

การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพ
รูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ

บทคัดย่อ
ของ
ปิยะรัตน์ โพธิ์บัติ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2549

ปิยะรัตน์ โพธิ์บัด. (2549). การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
มิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ. ปรินูญานพนธ์
กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ แสดงหลักฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนในเครือคณะภคินีพระ
หฤทัยของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพฯ ฯ ในกรุงเทพมหานครและจังหวัดนนทบุรี จำนวน 26 ห้องเรียน
จำนวน 1,233 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพ
รูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ

ผลการศึกษา มีดังนี้

1. การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีเปรียบเทียบกลุ่มต่างของ
แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ โดยใช้นักเรียนที่มี
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ พบว่า คะแนนของแบบทดสอบ
มิตีสัมพันธ์ทั้งสองฉบับของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีค่าสูงกว่าของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ในทุกระดับชั้น และการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง
เชิงโครงสร้างโดยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยในแต่ละฉบับมีค่า .378 ถึง
.587 และ .421 ถึง .745 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าสหสัมพันธ์ของส่วนย่อยระหว่างฉบับที่สมนัยกันมีค่า
ตั้งแต่ .115 ถึง .291 ข้อค้นพบทั้งสองวิธีดังกล่าว เป็นการแสดงหลักฐานว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับอีก
วิธีหนึ่ง คือ การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วย
โปรแกรม LISREL พบว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างในการวัดมิตีสัมพันธ์
โดยโมเดลอันดับสอง (Second order) มีความสอดคล้องเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Model fit)

2. การแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต
และแบบพับกระดาษ เมื่อคำนวณด้วยสูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ .8265 และ .9008 ตามลำดับ และ
เมื่อคำนวณด้วยสูตร r_b มีค่าเท่ากับ .8299 และ .9054 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ .70 เป็น
การบ่งชี้ว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีหลักฐานความเชื่อมั่นสูง

VALIDITY AND RELIABILITY EVIDENCE OF GEOMETRIC SHAPE CUTTING AND
PAPER FOLDING SPACIAL RELATIONSHIP TEST

AN ABSTRACT
BY
PIYARAT POTIBAT

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

May 2006

Piyarat Potibat . (2006). *Validity and Reliability Evidence of Geometric Shape Cutting and Paper Folding Special Relationship Tests*. M.Ed. (Educational Measurement).

Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee:
Assoc. Prof. Dr. Boonchird Pinyoanuntapong, Assoc. Prof. Nipa Sripirot.

The purpose of this study was to present the validity and reliability evidence of geometric shape cutting and paper folding special relationship tests. The samples were 1,233 Matthayomsuksa 4-6 students of 26 classes in schools under the Bangkok Hearted Sister of Jesus Group in Bangkok and Nonthaburi, in second semester of academic year 2005. Tools used in the research comprised geometric shape cutting and paper folding special relationship tests.

The results of study revealed that

1. Regarding the construct validity evidence by the different group comparative method of geometric shape cutting and paper folding special relationship tests with high and low learning achievement students, it was found that the scores of both special relationship tests with high learning achievement students were higher than those of low learning achievement students with statistical significance at the level of .01 in all years of study. When considering the correlation coefficients of items in each test, they were from .378 to .587 and from .421 to .745 respectively, and higher than the correlations of items between the tests from .115 to .291. According to the findings of both methods, it was evidence that the construct validity of geometric shape cutting and paper folding special relationship tests was congruent with another method, namely, the construct validity by the use of confirmatory factor analysis with LISREL Program. It was also found that the construct validity in measuring special relationships by second order model of both tests was congruent and suitable for empirical data (model fit).

2. For the reliability evidence of geometric shape cutting and paper folding special relationship tests when using KR-20 formula, the reliabilities were .8265 and .9008 respectively. When using r_B formula, they were .8299 and .9054 respectively, and higher than the criterion of .70. The findings showed that the reliability evidence of both test were high.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางและแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ และ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง และอาจารย์ ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจงที่ร่วมเป็นกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์และได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณะผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครูอาจารย์โรงเรียนต่างๆ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและขอใจนักเรียน

ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษาทุกท่าน ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน และให้ความรู้ทางด้านวิชาการ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามถึง ณ ที่นี้ ที่สนับสนุนทางกำลังใจ และให้การช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณตา คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้ความเมตตา ช่วยเหลือ สนับสนุนด้านการศึกษาดำเนินมา ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกท่านที่ช่วยเป็นกำลังใจและห่วงใยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณคุณตา บิดา มารดาและพระคุณครู-อาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ผู้วิจัยมีความรู้และประสบความสำเร็จในการศึกษา

ปิยะรัตน์ โพธิบัติ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	3
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ความสามารถทางสมอง.....	6
รูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	24
แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต.....	27
แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ.....	29
ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ.....	31
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ.....	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ.....	51
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	53
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	53
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	54
วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ.....	58
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	73
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	73
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	73
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	74
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	74
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
อภิปรายผล.....	76
ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	79
ภาคผนวก.....	86
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายชื่อ.....	87
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบทดสอบแบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต.....	92
ตัวอย่างแบบทดสอบแบบพับกระดาษ	
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	95
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	97

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....	54
2 จำนวน(ร้อยละ)ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 โดยแบ่งตามเกรด เฉลี่ยกลุ่มสูง(มากกว่า 3.50),กลุ่มกลาง(มากกว่า 2.50และน้อยกว่า 3.50) และ กลุ่มต่ำ(น้อยกว่า 2.50).....	65
3 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบทดสอบพับ กระดาษโดยแบ่งเป็นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 — 6 และแบ่งเป็นฉบับ.....	66
4 ค่าเปรียบเทียบกลุ่มต่างระหว่างนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยมากกว่า 3.50 (กลุ่มสูง) และนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยน้อยกว่า 2.50 (กลุ่มต่ำ)ของแบบทดสอบเฉลี่ยน้อยกว่า 2.50(กลุ่มต่ำ)ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต.....	67
5 ค่าเปรียบเทียบกลุ่มต่างระหว่างนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยมากกว่า 3.50 และ นักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยน้อยกว่า 2.50 ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับ- กระดาษ.....	68
6 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบ แยกภาพรูปทรงเรขาคณิตระหว่างแบบทดสอบพับกระดาษ.....	69
7 ผลการวิเคราะห์หิวเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองที่มีแบ่งเป็น 5 ส่วน ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต(ฉบับที่ 1)และ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษ (ฉบับที่ 2).....	71
8 ค่าความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบทดสอบแยกภาพรูปทรง เรขาคณิตและแบบทดสอบพับกระดาษ ด้วยสูตร KR-20 และสูตรสัมประสิทธิ์ r_B (N=1,233)	72
9 ตารางแสดงค่าความยากง่าย,ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบ แยกภาพรูปทรงเรขาคณิต.....	88
10 ตารางแสดงค่าความยากง่าย,ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบ พับกระดาษ.....	90

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โครงสร้างทางเขาวนปัญญาทฤษฎีลำดับขั้นของเบริท์ เวอร์นอน และฮัมเฟรย์	12
2 โครงสร้างทางเขาวนปัญญาของกิลฟอร์ด	14
3 Isometric Drawing. และ Angles of Isometric Drawing	28
4 การพับกระดาษ	30
5 การพับกระดาษ	30
6 ขั้นตอนดำเนินการสร้างเครื่องมือ	57
7 โมเดลผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ.....	70

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา มีความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมไทยในการดำรงชีวิตความสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข การจัดการศึกษายึดหลักการว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ถือว่า “ ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ” การวัดประเมินการเรียนรู้ให้พิจารณาประเมินผู้เรียนจากพัฒนาการ ความประพฤติดการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่กันไปในกระบวนการเรียนการสอนอย่างเหมาะสมกับระดับและรูปแบบการศึกษา และนำผลการวัดประเมินดังกล่าวมาใช้ประกอบการพิจารณาในการจัดสรรโอกาสเข้าศึกษาต่อด้วยวิธีการหลากหลายอันเป็นหนทางที่จะพัฒนาส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด เป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุข (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ .2545 : 43)

เด็กแต่ละคนย่อมมีความรู้ความสามารถแตกต่างกันเสมอ เช่น บางคนอาจเก่งทางภาษาและบางคนอาจอ่อนวิชาเลข หรือกลับกันก็ได้ แม้ในหมวดวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกันก็อาจมีเด็กบางคนเก่งในด้านทักษะแต่อ่อนในด้านเหตุผลก็มี ฉะนั้นถ้าครูสามารถรู้สถานภาพของเขาแล้ว ก็อาจแยกนักเรียนเหล่านั้นได้เป็นกลุ่ม ๆ ตามนั้นได้ และจัดกระบวนการสอนให้เหมาะสมกับความถนัดตามสภาพของเขา ก็จะเป็นวิธีช่วยให้ทุกฝ่ายประสบความสำเร็จโดยราบรื่นยิ่งขึ้น การจัดกลุ่มนักเรียนตามความหมายนี้มีได้หมายถึงการคัดเด็กเก่งและอ่อนให้แยกกันอยู่คนละห้องดังที่มักเข้าใจกัน ซึ่งเป็นการกระทำผิดและบังเกิดโทษมากกว่าคุณ ตามความจริงนั้น การจัดนักเรียนในแต่ละห้องควรจะให้มีปนคละกันทั้งเด็กอ่อนและเด็กเก่ง เสมือนกับทำห้องเรียนนั้นให้มีสภาพคล้ายกับโลกย่อส่วน ซึ่งประกอบด้วยมนุษย์ที่เด่นและด้อยทั้งสองชนิด ฉะนั้นตามที่ตำราวิชาการศึกษากล่าวมาครุควรใช้ผลการสอบไปแยกประเภทนักเรียนนั้น จึงหมายถึงการใช้ผลการสอบจากแบบทดสอบความถนัดไปจัดกลุ่มเด็กเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ดีขึ้น จนเต็มกำลังความสามารถของเขาเป็นราย ๆ ไป เพื่อเปิดโอกาสให้แต่ละคนได้เป็นทั้งผู้นำและผู้ตามทั่ว ๆ กัน ได้ช่วยเหลือกันในบางเรื่องบางวิชาเป็นสำคัญ มิใช่หมายความว่าถ้าใครเป็นเด็กอ่อนก็ให้ไปรวมกับกลุ่มเด็กอ่อนทั้งหมดโดยแยกเป็นห้องเก่งและห้องไม่เก่งก็ห้ามมิได้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 23 -24) จากความเชื่อว่า บุคคลใดจะเรียนรู้สิ่งใดได้ผลดีก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจและมีความถนัดทางนั้น ในทางกลับกันถ้าได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนขาดความสนใจและไม่มีความถนัดแล้วย่อมเป็นการยากที่จะประสบความสำเร็จ(ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 117)ด้วยเหตุผลนี้การศึกษาในปัจจุบัน จึงให้ความสำคัญต่อการวัดความถนัดทางการเรียน

