในคำถามวางให้เห็นด้านต่างๆ ทั้ง 3 - 6 ด้าน เพื่อให้ผู้สอบเห็นสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายในแต่ละด้าน แล้วให้ตัวเลือกเป็นลูกบาศก์เดิมแต่หมุนในวางในลักษณะอื่น ซึ่งผู้ตอบหาความสัมพันธ์บนผิวหน้าของลูกบาศก์ให้ได้จึงจะตอบถูก



(เฉลย ข.)

5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor: M-factor)

เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงเรื่องราว รายละเอียดของสิ่งที่เคยรับรู้ไว้ การวัดความจำมีหลักสำคัญอยู่ว่าต้องให้ผู้สอบได้สัมผัสรับรู้ในสิ่งที่ต้องการให้จำในเวลาจำกัด แล้วจึงถามเพื่อให้ระลึกถึง ชื่อ รูปร่าง ลักษณะรายละเอียดอื่นๆ สิ่งที่จะกำหนดให้รับรู้เพื่อจำวิธีตั้ง รูปภาพ สิ่งของ ภาษา สัญลักษณ์ เสียง กิริยา ท่าทาง รูปแบบการถามมีดังนี้

แบบที่ 1 การจำสัญลักษณ์ กำหนดสัญลักษณ์อาจเป็นตัวอักษร ตัวเลข หรือรูป พร้อมทั้งความหมายของสัญลักษณ์แต่ละตัวให้ผู้สอบจำสัญลักษณ์และความหมายนี้ไปใช้เพื่อตอบคำถาม ซึ่งถ้าผู้สอบจำได้จะทำได้รวดเร็ว ฉะนั้นคำถามลักษณะนี้จะให้เวลาตอบน้อยมาก

สัญลักษณ์	ความหมาย
1	น้อย
ง	เงิน
2	คู่
3	คี่
ย	ลำบาก
ก	ได้
ข	นวล
4	ทิศ
8	นา
ม	หลาย

(1) ก ง 1 หมายถึงข้อใด

ก. เงินได้น้อย

ข. ได้นาหลาย

ค. ได้เงินน้อย

ง. ตั้งหลายคู่

(เฉลย ค.)

แบบที่ 2 จารูปทรงเรขาคณิต กำหนดรูปเรขาคณิตเป็นรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม หรือหลายเหลี่ยมต่างๆ อาจเป็น 2 มิติ หรือ 3 มิติก็ได้ พร้อมทั้งความหมายของรูปเรขาคณิตแต่ละตัวให้ผู้สอบจากรูปเรขาคณิตและความหมายนี้ไปใช้เพื่อตอบคำถาม ซึ่งถ้าผู้สอบจำได้จะทำได้รวดเร็ว ฉะนั้นคำถามลักษณะนี้จะให้เวลาตอบน้อยมาก

รูปทรง	ความหมาย
	ผัก
	หมู
	คน
	กิน
	เดิน
	เร็ว
	บ้าน
	สวน
	เหมือน
	ผ้า

(2)    หมายถึงอะไร

- ก. คนกินหมู
- ข. หมูกินคน
- ค. คนกินผัก
- ง. หมูกินผัก

(เฉลย ค.)

แบบที่ 3 การจำความหมายภาษา กำหนดเรื่องราวสั้นๆให้ผู้สอบอ่านหรือฟัง แล้วถามเกี่ยวกับเรื่องราวนั้นตรงๆ ไม่ต้อง ถามให้แปลความ ตีความในกรณีที่กำหนดให้อ่านเมื่ออ่านเสร็จต้องเก็บทันที เช่น

ริมทางกวางทองดู่ผ่องผุด	ยังหยุดหย่งกับบีบเสียงใส
กระตึงถึงโหนดเยออยู่ในไพร	กระปือเบิ่งเถลิงไล่กันดาตดง
อีเห็นแม่นหมีหมูชะมด	กระจงจตจ้องกลีบดูหีบหย่ง
ละมั่งละมวดผาดเผ่นออกจากพง	กระซู้ส่งซัดกระตึงออกวังโง

(3) ในกลอนบทนี้มีข้อสัตัวอยู่ที่ชนิด

- ก. 9 ชนิด
- ข. 10 ชนิด
- ค. 11 ชนิด
- ง. 12 ชนิด

(เฉลย ค.)

6. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning factor: R-Factor)

เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และระบบของความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ และสามารถใช้อธิบายเหตุผล วิเคราะห์ผลสรุปอย่างถูกต้อง ความสามารถในการประกอบนี้เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนทุกอาชีพ

การวัดความสามารถในองค์ประกอบนี้สามารถวัดเกี่ยวเนื่องกับองค์ประกอบอื่นๆเช่น ในองค์ประกอบภาษา (ศัพท์สัมพันธ์, ศัพท์ไม่เข้าพวก, และการวิเคราะห์เรื่องราวที่ได้อ่าน) และในองค์ประกอบจำนวน (อนุกรมตัวเลข) ซึ่งจะไม่นำมากล่าวในที่นี้ อีก ถ้าต้องการสร้างแบบทดสอบวัดองค์ประกอบนี้โดยมิได้วัดภาษา และจำนวนก็ควรนำมาพิจารณาด้วย

รูปแบบของการสร้างข้อสอบมีดังนี้

แบบที่ 1 แบบจำแนกประเภทมี 2 ลักษณะคือ

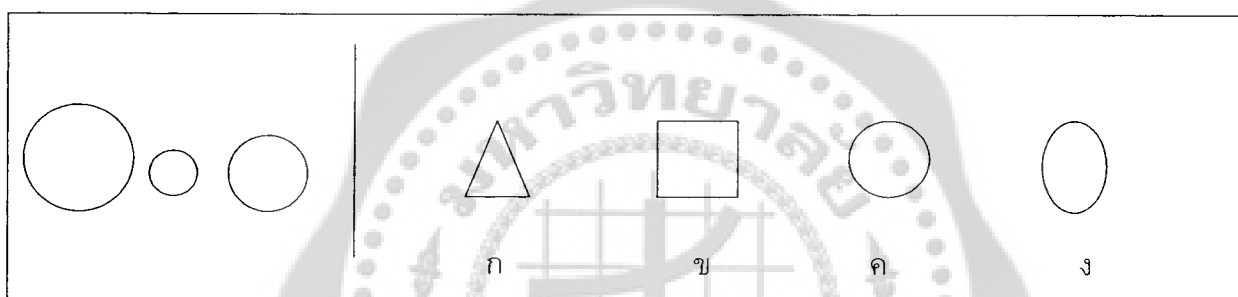
1. จำแนกประเภทแบบภาษา

(1) ข้อใดไม่เข้าพวก

- ก. ปู่
- ข. พ่อ
- ค. น้ำ
- ง. พระ

(เฉลย ค.)

2. จำแนกประเภทแบบภาพหรือทรงเรขาคณิต



(เฉลย ค.)

แบบที่ 2 แบบอุปมาอุปไมย กำหนดสิ่งของ 2 สิ่ง ที่มีความสัมพันธ์กันในลักษณะใดลักษณะหนึ่งในตอนนำ แล้วให้ผู้สอบนำความสัมพันธ์นี้ไปหาสิ่งของคู่ใหม่ ความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจเป็นความสัมพันธ์ของรูปภาพ สิ่งของ หรือภาษา เช่น

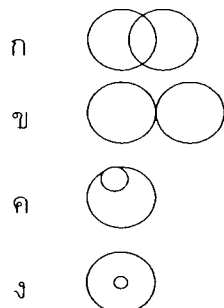
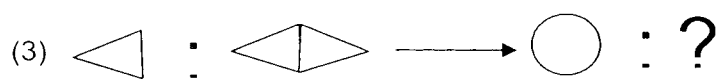
1. อุปมาอุปไมยแบบภาษา

(2) มีด : สว่าง → ? : ?

- ก. ดอก : ผล
- ข. ดำ : ขาว
- ค. นก : เมา
- ง. หิว : ร่วง

(เฉลย ข.)

2. อุปมาอุปไมยแบบภาพหรือรูปเรขาคณิต



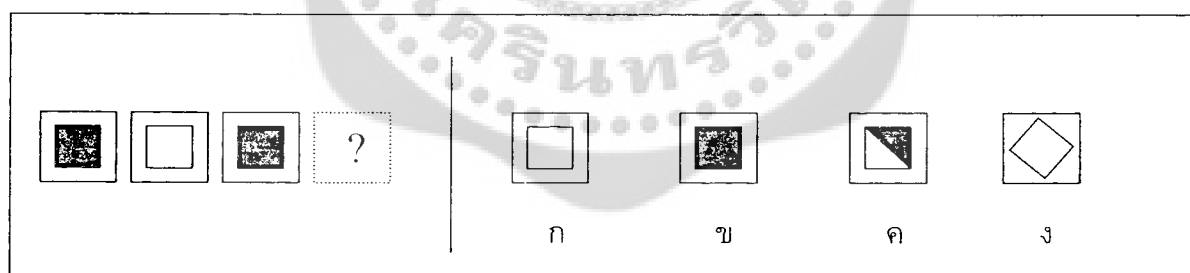
(เฉลย ข.)

แบบที่ 3 แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ กำหนดคำถามให้แสดงการจัดเรียงอันดับรูปภาพหรือตัวเลขหรืออักษรไว้อย่างเป็นระบบผู้สอบต้องจัดระบบการเรียงให้ได้แล้วเรียงต่อโดยใช้ระบบการเรียงระบบเดิม

เรียงลำดับตัวอักษร เช่น

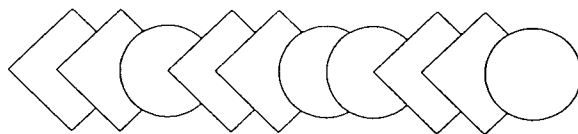
กขค ขค ง คงจ ...
BA CD FE GH ...

เรียงลำดับรูปภาพ



(เฉลย ก.)

ให้หาการเรียงอันดับที่ผิด



แบบที่ 4 แบบทดสอบสรุปความ กำหนดข้อความที่เป็นเหตุใหญ่และเหตุย่อย แล้วให้ผู้สอบลงสรุปตามเหตุในข้อความนั้น เช่น

(4) ถ้าฝนตกฉันจะไม่ไปเที่ยว แต่ฝนไม่ตก ฉะนั้น

- ก. ฉันจะอยู่บ้าน
- ข. ฉันจะไปเที่ยว
- ค. ฉันจะไม่ไปเที่ยว
- ง. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

(เฉลย ง.)

แบบที่ 5 ตัวร่วมหรือตัวต่าง กำหนดสิ่งต่างๆ มาให้พิจารณา ส่วนใหญ่เป็นคำหรือจะใช้ภาพแทนก็ได้ แล้วให้ผู้สอบพิจารณาตัวร่วมหรือตัวต่างของมันว่าน่าจะเป็นอย่างไรก่อน จะสามารถหาตัวร่วมหรือตัวต่างหรือมโนภาพนี้จำเป็นจะต้องวิเคราะห์ทุกๆ คำให้ดี เช่น

(5) ปู ป่า น้ำ หลาน

- ก. ญาติ
- ข. อายุ
- ค. เพศ
- ง. ฐานะ

(เฉลย ก.)

แบบที่ 6 ความสามารถด้านวิเคราะห์ เขียนสถานการณ์ไม่ยาวและซับซ้อนนัก แล้วให้ผู้ตอบหาข้อสรุปจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เช่น

“นางสุมนาเป็นลูกคนสุดท้ายของนางดอนแต่งงานแล้วมีลูกชื่อเตี๊ตดวง และชอบยิ้มตามลำดับ นายสุเมธเป็นลูกรองสุดท้ายของนายดาบ ซึ่งแต่งงานกับนางดอน และนายสุเมธแต่งงานกับนางรำเรงลูกคนโตของนายประเทืองมีลูกชื่ออรุณและอรุณี ประกอบรักษหลาน 2 คนนี้มาก นางดาวเรืองเป็นน้องนากมลซึ่งเป็นลูกคนหัวปีของนายดาบ มีน้องเขยชื่อ “ณรงค์”

(6) ใครเป็นลุงของอรุณ

- ก. ดาบ
- ข. กมล

- ค. ผนัง
ง. ประเทือง
(เฉลย ข.)

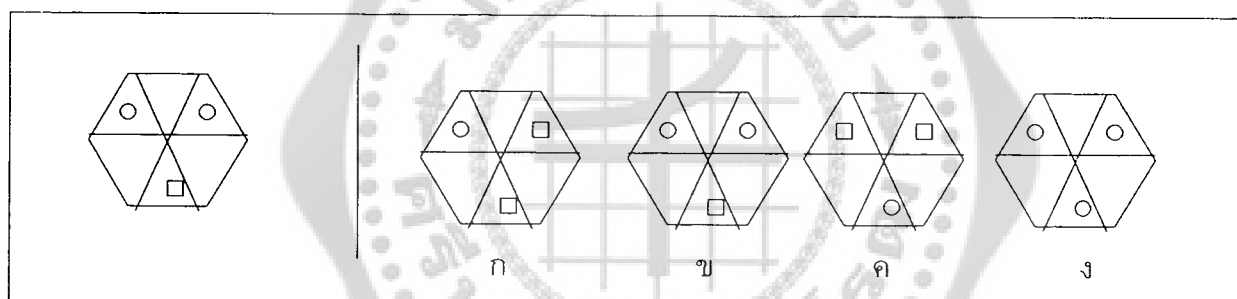
7. องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perception Factor : P-factor)

เป็นความสามารถที่มองเห็นรายละเอียด จากการรับรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว ผู้ที่มีความถนัดในด้านนี้จะเป็นคนช่างสังเกตสามารถทำงานที่ต้องใช้ความละเอียดประณีต และสามารถรับรู้สิ่งที่มองเห็นได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสมรรถภาพที่เอื้อต่ออาชีพที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบ ใช้ประสาทรับรู้ ได้แก่ งานเสมียน นักพิมพ์ดีด ช่างเขียน ช่างซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้า

แนวการเขียนคำถามเพื่อวัดสมรรถภาพด้านนี้ คือให้เปรียบเทียบสิ่งต่างๆ เพื่อบอกความเหมือน ความแตกต่าง สิ่งสำคัญต้องจำกัดเวลา ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบคือ

รูปแบบที่ 1 ภาพเหมือน กำหนดให้ผู้สอบหาภาพที่เหมือนกัน ในลักษณะต่างๆ คือ

1.1 กำหนดให้หาภาพที่เหมือนที่กำหนดไว้ในคำถาม



(เฉลย ข.)

1.2 กำหนดภาพหรือกลุ่มตัวเลข หรือตัวอักษรเป็นคู่ๆ และให้ผู้สอบตอบว่าคู่ใดที่เหมือนกันทุกประการ

๘๕๑๒๔๖๓ เหมือนกับข้อใด

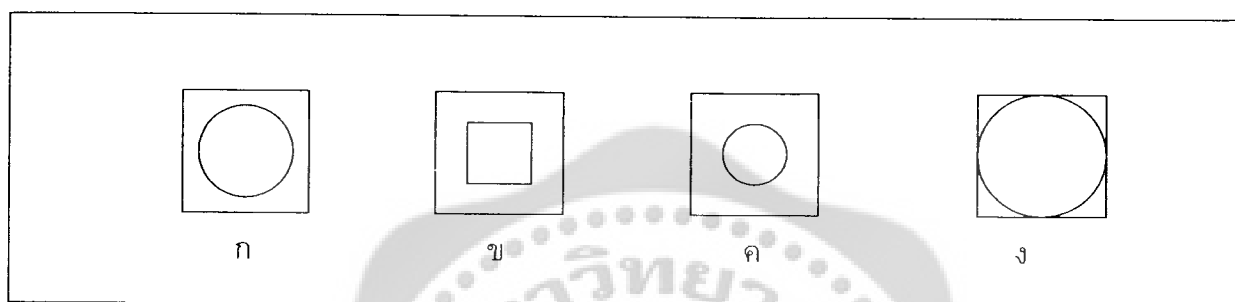
- ก. ๘๕๑๖๔๒๓
ข. ๘๕๑๔๒๖๓
ค. ๘๕๑๒๔๖๓
ง. ๘๑๕๒๔๖๓

(เฉลย ค.)

รูปแบบที่ 2 ภาพต่างจากพวก กำหนดให้ผู้หาภาพที่มีรายละเอียดต่างจากพวก
การทำให้มีรายละเอียดต่างจากพวก อาจทำได้ดังนี้

- 2.1 ให้มีรายละเอียดมากกว่าภาพอื่น
- 2.2 ให้รายละเอียดบางอย่างหายไป
- 2.3 ให้มีขนาดต่างไป
- 2.4 ให้มีลักษณะการวางต่างจากภาพอื่น อาจเป็นระนาบ ทิศทาง

ดังตัวอย่าง



(เฉลย ข.)

1.5 ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

“ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์” มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายประการ กล่าว คือ เทอร์สโตน (Thurstone, 1963: 121) สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตศาสตร์ที่ไม่มีการเคลื่อนที่และการมอง เห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพไปจากเดิม ซึ่งอาจใช้องค์ประกอบทางด้านการจินตนาการร่วมด้วย อนาสตราซี (Anastasi, 1961: 344) กล่าวว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือ การรับรู้มิติสัมพันธ์หรือความสัมพันธ์ของรูปทรง เรขาคณิต และการมองเห็นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนรูป บัญชัม ศรีสะอาด (2513: 8) กล่าวว่า สมรรถภาพทางมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถทางการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือรูปภาพในมิติต่างๆ ประกอบกัน นั่นคือความสามารถจำแนกความแตกต่างได้ว่า อันใดสูงกว่าหรือต่ำกว่า อันใดอยู่ใกล้หรือไกลกว่าในพื้นที่เดียวกัน สามารถคิดภาพ (จินตนาการ) ได้ว่าถ้าหากเคลื่อนย้าย หรือบิดหมุน พลิกสิ่งต่างๆ รวมทั้งแยกภาพ ประกอบกัน ซ้อนกัน จะมีลักษณะอย่างไร ชาวล แพร์ตกุล (2518: 65) กล่าวว่า สมรรถภาพทางมิติสัมพันธ์นี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติต่างๆ อันได้แก่ความใกล้-ไกล สูงต่ำและพื้นที่ทรวงทรงปริมาตร เป็นต้น เป็นความสามารถทางสมองที่ช่วยให้เกิดจินตนาการและมโนภาพ นึกเห็นภาพของส่วนประกอบเมื่อถูกแยก และเห็นเค้าโครงสร้างเมื่อนำชิ้นส่วนต่างๆ มาผสมกันเข้า วิทยุญา วิศาลาภรณ์ (2522: 46) กล่าวว่า สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการมองเห็น หรือมีมโนภาพเกี่ยวกับกับรูปในมิติต่างๆ ทั้งชนิดที่เป็นรูปที่มีความหมาย

และไม่มี ความหมาย ผู้ตอบจะต้องมีมโนภาพได้ว่า รูปทรงจะเปลี่ยนไปอย่างไร เมื่อรูปที่กำหนดหมุนไป หรือแปลงสภาพไป นอกจากนั้นผู้ตอบจะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่างๆ ทองหล่อ วิภาวิน (2523: 73) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพทำให้เกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านี้ออกจากกัน และเห็นเค้าโครง เมื่อนำสิ่งเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ฉะนั้น สมรรถภาพทางสมองด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึง มิติต่างๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง-ต่ำ ไกล-ใกล้ พื้นที่ปริมาตร เชิดศักดิ์ โฆวสินธุ์ (2525: 130) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองความสัมพันธ์เกี่ยวกับ ขนาด ทิศทาง และทรวดทรงของสิ่งต่างๆ ที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ที่กำหนด โดยสามารถสร้าง เกี่ยวกับความแตกต่าง ความเหมือนของสิ่งที่กำหนดให้กับสถานการณ์นั้นได้ โดยสามารถจำแนก ความแตกต่าง หรือความเหมือนนั้นได้ ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ (2527: 79) กล่าวว่า สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นสมรรถภาพทางสมองของบุคคล อันเกิดจากการจินตนาการ ถึงขนาดและมิติต่างๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียว และ หลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังคลุมไปถึงการมองภาพรูปทรงต่างๆ ที่เคลื่อนไหว ช้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายในตลอดจนถึง การแยกภาพ ผสมภาพก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ ความสามารถในการจำแนกสิ่งใดอยู่สูงกว่า หรือต่ำกว่า อันไหนอยู่ใกล้ อยู่ไกลได้ ก็เป็น ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เช่นกัน สุรศักดิ์ อมรรัตน์ศักดิ์ (2530: 200) กล่าวว่า ความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์เป็นการวัดความสามารถในการมองเห็น และเข้าใจเกี่ยวกับมิติต่างๆ อันได้แก่ ขนาด รูปร่าง ระยะทาง ทิศทาง ทรวดทรง พื้นที่ ปริมาตร ในการสอบเพื่อวัดความสามารถด้านนี้มุ่งให้ ผู้ตอบเปรียบเทียบ รายละเอียดของสิ่งต่างๆ ในการดำเนินการมองทรวดทรง การหาความสัมพันธ์ การคาดคะเนระยะทาง การหาทิศทาง การนำเอาสิ่งต่างๆ มาประกอบหรือรวมกัน การแยก ส่วนประกอบต่างๆ ของภาพออกจากกัน ฯลฯ ความสามารถด้านนี้ถือได้ว่า เป็นความสามารถ พื้นฐานที่ทำให้บุคคลเกิดจินตนาการและมโนภาพต่างๆ ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้สูงเหมาะที่จะ ประกอบอาชีพต่อไปนี้ คือ สถาปนิก วิศวกร นักวางผังเมือง นักออกแบบ เขียนแบบ นักบิน นักขับรถ นักตกต่ง เป็นต้น