มากขึ้น (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. 2530 : 1) ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้จากการวัดมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กล่าวคือ เพื่อนำผลที่ได้จากการวัดมาใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้ของบุคคลนั้นให้ สอดคล้องกับความสามารถของเขาและให้มีผลสัมฤทธิ์สูงสุด ทั้งนี้ เพื่อสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่สุดที่โรงเรียนพึงกระทำก็คือการช่วยส่งเสริม

นักเรียนแต่ละคน ให้พัฒนาขึ้นจนบรรลุถึงความสำเร็จในขั้นสูงสุดเท่าที่ความสามารถของเขาจะพึงมี

ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับชั้น การจัดบทเรียนนั้นถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง นักเรียนแต่ละคนมีจุดมุ่งหมายของการเรียนแตกต่างกัน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายก็เช่นเดียวกันต่างก็มีจุดมุ่งหมายคล้ายกัน ก็คือ การได้เข้าเรียนในระดับมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียง ฉะนั้นการเรียนในบทเรียนเพียงอย่างเดียวคงไม่เพียงพอสำหรับนักเรียน การทดสอบวัดความถนัดทางด้านต่าง ๆ ก็มีส่วนในการสอบบางรายวิชาหรือบางคณะ และแบบทดสอบมิตติสัมพันธ์นี้ก็เป็นแบบทดสอบอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความหลากหลาย แบบทดสอบมิตติสัมพันธ์ที่ปรากฏใช้กันในแบบทดสอบเชาว์ปัญญาและความถนัด ได้แก่ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ และพับกล่อง(สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์.2530 : 9) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เกี่ยวกับวัดเชาว์ปัญญาและความถนัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่แปลและดัดแปลงจากต่างประเทศ (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ.2522 : 9) แบบทดสอบวัดมาตรฐานเชาว์ปัญญาและความถนัดที่มีแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิตติสัมพันธ์อยู่ด้วย เช่น แบบทดสอบ DAT (Differential Aptitude Tests) แบบทดสอบ CTMM (California Test of Mental Maturity) แบบทดสอบ PMA (Primary Mental Ability)(สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ .2530 :241) และแบบทดสอบมิตติสัมพันธ์ที่มีชื่อเสียงมากฉบับหนึ่ง แบบทดสอบ Revised Minnesota Paper Form Board เป็นแบบทดสอบที่มีประโยชน์ในการทำนายผลการทำงาน และการปฏิบัติจริงในวิชาวิศวกรรมศาสตร์ได้ดีพอๆ กับครูเป็นผู้ประเมินผลการปฏิบัติงาน (Alken.1985 : 237 – 238) จากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการแสดงผลฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ โดยใช้เนื้อหาของแบบทดสอบมิตติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ ตามแนวของลีออน แอนเดอร์สัน (Leon Anderdon.2000:4-14) ด้วยการเปรียบเทียบกลุ่มต่าง การหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายใน การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม LISREL และค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน และสูตรสัมประสิทธิ์ r_B กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิตติสัมพันธ์ และเพื่อเป็นประโยชน์ในการวัดความสามารถด้านมิตติสัมพันธ์ของนักเรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและ แบบพับกระดาษ โดยมีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ
 - 1.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีเปรียบเทียบกลุ่มต่างกัน
 - 1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายใน
 - 1.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยโปรแกรม LISREL
2. เพื่อแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 - 2.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณด้วยสูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน(KR-20)
 - 2.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณด้วยสูตรสัมประสิทธิ์ r_B

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ ว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ทั้งสองฉบับสามารถที่จะนำมาใช้ได้อย่างมีคุณภาพเพียงไร อันจะเป็นประโยชน์ต่อครูที่จะนำไปทดสอบความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์ของนักเรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนในเครือคณะภคินีพระหฤทัยของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพฯ ในกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ทั้งหมด 6 โรงเรียน จำนวน 44 ห้องเรียน 2,532 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนในเครือคณะภคินี

พระหฤทัยของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพฯ ในกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ทั้งหมด 6 โรงเรียน จำนวน 26 ห้องเรียน 1,233 คน เลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และโดยให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลในการรับรู้ จินตนาการ มองเห็นและเข้าใจเกี่ยวกับมิติต่างๆ ของวัตถุหรือรูปทรงต่างๆ ที่คงที่และเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง รูปทรงและตำแหน่งทิศทางไปจากเดิม ที่เกิดจากการแยก รวม ซ้อน หมุน หรือซ้อนทับกัน ตลอดจนการจำแนกและมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา 2 แบบด้วยกัน คือ

1.1 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความสามารถในการมองภาพรูปทรงเรขาคณิตที่แยกภาพรูปทรงเรขาคณิตได้ถูกต้องอย่างรวดเร็ว

1.2 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบการพับกระดาษ หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถในการมองภาพว่า ถ้าเอาภาพนั้นมาพับและตัดภาพตามกำหนดให้ เมื่อคลี่ภาพนั้นออกมาตามเดิมจะมีลักษณะเป็นเช่นไร

2. การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง การแสดงหลักฐานจากการลงความเห็นว่ แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงตามที่ต้องการวัดโดยใช้การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีเปรียบเทียบกลุ่มต่าง หมายถึง การเปรียบเทียบคะแนนของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษโดยเปรียบเทียบกลุ่มนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยสูงกว่า 3.50 เป็นกลุ่มที่มีความถนัดสูงและนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 2.50 เป็นกลุ่มที่มีความถนัดต่ำ แล้วนำคะแนนของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test ทดสอบเป็นรายฉบับที่ระดับชั้น

2.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หมายถึง การหาค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบทดสอบพับกระดาษแต่ละฉบับมาที่แบ่งเป็น 5 ส่วนแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในฉบับและระหว่างฉบับด้วยสูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

2.3 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายถึง การแบ่งแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็น 5 ส่วนแล้วใช้แต่ละส่วนเป็นตัวชี้วัด ในการวัดโครงสร้างความสามารถในการแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและความสามารถในการพับกระดาษโดยโครงสร้างทั้งสองนี้เป็นองค์ประกอบของมิติสัมพันธ์และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อยืนยันองค์ประกอบอันดับที่ 2 โดยใช้โปรแกรม LISREL

3. การแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง การปลอดจากความคลาดเคลื่อนโดยพิจารณาค่าสัดส่วนของความแปรปรวนของคะแนนจริงต่อความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร KR-20 และสูตรสัมประสิทธิ์ r_B

4. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิทางการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป ทางด้านการวัดผลการศึกษาหรือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาและรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถทางสมอง
 - 1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง
 - 1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมอง
 - 1.3 การวัดความสามารถทางสมอง
2. รูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์
3. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต
4. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบภาพพับกระดาษ
5. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
6. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
7. งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง
8. งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

1. ความสามารถทางสมอง

1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง

ความสามารถทางสมอง ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยา พยายามที่จะอธิบายความหมายและโครงสร้างของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ในลักษณะต่าง ๆ กัน บ้างเรียกว่า สมรรถภาพทางสมอง (Mental ability) บ้างก็เรียกเชาวน์ปัญญา หรือสติปัญญา (Intelligence) บ้างเรียกว่า ความถนัด (Aptitude) ซึ่งความสามารถทางสมองของมนุษย์นั้นมีความสามารถแตกต่างกันของแต่ละบุคคลจึงทำให้นักการศึกษาหรือนักจิตวิทยา พยายามที่จะวัดความสามารถของคนในวัยต่างๆ โดยถ้ามุ่งวัดความสามารถในภาพรวมมีคะแนนที่ใช้พิจารณาตัวเดียว เรียกว่า ไอคิว เป็นการวัดเชาวน์ปัญญาแต่ถ้าแยกวัดความสามารถเป็นด้านๆมีคะแนนพิจารณาในแต่ละด้านจะเป็นการวัดความถนัด ดังนั้นความหมายของความสามารถทางสมอง จึงมีผู้กล่าวไว้ดังนี้ การ์เรทท์ (Garrett. 1965 : 131) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิดแต่ไม่ปรากฏออกมาให้เห็นในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ต่อมาครอนบัค (Cronbach. 1970 : 212) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถทางสมองที่ร่วมกันทำงานเพื่อเพิ่มพูนความสำเร็จในกิจกรรมทางปัญญา ซึ่งคัลเทิลล์ (Cattell. 1950 : 478) ให้ความหมายว่า เป็นพฤติกรรม