จากที่กล่าวมาสามารถ สรุปได้ว่าความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถ ทางสติปัญญาของบุคคลในการรับรู้ จินตนาการ มองเห็นและเข้าใจเกี่ยวกับมิติต่างๆ ของวัตถุหรือ รูปทรงต่างๆ ที่คงที่และหรือซ้อนทับกัน ตลอดจนการจำแนกและมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรง ต่างๆ

1.6 รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

นักวัดผลและนักจิตวิทยาได้ทำการศึกษาและแบ่งแยกรูปแบบ (Style) ของแบบทดสอบ วัดสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน แตกต่างกันไป หลายๆรูปแบบดังต่อไปนี้

๖ วิเชียร เกตุสิงห์ (2518: 139 -143) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบซ่อนรูป แบบซ่อนรูป แบบตัดรูป แบบต่อแบบหมุนรูป แบบอนุกรมมิติ และแบบพับกล่อง

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2522: 46-50) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือแบบหมุนรูปหรือเลื่อนรูป แบบตัดรูป แบบต่อรูป แบบซ่อนรูป แบบซ่อนรูป แบบพับกระดาษ และแบบพับกล่อง

ทองหล่อ วิภาวิน (2524: 73-81) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือแบบทดสอบซ่อนภาพ แบบทดสอบซ่อนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบพับรูป และแบบทดสอบตัดกระดาษ

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ ; และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2518: 45-52) ได้เสนอรูปแบบไว้ 6 รูปแบบ คือ แบบหมุนภาพ แบบซ่อนภาพ และแบบซ่อนภาพ แบบแยกภาพ แบบนับรูปบาศก์ และแบบประกอบภาพให้เป็นจตุรัส

บุญชม ศรีสะอาด (2526: 53-56) เสนอรูปแบบไว้ 9 แบบ คือ แบบตัดกระดาษ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับรูปลูกบาศก์ แบบซ่อนภาพ แบบต่อภาพ แบบหาด้านตรงข้าม และแบบแยกภาพ

ไพศาล หวังพานิช (2526: 135-141) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 10 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบต่อภาพ หรือประกอบภาพ แบบเติมภาพหรือเติมสี่เหลี่ยม (Completing Square) แบบลบภาพ แบบคลี่ภาพ แบบพับกล่อง และแบบนับลูกบาศก์

ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ (2527: 79-87) เสนอรูปแบบไว้ 10 แบบ คือ แบบซ่อนภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็นแบบซ่อนเดียวกับแบบคงที่ แบบซ่อนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ แบบนับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย

เอนก เพียรอนุกุลบุตร (2527: 121-138) กล่าวถึงรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ว่ามีรูปแบบที่สำคัญๆ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นราบ (Figure Rotation) แบบซ่อนภาพ (Hidden Figure) แบบซ่อนภาพ (Pattern Synthesis) แบบแยกภาพ (Figure Dividing) แบบพับกระดาษ (Paper Folding) แบบวาดกลับกัน (Reverse Drawing) แบบเงื่อนไข (Conditions) แบบภาคตัดขวางวัตถุ (Cross Section of Solid) แบบเติมจตุรัส (Square Completion) แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับภาพ (Matching Parts and Figures) แบบสร้างผิวหน้า (Surface Development) แบบนับบล็อก (Block Development) แบบสร้างสมการ (Form Equation) แบบเติมกระสวน (Pattern Completion) แบบลอกภาพ (Copying) แบบมองวัตถุจากด้านบน (Projection of solid) แบบรู้มุมวัตถุ (Angle Recognition) แบบการรวมองค์ประกอบ (Assembly) แบบรอยวัตถุ (Trace Recognition) และแบบตัดต่อจตุรัส

สุรศักดิ์ อมรรัตน์ศักดิ์ (2530: 200-213) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ได้ 8 รูปแบบ คือ ช้อนภาพ แบบช้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ และแบบพับ

นอกจากนี้นักทดสอบ The Nation Foundation for Educational Research. (NFER) แห่งประเทศอังกฤษ ก็ได้เสนอรูปแบบของ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ไว้หลายรูปแบบเช่นกัน ได้แก่ แบบวาดภาพ (Drawing) แบบจัดภาพลงบนกระดาษ (Shape Direction หรือ Paper Form Board) แบบหารูปที่คล้ายคลึง (Spatial Analogies) แบบช้อนภาพ (Embed Figures) แบบประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายคลึง (Square Analogies) แบบช้อนภาพ (Embed Figures) แบบประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square Completing) แบบรูปแบบการรับรู้ (Pattern Perception) แบบประกอบภาพ (Pattern Completion) แบบวาดภาพกลับจากที่กำหนดให้ (Inverse Drawing) แบบประกอบสมการภาพแบบ A (Form Equation A) แบบประกอบลูกบาศก์ (Block Building) แบบประกอบสมการแบบ B (Form Equation B) แบบตัดรูปตัน (Section of Solids) แบบการลอกแบบ (Coping) และแบบการฉายรูป (Projection of Solids) เป็นต้น (Smith. 1964: 365-371)

จากที่กล่าวมาแล้ว รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มีนักการศึกษาได้เสนอไว้หลากหลายรูปแบบ แต่เมื่อมองโดยรวมแล้วแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบ่งได้ดังนี้ แบบทดสอบช้อนภาพ แบบทดสอบช้อนภาพ แบบทดสอบตัดรูปภาพ แบบทดสอบพับกระดาษ แบบทดสอบพับกล่อง แบบทดสอบหมุนรูป แบบทดสอบอนุกรมมิติ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบประกอบภาพสามมิติ

2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.1 ความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหา

อดัม เอลลิส และบีสัน (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 12 ; อ้างอิงจาก Adams, Ellis and Beeson. 1977: 173-174 Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach.) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่า คือสถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ ปัญหาต้องค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าต้องการทำอะไร ชาร์และเลสเตอร์ (1982: 5) ได้ให้ความหมายของปัญหาทำนองเดียวกัน แต่ได้เพิ่มประเด็นว่าจะถือว่าเป็นปัญหา เมื่อบุคคลนั้นต้องการหรืออยากที่จะหาคำตอบและต้องมีความมานะพยายามในการหาคำตอบ

การแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์เป็นรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหาที่ต้องใช้หลักการและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาประมวลเข้ากับสถานการณ์ปัญหาใหม่ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537: 53)

การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ (Lester. 1977: 12) และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตรและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หลายหน่วยงานที่รับผิดชอบและดูแลการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่างก็ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา ดังเช่น ในปี ค.ศ.1977 สมาคมศึกษานานาชาติ ในสหรัฐอเมริกา (NCSM. 1977: 19-22) ได้กำหนดการแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรกในจำนวนทักษะพื้นฐานที่จำเป็น 10 ประการ ทำนองเดียวกันในปี ค.ศ.1980 สมาคมครูคณิตศาสตร์สมาคมนานาชาติ ในสหรัฐอเมริกา (NCSM. 1977: 1-3) ได้เสนอให้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญของหลักสูตร เป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ เพื่อผลักดันให้การแก้ปัญหามีบทบาทในปี ค.ศ.1989 สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดเป้าหมายและแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนไว้ใน Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics โดยได้ระบุแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน ตลอดจนแนวการวัดผลประเมินผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน (NCTM. 1980) ในส่วนของ การสอน เบลล์ (Bell. 1978: 311) ได้ให้ความคิดเห็นว่าการแก้ปัญหามีความสำคัญ และเหมาะที่จะใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ และเป็นเครื่องมือช่วยให้ประยุกต์ศักยภาพเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์ใหม่ การแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนคติ และหลักการต่างๆ โดยการแสดงการประยุกต์ใช้ในคณิตศาสตร์เอง และที่เป็นการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ที่จะนำไปสู่แนวความคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์คณิตศาสตร์ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการพัฒนาคูณลักษณะที่ต้องการแก่นักเรียน เช่น ความใฝ่รู้ ความอยากรู้อยากเห็น

2.2 รูปแบบของโจทย์ปัญหา

รูปแบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537: 63; Ashlock and other. 1983: 239; สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. 2533; อ้างอิงจาก Baroody. 1987. Children's Mathematical Thinking. pp. 260-261)

1. โจทย์ปัญหาปกติ (Routine Problem) คือโจทย์ปัญหาที่มุ่งเน้นฝึกทักษะหนึ่งใช้หลักการและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยาก มีข้อมูลที่จำเป็นและมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว
2. โจทย์ปัญหาไม่ปกติ (Nonroutine Problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง มีข้อมูลทั้งจำเป็นและไม่จำเป็น ใช้หลักการและกฎเกณฑ์ที่ซับซ้อนเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล คำตอบอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ

ครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993: 10-11) ได้เสนอคุณลักษณะของปัญหาที่ดีดังนี้

1. เป็นปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสังเกต
3. เป็นปัญหาที่มีคำตอบชัดเจนเหมาะสมสำหรับการอภิปรายกลุ่ม
4. เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับโมเดลและประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์
5. เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการหรือรูปแบบทั่วไปของการแก้ปัญหา
6. เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรืออาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62) เสนอปัญหาของคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบ ที่อยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือวิธี คำอธิบายให้เหตุผล
2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

จากที่กล่าวมาแล้ว รูปแบบของโจทย์ปัญหามีหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ โจทย์ปัญหาที่มุ่งเน้นฝึกทักษะไม่ยุ่งยาก ที่อยู่ในรูปปริมาณ จำนวน และโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

2.3 กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process)

การมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ดี และกระบวนการแก้ปัญหาที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคณิตศาสตร์เพราะคำตอบของปัญหาที่ได้จากระบวนการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่นๆ ได้ (Predikaris. 1993: 432) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปคือกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya. 1957:16-17) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) นั่นคือเข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ หากเกิดความกำกวม ลึกซึ้งหรือขัดแย้ง ควรใช้การวาดรูปและควรแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษจะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ ก็อาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาหรือคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อน

หรือไม่

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้ และรู้จักทฤษฎีที่จะแก้หรือไม่

2.3 พิจารณาส่งที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงโจทย์ปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งสิ่งไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหามาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

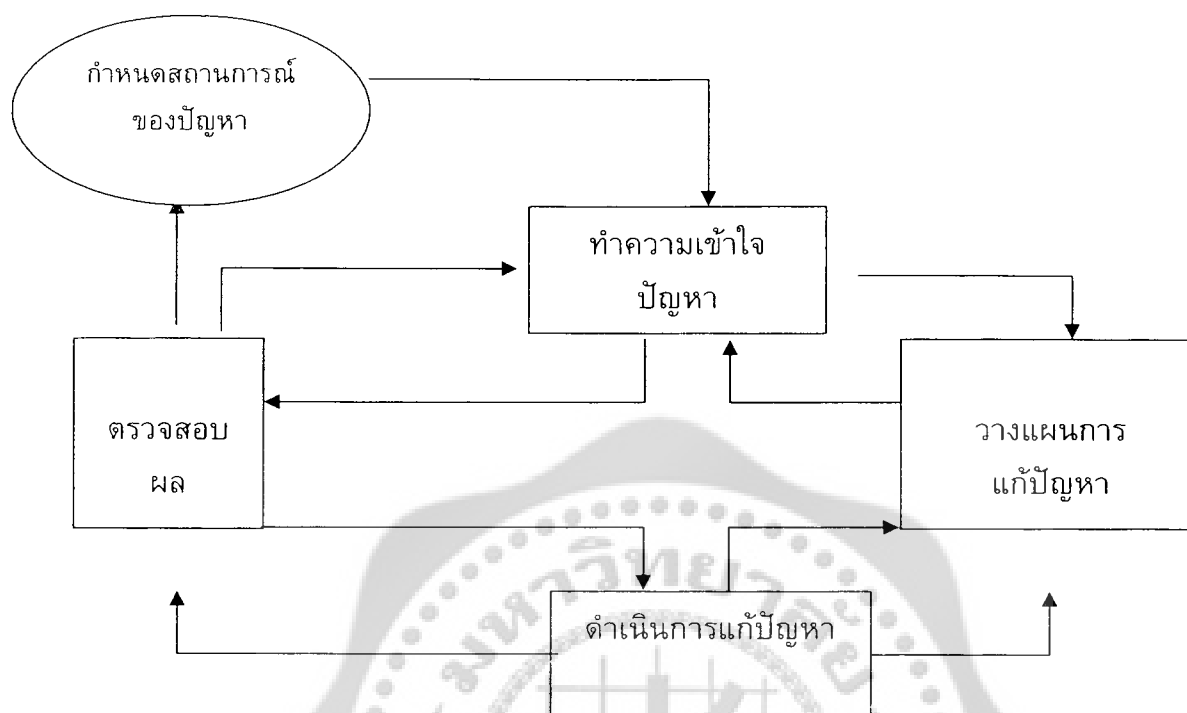
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้องการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาวีธีอื่นๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆ

ในขั้นการตรวจสอบ นอกจากจะตรวจสอบผลที่ได้ว่าถูกต้องเหมาะสมแล้ว อาจปรับเปลี่ยนเงื่อนไขบางประการแล้วหาข้อสรุปและผลสรุปในรูปการแก้ปัญหามารูปทั่วไป ซึ่ง วิลสัน, เฟอ์นันเดซ และ ฮาดเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 14-17; อ้างอิงจาก Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993. Research Ideas for the Classroom, High School. pp. 60-62) มองว่ารูปแบบดังกล่าวมีข้อบกพร่องดังนี้

- ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาคือกระบวนการในแนวตรงเสมอ
- การแก้ปัญหาคือเป็นดังเช่นชุดขั้นตอน
- ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ต้องจำ ต้องฝึกและต้องกระทำซ้ำๆ
- เป็นการเน้นการได้มาเพียงคำตอบ

จากข้อบกพร่องขั้นต้นวิลสัน, เฟอ์นันเดซ และ ฮาดเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 14-17; อ้างอิงจาก Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993. Research Ideas for the Classroom, High School. p. 60-62) ได้ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหามา 4 ขั้นตอนของโพลยา โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต (Dynamic) และเป็นวงจรของขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 6 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร(สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 14-17; อ้างอิงจาก Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993. Research Ideas for the Classroom, High School. p. 62)

ลูกศรเป็นการแสดงการพิจารณาตัดสินใจที่เป็นการดำเนินการทำงาน จากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่งหรืออาจจะพิจารณาย้อนกลับไปยังขั้นตอนเดิมหากมีปัญหาหรือข้อสงสัยจะเห็นว่ากระบวนการไม่จำเป็นต้องเป็นแนวตรงตามแบบเดิม เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นตอนแรก คือทำความเข้าใจปัญหาแล้วดำเนินการไปสู่ขั้นการวางแผนระหว่างการดำเนินการนั้นนักเรียนอาจค้นพบสิ่งที่ทำให้เข้าใจ ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้แต่ไม่สามารถดำเนินการได้นักเรียนอาจเริ่มกลับไปวางแผนใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา

แบบทดสอบที่วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

จรีพร สามารถ (2543 : 77) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการสร้างแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยยึดกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา ซึ่งมีลักษณะดังนี้

สถานการณ์

ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์คะแนนเต็ม 60 คะแนน น้อยสอบได้ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม น้อยสอบได้กี่คะแนน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

ตอบ น้อยสอบได้กี่คะแนน

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง

ตอบ คะแนนเต็มและร้อยละของคะแนนที่น้อยสอบได้

3. คำว่า “น้อยสอบได้ร้อยละ 75” หมายความว่าอย่างไร

ตอบ ถ้าคะแนนเต็ม 100 คะแนน น้อยสอบได้ 75 คะแนน

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

1. 75% เขียนเป็นเศษส่วนได้อย่างไร

ตอบ $\frac{75}{100}$

2. เขียน 75 % ของคะแนนเต็มในรูปประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

ตอบ $\frac{75}{100} \times 60 = \square$

3. จะหาคะแนนที่น้อยสอบได้ ได้อย่างไร

ตอบ จากคะแนน 100% น้อยสอบได้ 60 คะแนน

ถ้าคะแนน 75% คิดเป็นคะแนน $\frac{75}{100} \times 60$ คะแนน

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ

ตอบ จากคะแนน 100% คิดเป็นคะแนน 60 คะแนน

ถ้าคะแนน 75% คิดเป็นคะแนน $\frac{75}{100} \times 60$ คะแนน

น้อยสอบได้ = 45 คะแนน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนหาวิธีตรวจสอบคำตอบ

ตอบ คะแนนเต็ม 60 คะแนน น้อยสอบได้ 45 คะแนน

ถ้าคะแนน 100 คะแนน น้อยสอบได้ $\frac{45 \times 100}{60} = 75$ คะแนน

ดังนั้น 45 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

สำหรับงานวิจัยจะยึดกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้น ที่ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร ตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ ซึ่งมีวงจรของขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทั้งนี้เพราะแก้ปัญหาสำหรับงานวิจัยนี้ได้เน้นกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.5 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บลูม (Bloom. 1971: 81) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของวิชาคณิตศาสตร์ว่าในด้านการพัฒนาสติปัญญา (Cognitive Domain) นั้นเป็นการพัฒนาการทางความรู้ (Knowledge) ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Ability) และทักษะ (Skill) และได้แบ่งโครงสร้างของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ 5 ด้าน คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Knowledge of Concept) เช่น กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความจริง และหลักการ
2. ทักษะในการคำนวณ (Computational Skill)
3. ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill)
4. ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และการพิสูจน์ที่มีเหตุผล
5. ทักษะในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ซาลิวสกี (Zalewski. 1978: 2804-A) ได้ศึกษาองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าสิ่งที่เป็นองค์ประกอบมีดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์
2. ความสามารถในการจัดกระทำ
3. ความสามารถในการอ่านและตีความ
4. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts)
5. ทักษะในการคำนวณ (Computation Concepts)

โรเบิร์ต จอห์นสัน (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์. หน้า 141; อ้างอิงจาก Johnson. 1977. The Arithmetic teacher.) กล่าวว่า การแก้ปัญหามองใช้กระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน มโนคติ และทักษะที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ การที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้นักเรียนควรได้นับการฝึกฝนให้มีความรู้พื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มโนคติ และทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ

2. มีความสามารถในการแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ
3. มีความสามารถในการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เก่า
4. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน การวิเคราะห์รูปแบบ และการหาข้อสรุป

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524: 99) ได้เสนอแนะลักษณะการแสดงออกของพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ทักษะการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการคิดคำนวณได้อย่างคล่องแคล่วแม่นยำหรือแทนค่าสัญลักษณ์ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง ในเวลาที่กำหนดให้ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การแก้สมการอย่างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน และแทนค่าตัวแปรต่างๆ
 2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการตีความ ขยายความ สรุปผล เปรียบเทียบบอกขั้นตอนก่อนหลัง เช่น สามารถบอกว่าคู่อันดับใดสอดคล้องกับสมการที่กำหนดให้ได้
 3. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ประมวลเข้าด้วยกันในการแก้ปัญหาหนึ่งๆ ตลอดจนความสามารถในการติดตามการพิสูจน์
- จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การแก้โจทย์ปัญหาต้องอาศัยทักษะต่างๆ เช่น ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะในเนื้อหา ทักษะในการจัดกระทำ ทักษะในการแปลความหรือตีความ

2.5 วิธีประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการตรวจสอบ และประเมินการเปลี่ยนแปลงรวมถึงการพัฒนาคุณลักษณะหรือพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนตามที่ได้รับ การกำหนดเอาไว้ในวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีการวัดที่เน้นการปฏิบัติในกรณีที่จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ระบุให้ผู้สอบปฏิบัติคือ วัดจากการวางแผนของผู้สอบ ผู้สอบอาจไม่ต้องลงมือปฏิบัติ เพียงแต่เสนอแผนการปฏิบัติให้ตรวจว่าจะทำอย่างไรในสถานการณ์นั้นๆ (ศึกษานิเทศก์. 2534: 54) จินตนา ธนวิบูลย์ชัย (2535: 43) กล่าวว่า การรู้คิดมีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ และสังคม เพราะเป็นส่วนที่ช่วยสนับสนุนหรือกระตุ้นความสามารถในการปฏิบัติต่างๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการเรียนรู้ เป็นต้น ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญมากต่อการศึกษากระบวนการหนึ่ง (ส.วาสนา ประवालพฤษ. 2539ข: 7) เลอ บลองค์ (Le Blanc. 1977: 16-20) ให้ความเห็นว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นับได้ว่าเป็นเป้าหมายสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญ กับปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาและพินิจพิจารณาให้ได้มาซึ่งคำตอบ บางครั้งอาจไม่ได้คำตอบ ตามที่หวังไว้นั้นไม่ใช่สิ่งที่สำคัญเท่ากับการที่ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ หรือพินิจพิจารณา หมายความว่า วิธีค้นหาคำตอบของปัญหาเป็นสิ่งสำคัญกว่าคำตอบในการแก้ปัญหา แต่ยังไม่มีการเน้นให้ผู้เรียนใช้

กระบวนการคิดนั้นไปแก้ปัญหาหนัก มีวิธีการหนึ่งที่จะกระตุ้นให้ผู้สอนได้ตื่นตัว คือ การใช้แบบทดสอบไปกระตุ้นและท้าทายความคิดของผู้เรียน ลักษณะของข้อสอบจะประกอบด้วยคำถามที่ให้ผู้สอบพิจารณาหาคำตอบหรือเขียนตอบเอง โดยประยุกต์ความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาวางแผนแก้ปัญหา ลักษณะของปัญหาเป็นปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน (ส.วาสนา ประवालพฤกษ์. 2539ข: 7) ซึ่งในบางครั้งพบว่า นักเรียนสามารถบอกคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ดังนั้นการที่จะหาว่านักเรียนทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ หรือแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้เพราะสาเหตุใดจึงจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดสาเหตุนั้นๆ ขึ้น ซึ่งล้วน สายยศ (2518 : 28) ได้เสนอแนะการสร้างข้อสอบเพื่อวัดความสามารถในการหาเหตุผลในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า ข้อสอบคณิตศาสตร์ที่วัดความสามารถในการหาเหตุผลในการแก้ปัญหา ความเข้าใจด้านภาษามีอิทธิพลอยู่มาก เพราะข้อคำถามต้องใช้การอธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่ เมื่ออ่านโจทย์ไม่เข้าใจแล้วโอกาสที่จะทำแบบทดสอบนั้นถูกจะมีน้อย ดังนั้นผู้สร้างคำถามหรือโจทย์จะต้องพยายามใช้ภาษาที่ครูทั่วไปเข้าใจง่ายและมีความเป็นปรนัยในตัวเอง สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2536: 32 - 39) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อสอบเขียนตอบหรือข้อสอบอัตนัยสามารถวัดความสามารถในการบูรณาการและการประยุกต์ความคิดตลอดจนทักษะในการแก้ปัญหาได้อีกด้วยซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อนันต์ ศรีโสภา (2525: 141) ที่ว่า ข้อสอบที่เขียนตอบเป็นข้อสอบที่ต้องการให้นักเรียนอิสระในการใช้วาจา ศิลป์ การใช้เหตุผลและการคิดอย่างมีระบบ ตลอดจนทักษะในการเขียนซึ่งเท่ากับเป็นการประเมินความสามารถในด้านต่างๆ เหมือนกัน นอกจากนี้ข้อสอบเขียนตอบยังเป็นข้อสอบแบบเดียวที่สามารถวัดกระบวนการคิดทางสมองที่สูงกว่าข้อสอบแบบอื่นๆ เช่น การวัดความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล เป็นต้น

ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ (2539ก: 37) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดความสามารถจริงไว้ดังนี้

ลักษณะของข้อสอบจะเป็นคำถามที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้คิด และเขียนคำตอบเอง โดยปัญหาจะต้องมีความหมายต่อผู้เรียน มีความสำคัญเพียงพอ และเลียนแบบสภาพจริงในชีวิตของผู้เรียนเหมาะสมกับวัยและสภาพชีวิตของเขา แบบทดสอบทั้งฉบับจะต้องครอบคลุม และเป็นตัวแทนของเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ในการสอบผู้ตอบจะต้องใช้ความรู้ความสามารถหลายด้าน ต้องคิดอย่างลึกซึ้ง มีวิธีการขั้นตอนที่ชัดเจน และเหมาะสม คำตอบถูกมีหลายคำตอบ วิธีการหาคำตอบมีหลายวิธี การวัดจะสะท้อนให้เห็นถึงความรู้สึกรู้ และความสามารถในการปฏิบัติของผู้สอบ ให้คะแนนตามเกณฑ์ความสมบูรณ์ของคำตอบหรือขั้นตอนที่ชัดเจนตามเกณฑ์รูบริก (Rubric) ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

1. ศึกษาหลักสูตร และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร
2. วิเคราะห์ความรู้ ความสามารถ และทักษะที่สัมพันธ์กับหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ความสามารถและเป้าหมายของหลักสูตร และกระบวนการคิดที่จำเป็นในวิชานั้น

3. เขียนข้อสอบที่จะสะท้อนคุณลักษณะ และกระบวนการคิดให้ครอบคลุมเนื้อหา
4. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามคุณลักษณะ และกระบวนการคิด

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

1. มีขวดขนาดบรรจุ 10 ลิตร หนึ่งใบ และขวดขนาดบรรจุ 3 ลิตร อีกหนึ่งใบ ขวดทั้งสองใบไม่มีขีดบอกปริมาณของเหลวเลย ถ้าต้องการน้ำ 5 ลิตร จะมีวิธีการอย่างไร จงบรรยายวิธีตวงน้ำปริมาณดังกล่าว (ศักดา บุญโต. 2539: 22)

2. นูกู เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่ง ในเดือนกันยายน นูกูจะไปโรงเรียนด้วยรถประจำทางทั้งไปและกลับ ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนวันอังคาร และวันพฤหัสบดี นูกูจะไปโรงเรียนด้วยรถประจำทางเฉพาะตอนเช้า ส่วนตอนเย็นคุณแม่ไปรับ ถ้าวันที่ 1 กันยายน ตรงกับวันอังคาร และไม่มีวันสำคัญใดๆนักเรียนคิดว่า นูกูควรจะซื้อตั๋วเดือนหรือไม่เพราะเหตุใด

อัตราค่าโดยสารรถประจำทางเป็นดังนี้

ไป – กลับ อย่างเดียว 3.50 บาท
ตั๋วเดือน (ไป – กลับ / เที่ยว / วัน) 184.50 บาท

การประเมินความสามารถในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าได้นั้นได้ยึดแนวการสร้างแบบทดสอบของ ส.ว.ส.น. – ประมวลพหุภษา โดยมีลักษณะของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบ ให้ผู้สอบเขียนกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่คิดค้นหาคำตอบอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานของการปฏิบัติจริง ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหา ความสามารถในการวางแผนในการแก้ปัญหา และความสามารถในการหาคำตอบ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องเน้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงการคิดอย่างอิสระในการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนหาคำตอบและปฏิบัติจริงด้วยตนเอง

2.6 เกณฑ์การให้คะแนน

เนื่องจากลักษณะของแบบทดสอบเป็นการปฏิบัติการหรือการใช้ความคิดแก้ปัญหาในระดับสูงที่ต้องประยุกต์ความรู้หลายด้านมาใช้ ดังนั้นการให้คะแนนจึงจำเป็นต้องสร้างเกณฑ์หรือแนวทางการให้คะแนน และฝึกผู้ให้คะแนนให้เข้าใจเกณฑ์เหล่านั้นให้ตรงกัน เครื่องมือที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนว่า “รูบรีค” (Rubric) มาจากภาษาลาตินว่า “RUBRICATERA” เป็นคำที่ใช้ในสมัยโบราณเกี่ยวกับศาสนา ซึ่งหมายถึงการทำเครื่องหมายสีแดงไว้บนสิ่งสำคัญ ในปัจจุบันเราใช้รูบรีคเป็นแนวทางการให้คะแนน (Scoring Guide) ซึ่งจะต้องกำหนดมาตราวัด (Scale) และรายการคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกในแต่ละ

ระดับไว้อย่างชัดเจน การให้คะแนนของรูปิก ก็คือ การตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จ หรือว่ามีระดับความสำเร็จในขั้นต่างๆกัน หรือมีผลงานเป็นอย่างไรนั่นเอง รูปิกมี 2 แบบ (กรมวิชาการ . 2533: 54) คือ

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic Score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นหนึ่งโดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้ และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานเป็นขั้นๆโดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้ง 0 – 4 หรือ 0 – 6 สำหรับในขั้นต้น การให้คะแนนรูปิกอาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพ เป็น 3 กอง คือ

กอง 1 ได้แก่ งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กอง 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้ และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กอง 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อย หรือยอมรับไม่ได้ และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นนำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ

งานกอง 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5

งานกอง 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3

งานกอง 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความผิดพลาด โดยพิจารณาจากความบกพร่องของคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใดแล้วหักจากระดับคะแนนสูงสุดมาที่ระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แนวคิดชัดเจน

คะแนน 3 หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

คะแนน 2 หมายถึง เหตุผลหรือการคิดคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ

คะแนน 1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ไม่ได้คำตอบ

คะแนน 0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง

วิธีที่ 3 กำหนดระดับและอธิบายเช่น

รูปิกของความสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระเขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง การสาริตหรือการแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ถูกต้องแม่นยำในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงาน หรือสถานการณ์ที่กำหนด รวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ที่แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงเกณฑ์หรือลักษณะของข้อมูล

- 3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน
- 2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน
- 1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดน้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องในบางส่วน
- 0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใด

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) เพื่อให้การมองคุณภาพหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจนจึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและอธิบายคุณภาพของงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในปัญหาที่ถามกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มา และตรวจสอบผลงานสามารถวัดได้ 4 องค์ประกอบ ครูก็ต้องทำรูปรีของทั้ง 4 องค์ประกอบ เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในการบรรลุสมรรถภาพที่อยู่ในงานนั้น

ตัวอย่างการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Rey.1992: 313)

เรย์ ได้กำหนดรูปรีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยที่แต่ละตอนของกระบวนการแก้ปัญหาจะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียดดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา

- 0 : ไม่เข้าใจในปัญหาเลย
- 1 : เข้าใจปัญหาบางส่วน หรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน
- 2 : เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

2. การวางแผนการแก้ปัญหา

- 0 : ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด
- 1 : วางแผนถูกต้องบางส่วน ในส่วนที่แปลความหมายได้ถูกต้อง
- 2 : วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด

3. คำตอบ

- 0 : ไม่ตอบ หรือตอบในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม
- 1 : คัดลอกผิดพลาด คำวนผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ
- 2 : ตอบได้ถูกต้อง และใช้ภาษาได้ถูกต้อง

การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์หรือแนวทางการให้คะแนน เพื่อให้ผู้ให้คะแนนได้เข้าใจเกณฑ์เหล่านั้นให้ตรงกัน เกณฑ์ที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนเรียกว่า rubric ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เชอส์โตน (Johnson. 1955: 410; citing Thurstone. The Journal of Educational Research.) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการคิดหาเหตุผลกับความสามารถด้านต่างๆ โดยศึกษากับเด็กอายุ 10-18 มีจำนวน 1,000 คนพบว่า การคิดหาเหตุผลกับความสามารถด้านจำนวนเท่ากับ .54 ด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำเท่ากับ .48 ด้านภาษาเท่ากับ .54 ด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ .38 ด้านความจำเท่ากับ .39 และด้านความสามารถทั่วไปเท่ากับ .84

เว็บ์ (Webb. 1975: 2689-A) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการสำรวจกระบวนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ โดยตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถทางความรู้ ความจำ ซึ่งได้แก่ภาษา แบบการคิด มิติสัมพันธ์ เหตุผลและการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูง

สโตนเวอร์เตอร์ (Stonewater. 1977: 2602-2603-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับความถนัดทางคณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนเทอมแรกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมิชิแกน จำนวน 27 คน เมื่อวิเคราะห์โดยค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยความถนัดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คลาสสัน (Clarkson. 1979: 4101-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 ทำการทดสอบความสามารถในการแปลโจทย์ปัญหาสามแบบคือ สัญลักษณ์ที่เป็นภาษา (Verbal-Symbolic) สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ (Smybolic-Smybolic) และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ

(Pectorals-Smybolic) พบว่าการแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งสามแบบมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และคนที่มีความสามารถในการแปลความหมายต่างกันจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทักษะในการแปลความหมายโจทย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา

3.2 งานวิจัยในประเทศ

ด้าย เชียงฉี (2519: 32-70) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนราษฎร์และโรงเรียน รัฐบาลจำนวน 318 คน ตัวพยากรณ์ได้แก่ สมรรถภาพสมองทางด้านตัวเลข ภาษา เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความจำ และการรับรู้ ตัวเกณฑ์ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขพีชคณิต เรขาคณิต และคะแนนรวมในหมวดคณิตศาสตร์ที่สอบไล่ปลายปี ผลพบว่าสหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าเท่ากับ .60 -.70 ตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพีชคณิต ได้แก่ สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลข เหตุผลภาษา และของวิชาเรขาคณิต ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล ภาษา จำนวนตัวเลข และมิติสัมพันธ์

พิกุล เกตุประดิษฐ์ (2522: 69-71) ศึกษาองค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 934 คน พบว่า องค์ประกอบด้านความถนัดทางการเรียนที่พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี คือ องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์

กมล ชื่นทองคำ (2527: 87) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานประถมศึกษากรุงเทพมหานคร พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4401

อุดมศักดิ์ นาคี (2528: 64-67) ศึกษาผลของการฝึกปฏิบัติด้านต่อภาพ ช้อนภาพ ตัดกระดาษ ที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 150 คน ใช้เวลาฝึก 4 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกปฏิบัติด้านต่อภาพ ช้อนภาพ ตัดกระดาษ มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก นักเรียนที่ได้รับการฝึกปฏิบัติด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกันมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน นักเรียนชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันจากนักเรียนหญิง นักเรียนที่มีความสามารถด้านการรับรู้แตกต่างกันมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน และเพศมีผลต่อระยะเวลาในการฝึก และระดับความสามารถด้านการรับรู้มีผลต่อระยะเวลาในการฝึกอย่างไม่มีนัยสำคัญ

นุสรุา พิมพ์อาภรณ์ (2530: 92) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านความสามารถเชิงตรรกะกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานประถมศึกษากรุงเทพมหานคร พบว่าความสามารถในการคิดเชิงตรรกะกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และความคิดเชิงตรรกะระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

หัสยา เถียรวิฑู (2537: 82) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหาพบว่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้งหมด นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล แบบอุปมาอุปไมย แบบอนุภาพ แบบสรุปความ และแบบวิเคราะห์ตัวร่วมที่ศึกษาจากนักเรียนทั้งหมดส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลแบบอุปมาอุปไมย แบบอนุกรมภาพ แบบสรุปความ และแบบวิเคราะห์ตัวร่วม ที่ศึกษาจากนักเรียนชายส่งผลต่อความสามารถทางการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลแบบอุปมาอุปไมย แบบสรุปความ และแบบวิเคราะห์ตัวร่วมที่ศึกษาจากนักเรียนหญิงส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัลยาณี อุกฤษ (2542: บทคัดย่อ) ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึกและการปฏิบัติจริงมีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์และความคงทนในการจำแต่ละด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

สุทธาทิพย์ นวลหงษ์ (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านเอน เอ็ม พี (NMP) และด้าน เอน เอส พี (NSP) ในผลการคิด 5 ด้าน คือ ด้านกลุ่มความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และศึกษาคำนวณน้ำหนักความสำคัญของสมรรถภาพสมองด้าน เอน เอ็ม พี (NMP) และด้าน เอน เอส พี (NSP) ในแต่ละผลการคิดที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา พ.ศ.2541 ในจังหวัดแพร่ จำนวน 395 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน และวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม เอส พี เอส ผลการวิจัยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างสมรรถภาพสมองด้าน เอน เอ็ม พี (NMP) และด้าน เอน เอส พี (NMP) ในการผลการคิดทั้ง 5 ด้านกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y) มีค่าเท่ากับ .745 และ .762 ตามลำดับ ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และค่าน้ำหนักความสำคัญของสมรรถภาพทางสมองทางการคิดเอกนัยเนื้อหาภาษาและเนื้อหาสัญลักษณ์ในการผลการคิดด้านกลุ่ม (C) ด้านความสัมพันธ์ (R) ด้านการแปลงรูป (T) และด้านการประยุกต์ (I) ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์

ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านกลุ่ม (C) ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สมรรถภาพสมองทางการคิดเอนนัยเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านระบบ (S) ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน



บทที่ 3

4 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549 เขตลาดกระบัง สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 20 โรงเรียน มีห้องเรียน 51 ห้องเรียน และมีนักเรียนทั้งหมด 1,817 คน

จากการสำรวจข้อมูลหน่วยสมาชิกของประชากร จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ คือ สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร จัดทำกรอบของการสุ่ม (Sampling Frame) โดยจำแนกเป็นสถานศึกษาขนาดต่างๆตามเกณฑ์ของสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งออกเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตลาดกระบัง สังกัดกรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2549 จำแนกตามเพศและขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวน ห้องเรียน	จำแนกตามเพศ		รวม
			ชาย	หญิง	
ใหญ่	เคหะชุมชนลาดกระบัง	8	186	172	358
	วัดลานบุญ	5	106	108	214
	วัดปากบึง	5	87	76	163
	วัดลาดกระบัง	3	60	55	115
	วัดราชโกษา	2	38	37	75
	วัดสังฆราชา	3	36	49	85
	วัดพลมานีย์	3	63	55	118
	รวม	29	576	552	1128
กลาง	วัดบำรุงริน	3	55	54	109
	ลำพะอง	2	39	45	84
	วัดปลุกศรัทธา	3	58	42	100
	วัดสุทธาโกชน	2	48	40	88
	วัดบึงบัว	2	39	42	81
	แสงหิรัญวิทยา	2	22	35	57
	วัดทิพพาวาส	2	31	28	59
	สุเหร่าลำนายไส	1	25	20	45
	รวม	17	317	306	623
เล็ก	วัดชุมทอง	1	5	11	16
	แดงเป้า	1	12	7	19
	ประสานสามัคคี (บ้านทับยาว)	1	7	9	16
	ชุมทอง(เพชรทองคำอุปถัมภ์)	1	7	6	13
	ตำบลชุมทอง (ประชาอุทิศ)	1	2	0	2
	รวม	5	33	33	66
รวม		51	926	891	1817

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดแผนดำเนินการจากการประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูลที่ประมาณการจากสถานการณ์ก่อนดำเนินการวิจัยจริงได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549 ตามกรอบประชากรดังกล่าวข้างต้น จำนวน 474 คน จำแนกเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่จำนวน 4 โรงเรียน เป็นชาย 145 คน เป็นหญิง 141 คน โรงเรียนขนาดกลางจำนวน 5 โรงเรียน เป็นชาย 83 คน หญิง 76 คน โรงเรียนขนาดเล็กจำนวน 2 โรงเรียน เป็นชาย 14 คน หญิง 15 คน

ขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ได้มาจากการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นสองขั้นตอน (Stratified Two Stage Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) โดยมีขั้นตอนดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยการอาศัยการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรจากสูตรการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งชั้น (มยุรี ศรีชัย, 2538: 104-105) โดยมีข้อมูลในการประมาณค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1) กำหนดขนาดของความคลาดเคลื่อน (limit of error) เท่ากับ 2 โดยเป็นค่าเริ่มต้นที่จะใช้ประมาณค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

2) กำหนดระดับความเชื่อมั่น (Level of confidence : $1 - \alpha$) ที่ .95

3) ค่าประมาณความแปรปรวนของกลุ่มประชากร (σ^2) ผู้วิจัยใช้ค่าประมาณจากการทดลองเครื่องมือแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ จำนวน 150 ข้อ ซึ่งมีค่าคะแนน 0 - 150 คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 ทำการสุ่มแบบแบ่งชั้นสองขั้นตอน (Stratified Two Stage Random Sampling) โดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % (มยุรี ศรีชัย, 2538 : 104 -105)

$$n = \frac{\sum_{g=1}^k \frac{N_g^2 \sigma_g^2}{W_g}}{\frac{N^2 e^2}{Z_{\alpha/2}^2} + \sum_{g=1}^k N_g \sigma_g^2}$$

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศและขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวน ห้องเรียน	ป.6		
			ชาย	หญิง	รวม
ใหญ่	วัดลาดกระบัง	2	36	40	76
	วัดราชโกษา	2	42	32	74
	วัดสังฆราชา	2	29	27	56
	วัดพลมานีย์	2	38	42	80
	รวม	8	145	141	286
กลาง	วัดปลูกศรัทธา	1	16	17	33
	วัดสุทธาโกชน์	1	23	21	44
	แสงหิรัญวิทยา	1	15	14	29
	วัดทิพพาวาส	1	16	14	30
	สุเหร่าลำนายโส	1	13	10	23
	รวม	5	83	76	159
เล็ก	ประสานสามัคคี (บ้านทับยาว)	1	7	9	16
	ชุมทอง(เพชรทองคำอุปถัมภ์)	1	7	6	13
	รวม	2	14	15	29
รวม		15	242	232	474

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นสองขั้นตอนและดำเนินการสุ่มตามหลักของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยกำหนดขนาดของความคลาดเคลื่อน (Limit of error) และระดับความเชื่อมั่น (Level of confidence : $1 - \alpha$) ที่ 95% ในการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรโดยอาศัยข้อมูลในการประมาณค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ขนาดของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2 คะแนน จากคะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ ซึ่งผู้วิจัยถือว่าเป็นขนาดที่เพียงพอที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในการตัดสินใจในกรณีต่างๆที่เกี่ยวข้องได้

2. ค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร (σ^2) ที่ป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการนำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลจริงจำนวน 109 คน พบว่ามีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 142.47 , 534.24 และ 326.44 ตามลำดับ โดยผู้วิจัยนำค่าความแปรปรวนที่ได้นี้กลับมาประมาณค่ากลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. จากข้อมูลประชากร และข้อมูลที่ได้ในข้อ 1. และ 2. ผู้วิจัยได้นำข้อมูลข้างต้นไปคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งชั้น ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 466 คน แล้วจึงทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างให้ใกล้เคียงกับที่คำนวณได้ ได้กลุ่มตัวอย่างดังนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 474 คน เป็นนักเรียนชาย 242 คน นักเรียนหญิง 232 คน

5 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างโดยยึดโครงสร้างตามแนวทฤษฎีของเรอร์สโตน ทั้ง 5 ด้าน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัว จำนวน 5 ฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ จำนวน 30 ข้อ
2. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ จำนวน 30 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ จำนวน 30 ข้อ
4. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ จำนวน 30 ข้อ
5. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ จำนวน 30 ข้อ