ทางสมองของมนุษย์แบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้สองลักษณะคือ ฟลูอิด อบิลิตี้ (Fluid Ability) เป็นสติปัญญาที่เป็นอิสระปราศจากการเรียนรู้และประสบการณ์ แต่เป็นผลมาจากพันธุกรรมหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิด สมรรถภาพสมองด้านนี้จะมีแทรกอยู่ในทุกอิริยาบถของกิจกรรมทางสมอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิดหรือการแก้ปัญหาก็ตาม เช่น ความสามารถในการใช้เหตุผล การมองเห็นความสัมพันธ์ เป็นต้น และอีกลักษณะหนึ่ง คริสตอลไลซ์ อบิลิตี้ (Crystallize Ability) กล่าวว่า เป็นสติปัญญาที่เป็นผลของประสบการณ์และการเรียนรู้สติปัญญาประเภทนี้มักจะมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีประสบการณ์มากขึ้นซึ่งคิมเบล (อาร์ สุธิพันธ์ . 2521 : 203 - 204 ; อ้างอิงจาก Kimble. 1961) ให้ความหมายว่า เป็นผลงานของความสามารถ 5 อย่าง คือ 1) ความสามารถในการใช้กระบวนการที่เกี่ยวกับสัญลักษณ์ (Symbol) 2) ความสามารถในการคิดหาเหตุผล (Reasoning Thinking) 3) ความสามารถในการวางเป้าหมายในการกระทำ (Goal) 4) ความสามารถในการปฏิบัติอย่างได้ผลต่อสิ่งแวดล้อม และ 5) ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและปรับสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับตนเองและบิงแฮม (Bingham. 1937 : 18) ให้ความหมายว่าเป็นสภาวะอันแสดงความเหมาะสมของบุคคลที่สำคัญคือการเพิ่มความชำนาญให้กับตนเองหรือเป็นศักยภาพของบุคคลและรวมถึงความพร้อมที่จะสนใจในความสามารถนั้น ซึ่งบินเน็ต (Binet. 1905 : 14-15) กล่าวถึง ความหมายของความสามารถทางสมองว่าเป็นผลรวมของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถหลายประการที่สำคัญ คือ ความสามารถในการตัดสินใจ การคิดหาเหตุผล และความสามารถในการปรับตัวและเพอร์คิน (Perkin. 1986 : 4-10) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง เรียกว่า พลังสมอง (Power) หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะประมวลข้อเท็จจริงทั้งหลาย โดยมีประสิทธิภาพเท่าที่ธรรมชาติกำหนดมา ส่วนที่สอง เรียกว่า ยุทธวิธี (Tactics) เป็นการจัดการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างพลังสมองให้ทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนที่สามเรียกว่า ส่วนเนื้อหา (Contents) เป็นความรู้ทางวิชาการที่คนได้ เรียนรู้ และสั่งสมมาเอง โดยทั้งสามส่วนนี้โรงเรียนและผู้เกี่ยวข้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ต่อมาเพียเจท์ (กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์. 2523 : 48 ; อ้างอิงจาก Piaget .n. d.) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถในการคิด ความสามารถในการวางแผน และปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ความสามารถดังกล่าวจะพัฒนาจากความคิดความเข้าใจในระดับง่าย ๆ ในวัยเด็กไปสู่ระดับที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นในวัยผู้ใหญ่ ฟรีแมน (Freeman. 1966 : 159-182) ให้ความหมายว่าเป็นผลรวมของคุณลักษณะต่าง ๆ ที่แสดงให้เห็นความสามารถของบุคคลในการที่จะได้มาซึ่งความรู้ ทักษะ และการตอบสนอง และวอร์เรน (Warren. 1934 : 18) ให้ความหมายว่า เป็นสภาวะ หรือคุณลักษณะที่จะแสดงความสามารถของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากการฝึกฝนความรู้ ทักษะหรือ

การตอบสนองต่อเรื่องหนึ่งเรื่องใดโดยเฉพาะ และ ไวท์เลห์ (Whitely. 1958 : 45) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการกระทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีจุดมุ่งหมายสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งชวาล แพร์ตกุล(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2541: 26 ;อ้างอิงจากชวาล แพร์ตกุล 2513) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นขีดระดับความสามารถขั้นสูงสุดของบุคคลที่เขาอาจมี อาจได้ต่อการเรียนรู้และการฝึกฝน ในวิทยาการและทักษะต่างๆ ถ้าหากเขาได้รับการฝึกและได้รับประสบการณ์ที่เหมาะสมแล้ว ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541 : 25) ให้ความหมายว่าเป็นพลังงานที่ได้จากการทำงานของระบบสมอง ถ้าสมองของผู้ใดมีผลผลิตของพลังงานมาก แสดงว่าผู้นั้นเฉลียวฉลาดมีเชาวน์ปัญญาสูง ถ้าสมองผู้ใดมีผลผลิตของพลังงานน้อยแสดงว่าผู้นั้นมีเชาวน์ปัญญาต่ำ และสมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2513 : 17) ให้ความหมายว่าเป็นศักยภาพที่มีอยู่ในตัวบุคคลอันเป็นผลมากจากการฝึกฝนความรู้และประสบการณ์ทั้งสิ้นทั้งปวง

สรุปได้ว่าความสามารถทางสมอง หมายถึง ระดับความสามารถของบุคคลที่มีได้ต่อการเรียนรู้ การฝึกฝนอบรมในทักษะต่าง ๆ และประสบการณ์ต่าง ๆ โดยจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลและความสามารถทางสมองมีส่วนประกอบหลายด้านซึ่งในแต่ละบุคคลจะมี ความสามารถในแต่ละด้านไม่เท่ากัน จากการศึกษาพบว่า เทอร์สโตนไดว์เคระห์องค์ประกอบความสามารถทางสมองของมนุษย์ไว้หลายด้าน องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor : S – Factor) ก็เป็นองค์ประกอบด้านหนึ่ง ที่ใช้วัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความลึก สัน ยาว ไกล ไกล พื้นหรือทรวงทรง ที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน มนุษย์สามารถจินตนาการให้เห็นส่วนประกอบย่อยจากภาพรวมหรือเห็นภาพรวมจากส่วนประกอบย่อยของวัตถุในรูปทรงต่าง ๆ เมื่อนำมาเชื่อมต่อประกอบซ้อนทับ รวมไปถึงการลดภาพของรูปทรง มนุษย์ก็สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่ได้

1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมอง

คำว่า ทฤษฎีเป็นความสัมพันธ์ของหลักวิชา ใช้อธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเป็นความจริงสัมพัทธ์ นั่นคือ อาจจริงในวันหนึ่งและเป็นจริงในวันหน้าก็ได้ ทฤษฎีความสามารถทางสมองก็เป็นทฤษฎีหนึ่งที่นักศึกษาค้นคว้าได้พยายามศึกษาค้นคว้าเพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ ในความสามารถของมนุษย์ว่ามีโครงสร้างของความสามารถทางสมองประกอบด้วยอะไรบ้างจึงเกิดทฤษฎีต่างๆ และมีผู้คิดทฤษฎีขึ้น ตามแนวความคิดที่แตกต่างกัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ.2541 : 43-56) ดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni-factor Theory)

ทฤษฎีนี้บางที่เรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บิเน็ตและซิมอน (Binet & Simon.1905) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวกันไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับความสามารถทั่วไป (General ability) คือ การวัดออกเป็นมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีความสามารถทางสมองในระดับใดที่เรียกว่า IQ นั้นเอง

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi-factor Theory)

ทฤษฎีนี้เสนอโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อชาร์ลส (Charles. 1927) เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ พบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลาย (General Factor) เรียกว่า G - factor เนื่องจากหาสหสัมพันธ์เกี่ยวพันกันในแต่ละองค์ประกอบ (Intercorrelation) มีค่าสูง แต่สูงอย่างไม่สมบูรณ์แบบ จึงให้ชื่อองค์ประกอบอื่นย่อย ๆ นี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific) เรียกว่า S-factor

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple – Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เทอร์สโตน (Thurstone. 1963) เสนอทฤษฎีเมื่อปี ค.ศ. 1963 เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างกว้างขวางและได้ใช้หลักการวิเคราะห์สมัยใหม่ ที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) มาใช้ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้หลายอย่าง เทอร์สโตน พบว่า ความสามารถพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Abilities) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบดังนี้(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 46-47)

3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor ใช้ย่อว่า V.) องค์ประกอบส่วนนี้ของสมองจะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูงจะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency factor ใช้ย่อว่า W.) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด เช่น ให้หาคำขึ้นต้นด้วย “ ต ” มากที่สุดในเวลาจำกัด เป็นต้น ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มีความสามารถในการเจรจา และการประพันธ์ทั้งร้อยแก้ว และร้อยกรองตอบโต้ทันทีทันใด

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor ใช้อักษรย่อว่า N.) องค์ประกอบนี้ส่งผลให้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดีด้วย

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space factor ใช้ตัวย่อ S.) ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้คนเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่ หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory factor ใช้ตัวย่อว่า M.) เป็นความสามารถด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกจึ้นสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้ว หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์กันได้ ซึ่งถือว่า เป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น

3.6 องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณารวดเร็ว (Perceptual Speed factor ใช้ตัวย่อว่า P.) องค์ประกอบของสมองด้านนี้ได้แก่ ความสามารถด้านเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning factor ใช้ตัวย่อว่า R.) บางทีก็ใช้ Induction หรือ General Reasoning องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณ์ญาณ หาเหตุผลค้นคว้าความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี ตอนแรก ๆ เทอร์สตันให้ความหมายองค์ประกอบนี้ไม่กระจ่างนัก เขามองในรูปอุปมา และอนุมานระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่าจะวัดเหตุผลทั่วไปได้ดีต้องวัดด้วยตัวเลขคณิตเหตุผล (Arithmetic reasoning)

4. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาหลากหลาย (Theory of Multiple Intelligence)

ทฤษฎีนี้นำเสนอโดย โฮเวอร์ต การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) เมื่อปี ค.ศ. 1983 การ์ดเนอร์ นิยามเชาวน์ปัญญา เป็นวิสัยสามารถในการแก้ปัญหา หรือบันดาลผลงานที่มีค่าในกลุ่มวัฒนธรรมต่าง ๆ ความสามารถทั้งหลายที่รวมตัวเรียกว่า เชาวน์ปัญญา 7 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านเหตุผล-คณิตศาสตร์ (Logical – mathematical) เป็นความสามารถว่องไว และมีศักยภาพในการมองเห็น มีตรรกในเรื่องประมาณ และยังสามารถในการใช้เหตุผลได้ดียิ่งขึ้นต่อเนื่องถ้ามีความสามารถด้านที่สูงจะเป็นพวกนักวิทยาศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ เป็นเป้าหมาย

4.2 ด้านภาษา (Linguistic) เป็นความสามารถด้านภาษา มีความไวต่อการรับรู้เสียง จังหวะ ความหมายคำ สามารถแยกแยะได้ว่องไวในความแตกต่างของหน้าที่ของภาษา

4.3 ด้านดนตรี (Musical) เป็นความสามารถทางดนตรี นั่นคือ สามารถสร้างและซาบซึ้งในจังหวะ ระดับ ของเสียงดนตรีที่ผิดแผกกัน มีความซาบซึ้งรูปแบบการแสดงออกของดนตรีลักษณะต่าง ๆ

4.4 ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial) เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ นั่นคือ มีความสามารถรับรู้ภาพสัมพันธ์ที่มองเห็นอย่างมั่นใจ และสามารถเปลี่ยนการรับรู้ที่ดีเมื่อรูปทรงทั้งหลายเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่าง ๆ

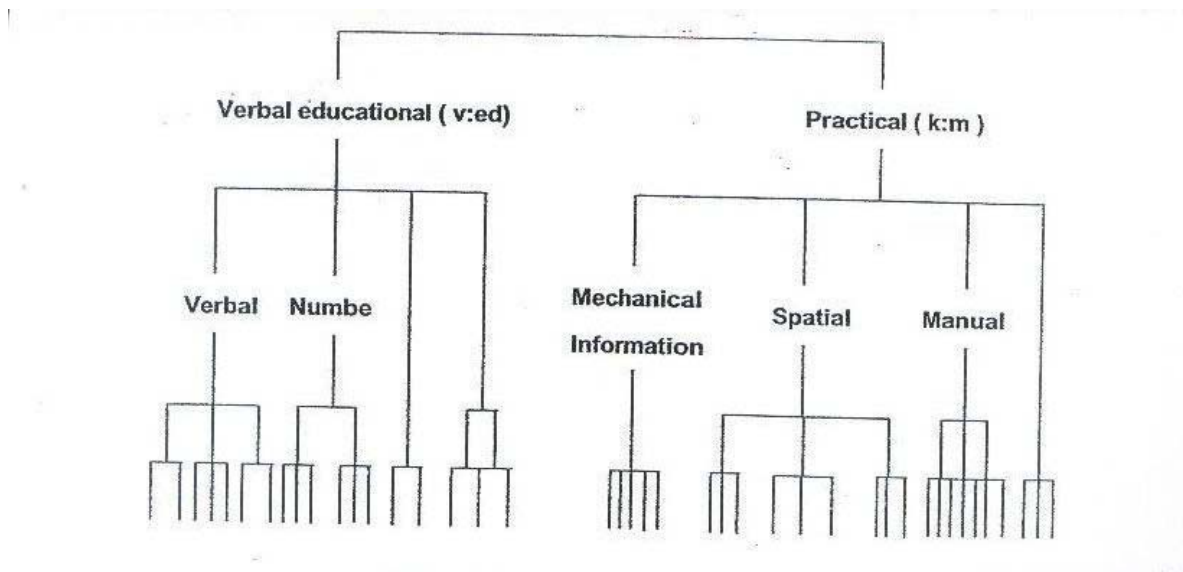
4.5 ด้านร่างกาย – การเคลื่อนไหว (Bodily - kinesthetic) เป็นความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย และการใช้มือเท้าได้คล่องแคล่วว่องไวตามที่สมองสั่งการ

4.6 ด้านการรู้เกี่ยวกับผู้อื่น (Interpersonal) เป็นความสามารถในการเข้าใจการตอบสนองของอารมณ์ ความรู้สึก แรงกระตุ้น และความต้องการของผู้อื่น

4.7 ด้านการรู้เกี่ยวกับตนเอง (Intrapersonal) เป็นความสามารถในการควบคุมและเข้าใจ พฤติกรรม ความรู้สึกอารมณ์ของตนเองว่า ตนเองมีจุดอ่อน จุดแข็ง เชาวปัญญา และความต้องการอะไร เรียกว่า เป็นความสามารถในการรู้จักตนเอง

5. ทฤษฎีไฮราคัล (Hierarchical Theories)

เบิร์ต (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และ ฮัมเฟรย์ (Humphreys) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างทางเชาว์ปัญญา เรียกว่า ทฤษฎีลำดับขั้น เมื่อในปี ค.ศ. 1960 โดยมีความเชื่อว่า สติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์จะความสามารถนั้นสามารถเรียงลำดับขั้นได้ โดยเริ่มจากระดับสูงสุด คือ ชั้นความสามารถทั่วไป หรือ G – factor ของสเปียร์แมนระดับต่อมามี 2 องค์ประกอบ คือ Verbal – education (V:ed) และ Practical – mechanical (K:m) เรียกว่า Major Group Factor จากองค์ประกอบทั้ง 2 อันนี้ได้แบ่งย่อยลงไปอีก เรียกว่า Minor Group Factor เช่น องค์ประกอบด้าน V:ed แบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบด้านภาษา(Verbal) ด้านจำนวน (Number) และด้านอื่น ๆ ในทำนองเดียวกัน องค์ประกอบด้าน K:m แบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบด้านจักรกล (Mechanical) ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial) ด้านความสามารถในการใช้มือ (Manual) และด้านอื่น ๆ และระดับต่ำสุดยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบเฉพาะอย่างอื่น อีกมากมาย เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ซึ่งถือได้ว่าเป็น องค์ประกอบที่เล็กที่สุด (Anastasi, Anne. 1982 : 370-371) ดังแสดงไว้ใน ภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างทางเชาวน์ปัญญาทฤษฎีลำดับชั้นของเบิร์ต เวอร์นอน และฮัมเฟรย์

ตามทฤษฎีลำดับชั้นของเบิร์ต (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และฮัมเฟรย์ (Humphreys) จะเห็นว่าแบบทดสอบแบบมองรูปทรง 3 มิติ เป็นแบบทดสอบชนิดหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติในการวัดองค์ประกอบในการวัดองค์ประกอบย่อยด้านมิติสัมพันธ์

6. ทฤษฎีโครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา (The Structure of Intellect Theory)

ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นมาจาก กิลฟอร์ด (Guilford) เมื่อ ค.ศ. 1967 มีชื่อเรียกกันหลายอย่าง เช่น Structure – of – Intellect Model หรือ Three-Dimensional Model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะโดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเชาวน์ปัญญาเป็น 3 มิติ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2541 : 48-50) ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของความคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และบอกได้ว่า สิ่งนั้น ๆ คืออะไร
2. ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้วสามารถระลึกนึกออกมาได้
3. การคิดเอนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้ออกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุมีผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบเอนกนัย
4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุด หาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้นคำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว
5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

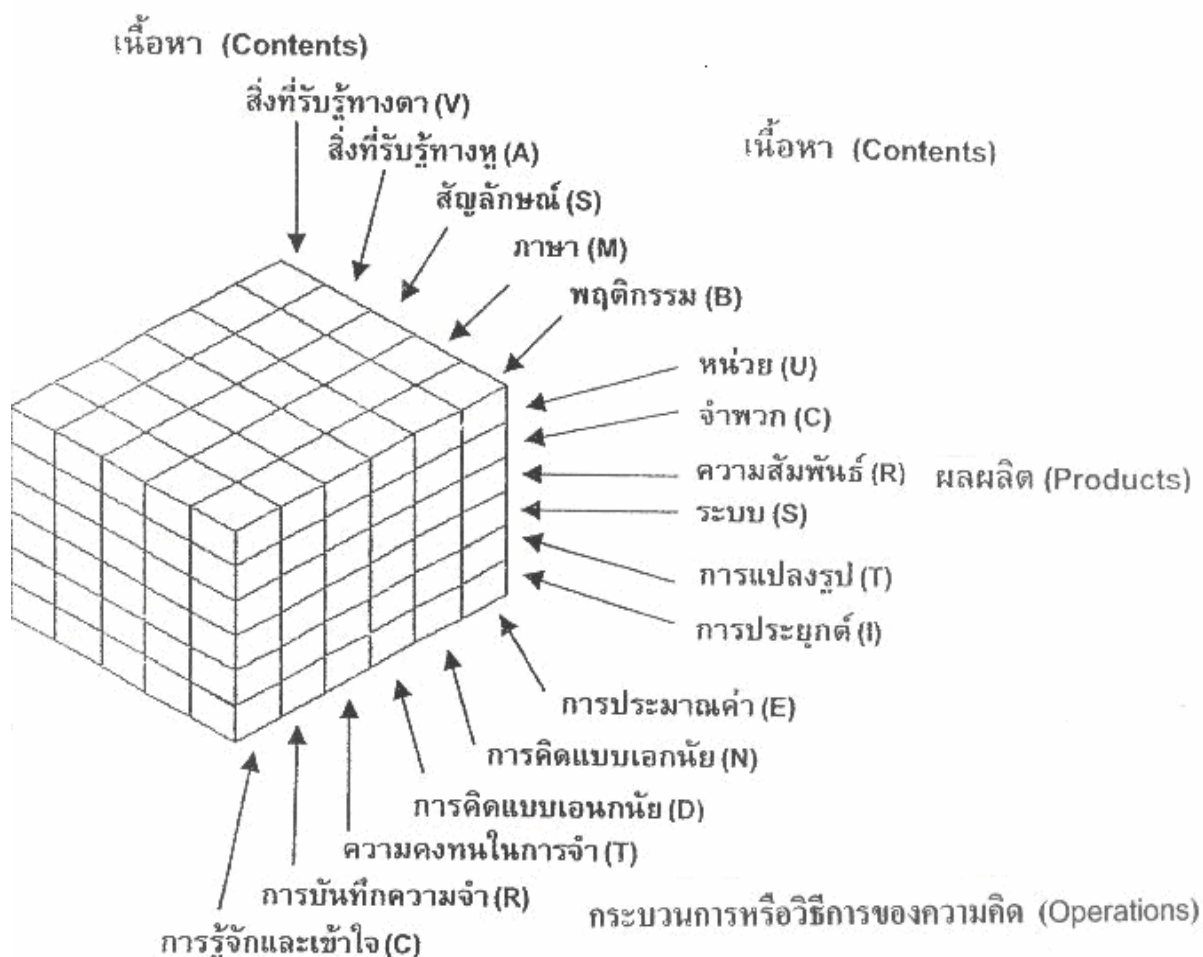
มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่างๆ แบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอนสามารถจับต้องได้ หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกนึกออกได้ดังรูปนั้นก็
2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย
3. ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความหมายสามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านคิด (Verbal thinking) มากกว่าเขียน คือ มองความหมาย
4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวกับการแสดงออก รวมถึงทัศนคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิด กับข้อมูลจากเนื้อหาผลิตผลของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่างๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่าง คือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน สุนัข แมว เป็นต้น
2. จำพวก (Classes) หมายถึง ชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพด กับมะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนี้ เป็นต้น
3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย เป็นต้น
4. ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าจะไรมาก่อนมาหลัง
5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้
6. การประยุกต์ (Implications) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท “ ถ้า...แล้ว..” ก็เป็นพวกใช้คาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