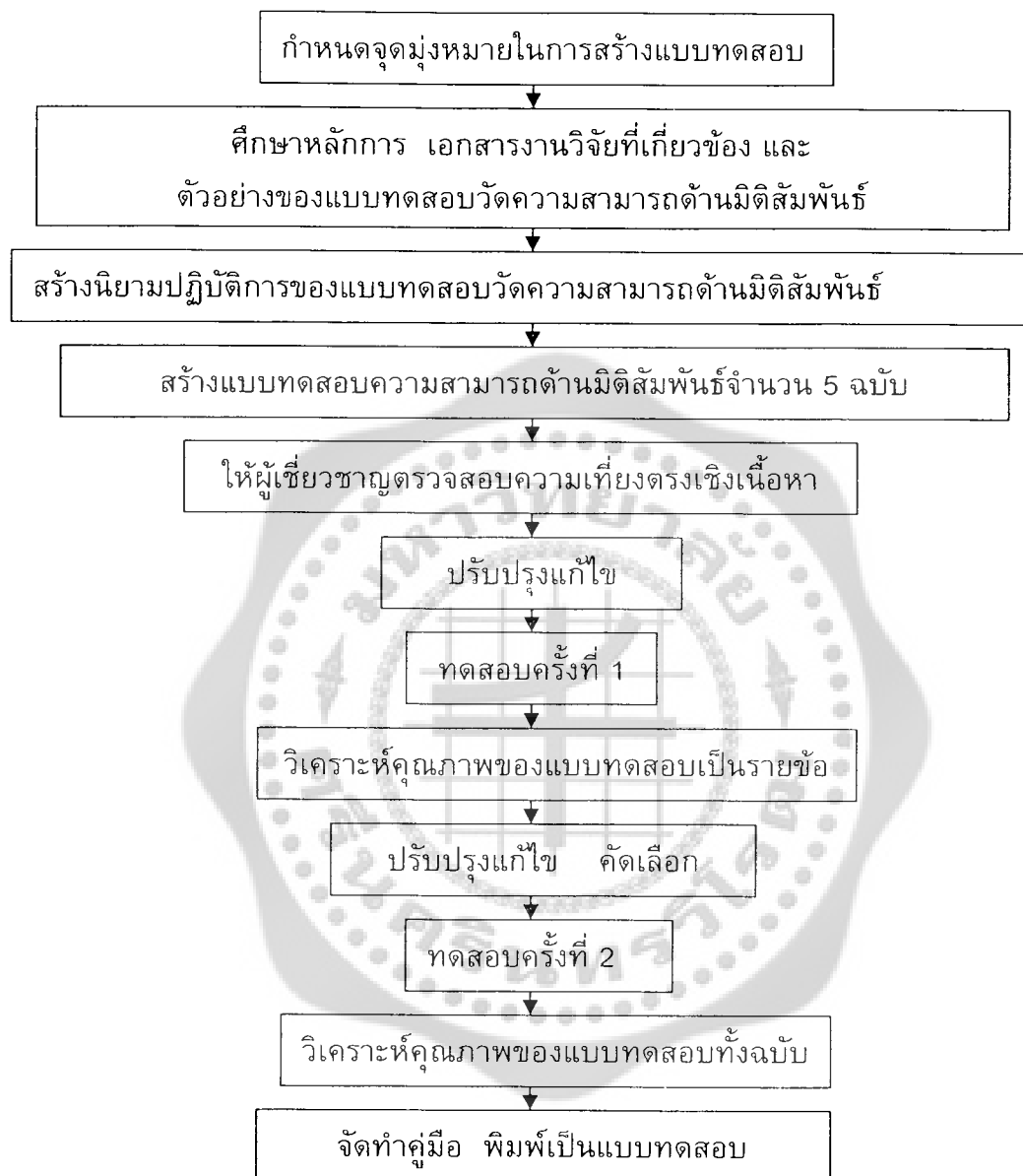
สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบ 5 ฉบับนี้ เพราะการศึกษาโดยวิธีวิเคราะห์

องค์ประกอบ (Factor Analysis) ของบุญชม ศรีสะอาด (2513: 78) พบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ และแบบทดสอบหมุนภาพ เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้จริงเนื่องจากแบบทดสอบดังกล่าวมีน้ำหนักตัวประกอบด้านมิติสัมพันธ์อยู่มาก ในการสร้างแบบทดสอบผู้วิจัยได้อาศัยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2526: 53) เป็นแนวในการสร้าง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ดังจะเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ดังแสดงในภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

จากภาพประกอบ 7 เป็นการแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งมีรายละเอียดของการสร้างแบบทดสอบดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 5 ฉบับ ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากทฤษฎีความสามารถทางสมองของมนุษย์ศึกษานิยามของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตนทั้ง 5 แบบ

3. เขียนนิยามปฏิบัติการของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งยึดโครงสร้างตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตนทั้ง 5 แบบ

4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบหมุนภาพ ฉบับละ 40 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จำนวน 5 ฉบับ ไปให้ประธานและกรรมการตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง จากนั้นนำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จำนวน 5 ฉบับ ที่ผ่านมาพิจารณาจากประธาน และกรรมการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผลการศึกษา จำนวน 5 ท่าน เป็นผู้พิจารณา โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งห้าแบบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกฉบับ

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 5 ฉบับ ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

7. นำแบบทดสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r_{pbis}) โดยหาสหสัมพันธ์แบบพอยท์ - ไบซีเรียล แล้วคัดเลือกข้อสอบข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .416-.751 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .397 - .771 แบบแยกภาพ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .481-.786 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .301 - .733 แบบต่อภาพจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .449 - .726 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .253 - .713 แบบหมุนภาพจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .316 - .760 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .262 - .746 แบบนับลูกบาศก์จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .285 - .786 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .299 - .706 เมื่อได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกแล้วนำไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6

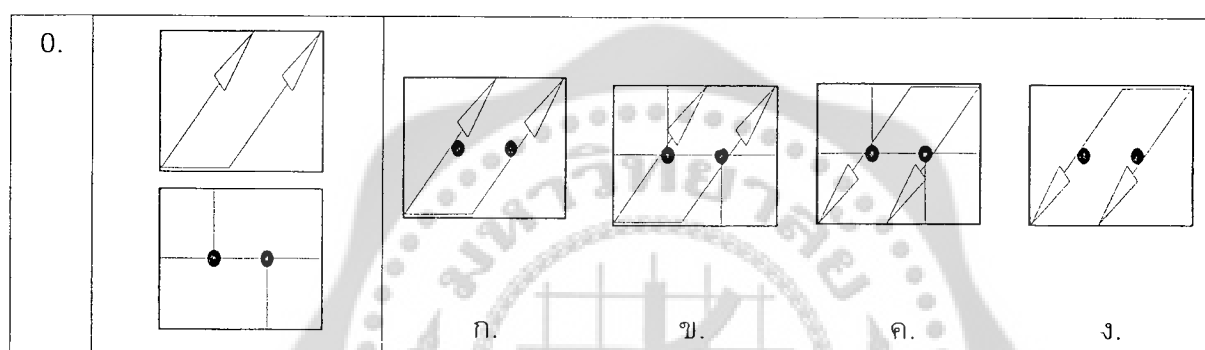
8. นำแบบทดสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน(KR-20)และค่าสัมประสิทธิ์(r_B) โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด (KR-20 = .849 , r_B = .850) รองลงมาคือแบบซ้อนภาพ (KR-20 = .835 , r_B = .836) แบบต่อภาพ (KR-20 = .802 , r_B = .803) แบบแยกภาพ (KR-20 = .767 , r_B = .767) และฉบับนับลูกบาศก์ (KR-20 = .733 , r_B = .733)

9. นำแบบทดสอบที่ได้ไปจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม แล้วนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป

ลักษณะของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

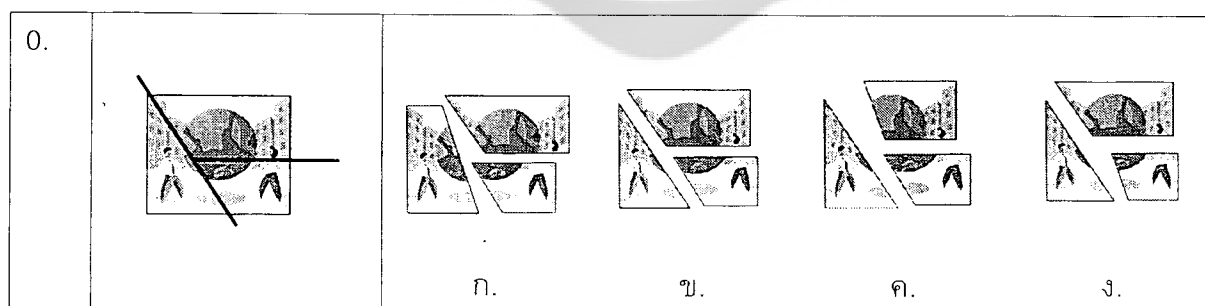
แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 5 ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีภาพมาให้ 2 ภาพทางซ้ายมือ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้านำภาพทั้งสองนี้มาซ้อนกันให้สนิทโดยไม่เปลี่ยนขนาดและรูปร่างแล้ว จะได้ภาพใดจากภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก., ข., ค. หรือ ง. ดังตัวอย่าง



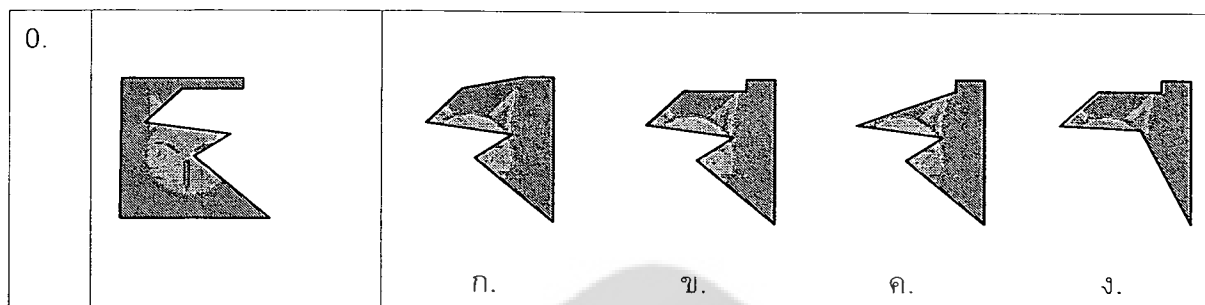
เฉลย ข.

2. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อมีภาพให้ 1 ภาพทางซ้ายมือ ให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้าแยกภาพนั้นออกเป็น 2 หรือ 3 ส่วนตามรอยเส้นแล้วจะได้ภาพเป็นเช่นไรจากภาพในข้อ ก., ข., ค. หรือ ง. ดังตัวอย่าง



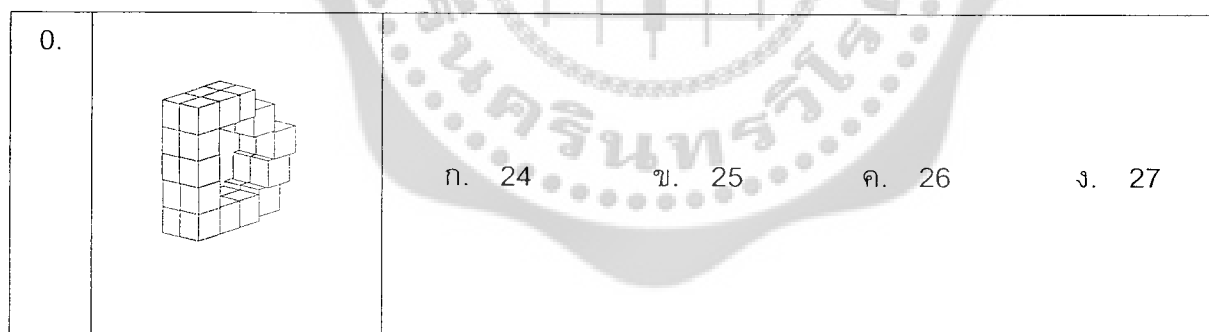
เฉลย ข.

3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือ 1 ภาพ ให้นักเรียนดูก่อนแล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า จะต้องนำภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก., ข., ค. หรือ ง. มาต่อภาพทางซ้ายมือแล้วจะทำให้เกิดภาพโดยสมบูรณ์ดังตัวอย่าง



เฉลย ข.

4. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีภาพเป็นรูปลูกบาศก์ที่มีขนาดเดียวกันกองรวมกันอยู่อย่างมีระเบียบ ให้นักเรียนพิจารณาแล้วนับจำนวนลูกบาศก์ในแต่ละกองโดยจะต้องนับรูปลูกบาศก์อื่นที่ถูกบังไว้ด้วยว่ามีจำนวนเท่าใดในคำตอบที่กำหนดให้จากข้อ ก., ข., ค. หรือ ง. ดังตัวอย่าง



เฉลย ค.

5. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือ 1 ภาพ ให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้าหมุนภาพนี้ไปทิศทางตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกาแล้ว จะมีลักษณะเหมือนกับภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก., ข., ค. หรือ ง. ดังตัวอย่าง

0.					
		ก.	ข.	ค.	ง.

เฉลย ก.

เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 5 ฉบับ เป็นดังนี้ ให้ 1 คะแนน เมื่อตอบถูก และให้ 0 คะแนน เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ

2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของ สรรวรรณ เข้มมณี (2547 : 106-115) มาใช้ โดยมี 10 สถานการณ์ 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.38 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.21 – 0.71 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

**ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง ข้อสอบมีจำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ใช้เวลาในการทำ 60 นาที ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ จากโจทย์ที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อที่ 1-4

วายุมีรายได้จากการทำการเกษตรเดือนละ 14,500 บาท รายได้จากการเลี้ยงปลาเดือนละ 16,490 บาท จะต้องจ่ายค่ายา – ค่าปุ๋ย และค่าอาหารปลาเดือนละ 7,970 บาท วายุมีรายได้ต่อเดือนเท่าไรเมื่อหักค่าใช้จ่ายแล้ว

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คือข้อใด ก. รายจ่ายในการทำการเกษตร ข. รายได้และรายจ่ายในแต่ละเดือน ค. รายได้จากการเกษตร รายจ่ายในการเลี้ยงปลา ง. รายได้ในเกษตร รายได้จากการเลี้ยงปลา และรายจ่ายใน 1 เดือน (เฉลย ง.)	3. จากโจทย์ที่กำหนดให้ คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด ก. 22,020 ข. 23,020 ค. 23,220 ง. 24,220 (เฉลย ข.)
2. จากโจทย์ที่กำหนดให้ ประโยคสัญลักษณ์คือข้อใด ก. $(14,500 + 16,490) + 7,970$ ข. $(14,500 + 16,490) - 7,970$ ค. $(14,500 - 16,490) - 7,970$ ง. $(14,500 - 16,490) + 7,970$ (เฉลย ข.)	4. จากโจทย์ที่กำหนดให้ มีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร ก. นำผลลัพธ์ + 7,970 = 16,490 + 14,500 ข. นำผลลัพธ์ - 7,970 = 16,490 + 14,500 ค. นำผลลัพธ์ + 7,970 = 16,490 - 14,500 ง. นำผลลัพธ์ - 7,970 = 16,490 - 14,500 (เฉลย ก.)

เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นดังนี้ ให้ 1 คะแนน เมื่อตอบถูก และให้ 0 คะแนน เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือติดต่อและขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อนัดหมายวันเวลาเพื่อนำแบบทดสอบไปทำการทดสอบ
2. จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง
3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 5 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เวลาทดสอบโรงเรียนละ 1 วัน ระหว่างวันที่ 1 – 28 กุมภาพันธ์ 2550
4. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีการทำแบบทดสอบแต่ละฉบับ บอกวัตถุประสงค์ในการสอบ และขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความจริงและทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้เวลาทดสอบฉบับละ 10 นาที และเว้นช่วงระหว่างฉบับละ 2 นาที และทำการสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 60 นาที
5. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 474 คน สามารถเก็บข้อมูลได้ 469 ชุด เป็นฉบับที่สมบูรณ์ 466 ชุด คิดเป็นร้อยละ 98.31
6. นำข้อมูลไปตรวจให้คะแนน เมื่อตอบถูก ให้ 1 คะแนน และเมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน
7. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสถิติ และทดสอบสมมุติฐาน

การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าต่างๆดังนี้

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2548: 1)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดมุ่งหมาย
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. หาค่าความยากรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2548: 5)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

3. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบโดยสูตรสหสัมพันธ์แบบพอยท์-ไบซีเรียล (Biserial Correlation) (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2548: 5)

$$r_{pbis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{S_x} \cdot \sqrt{pq}$$

เมื่อ	r_{pbis}	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$\bar{X}_p$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตอบถูก
	$\bar{X}_q$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตอบผิด
	S_x	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	q	แทน	1-p

4. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบโดยวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน 20 (Kuder – Richardson 20) (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2548: 21)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆหรือ คือ 1 - p
	S_x^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

5. หาค่าความเชื่อมั่นโดยคำนวณจากสัมประสิทธิ์ r_B (Coefficient r_B)
(บุญเชิด ภิญโญนนิตพงษ์. 2545: 223)

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

เมื่อ	r_B	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	P_i	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	S_X^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
	λ_i	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละส่วน

ค่า λ_i หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\lambda_1 = \frac{[\sum B_{1i} - P_1(\bar{X} - 1)]}{S_X^2}$$

$$\lambda_2 = \frac{[\sum B_{2i} - P_2(\bar{X} - 1)]}{S_X^2}$$

...

$$\lambda_k = \frac{[\sum B_{ki} - P_k(\bar{X} - 1)]}{S_X^2}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ผลรวมของค่าความยากแต่ละข้อ
	B_{ji}	แทน	สัดส่วนจำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อใด ๆ ถูกทั้งสองข้อ

6. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error of Measurement: SE_{meas})
(บุญเชิด ภิญโญนนิตพงษ์. 2545: 242)

$$SE_{meas} = S_X \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ	SE_{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด
	S_X	แทน	คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่น

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

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับได้แก่

1.1 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product – Moment Correlation Coefficient) (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2546: 314)

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

เมื่อ

r_{XY}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนน X แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนน Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
N	แทน	จำนวนคนที่ศึกษา

3. เปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบและเพศของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน วิเคราะห์ด้วยสถิติ MANOVA เพื่อคำนวณหาค่า F โดยใช้สูตรต่อไปนี้ (Stevens. 2002: 212)

$$F = \frac{1 - \wedge^{1/s}}{\wedge^{1/s}} \cdot \frac{ms - p(k-1)/2 + 1}{p(k-1)}$$

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

$$m = N - 1 - (p + k) / 2$$

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

เมื่อ	F	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน F-Distribution
	N	แทน	จำนวนสมาชิก
	k	แทน	จำนวนกลุ่มทดลอง
	p	แทน	จำนวนตัวแปร
	W	แทน	determine/ant ของเมตริกซ์ของผลรวมของกำลังสองและผลรวมของผลคูณภายใน
	T	แทน	determinant ของเมตริกซ์ของผลรวมของกำลังสองและ ผลรวมของผลคูณของทั้งหมด

- 5.) ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างที่ละตัวแปร โดยใช้สูตร One - Way ANCOVA (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 148)

$$F = \frac{MS'_b}{MS'_w}$$

เมื่อ	F	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน F-Distribution
	MS'_b	แทน	Mean Square Between-Groups ที่ปรับแล้ว
	MS'_w	แทน	Mean Square Within-Groups ที่ปรับแล้ว

6. การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างแต่ละคู่ โดยวิธี LSD (Least Significant Differnce Test) (กัลยา วานิชย์บัญชา 2549: 161)

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, n-k} \sqrt{MSE \left[\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

เมื่อ	LSD	แทน	ค่าความแตกต่างวิกฤตของการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน
	$t_{\frac{\alpha}{2}, n-k}$	แทน	ค่าอัตราส่วน t ที่ระดับความคลาดเคลื่อน α ที่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์อักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบ
k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
P	แทน	นัยสำคัญทางสถิติ
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของการเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean Square)
SS	แทน	ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนทั้งหมด (Sum of Squares)
df	แทน	ชั้นความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)
F	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน F- Distribution
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Product Moment Correlation)
r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
KR-20	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณโดยใช้สูตร KR-20
r_B	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณโดยใช้สูตร r_B
SE _{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
3. เปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

กำหนดโดยมีความเป็นอิสระ ($n - k$) เท่ากับค่า
ความเป็นอิสระของ MSE ของการทดสอบโดย
สถิติ F

MSE แทน ความแปรปรวนส่วนที่เป็นเทอมของความ
คลาดเคลื่อนของการทดสอบรวมโดย F ซึ่งในกรณี
การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบตัวแปรทดลอง
ตัวเดียวคือ MSW

n_i และ n_j แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างของคู่ที่นำค่าเฉลี่ยมา
เปรียบเทียบกัน



ผลการวิเคราะห์

1. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบและคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มาหาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความเชื่อมั่น (r_n) โดยใช้สูตร KR-20 และสูตร r_B และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (SE_{meas}) ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 3-4

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	N	k	$\bar{X}$	S.D.	r_n		SE_{meas}
					KR-20	r_B	
ซ้อนภาพ	466	30	20.652	5.623	.835	.836	± 2.277
แยกภาพ	466	30	20.145	5.041	.767	.767	± 2.433
ต่อภาพ	466	30	21.188	5.017	.802	.803	± 2.226
หมุนภาพ	466	30	21.525	5.579	.849	.850	± 2.160
นับลูกบาศก์	466	30	18.467	4.938	.733	.733	± 2.551
ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์	466	40	16.333	5.596	.710	.716	± 2.982

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (21.525) รองลงมาคือแบบต่อภาพ (21.188) แบบซ้อนภาพ (20.652) แบบแยกภาพ (20.145) และแบบนับลูกบาศก์ (18.467) เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ แยกภาพ ต่อภาพ หมุนภาพ นับลูกบาศก์ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันทุกแบบ เมื่อพิจารณาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด (KR-20=.849 , r_B = .850) รองลงมาคือแบบซ้อนภาพ (KR-20 = .835 , r_B = .836) แบบต่อภาพ (KR-20 = .802 , r_B = .803) แบบแยกภาพ (KR-20 = .767 , r_B = .767) และแบบนับลูกบาศก์ (KR-20 = .733 , r_B = .733) เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

แยกภาพ ต่อกภาพ หมุนภาพ และนับลูกบาศก์ เท่ากับ 2.277, 2.433, 2.226, 2.160 และ 2.551 ตามลำดับ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ย 16.333 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.596 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร $KR-20 = .710$ และใช้สูตร $r_B = .716$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดของแบบทดสอบเท่ากับ 2.982