ทฤษฎีโครงสร้างทางเชาวนปัญญาของกิลฟอร์ด ทั้งสามมิติสามารถแสดงให้เห็น องค์ประกอบด้านต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างทางเชาวนปัญญาของกิลฟอร์ด

7. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two-level theory of Mental Ability) ทฤษฎีเสนอโดยเจนเซน (Jensen.1968)เจนเซนได้เสนอทฤษฎีว่า ความสามารถทางสมองมีอยู่ 2 ระดับ ระดับ I (Level I) เป็นความสามารถด้านเรียนรู้และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือเป็นความสามารถที่จะสั่งสมหรือเก็บสะสมข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ ระดับนี้ไม่ได้รับการแปรรูปหรือการจัดกระทำสมองแต่อย่างใด หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าระดับนี้ไม่ได้ใช้วิธีการคิดใด ๆ เลยจากสิ่งที่สมองรับเข้าไป ระดับ II

(Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ระดับ II

8. ทฤษฎีเชาวันปัญญาสามหลัก (Triarchic Theory of Human Intelligence)

ทฤษฎีนี้เสนอโดยสเทิร์นเบิร์ก (Sternberg, 1985) เขาวิเคราะห์เชาวันปัญญาว่าประกอบด้วย 3 ด้านหลักใหญ่ ๆ คือ

1) Met components บางที่เรียกว่า Executive process เป็นความสามารถในการวางแผนว่าจะทำอะไรต่อไป ซึ่งขณะกำลังทำอะไรอยู่และประเมินว่าผลงานเป็นอย่างไร

2) Performance process เป็นกระบวนการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่คำแนะนำของกระบวนการข้อแรก

3) Knowledge-acquisition components บางที่เรียกว่า Learning components เป็นความสามารถในการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถด้านนี้เน้นการแสวงหาความรู้ความเข้าใจใหม่ได้รวดเร็ว เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทฤษฎีการวัดความสามารถทางสมอง เป็นทฤษฎีที่วัดความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ เพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ ในความสามารถของมนุษย์ว่ามีโครงสร้างความสามารถสมองประกอบด้วยอะไรบ้างซึ่งจะเห็นว่างค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่อยู่ในทฤษฎีที่กล่าวมาทั้งสิ้น ซึ่งทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สตัน ได้ให้ความหมายขององค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ ไว้ว่าเป็นความสามารถที่จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึง ขนาดและมิติ แล้วสามารถสร้างจินตนาการให้เห็น ภาพส่วนประกอบย่อย และภาพส่วนผสม หรือภาพรวมของวัตถุรูปทรงต่าง ๆ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งหรือเปลี่ยนที่อยู่ ซึ่งอธิบายความหมายของทฤษฎีคล้ายกับทฤษฎีเชาวันปัญญาหลากหลาย (Theory of Multiple Intelligence) ของ โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่เรียกว่า เชาวันปัญญา 7 ด้าน ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก็เป็นด้านหนึ่งใน 7 ด้าน ที่อธิบายทฤษฎีการวัดความสามารถทางสมองว่าเป็นการวัดความสามารถในการรับรู้ภาพสัมพันธ์ที่มองเห็น ทฤษฎีไฮราคัลล ของ เบิร์ท เวอร์นอน และฮัมเฟรย์ ก็อธิบายทฤษฎีการวัดเป็นการวัดองค์ประกอบย่อยด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน ดังนั้นความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์จึงเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีการวัดความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์

1.3 การวัดความสามารถทางสมอง

จากการศึกษาพบว่า การวัดความสามารถทางสมอง มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาทั้งหลาย ได้สร้างแบบทดสอบไปใช้วัดความสามารถทางสมองหลายลักษณะ โดยให้ความหมายของแบบทดสอบไว้ดังนี้ ครอนบาค (Cronbach, 1970:31) ให้ความหมายแบบทดสอบว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสำเร็จในอาชีพบางอย่างหรือการฝึกหัด

บางวิชา เช่น การวัดความสามารถทางวิศวกรรม การวัดความสามารถทางดนตรี และอีเบล (Ebel. 1965:389) ยังให้ความหมายแบบทดสอบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดศักยภาพของแต่ละบุคคล เพื่อพัฒนาตามแนวพิเศษหรือขอบเขตซึ่งบุคคลเหมาะที่จะรับการสอบตามแนวนั้น ซึ่ง โนล และ วิคเตอร์ (Noll & Victor. 1965:389) ให้ความหมายแบบทดสอบไว้สอดคล้องกับบุคคลอื่นๆ ว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสามารถของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังใช้วัดทักษะหรือความรู้ที่จำเป็น เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในงานต่าง ๆ เช่น การวัดความสามารถด้านเสียง การวัดความสามารถด้านจักรกล ต่อมาเลแมนน์ และ เมเรนส์ (Lehmann & Mehrens.1971: 396-397) ให้ความหมายว่าเป็นการวัดที่ตัวประกอบพหุคูณหรือตัวประกอบเฉพาะซึ่งส่วนมากจะใช้ทำนายความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียน และชวาล แพร์ตกุล (2520 : 16-19) แบบทดสอบ (Test) คือ ชุดของคำถามหรือกลุ่มงานใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อจะชักนำให้ผู้ถูกสอบแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมา

ให้ผู้สอบสังเกตได้และวัดได้ การสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยภาคกระตุ้นยูแห่ย์ กับภาคตอบสนองเสมอการวัดความสามารถ คือ ความพยายามคาดคะเนหรือพยากรณ์ภายหน้าโดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบัน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดประสิทธิภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล สามารถทำให้เห็นความสามารถที่บุคคลนั้น ๆ ฝึกฝนจนเกิดทักษะหรือพฤติกรรมเฉพาะอย่าง และยังสามารถให้ทำนายผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจากการฝึกฝน หรือความสามารถของแต่ละบุคคลในอนาคต ซึ่งแบบทดสอบนี้จะมีทั้งแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) และแบบทดสอบวัดความสามารถทางอาชีพ (Vocational Aptitude Test) (Anastasi. 1980 : 319) จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการแนะแนวการศึกษาได้มีการจำแนกแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองไว้ 3 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเป็นรายบุคคล (Individual Intelligence Test) เป็นแบบทดสอบที่สอบ ครั้งละ 1 คน คือ ตัวผู้สอบและผู้ดำเนินการสอบเป็นการสอบปากเปล่าที่ผู้ดำเนินการสอบจะให้ผู้สอบชี้ พูด หรือทำงานบางอย่างให้ดู ใช้เป็นทั้งตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในอนาคต และเป็นเครื่องมือประเมินเชิงคลินิก แบบทดสอบประเภทนี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง สแตนฟอร์ด – บีเนท์ และแบบทดสอบเวทส์เลอร์

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเป็นกลุ่ม (Group Test of General Intelligence) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบบุคคลจำนวนมากพร้อม ๆ กัน ส่วนใหญ่เป็นการใช้วัดในระบบการศึกษาและการประกอบอาชีพ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและการลงทุน

จัดการสอน แบบทดสอบเป็นกลุ่ม สามารถใช้ได้ดีในกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นและผู้ใหญ่ เพื่อจะเป็นบุคคลที่มีความตั้งใจและแรงจูงใจในการทำข้อสอบ แบบทดสอบประเภทนี้ ได้แก่ แบบทดสอบ

วัดความสามารถทางสมองแคลิฟอร์เนีย แบบทดสอบ จี อาร์ อี แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองโอตีส แบบทดสอบอัลฟา แบบทดสอบเบต้า แบบทดสอบแกมมา แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองของสภาการศึกษาอเมริกัน แบบทดสอบวัดความสามารถสมองพื้นฐาน แบบทดสอบวัดความแตกต่างความสามารถ แบบทดสอบจำแนกความสามารถของฟลานาแกน

3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านปฏิบัติ (Performance Tests) เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับ การใช้ภาษาเป็นการตอบสนองการกระทำด้วยมือ(Manipulative Response) โดยผู้สอบต้องทำกิจกรรมที่กำหนดให้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

จากแบบทดสอบดังกล่าวแล้วยังมีแบบทดสอบมาตรฐานในการวัดความสามารถทางสมองของต่างประเทศที่สร้าง เพื่อวัดความสามารถทางสมองโดยการสอบเป็นกลุ่มได้

(ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 60-76) มีดังนี้

1.แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองของโอตีส-เลนอน(Otis-Lenon Mental Ability Tests : OLMAT) วัดความสามารถทางสมองในหลายระดับ แต่ละระดับสามารถสอบเป็นกลุ่มได้ ระดับที่สร้างไว้ มีดังนี้

ระดับ	เกรด (ชั้น)
Primary I	อนุบาล
Primary II	1.0 – 1.5
Elementary I	1.6 – 3.9
Elementary li	4.0 – 6.9
Intermediate	7.0 – 9.9
Advanced	10.0 – 12.9