ตาราง 4 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เพศ	แบบทดสอบ	ระดับความสามารถ สูง (N =170)		ระดับความสามารถ ปานกลาง (N =124)		ระดับความสามารถ ต่ำ (N =172)	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ชาย	ข้อรูปภาพ	22.833	4.407	21.985	4.923	15.920	4.155
	แยกภาพ	23.821	5.014	22.108	6.052	16.310	4.935
	ต่อกภาพ	23.321	4.311	22.739	5.130	16.253	5.081
	หมุนภาพ	23.821	5.014	22.108	6.052	16.736	5.317
	นับลูกบาศก์	22.762	3.854	18.369	4.939	16.736	5.317
หญิง	ข้อรูปภาพ	23.651	3.996	20.694	4.632	19.258	5.327
	แยกภาพ	20.907	4.410	20.016	4.576	18.258	4.657
	ต่อกภาพ	22.767	4.603	21.932	4.366	20.835	5.105
	หมุนภาพ	23.058	4.512	23.203	5.284	21.000	5.656
	นับลูกบาศก์	18.697	4.382	18.237	4.822	15.9882	3.959
รวม	ข้อรูปภาพ	23.247	4.211	21.371	4.811	17.569	5.043
	แยกภาพ	22.347	4.925	21.113	5.480	17.273	4.884
	ต่อกภาพ	23.041	4.456	22.355	4.780	18.517	5.574
	หมุนภาพ	23.435	4.767	22.629	5.703	18.843	5.874
	นับลูกบาศก์	20.705	4.594	18.3065	4.864	16.366	4.696

ผลการวิเคราะห์ตาราง 4 พบว่าจากคะแนนเต็มของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่างๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 คะแนน นักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ ได้คะแนนเฉลี่ยของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่างๆ สูงกว่า 50% ของ

คะแนนเต็ม โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่เพียงไร จึงนำค่าคะแนนของแบบทดสอบทั้งหกฉบับมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกันโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	ตัวแปรจัดกลุ่ม	ตัวแปรตาม				
	การแก้โจทย์ ปัญหา คณิตศาสตร์	ข้อภาพ	แยกภาพ	ต่อภาพ	หมุนภาพ	นับลูกบาศก์
ข้อภาพ	.442**	1.000				
แยกภาพ	.402**	.479**	1.000			
ต่อภาพ	.353**	.601**	.561**	1.000		
หมุนภาพ	.357**	.416**	.649**	.493**	1.000	
นับลูกบาศก์	.424**	.343**	.462**	.338**	.458**	1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ คู่ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพกับหมุนภาพ (.649) รองลงมาคือข้อภาพกับต่อภาพ (.601) แยกภาพกับต่อภาพ (.561) ต่อภาพและหมุนภาพ (.493) แยกภาพกับข้อภาพ (.479) แยกภาพกับนับลูกบาศก์ (.462) หมุนภาพกับนับลูกบาศก์ (.458) หมุนภาพกับข้อภาพ (.416) ข้อภาพกับนับลูกบาศก์ (.343) และต่อภาพกับนับลูกบาศก์ (.338) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามากที่สุดคือแบบข้อภาพ ($r = .442$) รองลงมาคือแบบนับลูกบาศก์

($r=.424$) แบบแยกภาพ ($r=.402$) แบบหมุนภาพ ($r=.357$) และแบบต่อภาพ ($r=.353$) และการที่ตัวแปรตามทั้ง 5 มีความสัมพันธ์กันผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ MANOVA

3. การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ MANOVA

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ MANOVA โดยตรวจสอบว่าคะแนนมีการแจกแจงเป็นปกติและทดสอบการเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรดังแสดงในตาราง 6-7

ตาราง 6 ความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) ของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ

ตัวแปรตาม	ความเบ้ (Skewness)	ความโด่ง (Kurtosis)
ข้อรูปภาพ	-.271	-.780
แยกภาพ	-.088	-.840
ต่อภาพ	-.376	-.825
หมุนภาพ	-.412	-.923
นับลูกบาศก์	.275	-.730

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 พบว่าความเบ้ของคะแนนของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข้อรูปภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ และแบบนับลูกบาศก์มีค่า -.271, -.088, -.376, -.421 และ .275 ตามลำดับ และความโด่งของคะแนนของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข้อรูปภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ และแบบนับลูกบาศก์มีค่า -.780, -.840, -.825, -.923 และ -.730 ตามลำดับ จะเห็นว่าความเบ้และความโด่งมีค่าเป็นลบเพียงเล็กน้อยหรือมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าคะแนนมีการแจกแจงเป็นปกติ

ตาราง 7 การเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวน (Variance Matrices) – ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrices) ของตัวแปรตาม

Box 's M	df ₁	df ₂	F	p
33.659	30	15883	1.044	.400

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 พบว่าการทดสอบการเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรด้วยวิธี Box Test ได้ค่า Box 's M เท่ากับ 33.659 ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าผลการวิเคราะห์การเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพและแบบนับลูกบาศก์ของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ไม่มีความแตกต่างกัน

สรุปได้ว่าคะแนนของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ มีการแจกแจงเป็นปกติ และเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตามเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ MANOVA (ผจงจิต อินทสุวรรณ. 2545: 51)

4. การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกันและเพศต่างกัน

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้นำผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม ดังตาราง 8

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม (Multivariate Analysis of Variance : MANOVA) ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกันและเพศต่างกัน

Effects	Value (Wilks' Lambda)	Hypothesis df	Error df	F	p
เพศ	.856	5.000	456.000	15.341**	.000
ระดับความสามารถ	.685	10.000	912.000	18.958**	.000
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับ ระดับความสามารถ	.876	10.000	912.000	6.232**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 พบว่าเพศและระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F=6.232$) แสดงว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกันส่งผลร่วมกันต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ

5. การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

5.1 การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ Simple Effect ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์รายด้านของนักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบตัวแปรเดียว (One – Way ANCOVA) และทดสอบรายคู่ด้วย LSD ปรากฏดังแสดงใน ตาราง 9 และ 10

ตาราง 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชาย

แบบทดสอบ	แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ข้อภาพ	ตัวแปรร่วม					
	แยกภาพ	1	48.927	48.927	4.433*	.036
	ต่อภาพ	1	1339.041	1339.041	121.325**	.000
	หมุนภาพ	1	63.231	63.231	5.729*	.017
	นับลูกบาศก์	1	1.853	1.853	.168	.682
	ระหว่างกลุ่ม	2	188.144	94.072	8.523**	.000
	ภายในกลุ่ม	229	2527.425	11.037		
	รวม	235	7025.390			
แยกภาพ	ตัวแปรร่วม					
	ข้อภาพ	1	19.724	19.724	4.433*	.036
	ต่อภาพ	1	207.699	207.699	46.682**	.000
	หมุนภาพ	1	2581.683	2581.683	580.253**	.000
	นับลูกบาศก์	1	57.611	57.611	12.949**	.000
	ระหว่างกลุ่ม	2	28.031	14.016	3.150*	.045
	ภายในกลุ่ม	229	1018.875	4.449		
	รวม	235	9145.470			

ตาราง 9 ต่อ

แบบทดสอบ	แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ตัวแปรพร้อม						
ต่อภาพ	ข้อรูปภาพ	1	1184.171	1184.171	121.325**	.000
	แยกภาพ	1	455.630	455.630	46.682**	.000
	หมุนภาพ	1	111.873	111.873	11.462**	.001
	นับลูกบาศก์	1	32.213	32.213	3.300	.071
	ระหว่างกลุ่ม	2	42.231	21.115	2.163	.117
	ภายในกลุ่ม	229	2235.109	9.760		
	รวม	235	8010.284			
ตัวแปรพร้อม						
หมุนภาพ	ข้อรูปภาพ	1	25.232	25.232	5.729*	.017
	แยกภาพ	1	2555.499	2555.499	580.253**	.000
	ต่อภาพ	1	50.480	50.480	11.462**	.001
	นับลูกบาศก์	1	307.246	307.246	69.763**	.000
	ระหว่างกลุ่ม	2	29.187	14.593	3.314*	.038
	ภายในกลุ่ม	229	1008.541	4.404		
	รวม	235	9175.712			
ตัวแปรพร้อม						
นับลูกบาศก์	ข้อรูปภาพ	1	2.226	2.226	.168	.682
	แยกภาพ	1	171.716	171.716	12.949**	.000
	ต่อภาพ	1	43.768	43.768	3.300	.071
	หมุนภาพ	1	925.154	925.154	69.763**	.000
	ระหว่างกลุ่ม	2	469.366	234.683	17.697**	.000
	ภายในกลุ่ม	229	3036.837	13.261		
	รวม	235	6860.220			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 9 พบว่า นักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข้อรูปภาพและนับลูกบาศก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F=8.523$) ($F=17.697$) ตามลำดับ และมีความ

สามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพและหมุนภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=3.150$) ($F=3.314$) ตามลำดับ ส่วนความสามารถมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบแยกภาพ และแบบหมุนภาพแตกต่างกัน ยกเว้นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพไม่แตกต่างกัน

ตาราง 10 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ ของนักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

แบบทดสอบ	การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มความสามารถ (ค่าเฉลี่ยปรับแก้)				Mean Difference	Std.Error	p
ซ้อนภาพ	สูง	(21.128)	ปานกลาง	(20.587)	.540	.594	.364
	สูง	(21.128)	ต่ำ	(18.611)	2.517**	.633	.000
	ปานกลาง	(20.587)	ต่ำ	(18.611)	1.976*	.629	.002
แยกภาพ	สูง	(21.131)	ปานกลาง	(20.375)	.756*	.357	.045
	สูง	(21.131)	ต่ำ	(20.202)	.929*	.411	.025
	ปานกลาง	(20.375)	ต่ำ	(20.202)	.173	.408	.672
หมุนภาพ	สูง	(20.267)	ปานกลาง	(21.218)	-.952*	.371	.011
	สูง	(20.267)	ต่ำ	(20.832)	-.566	.412	.171
	ปานกลาง	(21.218)	ต่ำ	(20.832)	.386	.405	.342
นับลูกบาศก์	สูง	(21.168)	ปานกลาง	(17.584)	3.584**	.608	.000
	สูง	(21.168)	ต่ำ	(18.861)	2.308**	.701	.001
	ปานกลาง	(17.584)	ต่ำ	(18.861)	-1.277	.699	.069

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 10 พบว่านักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลางมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ แบบหมุนภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพและแบบนับลูกบาศก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

คณิตศาสตร์ปานกลางกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลางมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ แบบแยกภาพ และแบบหมุนภาพแตกต่างกัน นักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ แบบนับลูกบาศก์ และแบบแยกภาพแตกต่างกัน นักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลางกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพแตกต่างกัน

5.2 การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ Simple Effect ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์รายด้านของนักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบตัวแปรเดียว (One – Way ANCOVA) และทดสอบรายคู่ด้วย LSD ปรากฏดังแสดงในตาราง 11 และ 12

ตาราง 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนหญิง

แบบทดสอบ	แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ซ้อนภาพ	ตัวแปรร่วม					
	แยกภาพ	1	165.016	165.016	8.938*	.003
	ต่อภาพ	1	202.949	202.949	10.993**	.001
	หมุนภาพ	1	5.279	5.279	.286	.593
	นับลูกบาศก์	1	121.251	121.251	6.568*	.011
	ระหว่างกลุ่ม	2	379.197	189.598	10.270**	.000
	ภายในกลุ่ม	223	4116.883	18.461		
	รวม	229	5837.287			

ตาราง 11 ต่อ

แบบทดสอบ	แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ตัวแปรรวม						
แยกภาพ	ข้อรูปภาพ	1	156.155	156.155	8.938*	.003
	ต่อภาพ	1	174.476	174.476	9.987*	.002
	หมุนภาพ	1	70.069	70.069	4.011*	.046
	นับลูกบาศก์	1	26.430	26.430	1.513	.220
	ระหว่างกลุ่ม	2	38.425	19.212	1.100	.335
	ภายในกลุ่ม	223	3895.823	17.470		
	รวม	229	4998.300			
ตัวแปรรวม						
ต่อภาพ	ข้อรูปภาพ	1	204.803	204.803	10.993**	.001
	แยกภาพ	1	186.061	186.061	9.987*	.002
	หมุนภาพ	1	105.667	105.667	5.672*	.018
	นับลูกบาศก์	1	26.402	26.402	1.417	.235
	ระหว่างกลุ่ม	2	.361	.181	.010	.990
	ภายในกลุ่ม	223	4154.505	18.630		
	รวม	229	5257.048			
ตัวแปรรวม						
หมุนภาพ	ข้อรูปภาพ	1	7.007	7.007	.286	.593
	แยกภาพ	1	98.276	98.276	4.011*	.046
	ต่อภาพ	1	138.977	138.977	5.672*	.018
	นับลูกบาศก์	1	60.649	60.649	2.475	.117
	ระหว่างกลุ่ม	2	64.461	32.231	1.315	.270
	ภายในกลุ่ม	223	5464.156	24.503		
	รวม	229	6279.222			

ตาราง 11 ต่อ

แบบทดสอบ	แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ตัวแปรร่วม						
นับลูกบาศก์	ข้อรูปภาพ	1	114.660	114.660	6.568*	.011
	แยกภาพ	1	26.412	26.412	1.513	.220
	ต่อภาพ	1	24.741	24.741	1.417	.235
	หมุนภาพ	1	43.211	43.211	2.475	.117
	ระหว่างกลุ่ม	2	107.573	53.786	3.081*	.048
	ภายในกลุ่ม	223	3893.115	17.458		
	รวม	229	4646.091			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 11 พบว่า นักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข้อรูปภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F=10.270$) และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=3.081$) ส่วนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ แบบต่อภาพและแบบหมุนภาพมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข้อรูปภาพ และแบบนับลูกบาศก์แตกต่างกัน ยกเว้นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ และแบบหมุนภาพไม่แตกต่างกัน

ตาราง 12 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ
ของนักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน

แบบทดสอบ	การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มความสามารถ (ค่าเฉลี่ยปรับแก้)				Mean Difference	Std.Error	p
ข้อภาพ	สูง	(22.990)	ปานกลาง	(20.469)	2.521**	.730	.001
	สูง	(22.990)	ต่ำ	(20.084)	2.906**	.730	.000
	ปานกลาง	(20.469)	ต่ำ	(20.084)	.385	.752	.609
นับลูกบาศก์	สูง	(18.072)	ปานกลาง	(18.222)	-.150	.729	.837
	สูง	(18.072)	ต่ำ	(16.632)	1.439*	.698	.040
	ปานกลาง	(18.222)	ต่ำ	(16.632)	1.589*	.724	.029

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 12 พบว่านักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์สูงกับปานกลางมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข้อภาพแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง
กับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข้อภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
และแบบนับลูกบาศก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนหญิงที่มีความ
สามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลางกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบ
นับลูกบาศก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนหญิงที่มีความ
สามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลางมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบ
ข้อภาพแตกต่างกัน นักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับต่ำมี
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข้อภาพและแบบนับลูกบาศก์แตกต่างกัน นักเรียนหญิงที่มี
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลางกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
แบบนับลูกบาศก์แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อการศึกษาความสัมพันธ์และเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และเพศต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาระดับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิง
 - 2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิง
 - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
 - 2.3 เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ร่วมของเพศกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ของนักเรียนที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 เขตลาดกระบัง โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,817 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549 เขตลาดกระบัง สังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นสองขั้นตอน (Stratified Two Stage Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวน 11 โรงเรียน 15 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 466 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรจัดกลุ่ม ได้แก่
 1. ตัวแปรจัดกลุ่ม ได้แก่
 - 1.1 เพศ แยกเป็น
 - 1.1.1 ชาย
 - 1.1.2 หญิง
 - 1.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ
 - 1.2.1 ระดับสูง
 - 1.2.2 ระดับปานกลาง
 - 1.2.3 ระดับต่ำ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบประกอบด้วย
 - 2.1 แบบซ้อนภาพ
 - 2.2 แบบแยกภาพ
 - 2.3 แบบต่อภาพ
 - 2.4 แบบหมุนภาพ
 - 2.5 แบบนับลูกบาศก์

สมมุติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
2. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงจะแตกต่างกัน
3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ จะแตกต่างกัน
4. นักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยสร้าง โดยยึดโครงสร้างตามแนวทฤษฎีของเทอร์สโตน ทั้ง 5 ด้าน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัว จำนวน 5 ฉบับ ดังนี้
 1. แบบทดสอบแบบซ้อนภาพ จำนวน 30 ข้อ
 2. แบบทดสอบแบบแยกภาพ จำนวน 30 ข้อ

3. แบบทดสอบแบบต่อภาพ จำนวน 30 ข้อ
4. แบบทดสอบแบบนับลูกบาศก์ จำนวน 30 ข้อ
5. แบบทดสอบแบบหมุนภาพ จำนวน 30 ข้อ

2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของ สราวรรณ เข้มมณี (2547 : 106-115) มาใช้ โดยมี 10 สถานการณ์ รวมทั้งหมด 40 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทำการวิเคราะห์นั้นผู้วิจัยจัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนและทำหนังสือติดต่อและขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อนำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 5 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยทดสอบโรงเรียนละ 1 วัน ระหว่างวันที่ 1 - 28 กุมภาพันธ์ 2550 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ 469 ชุด เป็นฉบับที่สมบูรณ์ 466 ชุด คิดเป็นร้อยละ 98.31 และนำไปตรวจให้คะแนนเพื่อนำผลที่ได้ไปหาค่าสถิติ และทดสอบสมมุติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับ
2. หาระดับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
3. เปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ



สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลได้ดังนี้

1. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์ภายในเป็นบวกทุกค่าและมีค่าอยู่ระหว่าง .343 - .649 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า
2. นักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Wilks' Lambda = .876)

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบนับลูกบาศก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลางกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 แสดงว่านักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลางมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพแตกต่างกัน นักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพและแบบนับลูกบาศก์แตกต่างกัน นักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลางกับต่ำมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แตกต่างกัน

อภิปรายผล

ผลการศึกษาครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 466 คน พบว่า จากคะแนนเต็มของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 คะแนน และคะแนนเต็มของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์รวมมีค่าเท่ากับ 150 คะแนน นักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ได้คะแนนเฉลี่ยของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ สูงกว่า 50% ของคะแนนเต็ม ทั้งนี้เพราะนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 11-12 ปี ซึ่งมีพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operation) ตามทฤษฎีของเพียเจต์ ซึ่งนักเรียนในวัยนี้มีความสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ มีความเข้าใจและสามารถคิดแบบตรรกศาสตร์อย่างง่าย ๆ แต่ไม่สามารถคิดอย่างลึกซึ้งได้ (สวนา พรพัฒน์กุล 2525: 11) แต่ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการสร้างโมเดลอันทำให้เกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกสิ่งของออกจากกันและมองเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งของเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งความสามารถด้านนี้ต้องอาศัยความคิดที่ละเอียดลึกซึ้ง (ทองหล่อ วิภาวีน 2523: 73) จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อนักเรียนมีอายุมากขึ้น มีความคิดที่ละเอียดรอบคอบมากขึ้น ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก็จะสูงตามไปด้วย ดังการศึกษาของ บุญชม ศรีสะอาด (2513: 76) ที่ทำการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์ภายในเป็นบวกทุกค่า และมีค่าอยู่ระหว่าง .353 - .442 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ซึ่ง

สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะเห็นว่ามีค่าเป็นทางบวกทุกค่า แสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเอลเลน (Alaine 1978: 4640 – A) ที่ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงมักจะประสบผลสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาและสอดคล้องกับแนวความคิดของแรนนัคซี (Rannucci 1964 : 19 -23) ที่ว่า การเรียนคณิตศาสตร์ทุกวิชาแม้แต่แคลคูลัสเวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางด้านมิติสัมพันธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นทุกคนมักจะลงมือด้วยการขีดเขียนรูปหรือวาดภาพในอากาศ ถ้าสามารถมองเห็นรูปอันสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ดี การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น

3. การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายและหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ พบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชายที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบซ้อนภาพ แบบนับลูกบาศก์ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบแยกภาพ แบบหมุนภาพ และแบบต่อภาพแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนหญิงที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบซ้อนภาพ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบนับลูกบาศก์ ที่เหลือนอกนั้นแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุสรณ์ สกุลคู (252 : 38) และพิตร ทองชั้น (2511 : 47) ทั้งนี้เพราะความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยการจินตนาการและคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรมค่อนข้างสูง ตลอดจนต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ลักษณะของภาพได้เป็นอย่างดี ซึ่งความสามารถดังกล่าวนี้เพศชายจะมีความสามารถสูงกว่าเพศหญิง (บุญชม ศรีสะอาด 2513: 81) นอกจากนี้ จากการรวบรวมผลงานวิจัยที่เปรียบเทียบความสามารถระหว่างเพศชายและเพศหญิงของอนาสตาซี (Anastasi 1958: 497) พบว่า เพศชายจะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดเชิงจักรกลและความสามารถทางเหตุผลเลขคณิตสูงกว่าเพศหญิง ส่วนเพศหญิงจะมีความสามารถทางภาษา การรับรู้ ความจำ ทักษะการคิดคำนวณสูงกว่าเพศชาย



ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์

จากผลการวิจัยนักเรียนชายและหญิงที่มีระดับความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน ดังนั้นในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน ครู อาจารย์ นักแนะแนว และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาควรเลือกใช้รูปแบบมิติสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์เพียงบางรูปแบบ ควรจะได้มีการศึกษาโดยใช้รูปแบบมิติสัมพันธ์แบบอื่นๆ เช่น แบบซ้อนภาพ แบบตัดภาพ และแบบหัดด้านตรงข้าม เนื่องจากรูปแบบมิติสัมพันธ์ดังกล่าวต่างก็วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- การศึกษากรุงเทพมหานคร, สำนัก. (2545). รายงานผลการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาระดับ
ประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์
การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กมล ชื่นทองคำ. (2527). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถใน
การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัด
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2524). สุขภาพจิตในโรงเรียน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยา
การศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กรมวิชาการ. (2533). หลักสูตรมัธยมศึกษา พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2549). การวิเคราะห์สถิติเพื่อธุรกิจ: สถิติเพื่อการตัดสินใจทางธุรกิจ.
กรุงเทพฯ: บริษัทธรรมสาร จำกัด.
- กัลยาณี อุกฤษ. (2542). การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545). เทคนิคพัฒนาศักยภาพสมองให้เต็ม
ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช
- จินตนา ธนวิบูลย์ชัย. (2535, กันยายน - ธันวาคม). การวัดภาคปฏิบัติ สภาพปัญหา และแนวทาง
พัฒนา. วารสารวัดผลการศึกษา. 14 : 34 - 57
- จิรพร สามารถ. (2543) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่องร้อยละโดยใช้ชุดการฝึกสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินญานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2517ก). การทดสอบความถนัดทางการเรียน. วิทยาสาร 25 : 36-38
- (2517ข). การทดสอบเพื่อค้นหาและพัฒนาสมรรถภาพ. สำนักทดสอบทางการศึกษาและ
จิตวิทยา
- (2518). การทดสอบความถนัดทางการเรียน. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา.
อัสสัมชัญ

- เชิดศักดิ์ โฆวาสน์. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- ด้าย เชียงณี. (2519). *ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2524). *คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มปป.
- ทองหล่อ วิภาวิน. (2523). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2524). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นุสรณ์ พิมพ์อาภรณ์. (2530). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเชิงตรรกะกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ จ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2513). *ศึกษาแบบต่างๆ(Styles)ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษา. ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร
- (2526). *แบบทดสอบวัดความถนัด*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2545) *การวัดประเมินการเรียนรู้*. ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- (2548). *เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิธีวิจัยทางการศึกษา*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. ใน คณิตศาสตร์. 38 (434-435): 64-74.
- ผจงจิต อินทรสุวรรณ. (2545). *การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร*. กรุงเทพฯ. บริษัททศนวิสาหการพิมพ์ จำกัด.

- พิกุล เกตุประดิษฐ์. (2522). การวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิตร ทองชั้น. (2511). สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร
- พิสมัย สารกุล. (2542). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองตามทฤษฎีเชาว์ ปัญญาของสเตอร์นเบอร์ก(Triarchic Theory). ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- มยุรี ศรีชัย. (2538). เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ล้วน สายยศ. (2518). การวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์. พัฒนาการวัดผล 11. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2543). มิติสัมพันธ์สำคัญใน. ในวารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เล่ม 2. หน้า 21 – 26.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2527). หลักการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช
- (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบวัดความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- วรวรรณ เหมชะญาติ. (2536). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของกาเย่ที่มีต่อความสามารถในการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ของเด็กก่อนวัยเรียน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. (2522). การวัดความถนัดเบื้องต้น. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2518). แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ: บรรณกิจเทรดดิ้ง.

- ศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). *หลักสูตรมัธยมศึกษาขั้นต้นกับหลักสูตรคณิตศาสตร์*. คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา.
- ศักดิ์ดา บุญโต. (2539). *ห้องเรียนสมองไว เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: โปรดักทีฟบุค จำกัด
- ส.วาสนา ประवालพุกษ์. (2539ก). *การประยุกต์ใช้การวัดและการประเมินความสามารถในสภาพการเรียนการสอน*. การวัดผลการศึกษา. หน้า 32-41.
- (2539ข). *การวัดผลจากการปฏิบัติจริง*. สารพัฒนาหลักสูตร. หน้า 46-51.
- (2539ค). *แบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา*. การศึกษา กทม. หน้า 7-11.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. (2518). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุธน สิทธิวิชาพร. (2532). *ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2533). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- (2536). *ข้อสอบอัตนัย*. วารสารการวัดผลการศึกษา. หน้า 32-39.
- สรารวรรณ เข้มมณี. (2547). *ผลการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดอเนกนัยและเอกนัยทางภาษาที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคลองกุ่ม กรุงเทพมหานคร*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- สวนา พรพัฒน์กุล. (2525). *อิทธิพลของตัวแบบที่มีต่อพัฒนาการด้านความคิดและการเรียนรู้ทางสังคมของเด็กไทย*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สุทธาทิพย์ นวลหงษ์. (2542). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านเอ็น เอ็ม พี (NMP) และด้านเอ็น เอส พี (NSP) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- สุรศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์. (2530). *การสร้างแบบทดสอบ 2 แบบทดสอบความถนัด*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- หัสยา เทียรวิทวัส. (2537). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนุสรณ์ สกุลดู. (2520). *การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนันต์ ศรีโสภา. (2525: 141). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร. (2527). *การสร้างแบบทดสอบความถนัด*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- อุดมศักดิ์ นาคี. (2528). *ผลของการฝึกปฏิบัติด้านต่อภาพ ช้อนภาพ ตัดกระดาษ ที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร
- Anastasi, Anne. (1961). *Psychological Testing*. London : The Macmillan Company, Colliar Macmillan Ltd.
- Alaine, Barbara. (1978) "The Nature of Spatial ability and Its Relationship to Mathematical Problem Solving." *Dissertation Abstracts International*. 38: 4640-A.
- Bell, Frederrick H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics (in Secondary School)*. Dubuque. Iowa : Wm. C. Brown Company Publishers.
- Boom, Benjamin S. and Others. (1971). *Handbook or Formative and Summative. Evaluation of Student Learning*. McGraw : Hell Book Company

- Bracken, Bruce A. (1991). *The Psychoeducational Assessment of Preschool Children*. 2nd ed. America : Allyn and Bacon.
- Cattell, R.B. (1950). *Personality*, New York : McGraw Hill Book Company, Inc.
- Charles, Randal and Frank K. Lester. (1982). *Teaching Problem Solving. What Why & How*. Dale Seymour Publications.
- Clarkson, S.P. (1979). *A Study of the Relationships among Translation and Problem Solving Abilities*. *Dissertation Abstracts International*. 39(7) : 4101-A
- Gardner, H. (1989). *Framea of mild : the theory of multiple*. New York : Basic Book.
- Guilford, J.P. (1988). Some Changes in The Structure-of-Intellect Model. *Educational and Psychological Measurement* 48, pp 1-4
- Good, Carter V. and Merker, Winifred R. (1959). *Dictionary of Education*., 2nd ed. New York. London : Mc Graw-Hill, Book Company, Inc.
- Johnson, Denald, McEwen. (1955). *The Psychology of Thought and Jusement*. New York : Harper and Row.
- Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick. (1993). *Reasoning and Problem Solving. A Handbook for Elementary school Teachers*. Boston: Allyn and Bacon Inc.
- Le Blanc F. (1977). *You can Teach Problem Solving*. *The Arithmetic Teacher*. pp. 16 – 20.
- Lester, Frank K. (1977). *Ideas about Problem Solving : A Look at Some Psychological Research*, *Arithmetic Teacher*. 25(2) : 12-14
- National Council of Supervisors of Mathematics. (1977). *Position Paper on Basic Skills*, *Arithmetic Teacher*. 25(1) : 19-22.
- National Council of Teacher of Mathematics. (1980). *An Agenda for Action*. *Recommendation for school Mathematics, 1980s*. Dale Seymour Publication
- Predikaris, S. C. (1993). *Applications of Ergodic Chains to Problem Solving, Intimation* *Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. p. 432
- Perkin, David N. (1986, April). *Thinking Frame*. *Educational Leadership*. pp. 4-10.
- Polya. (1957). *How To Solve If. A New Aspect of Mathematical Method*. New York: Doubleday & Company, In.,

- Rannacci, Ernest R. (1964, October). *The Role of the Space Perception in the Teaching Mathematic*. Bulletin of the International Study Group for Mathe Matin Learning. pp. 19–23.
- Reys, Robert E. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Thurstone, T.G. (1963). *Examiner's Manual PMA Primary Mental Abilities*. Chicago : Science Research Associates,
- Stonewater. (1977). *Instrution in Problem Solving and Piaget Theory of Cognitive Development*. *Dissertation Abstracts internationals*. 38 : 2602A
- Stevens, James (2002). *University of Cincinnati/Applied Multivariate Statistics for the social Sciences*. Fourth Edition
- Vernon, Phillip.E. (1968). *Intelligence and Attarinment Tests*. London : University of London Press Ltd.
- Webb, N.L. (1975). *An Exploration of Mathematical Problem Solving Process*, *Dissertation. Abstracts International*. 36: 2689-A.
- Zalewski, Claire Jean. (1978). *An Investigation of Selected Factor, Contributing to Success in Solving Mathematical Word Problem*, *Dissertation Abstracts Internation*.



ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสร้างเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์มิ่ง เทพครเมือง โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
ฝ่ายประถม
2. อาจารย์จุลศักดิ์ สุขสบาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
ฝ่ายประถม
3. อาจารย์นพดล กองศิลป์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
ฝ่ายประถม
4. อาจารย์อรินทร์ นวมถนอม โรงเรียนบางกะปิ เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
5. อาจารย์สุชาติ ศิริมีนนท์ โรงเรียนบางกะปิ เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร





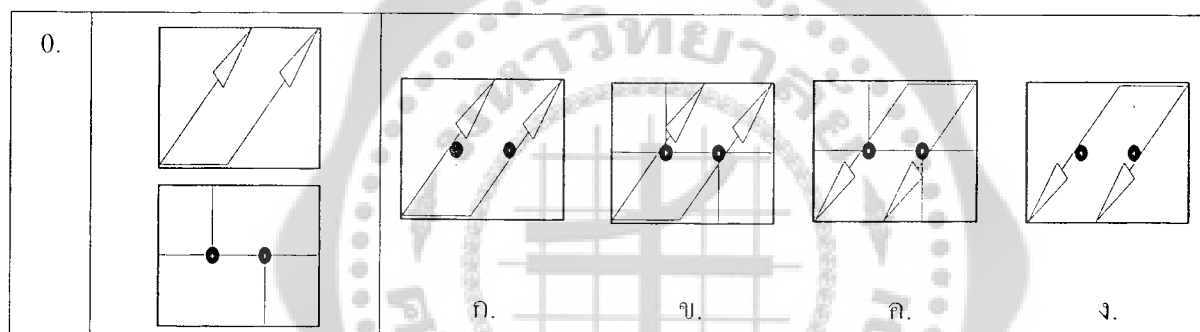
ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

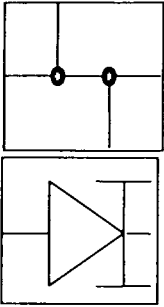
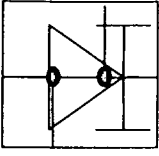
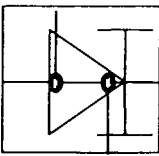
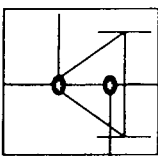
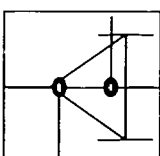
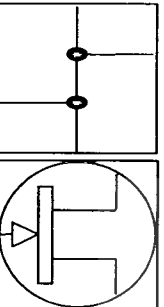
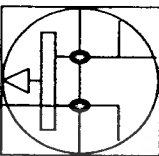
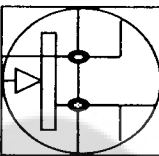
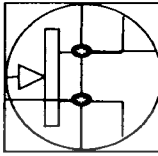
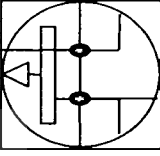
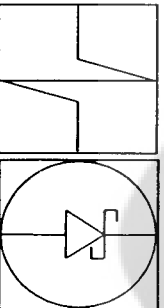
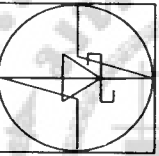
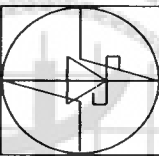
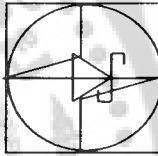
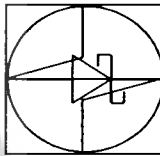
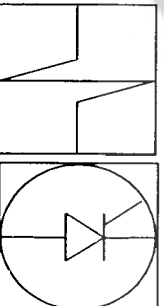
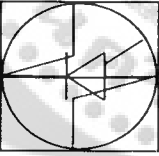
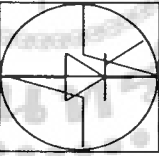
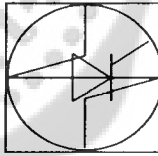
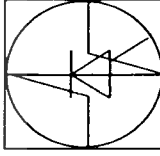
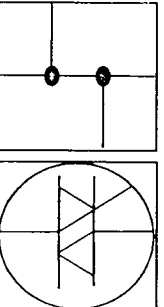
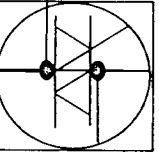
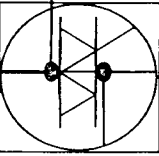
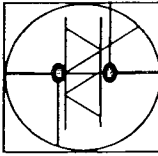
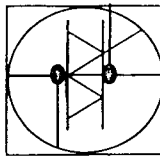
คำชี้แจง

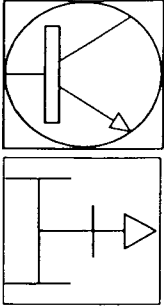
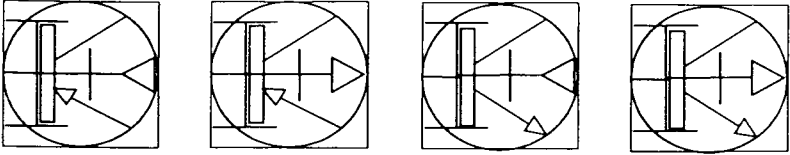
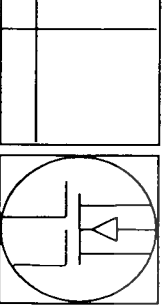
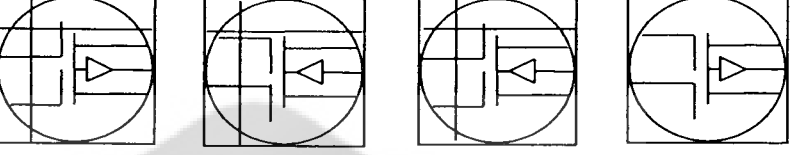
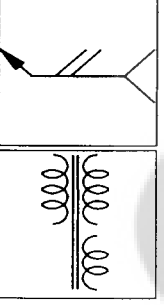
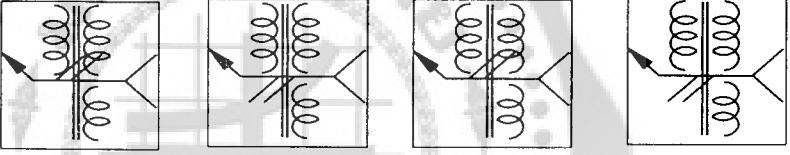
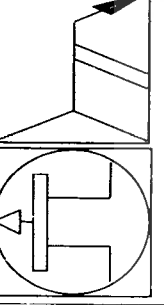
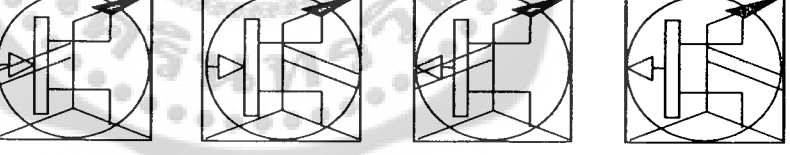
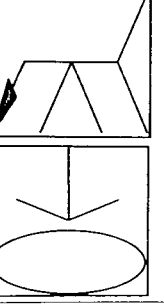
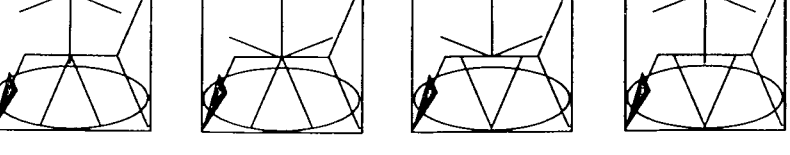
1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 10 นาที
2. ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพเป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 2 ภาพ แล้วให้นำภาพ 2 ภาพ นี้ซ้อนทับกันที่ตำแหน่งเดิมจะเป็นภาพอะไร

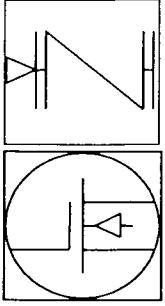
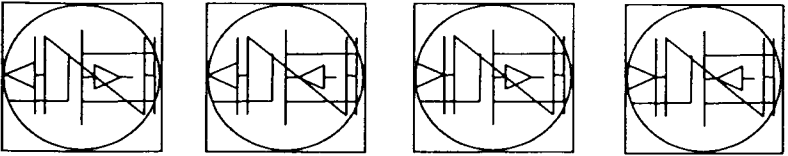
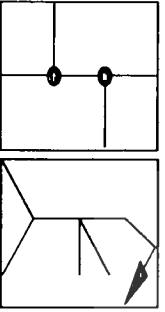
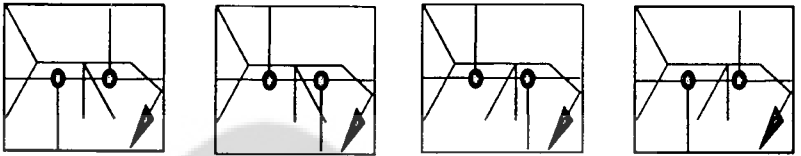
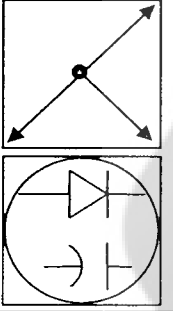
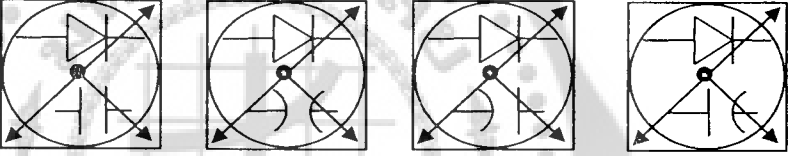
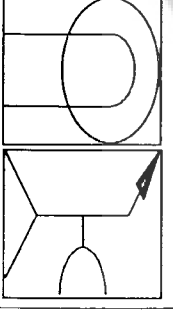
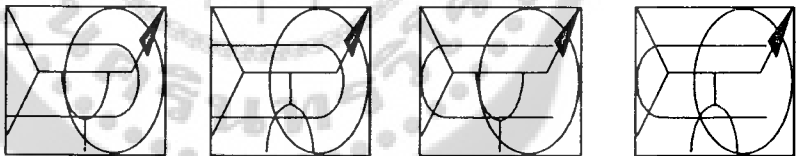
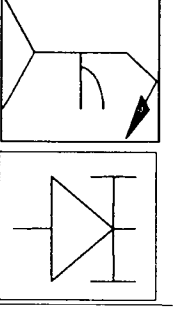
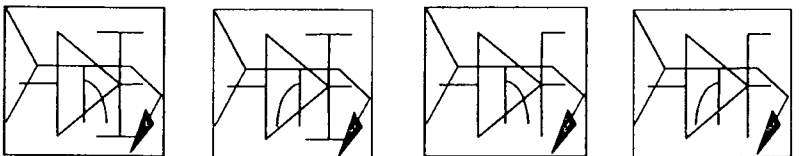
ตัวอย่าง

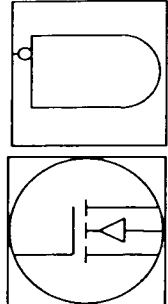
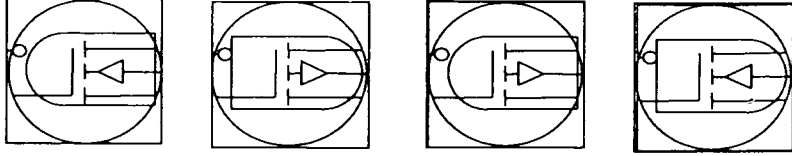
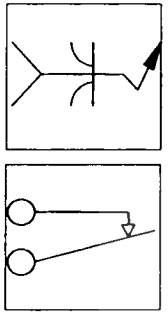
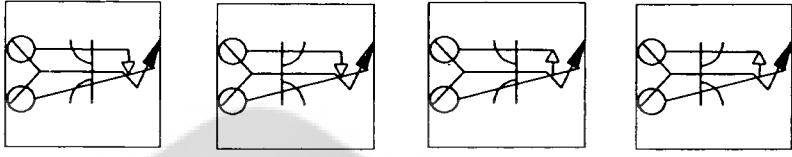
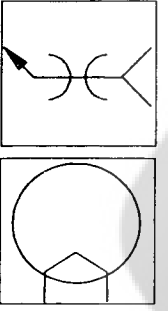
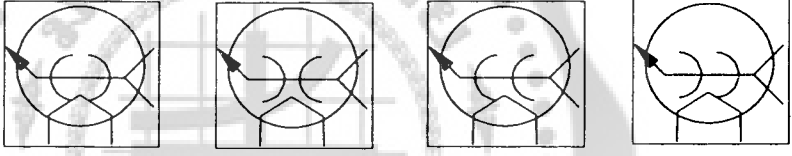
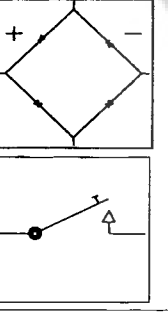
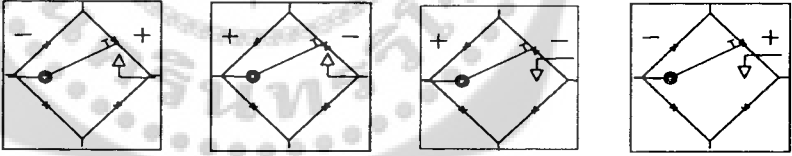
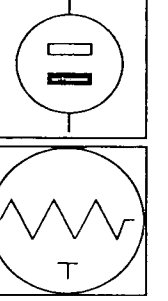
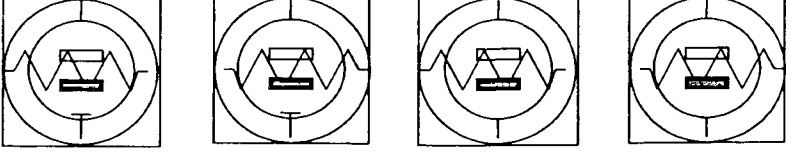


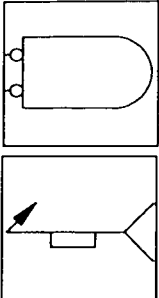
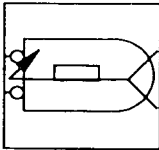
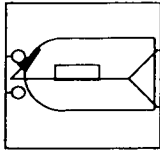
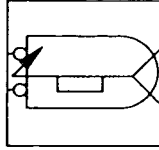
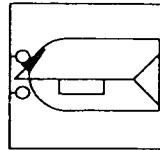
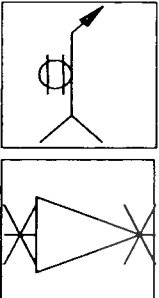
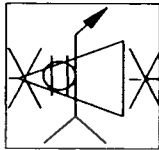
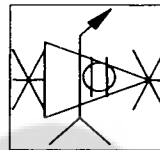
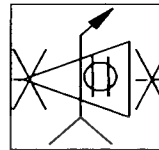
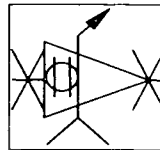
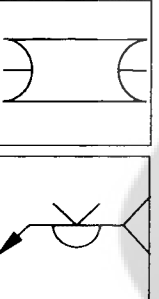
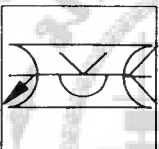
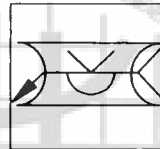
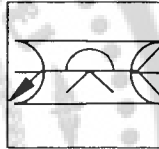
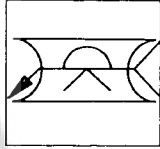
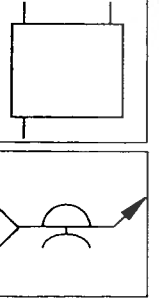
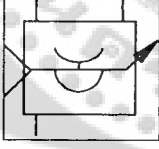
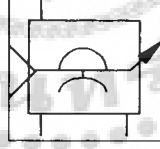
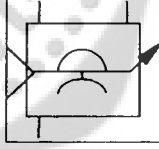
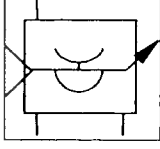
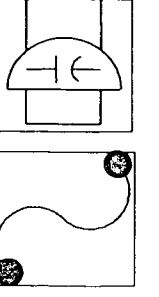
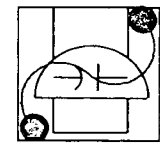
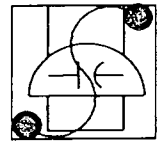
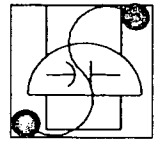
เฉลย ข.