แต่ละระดับวัดความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) ความเข้าใจด้านภาษา (Verbal Comprehension) มีเปอร์เซ็นต์ของการวัด 25-31% ของจำนวนข้อคำถามทั้งหมดแบ่งเป็น คำที่มีความหมายเหมือนกัน คำตรงกันข้าม เติมประโยคให้สมบูรณ์และการกระจายประโยคโดยเข้าใจโครงสร้างประโยค

2) เหตุผลด้านภาษา (Verbal Reasoning) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลในรูปแบบทางภาษา มีเปอร์เซ็นต์ในการวัด 31-40% ของจำนวนข้อคำถามทั้งหมดแบ่งเป็นอักษรไขว้ในตารางอุปมาอุปไมยด้านภาษา จัดเข้าพวกด้านภาษา สรุปความ และการเลือกแบบตรรกวิทยา โดยการนำหลักตรรกวิทยาไปใช้

3) เหตุผลภาพ (Figural Reasoning) เป็นการวัดความสามารถ

ด้านเหตุผลโดยใช้ภาพเป็นเครื่องวัดมีเปอร์เซ็นต์ในการวัด 19% ของจำนวนข้อคำถามทั้งหมด แบ่งเป็นอุปมาอุปไมยภาพ อนุกรมภาพ และภาพตารางสัมพันธ์

4) ปริมาณเหตุผล (Quantitative Reasoning) เป็นการวัดความสามารถทางตัวเลขและปริมาณส่วนใหญ่เป็นพวกคณิตศาสตร์ มีเปอร์เซ็นต์ในการวัด 16-19% ของจำนวนข้อคำถามทั้งหมด แบ่งเป็นตัวเลขอนุกรม และเลขคณิตเหตุผล

แบบทดสอบของโอติส-เลนอน จัดระบบข้อคำถามสลับองค์ประกอบของการวัดแบบไม่เป็นระบบ ระดับเด็กส่วนใหญ่จะเป็นรูปภาพ ระดับชั้นสูงจึงจะใช้ภาษาและตัวเลขโดยตรง

2. แบบทดสอบ California Test of Mental Maturity (CTMM) สร้างโดย

Elizabeth T. Sullivan, Willis W. Clark และ Ernest W. Tiegs เป็นแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาที่เน้นโครงสร้างขององค์ประกอบเป็นสำคัญ ซึ่งแบ่งเป็นระดับดังนี้

Level 0	Preprimary	Grade K-L 1
Level 1	Primary	Grade H 1-3
Level 2	Elementary	Grade 4-6
Level 3	Junior High	Grade 7-9
Level 4	Secondary	Grade 9-12
Level 5	Advanced	Grade 12-Adult

แบบทดสอบนี้วัดองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1) เหตุผลทางตรรกวิทยา (Logical Reasoning) เป็นการวัดความสามารถทางอนุมานและอุปมาโดยเหตุผลทางตรรกวิทยา แบ่งเป็นความสามารถด้านความหมายตรงกันข้ามความหมายเหมือนหรือคล้าย และอุปมาอุปไมย

2) มิติสัมพันธ์ (Spatial Relationship) เป็นการวัดความสามารถในการมองเห็นภาพสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ เมื่อตำแหน่งภาพเปลี่ยนแปลง แบ่งเป็นภาพด้านซ้ายขวา และทักษะการมองภาพพื้นที่

3) ตัวเลขเหตุผล (Numerical Reasoning) เป็นการวัดเหตุผลเกี่ยวกับปริมาณว่าสัมพันธ์กันอย่างไร เน้นความเข้าใจในภาพของตัวเลขหรือเลขคณิต แบ่งเป็นวัดอนุกรมตัวเลขค่าของตัวเลขและโจทย์ปัญหา

4) มโนภาพด้านภาษา (Verbal Content) เป็นการวัดความเข้าใจภาษาและการลงสรุปเหตุผลภาษา แบ่งเป็น การสรุปความโดยเหตุผลทางตรรกวิทยา และความเข้าใจภาษา ด้านความเข้าใจศัพท์และความหมายของคำ

5) ความจำ (Memory) เป็นการวัดความสามารถในการระลึกออกในสิ่งที่ได้รับการรู้มาแล้ว แบ่งเป็นวัดการจำในทันทีและวัดการจำแบบเว้นช่วง

3. แบบทดสอบ Differential Aptitude Tests (DAT) เป็นการทดสอบวัดความถนัดที่สร้างเพื่อการแนะแนวเป็นสำคัญ การเสนอผลคะแนนเป็นแบบเส้นภาพ แบบทดสอบนี้วัดความสามารถ 8 ด้าน ดังนี้

1) Verbal Reasoning (VR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้ภาษาเป็นสื่อสำคัญ เป็นแบบอุปมาอุปไมยทางภาษา

2) Numerical Ability (NA) เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลข ความเข้าใจในความสัมพันธ์และมโนภาพง่าย ๆ ในการใช้ตัวเลข คำถามหรือโจทย์โดยมากเป็นการคำนวณทางเลขคณิตมากกว่าแบบเลขคณิตเหตุผล

3) Abstract Reasoning (AR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้อนุกรมของภาพทางเรขาคณิต แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของภาพเป็นอนุกรมต่อไป

4) Clerical Speed and Accuracy (CSA) เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณาสิ่งที่คล้ายหรือเหมือนกันได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ จุดหมายเพื่อวัดความเร็วในการสังเกตพิจารณา แบบทดสอบมีจำนวนข้อมากแต่ให้เวลาในการทำน้อย

5) Mechanical Reasoning (MR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลเชิงกล ข้อสอบจะเป็นรูปภาพเกี่ยวกับทางกลศาสตร์ แต่เป็นภาพที่อาศัยหลักการง่าย ๆ

6) Space Relation (SR) เป็นการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของรูปทรง 2 มิติ การประกอบรูปทรง 3 มิติ โดยใช้การพิจารณาของสมองนึกคิดเอา

7) Spelling (SP) เป็นการวัดความสามารถด้านจำคำศัพท์ว่าคำใดเขียนผิดหรือเขียนถูก โดยมีคำศัพท์ให้เป็นจำนวนมากเพียงตอบว่าเขียนผิดหรือถูกเท่านั้น

8) Language Usage (LU) เป็นการวัดความสามารถด้านการใช้ภาษา วัดความเก่งอ่อนทางไวยากรณ์ เครื่องหมายวรรคตอน และการใช้คำ

4. แบบทดสอบ Cognitive Abilities Tests (CAT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในหลายระดับตั้งแต่ระดับ 3-12 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ด้านภาษา (Verbal) วัดความสามารถด้านคำศัพท์แบบหาความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนดให้ หาคำที่เหมาะสมมาเติมประโยคให้สมบูรณ์ การจำแนกประเภทและอุปมาอุปไมยทางภาษา

2) ด้านปริมาณ (Quantitative) วัดความคิดทางปริมาณ เป็นแบบปริมาณสัมพันธ์ ตัวเลขอนุกรมและการสร้างสมการ

3) ด้านภาพ (Nonverbal) วัดด้านเหตุผลเป็นภาพรูปทรงเรขาคณิต เป็นแบบจำแนกประเภทภาพ อุปมาอุปไมย และสังเคราะห์ภาพ

5. แบบทดสอบ Graduate Record Examination (GRE) สร้างโดย ETS (Education Testing Service) ใช้เวลาสอบ 3 ชั่วโมง และวัดผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงอีกหลายวิชาแบบทดสอบวัดความสามารถทั่วไปทางการเรียนใช้ในปริญญาโทขึ้นไป แบ่งการวัดองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

1) ความสามารถด้านภาษา (Verbal Ability) วัดความสามารถทางด้านการใช้ภาษาและการใช้เหตุผลที่เป็นภาษาแบ่งเป็นอุปมาอุปไมย คำตรงข้าม การเติมประโยชนให้สมบูรณ์ และวัดความเข้าใจในการอ่าน

2) ความสามารถด้านตัวเลขและปริมาณ (Quantitative Ability) วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ เช่น เลขคณิตเหตุผล มโนภาพทางพีชคณิต ปริมาณเชิงนามธรรม และการแปลความหมายตารางตัวเลขและกราฟ

3) ความสามารถด้านเหตุผลเชิงวิเคราะห์ (Analytical Ability) เป็นการวัดที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์เหตุผล 2 แบบ คือ เหตุผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ และเหตุผลเชิงตรรกะ

6. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน (Scholastic Aptitude Tests : SAT) สร้างโดยคณะกรรมการวิทยาลัย (The college Board) ของอเมริกา แบบทดสอบประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่ 2 ด้าน ดังนี้

1) ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ วัดความสามารถด้านการมองเห็นมโนภาพของเลขคณิตและพีชคณิตแบบต่าง ๆ ทักษะทางเรขาคณิต และความเข้าใจในตารางตัวเลขกราฟ และการเปรียบเทียบปริมาณ

2) ความสามารถด้านภาษา วัดความสามารถด้านคำตรงข้าม อุปมาอุปไมยภาษา การเติมประโยคให้สมบูรณ์ และความเข้าใจในการอ่านบทความ

แบบทดสอบนี้เรียงข้อสอบจากง่ายไปยาก การออกข้อสอบผู้ออกจะต้องเป็นผู้มีความรู้ความสามารถสูงในทางวิชาการ และการสร้างข้อสอบมีผลงานเป็นที่ยอมรับ ส่วนการให้คะแนนของแบบทดสอบนี้มีการหักคะแนนข้อที่ทำผิดด้วย

7. แบบทดสอบ Flanagan Aptitude Classification Tests (FACT) สร้างโดยจอห์น ซี ฟลานาแกน (John C. Flanagan) ตั้งแต่นั้นปี ค.ศ. 1957 ใช้วัดความสามารถในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ถึง 38 อาชีพ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์งาน ว่างานจะสำเร็จได้จะต้องใช้คุณลักษณะ (Traits) พฤติกรรมหรือความสามารถด้านใดบ้าง แบบทดสอบนี้แบ่งย่อยออกเป็น 19 ชุดย่อย ดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1 Inspection ใช้ในการวัดความสามารถในการค้นคว้าหาข้อบกพร่องหรือความไม่สมบูรณ์แบบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดให้ จุดประสงค์เป็นการวัดการสังเกตด้วยความรอบคอบและรวดเร็ว