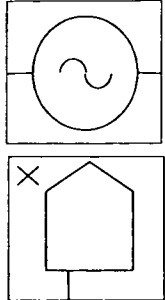
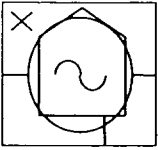
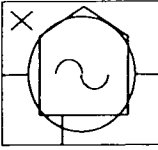
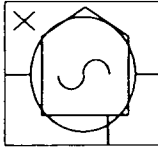
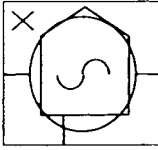
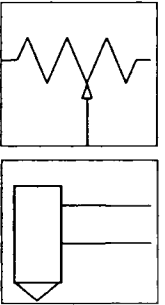
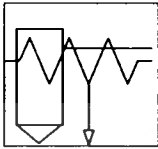
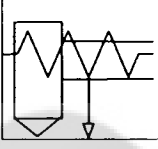
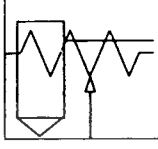
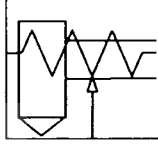
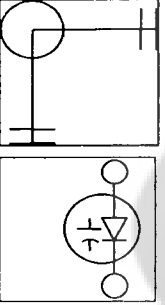
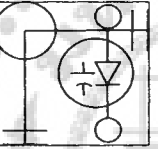
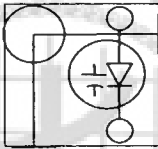
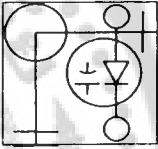
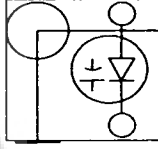
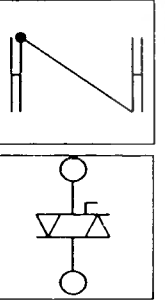
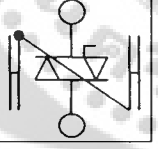
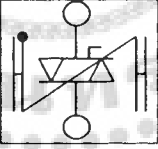
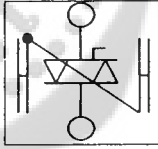
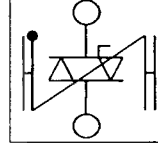
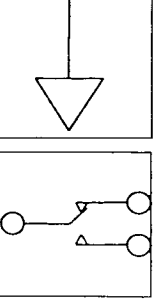
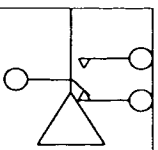
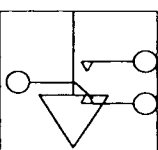
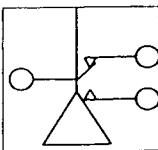
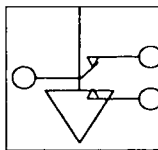
1.		    ก. ข. ค. ง.
2.		    ก. ข. ค. ง.
3.		    ก. ข. ค. ง.
4.		    ก. ข. ค. ง.
5.		    ก. ข. ค. ง.

6.		 ก. ข. ค. ง.
7.		 ก. ข. ค. ง.
8.		 ก. ข. ค. ง.
9.		 ก. ข. ค. ง.
10.		 ก. ข. ค. ง.

11.		 ก. ข. ค. ง.
12.		 ก. ข. ค. ง.
13.		 ก. ข. ค. ง.
14.		 ก. ข. ค. ง.
15.		 ก. ข. ค. ง.

16.		 ก. ข. ค. ง.
17.		 ก. ข. ค. ง.
18.		 ก. ข. ค. ง.
19.		 ก. ข. ค. ง.
20.		 ก. ข. ค. ง.

21.		    ก. ข. ค. ง.
22.		    ก. ข. ค. ง.
23.		    ก. ข. ค. ง.
24.		    ก. ข. ค. ง.
25.		    ก. ข. ค. ง.

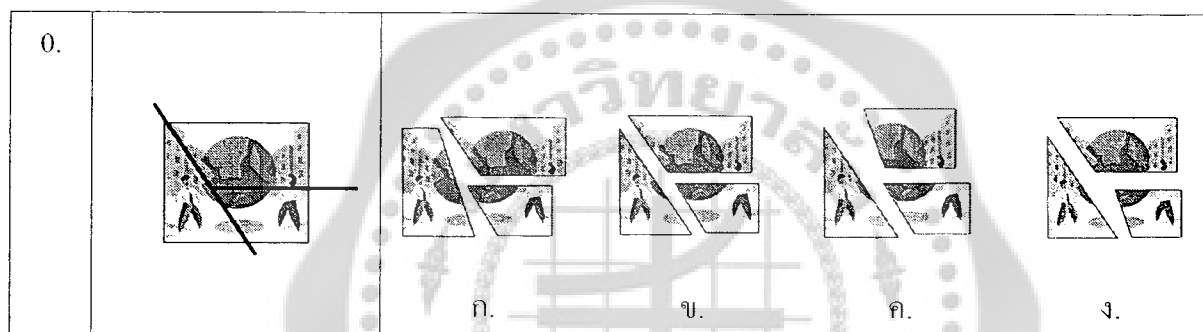
26.		       
27.		       
28.		       
29.		       
30.		       

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

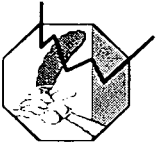
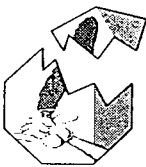
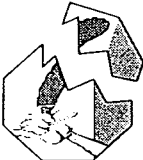
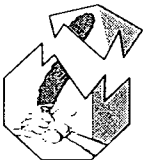
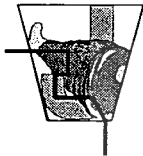
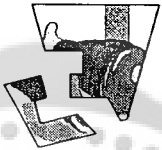
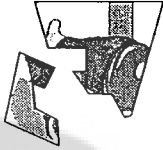
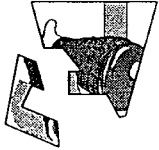
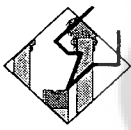
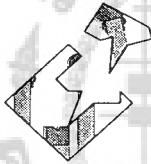
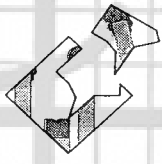
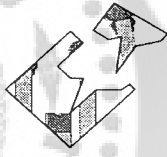
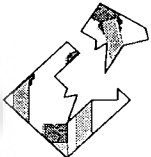
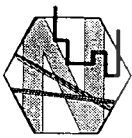
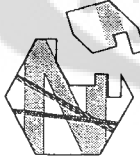
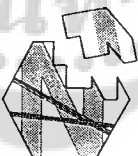
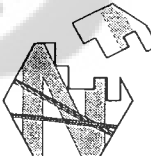
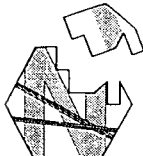
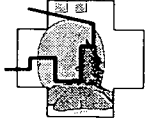
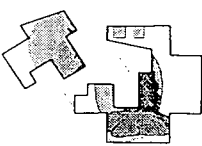
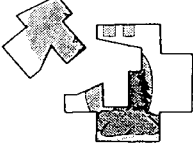
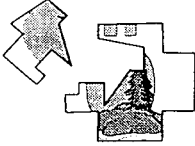
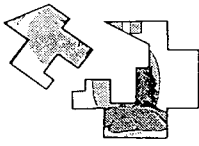
คำชี้แจง

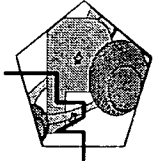
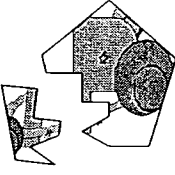
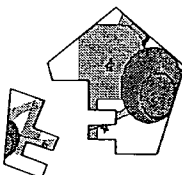
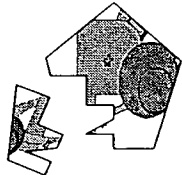
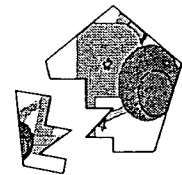
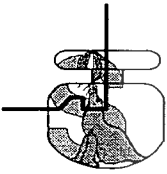
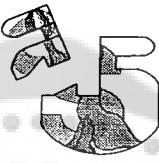
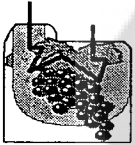
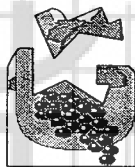
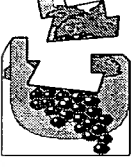
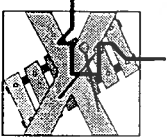
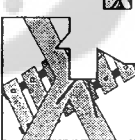
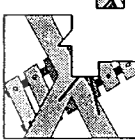
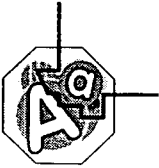
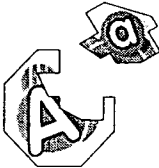
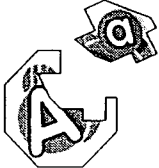
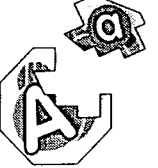
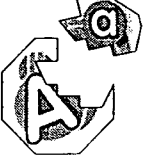
1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 10 นาที
2. ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพเป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 1 ภาพ แล้วลากเส้นไว้ให้ทราบว่าจะแยกภาพตามเส้นนั้น

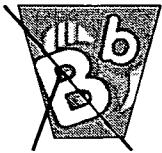
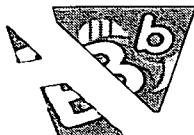
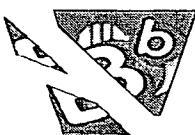
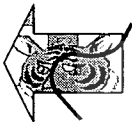
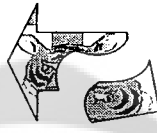
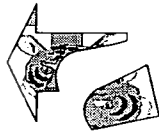
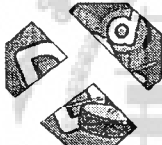
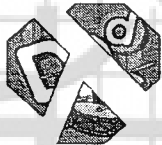
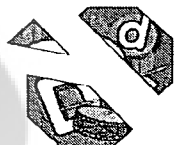
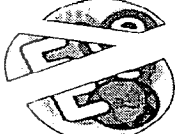
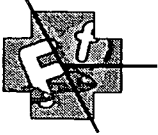
ตัวอย่าง

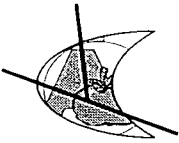
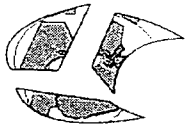
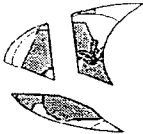
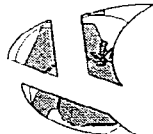
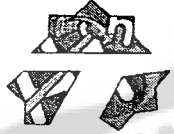
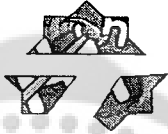
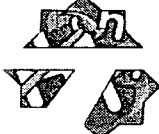
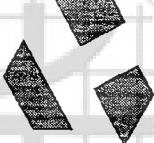
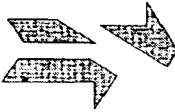
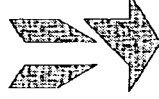


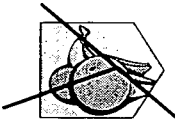
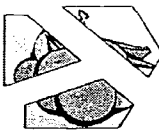
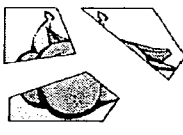
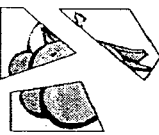
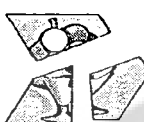
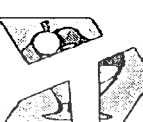
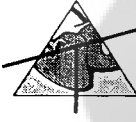
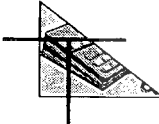
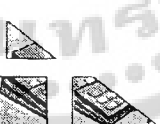
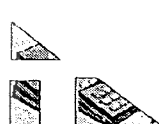
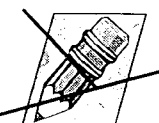
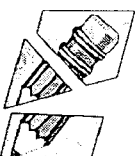
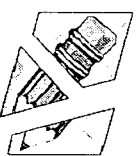
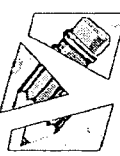
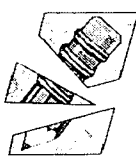
เฉลย ข.

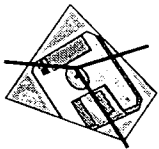
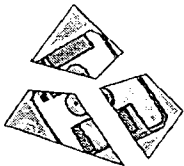
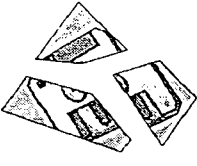
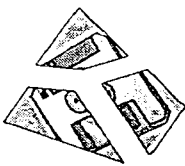
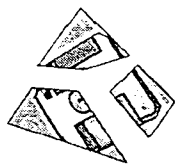
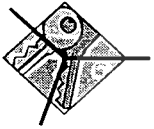
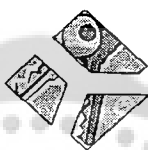
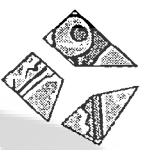
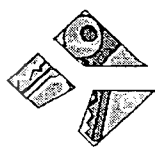
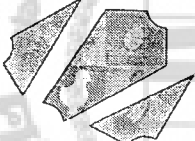
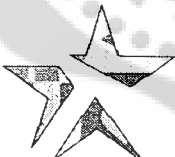
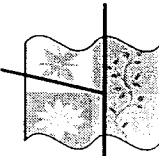
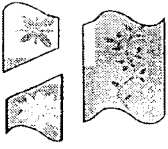
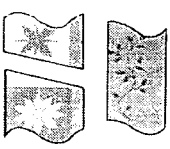
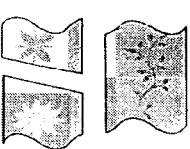
1.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
2.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
3.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
4.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
5.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.

6.		    ก. ข. ค. ง.
7.		    ก. ข. ค. ง.
8.		    ก. ข. ค. ง.
9.		    ก. ข. ค. ง.
10.		    ก. ข. ค. ง.

11.		    ก. ข. ค. ง.
12.		    ก. ข. ค. ง.
13.		    ก. ข. ค. ง.
14.		    ก. ข. ค. ง.
15.		    ก. ข. ค. ง.

16.		   
17.		   
18.		   
19.		   
20.		   

21.		    ก. ข. ค. ง.
22.		    ก. ข. ค. ง.
23.		    ก. ข. ค. ง.
24.		    ก. ข. ค. ง.
25.		    ก. ข. ค. ง.

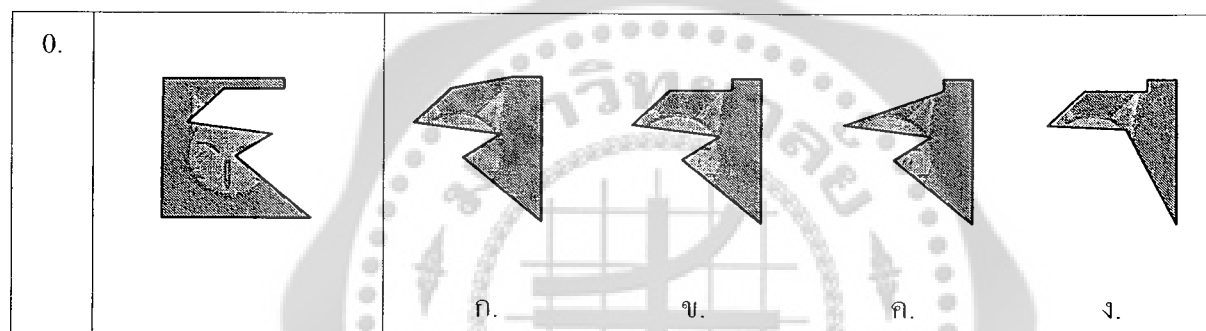
26.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
27.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
28.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
29.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
30.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

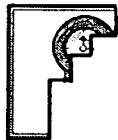
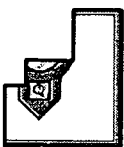
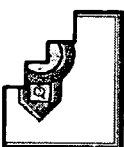
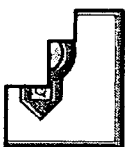
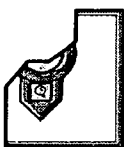
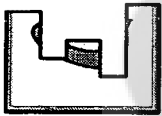
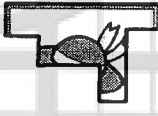
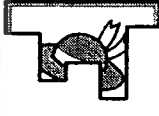
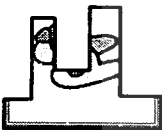
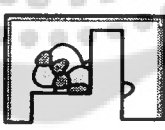
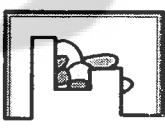
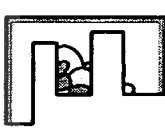
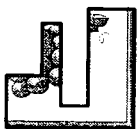
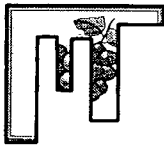
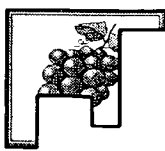
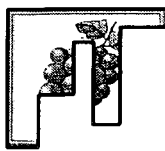
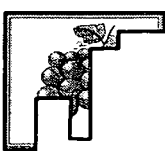
คำชี้แจง

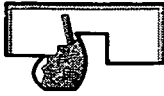
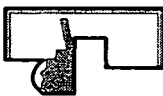
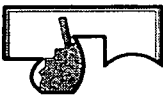
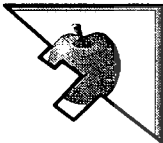
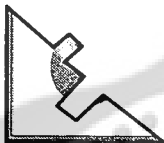
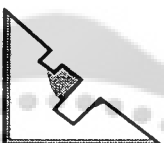
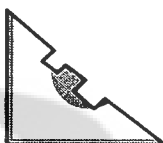
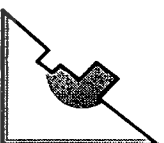
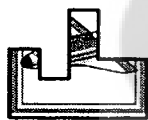
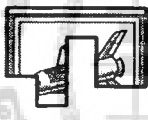
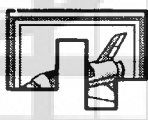
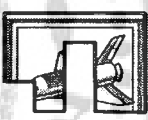
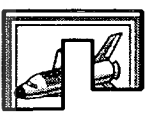
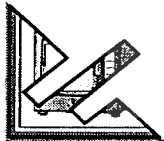
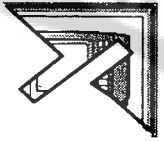
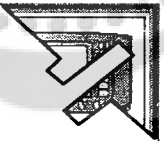
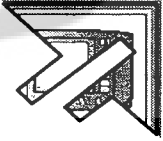
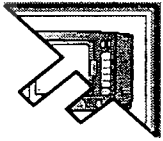
1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 10 นาที
2. ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพเป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพที่ไม่สมบูรณ์ให้แล้วให้หาภาพขาดหายไปคือภาพอะไร

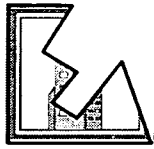
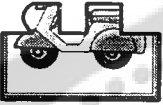
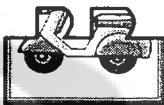
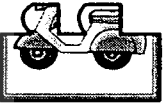
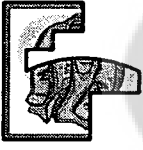
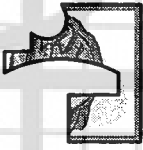
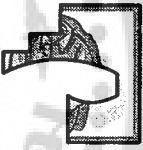
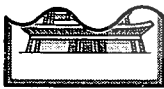
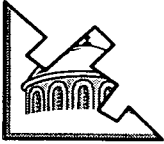
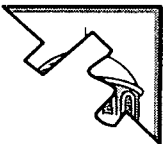
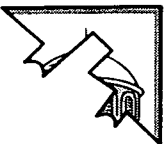
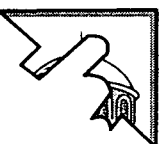
ตัวอย่าง

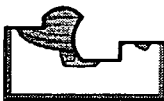
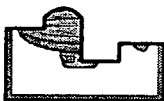
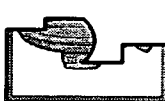
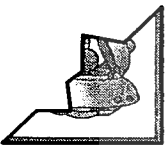
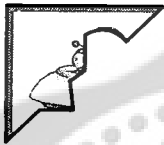
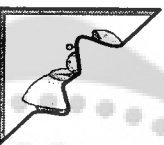
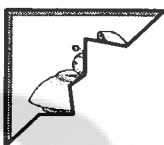
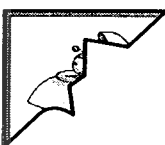
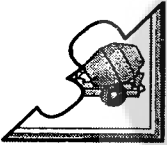
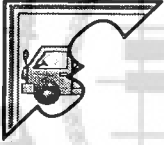
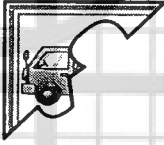
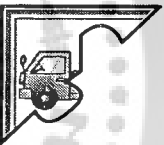
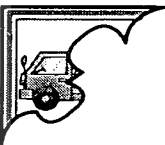
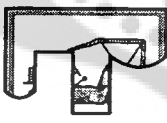
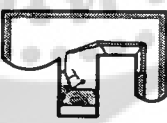
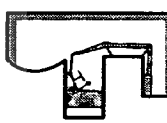
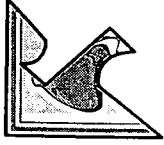
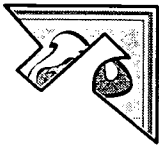
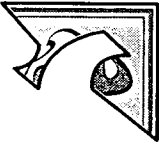
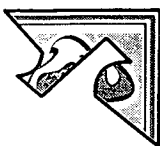


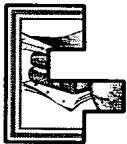
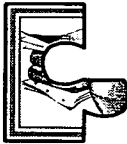
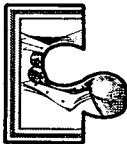
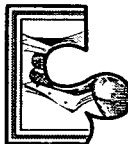
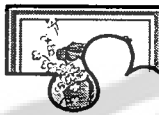
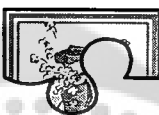
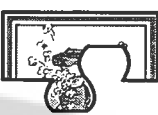
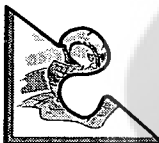
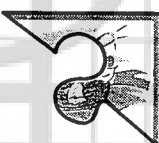
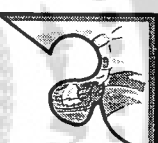
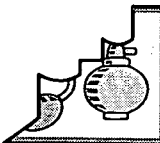
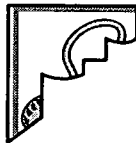
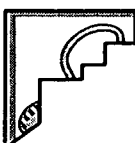
เฉลย ข.

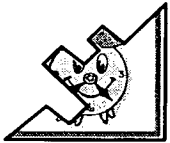
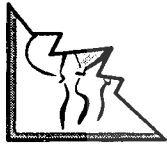
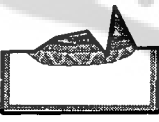
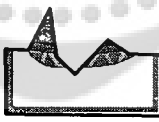
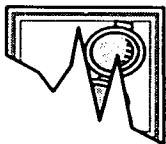
1.		    ก. ข. ค. ง.
2.		    ก. ข. ค. ง.
3.		    ก. ข. ค. ง.
4.		    ก. ข. ค. ง.
5.		    ก. ข. ค. ง.

6.		    ก. ข. ค. ง.
7.		    ก. ข. ค. ง.
8.		    ก. ข. ค. ง.
9.		    ก. ข. ค. ง.
10.		    ก. ข. ค. ง.

11.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
12.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
13.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
14.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
15.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.

16.		    ก. ข. ค. ง.
17.		    ก. ข. ค. ง.
18.		    ก. ข. ค. ง.
19.		    ก. ข. ค. ง.
20.		    ก. ข. ค. ง.

21.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
22.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
23.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
24.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
25.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.

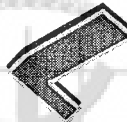
26.		   
27.		   
28.		   
29.		   
30.		   

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

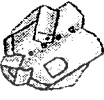
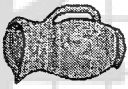
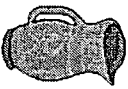
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 10 นาที
2. ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพเป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ แล้วให้พิจารณาว่าเมื่อหมุนภาพในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา โดยที่ขนาดและรูปร่างไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยจะได้ภาพใด

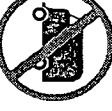
ดังตัวอย่าง

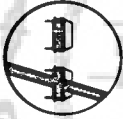
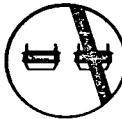
0.	    
	ก. ข. ค. ง.

เฉลย ข.

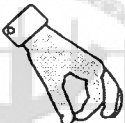
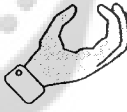
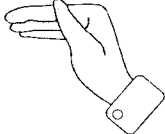
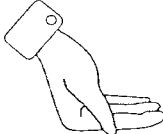
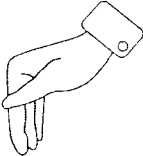
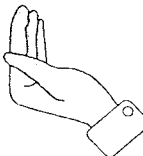
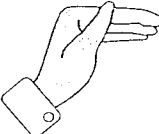
1.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
2.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
3.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
4.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
5.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.

6.		   	ก. ข. ค. ง.
7.		   	ก. ข. ค. ง.
8.		   	ก. ข. ค. ง.
9.		   	ก. ข. ค. ง.
10.		   	ก. ข. ค. ง.

11.					
		ก.	ข.	ค.	ง.
12.					
		ก.	ข.	ค.	ง.
13.					
		ก.	ข.	ค.	ง.
14.					
		ก.	ข.	ค.	ง.
15.					
		ก.	ข.	ค.	ง.

16.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
17.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
18.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
19.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.
20.		 ก.	 ข.	 ค.	 ง.

21.		   	ก. ข. ค. ง.
22.		   	ก. ข. ค. ง.
23.		   	ก. ข. ค. ง.
24.		   	ก. ข. ค. ง.
25.		   	ก. ข. ค. ง.

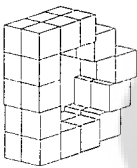
26.					
		ก.	ข.	ค.	ง.
27.					
		ก.	ข.	ค.	ง.
28.					
		ก.	ข.	ค.	ง.
29.					
		ก.	ข.	ค.	ง.
30.					
		ก.	ข.	ค.	ง.

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

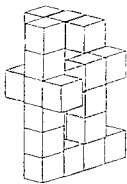
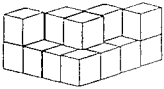
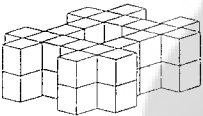
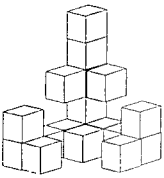
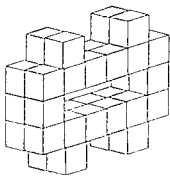
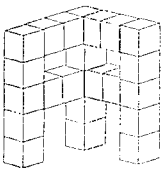
คำชี้แจง

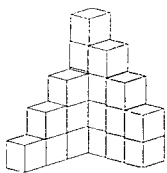
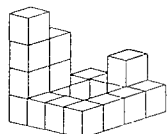
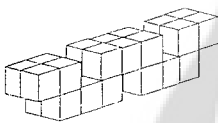
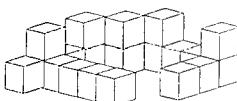
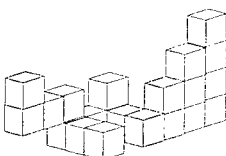
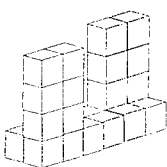
1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 10 นาที
2. ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์เป็นแบบทดสอบที่นำลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบตอบโดยการใช้จินตนาการนับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง

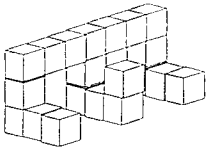
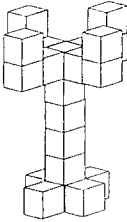
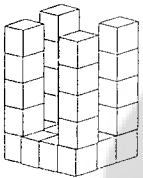
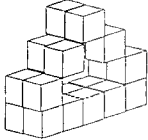
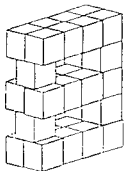
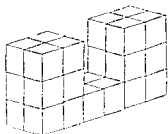
ดังตัวอย่าง

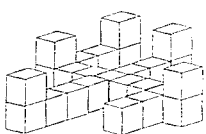
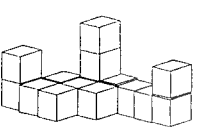
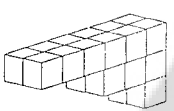
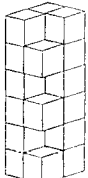
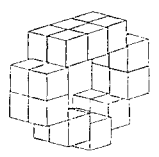
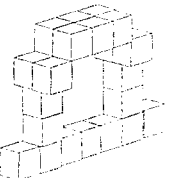
0.		ก. 24 ข. 25 ค. 26 ง. 27
----	--	--

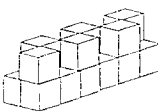
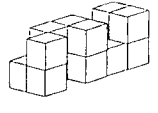
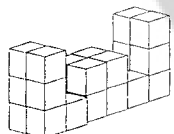
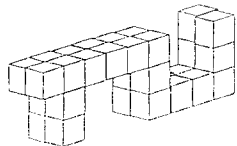
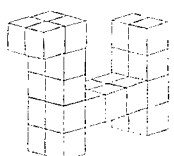
เฉลย ข.

1.		ก. 18 ข. 19 ค. 21 ง. 22
2.		ก. 15 ข. 17 ค. 19 ง. 20
3.		ก. 35 ข. 37 ค. 39 ง. 40
4.		ก. 14 ข. 16 ค. 19 ง. 20
5.		ก. 36 ข. 38 ค. 39 ง. 41
6.		ก. 18 ข. 20 ค. 21 ง. 23

7.		ก. 15 ข. 17 ค. 20 ง. 22
8.		ก. 18 ข. 19 ค. 21 ง. 23
9.		ก. 20 ข. 26 ค. 29 ง. 30
10.		ก. 16 ข. 18 ค. 20 ง. 22
11.		ก. 18 ข. 21 ค. 23 ง. 25
12.		ก. 16 ข. 18 ค. 24 ง. 25

13		ก. 20 ข. 21 ค. 23 ง. 28
14		ก. 15 ข. 17 ค. 20 ง. 22
15.		ก. 26 ข. 28 ค. 29 ง. 32
16.		ก. 20 ข. 22 ค. 24 ง. 23
17.		ก. 21 ข. 25 ค. 28 ง. 30
18.		ก. 25 ข. 28 ค. 30 ง. 31

19.		ก. 19 ข. 22 ค. 25 ง. 28
20.		ก. 15 ข. 16 ค. 20 ง. 23
21.		ก. 20 ข. 24 ค. 25 ง. 27
22.		ก. 18 ข. 20 ค. 21 ง. 24
23.		ก. 17 ข. 20 ค. 22 ง. 25
24.		ก. 17 ข. 18 ค. 21 ง. 22

25.		ก. 17 ข. 18 ค. 19 ง. 20
26.		ก. 15 ข. 18 ค. 19 ง. 21
27.		ก. 13 ข. 16 ค. 17 ง. 20
28.		ก. 14 ข. 16 ค. 19 ง. 24
29.		ก. 27 ข. 30 ค. 34 ง. 36
30.		ก. 23 ข. 24 ค. 25 ง. 26

ภาคผนวก ค
คุณภาพเครื่องมือ



ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	.624	.622	คัดลอกไว้	21	.677	.582	คัดลอกไว้
2	.664	.432	คัดลอกไว้	22	.765	.485	ใช้ได้
3	.416	.612	คัดลอกไว้	23	.751	.488	ใช้ได้
4	.677	.508	คัดลอกไว้	24	.704	.472	คัดลอกไว้
5	.630	.484	คัดลอกไว้	25	.698	.255	ใช้ได้
6	.691	.411	คัดลอกไว้	26	.671	.525	คัดลอกไว้
7	.644	.397	คัดลอกไว้	27	.758	.447	ใช้ได้
8	.698	.289	ใช้ได้	28	.704	.325	ใช้ได้
9	.684	.485	คัดลอกไว้	29	.571	.771	คัดลอกไว้
10	.711	.422	คัดลอกไว้	30	.518	.456	คัดลอกไว้
11	.684	.412	คัดลอกไว้	31	.751	.464	คัดลอกไว้
12	.731	.444	ใช้ได้	32	.644	.375	คัดลอกไว้
13	.677	.485	คัดลอกไว้	33	.424	.716	คัดลอกไว้
14	.718	.413	ใช้ได้	34	.677	.580	คัดลอกไว้
15	.698	.419	คัดลอกไว้	35	.610	.409	คัดลอกไว้
16	.691	.558	คัดลอกไว้	36	.698	.435	คัดลอกไว้
17	.738	.522	ใช้ได้	37	.677	.469	คัดลอกไว้
18	.698	.491	คัดลอกไว้	38	.664	.273	ใช้ได้
19	.698	.441	คัดลอกไว้	39	.718	.404	คัดลอกไว้
20	.704	.437	คัดลอกไว้	40	.504	.657	คัดลอกไว้

ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	.686	.481	คัดเลือกไว้	21	.820	.310	ตัดทิ้ง
2	.666	.477	คัดเลือกไว้	22	.713	.386	คัดเลือกไว้
3	.566	.649	คัดเลือกไว้	23	.481	.716	คัดเลือกไว้
4	.660	.436	คัดเลือกไว้	24	.773	.401	คัดเลือกไว้
5	.701	.440	คัดเลือกไว้	25	.733	.456	คัดเลือกไว้
6	.666	.432	คัดเลือกไว้	26	.700	.503	คัดเลือกไว้
7	.706	.483	คัดเลือกไว้	27	.580	.733	คัดเลือกไว้
8	.680	.390	คัดเลือกไว้	28	.680	.701	คัดเลือกไว้
9	.740	.245	ใช้ได้	29	.806	.378	ตัดทิ้ง
10	.713	.301	คัดเลือกไว้	30	.800	.216	ตัดทิ้ง
11	.813	.200	ตัดทิ้ง	31	.740	.375	คัดเลือกไว้
12	.693	.428	คัดเลือกไว้	32	.780	.240	ใช้ได้
13	.673	.473	คัดเลือกไว้	33	.706	.395	คัดเลือกไว้
14	.813	.201	ตัดทิ้ง	34	.733	.368	คัดเลือกไว้
15	.720	.461	คัดเลือกไว้	35	.786	.274	คัดเลือกไว้
16	.720	.333	คัดเลือกไว้	36	.740	.261	คัดเลือกไว้
17	.690	.471	คัดเลือกไว้	37	.773	.291	คัดเลือกไว้
18	.700	.358	คัดเลือกไว้	38	.746	.168	ตัดทิ้ง
19	.733	.251	คัดเลือกไว้	39	.866	.302	ตัดทิ้ง
20	.760	.414	คัดเลือกไว้	40	.853	.366	ตัดทิ้ง

ตารางแสดงค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	.800	.433	ตัดทิ้ง	21	.673	.373	คัดเลือกไว้
2	.693	.207	ใช้ได้	22	.640	.477	คัดเลือกไว้
3	.713	.432	คัดเลือกไว้	23	.693	.427	คัดเลือกไว้
4	.773	.304	ใช้ได้	24	.633	.423	คัดเลือกไว้
5	.626	.503	คัดเลือกไว้	25	.540	.731	คัดเลือกไว้
6	.460	.203	ใช้ได้	26	.700	.426	คัดเลือกไว้
7	.706	.423	คัดเลือกไว้	27	.713	.625	คัดเลือกไว้
8	.680	.253	คัดเลือกไว้	28	.693	.546	คัดเลือกไว้
9	.700	.592	คัดเลือกไว้	29	.633	.665	คัดเลือกไว้
10	.673	.307	ใช้ได้	30	.680	.387	คัดเลือกไว้
11	.773	.390	คัดเลือกไว้	31	.726	.350	คัดเลือกไว้
12	.693	.449	คัดเลือกไว้	32	.700	.324	คัดเลือกไว้
13	.713	.432	คัดเลือกไว้	33	.773	.332	ใช้ได้
14	.706	.427	คัดเลือกไว้	34	.633	.436	คัดเลือกไว้
15	.746	.425	คัดเลือกไว้	35	.646	.364	คัดเลือกไว้
16	.706	.433	คัดเลือกไว้	36	.753	.277	ใช้ได้
17	.449	.546	คัดเลือกไว้	37	.720	.386	คัดเลือกไว้
18	.740	.251	ใช้ได้	38	.626	.153	ตัดทิ้ง
19	.706	.326	คัดเลือกไว้	39	.716	.312	คัดเลือกไว้
20	.680	.396	คัดเลือกไว้	40	.786	.338	ใช้ได้

ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	.700	.486	คัดเลือกไว้	21	.660	.463	คัดเลือกไว้
2	.680	.617	คัดเลือกไว้	22	.720	.437	คัดเลือกไว้
3	.500	.664	คัดเลือกไว้	23	.740	.470	คัดเลือกไว้
4	.713	.461	คัดเลือกไว้	24	.700	.332	คัดเลือกไว้
5	.673	.455	คัดเลือกไว้	25	.693	.289	ใช้ได้
6	.740	.202	ใช้ได้	26	.680	.466	คัดเลือกไว้
7	.646	.385	คัดเลือกไว้	27	.746	.409	คัดเลือกไว้
8	.680	.316	ใช้ได้	28	.646	.337	คัดเลือกไว้
9	.706	.378	ใช้ได้	29	.746	.411	ใช้ได้
10	.666	.455	คัดเลือกไว้	30	.713	.344	ใช้ได้
11	.713	.369	ใช้ได้	31	.733	.417	ใช้ได้
12	.316	.746	คัดเลือกไว้	32	.606	.669	คัดเลือกไว้
13	.693	.412	คัดเลือกไว้	33	.760	.358	ใช้ได้
14	.416	.262	คัดเลือกไว้	34	.660	.576	คัดเลือกไว้
15	.713	.436	คัดเลือกไว้	35	.660	.528	คัดเลือกไว้
16	.700	.484	คัดเลือกไว้	36	.693	.504	คัดเลือกไว้
17	.700	.483	คัดเลือกไว้	37	.713	.404	คัดเลือกไว้
18	.686	.465	คัดเลือกไว้	38	.633	.249	ใช้ได้
19	.633	.375	คัดเลือกไว้	39	.760	.375	คัดเลือกไว้
20	.686	.417	คัดเลือกไว้	40	.746	.419	คัดเลือกไว้

ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	.723	.334	คัดเลือกไว้	21	.285	.706	คัดเลือกไว้
2	.693	.285	ใช้ได้	22	.673	.404	คัดเลือกไว้
3	.766	.286	ใช้ได้	23	.733	.453	คัดเลือกไว้
4	.726	.299	คัดเลือกไว้	24	.693	.287	ใช้ได้
5	.720	.423	คัดเลือกไว้	25	.693	.526	คัดเลือกไว้
6	.786	.180	ตัดทิ้ง	26	.686	.404	คัดเลือกไว้
7	.653	.372	คัดเลือกไว้	27	.740	.468	คัดเลือกไว้
8	.666	.346	คัดเลือกไว้	28	.586	.708	คัดเลือกไว้
9	.726	.258	ใช้ได้	29	.726	.364	คัดเลือกไว้
10	.620	.508	คัดเลือกไว้	30	.706	.209	ใช้ได้
11	.746	.316	คัดเลือกไว้	31	.600	.482	คัดเลือกไว้
12	.640	.498	คัดเลือกไว้	32	.566	.375	คัดเลือกไว้
13	.713	.326	คัดเลือกไว้	33	.800	.286	ใช้ได้
14	.666	.389	คัดเลือกไว้	34	.640	.381	คัดเลือกไว้
15	.733	.457	คัดเลือกไว้	35	.713	.232	ใช้ได้
16	.706	.407	คัดเลือกไว้	36	.768	.376	คัดเลือกไว้
17	.666	.450	คัดเลือกไว้	37	.746	.336	คัดเลือกไว้
18	.673	.445	คัดเลือกไว้	38	.600	.332	คัดเลือกไว้
19	.573	.424	คัดเลือกไว้	39	.800	.231	ใช้ได้
20	.666	.405	คัดเลือกไว้	40	.486	.347	ใช้ได้



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายโกเมนทร์ พรหมณี
วัน เดือน ปี เกิด	29 มีนาคม 2519
สถานที่เกิด	ตำบลบ้านห้วยยายจิว อำเภอเทพสถิต จังหวัดชัยภูมิ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	97/2 แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	97/2 โรงเรียนประสานสามัคคี แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2532	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านห้วยยายจิว
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบำเหน็จณรงค์วิทยาคม
พ.ศ. 2538	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ช่างไฟฟ้ากำลัง) วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
พ.ศ. 2540	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ช่างไฟฟ้ากำลัง) วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
พ.ศ. 2542	การศึกษามัธยมศึกษา(วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
พ.ศ. 2550	การศึกษามหาบัณฑิต(การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