แบบทดสอบชุดที่ 2 Mechanics ใช้ในการวัดความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของ เครื่องกล

แบบทดสอบชุดที่ 3 Tables ใช้ในการวัดความสามารถด้านเข้าใจการอ่านความสัมพันธ์ข้อมูลที่บรรจุในตารางลักษณะต่าง ๆ อาจเป็นตัวเลข หรือตัวอักษรที่มีความสัมพันธ์กันทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน

แบบทดสอบชุดที่ 4 Reasoning ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เหตุผล ใช้วัดมโนภาพและความเกี่ยวพันของตัวแปรในโจทย์คณิตศาสตร์

แบบทดสอบชุดที่ 5 Vocabulary ใช้ในการวัดความสามารถด้านภาษา โดยใช้คำศัพท์ที่ยาก ๆ ให้หาความหมาย

แบบทดสอบชุดที่ 6 Accembly ใช้ในการวัดความสามารถทางด้านการมองเห็นส่วนประกอบของสิ่งต่าง ๆ นำมาประกอบกันแล้วเป็นรูปใด ส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล

แบบทดสอบชุดที่ 7 Judgment and Comprehension ใช้ในการวัดความสามารถด้านการเข้าใจภาษา โดยใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินเพื่อลงสรุปแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์ให้เป็นข้อความแล้วถามจากข้อความที่กำหนดให้ นั้นหลาย ๆ ข้อ

แบบทดสอบชุดที่ 8 Components ใช้ในการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ลักษณะซ้อนภาพ

แบบทดสอบชุดที่ 9 Planning ใช้ในการวัดความสามารถในการวางแผนและจัดระบบตามลำดับขั้นให้สิ่งนั้นบรรลุเป้าหมายตามต้องการ โดยวิธีออกข้อสอบจะเรียงลำดับขั้นสลับกัน

แบบทดสอบชุดที่ 10 Arithmetic ใช้ในการวัดทักษะทางคำนวณ โดยไม่มีภาษามาประกอบ

แบบทดสอบชุดที่ 11 Ingenuity ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาทางภาษา

แบบทดสอบชุดที่ 12 Scales ใช้ในการวัดความสามารถด้านการอ่านโคล้งที่เกิดจากตัวแปร 2 ตัว โดยเขียนความเกี่ยวพันของตัวแปรเป็นโคล้งต่าง ๆ

แบบทดสอบชุดที่ 13 Expression ใช้ในการวัดความสามารถทางด้านภาษาเน้นทางหลักภาษาเป็นพื้นฐาน วัดการแสดงออกในการใช้ภาษาเขียน

แบบทดสอบชุดที่ 14 Precision ใช้ในการวัดความสามารถปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างระมัดระวังมิให้เกิดความคลาดเคลื่อน เช่น การลากเส้นผ่านช่องว่างตามรูปร่างที่กำหนด

แบบทดสอบชุดที่ 15 Alertness ใช้ในการวัดความฉับไวหรือตื่นตัวอย่างรวดเร็วในการสังเกตจุดอันตรายต่าง ๆ

แบบทดสอบชุดที่ 16 Coordination ใช้ในการวัดความสามารถด้านประสาทสัมผัสของมือในความแม่นยำและรวดเร็ว เช่น การลากเส้นผ่านช่องแคบที่มีขนาดเล็กและมีระยะทางยาว

แบบทดสอบชุดที่ 17 Patterns ใช้ในการวัดความสามารถการคัดลอกรูปแบบเก่ามาทำใหม่ได้อย่างคล่องแคล่วว่องไวถูกต้อง

แบบทดสอบชุดที่ 18 Coding ใช้ในการวัดความจำในการกำหนดชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งอย่างรวดเร็ว

แบบทดสอบชุดที่ 19 Memory ใช้ในการวัดความจำโดยตรง ซึ่งเป็นลักษณะให้อ่านสิ่งที่กำหนดให้แล้วถามความจำจากสิ่งนั้น

แบบทดสอบFACTในจำนวนอาชีพที่ศึกษาแต่ละอาชีพจะใช้แบบทดสอบต่างกันไปเป็นชุด ๆ

8. แบบทดสอบ Primary Mental Abilities Tests (PMA) สร้างโดย L.L.Thurstone เพื่อวัดองค์ประกอบทางสมองด้านต่าง ๆ ที่สำคัญ มีตั้งแต่ระดับอนุบาล ระดับชั้น 2-4 ระดับชั้น 4-6 ระดับชั้น 6-9 และระดับชั้น 9-12 แบบทดสอบนี้ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1) V- Verbal Meaning เป็นความสามารถที่แสดงออกมาด้วยคำศัพท์หรือภาษาทั้งหลาย

2) N-Number facility เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลข โดยการเปรียบเทียบที่แตกต่างกัน ครอบคลุมโจทย์คณิตศาสตร์เหตุผลด้วย

3) R-Reasoning เป็นความสามารถด้านการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลเป็นพื้นฐานการจัดเข้าพวกของภาพ และอนุกรมด้านเหตุผล

4) P-Perceptual Speed เป็นการวัดความสามารถด้านประสาทสายตาที่มองเห็นความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งที่กำหนดให้ การแยกความแตกต่างอาจเป็นภาพเหมือนหรือภาพทรงเรขาคณิต และลักษณะใด ๆ ก็ได้ จะต้องทำอย่างรวดเร็วและแม่นยำ

5) S-Spatial Relations เป็นการวัดความสามารถที่มองเห็นวัตถุหรือภาพทรงต่าง ๆ ที่หมุนเวียนเปลี่ยนที่ได้้อย่างแม่นยำ เป็นลักษณะภาพมิติสัมพันธ์ เช่น การตัดภาพประกอบภาพ หมุนภาพ

9. แบบทดสอบความถนัด General Aptitude Test Battery (GATB) ในปี ค.ศ. 1930 กรมแรงงานของสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาแบบทดสอบขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการทำงานเฉพาะอย่างจำนวน 100 อาชีพ ต่อมาในปี ค.ศ. 1940 กรมแรงงานได้จัดผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลและนักจิตวิทยาการอุตสาหกรรม ในการศึกษาและสร้างชุดแบบทดสอบวัดความถนัดพหุคูณสำหรับอาชีพ 100 อาชีพ อาชีพที่ทำการศึกษานั้นได้เป็น General Aptitude Test Battery ที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางและเป็นที่ยอมรับในการนำมาใช้ทดสอบ-

วัดความสามารถในการจัดเลือกบุคลากร (Gregory.1996 : 301 citing Hunter.1994)
แบบทดสอบ GATB ใช้วิธีการวิเคราะห์จนได้แบบทดสอบที่มีจำนวนรวม 59 ฉบับ ใช้ทดสอบกับนักเรียนตั้งแต่เกรด 9 – เกรด 12 รวมถึงบุคคลทั่วไป เพื่อใช้ประกอบการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับอาชีพ แบบทดสอบชนิดนี้มีการปรับปรุงมาเรื่อย ๆ จนเหลือแบบทดสอบรวม 12 ฉบับ ใช้วัดองค์ประกอบ 9 องค์ประกอบดังนี้ (Gregory .1996 : 301 - 302 ; citing United States Employment Service.1970) คือ

- 1) เชาวนปัญญา (General Learning Ability) ที่วัดได้จากคะแนนรวมของแบบทดสอบคำศัพท์ แบบทดสอบทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบสามมิติ รวม 3 ฉบับ
 - 2) ความถนัดทางภาษา (Verbal Aptitude : V) ที่วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบคำศัพท์
 - 3) ความถนัดทางตัวเลข (Numerical Aptitude : N) ที่วัดได้จากคะแนนรวมของแบบทดสอบการคำนวณและแบบทดสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวม 2 ฉบับ
 - 4) ความถนัดทางมิติสัมพันธ์ (Spatial Aptitude : S) ที่วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบภาพสามมิติ
 - 5) การรับรู้แบบ (From Perception : P) ที่วัดจากคะแนนของแบบทดสอบเปรียบเทียบกลุ่มอักษรหรือชื่อต่าง ๆ
 - 6) การรับรู้ทางเสมียน (Clerical Perception : Q) ที่วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบเปรียบเทียบกลุ่มอักษรหรือชื่อต่าง ๆ
 - 7)การประสานงานกลไกของร่างกาย (Motor Coordination : K) ที่วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบ การทำเครื่องหมาย
 - 8) ความคล่องแคล่วการใช้นิ้วมือ (Finger Dexterity : F) ที่วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบเครื่องมือรวมชิ้นส่วนและประกอบชิ้นส่วน
 - 9) ความคล่องแคล่วการใช้มือ (Manual Dexterity : M) ที่วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบเครื่องมือ การย้ายที่ชิ้นส่วนและการใส่กลับคืน
- ซึ่งแบบทดสอบต่าง ๆนี้รวมกันเป็นกลุ่มอาชีพที่ใช้ความถนัดชนิดเดียวกันมี 36 อาชีพ

10. แบบทดสอบความถนัดทางอาชีพ The Armed Services Vocational Aptitude Batter (ASVAB) สร้างขึ้นในปีค.ศ. 1980 โดย The Armed Services เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในการทดสอบเพื่อจำแนกศักยภาพของบุคคลออกตามบุคลิกภาพ โดยจะจัดงานและโปรแกรมการฝึกอบรมให้เหมาะสม โดยทั่วไปจะแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 10 ฉบับ (Gregory.1996 : 302-304 ; citing Larson.1994)

- 1) แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล (Arithmetic Reasoning)
- 2) แบบทดสอบความรู้ทางพีชคณิต (Mathematics Knowledge)
- 3) แบบทดสอบด้านความเข้าใจภาษา (Paragraph Comprehension)
- 4) แบบทดสอบความถนัดด้านการใช้คำศัพท์ (Word Knowledge)
- 5) แบบทดสอบความเร็วในการใช้รหัส (Coding Speed)
- 6) แบบทดสอบความรู้ทั่วไปทางวิทยาศาสตร์ (General science)
- 7) แบบทดสอบการจัดการตัวเลข (Numerical Operations)
- 8) แบบทดสอบความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Information)
- 9) แบบทดสอบความเข้าใจทางจักรกล (Mechanical Comprehension)
- 10) แบบทดสอบความรู้ทางระบบธุรกิจร้านค้า (Auto and Shop Information)

แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนี้สามารถวัดองค์ประกอบย่อยๆของแต่ละด้านได้เพื่อให้สอดคล้องกับงานอาชีพที่แยกแยะออกไปหลายอาชีพ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนี้หาโดยวิธี Test –Retest มีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .80 - .90 โดยแบบทดสอบนี้จะนำไปใช้กับกลุ่มอายุระหว่าง 16 –23 ปี

จากการศึกษารูปได้ว่า แบบทดสอบมีส่วนสำคัญในการวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ ดังนั้น การวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์จึงวัดความสามารถของแต่ละบุคคลในวัยต่างๆ โดยมุ่งวัดความสามารถในภาพรวมมีคะแนนการพิจารณาในแต่ละด้านของการวัดซึ่งจะเห็นว่า แบบทดสอบที่กล่าวมาทั้งหมดการวัดด้านมิติสัมพันธ์เป็นด้านหนึ่งของการวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์

2. รูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสองด้านมิติสัมพันธ์

นักวัดผลและนักจิตวิทยาได้ทำการศึกษาและแบ่งแยกรูปแบบ (Style) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สตัน แตกต่างกันไปหลาย ๆ รูปแบบ ดังต่อไปนี้ วิเชียร เกตุสิงห์ (2520 : 139–143) ได้แบ่งรูปของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบซ้อนรูป แบบซ้อนรูป แบบตัดรูป แบบต่อรูป แบบหมุนรูป แบบอนุกรมมิติ และแบบพับกล่อง ซึ่งวิญญา วิศาลภรณ์ (2522 : 46-50) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัด

สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบหมุนรูปหรือเลื่อนรูป แบบตัดรูป แบบต่อรูป แบบซ้อนรูป แบบซ้อนรูป แบบพับกระดาษ และแบบพับกล่อง และทองหล่อ วิภาาริน (2524 : 73-81) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ

แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบพับรูป และแบบทดสอบตัดกระดาษ สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2518 : 45-52) ได้เสนอรูปแบบไว้ 6 แบบ คือ แบบหมุนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบประกอบภาพ และแบบประกอบภาพให้เป็นจตุรัส ซึ่งต่อมา

บุญชม ศรีสะอาด (2526 : 53-56) เสนอรูปแบบไว้ 9 แบบ คือ แบบตัดกระดาษ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับรูปลูกบาศก์ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ แบบหาด้านตรงข้าม และแบบแยกภาพ และ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2526 : 9-11) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 8 รูปแบบ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนรูป แบบยุบรวมภาพ แบบปริมาตร แบบนับบล็อก แบบประกอบภาพให้เป็นจตุรัสและแบบสะกดรอย เช่นเดียวกับไพศาล หวังพานิช (2526 : 135-141) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 10 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบต่อภาพ หรือประกอบภาพ แบบเติมภาพหรือเติมสี่เหลี่ยม (Completing Square) แบบลบภาพ แบบคลี่ภาพ แบบพับกล่อง และแบบนับลูกบาศก์ ซึ่งล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2527 : 79-87) เสนอรูปแบบไว้ 10 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็นแบบซ้อนเดียวกับแบบซ้อนคงที่ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ แบบนับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย อเนก เพียรอนุกุลบุตร (2527 : 121-138) กล่าวถึงรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ว่ามีรูปแบบที่สำคัญๆ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นราบ (Figure Rotation) แบบซ้อนภาพ (Hidden Figure) แบบซ้อนภาพ (Pattern Synthesis) แบบแยกภาพ (Figure Dividing) แบบพับกระดาษ (Paper Folding) แบบวาดกลับกัน (Reverse Drawing) แบบเงื่อนไข (Conditions) แบบภาคตัดขวางวัตถุ (Paper Folding) 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 ต่อมา สุศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2530 : 200-213) ได้แบ่ง

รูปของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ได้ 8 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ และแบบพับกล่อง และเบน-เชม , ลัฟแพน และฮวง (Ben-Chaim , Lappan and Houang. 1988 : 55-57) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ แบบรูประนาบ 2 มิติ (Two-Dimension Flat View) แบบรูปทรง 3 มิติ (Three Dimension Corner View) และแบบรูปแปลน (Map Plan) ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบสามารถแยกย่อยออกได้อีก 10 ชนิด คือ แบบทดสอบบ่งชี้ภาพเมื่อกำหนดด้าน 3 ด้านให้แบบทดสอบหาด้านข้างจากรูปแปลน แบบทดสอบมองรูปทรง 3 มิติจากรูปแปลน แบบทดสอบ

หาด้านต่าง ๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อบ่งชี้ลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ และแบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก

นอกจากนี้สำนักทดสอบ The Nation Foundation for Educational Research. (NFER) แห่งประเทศอังกฤษ ก็ได้เสนอรูปแบบของ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ไว้หลายรูปแบบเช่นกัน ได้แก่ แบบวาดภาพ (Drawing) แบบจัดภาพลงกระดาน (Shape Direction หรือ Paper Form Board) แบบหารูปที่คล้ายคลึง (Spatial Analogies) แบบซ้อนภาพ (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 (Sections of Solids) แบบการลอกแบบ (Copying) และแบบการฉายรูป (Projection of Solids) เป็นต้น (Smith. 1964 : 365-371)

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ที่มีชื่อเสียงและนิยมใช้กันทั่วไปนั้น พบว่ามีรูปแบบที่ใช้ในการวัดแตกต่างกันไปหลาย ๆ รูปแบบ ดังต่อไปนี้ แบบทดสอบ Multiple Aptitude Test (MAT) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการแนะแนวการศึกษาและอาชีพสำหรับเด็กเกรด 7-13 (ระดับวิทยาลัยปีที่ 1) ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 รูปแบบคือ แบบวิทยาศาสตร์ประยุกต์และเครื่องกล แบบประกอบภาพใน 2 มิติ และแบบประกอบภาพใน 3 มิติ (พรทิพย์ ภัทรชาคร. 2520 : 10 ; อ้างอิงจาก Segal and Raskin.1959) แบบทดสอบ Guilford Zimmerman Aptitude Survey วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ด้วยแบบทดสอบ 2 รูปแบบ คือ Form A ใช้แบบหมุนภาพและ Form B ใช้แบบทิศทาง (Borus. 1959 : 715) แบบทดสอบ Pintner Non-language Test ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้กับบุคคลบางประเภท เช่น พวกหูหนวกหรือพิการอื่น ๆ วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ด้วย แบบทดสอบประกอบภาพ และแบบทดสอบพับ

กระตาศ (Anastasai.1961 : 224 – 269) แบบทดสอบ The Chicago Nonverbal Examination เป็นแบบทดสอบที่รู้จักกันแพร่หลายและนิยมใช้กันในปี ค.ศ.1936 ถึง 1947 ใช้กับกลุ่มเด็กอายุ 6 ปี จนถึงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 10 ฉบับ ในจำนวนนี้มีแบบทดสอบย่อยที่วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ คือ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ (Three Dimensional Visualization) แบบทดสอบประกอบภาพเป็นรูปกระดาษ (Paper Form Board) (Thorndike and Hagen.1969 : 307) แบบทดสอบ Differential Aptitude test (DAT) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปใช้ในการแนะแนวทางการศึกษาและอาชีพ ของสมาคมจิตวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกาซึ่งใช้กับเด็กอายุ 8-12 ปี

ประกอบด้วยแบบทดสอบ 7 ฉบับ โดยในส่วนของ การวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์นั้น ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ (Nunnally.1964 : 233 – 235)

แบบทดสอบ Army General Classification Test (AGCT) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงจากแบบทดสอบ Army Alpha วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบ Armed Forces Qualification (AFQT) วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพและแบบวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ 2 มิติ และ 3 มิติ แบบทดสอบ Kohs Block Design วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้ลูกบาศก์ 4 – 16 ลูกบาศก์ ประกอบกันให้เหมือนกับภาพที่กำหนดให้ในเวลาน้อยที่สุด และแบบทดสอบ Army Beta ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการคัดเลือกทหารในช่วงเกิดสงครามโลกครั้งที่ 1 วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

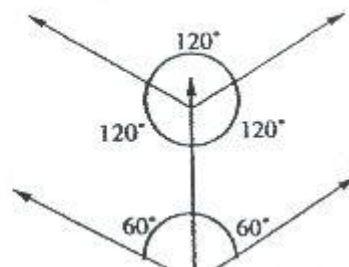
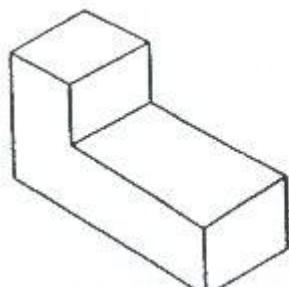
จากที่กล่าวมา การวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ สามารถใช้แบบทดสอบได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพและประกอบภาพ เป็นแบบทดสอบรูปแบบหนึ่ง ที่สามารถใช้วัดสมรรถภาพทางสมองด้านดังกล่าวได้

3. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต

ลีออน แอนเดอร์สัน (Leon Anderson .2000 : 4-12) ได้กล่าวถึง ฐานมาตรฐานอีกรูปแบบหนึ่งที่เราใช้ในการสื่อสารภาพ คือ การวาดรูป Isometric ซึ่งหมายถึงการวาดรูป 3 มิติ ลงบนพื้นผิว 2 มิติ ลักษณะภาพ Isometric เป็นลักษณะการสร้างภาพรูปทรงเรขาคณิตที่มองเห็นเพียง 3 ด้าน คือ ด้านบน (TOP) ด้านหน้า(FRONT) และด้านข้าง(SIDE) การเขียนภาพแบบไอโซเมตริก ภาพที่เขียนจะเอียงทำมุม 30 องศา กับเส้นแนวนอนระดับของภาพ แนวเส้นต่างๆ จะขนานกันในลักษณะของรูปแท่งเหลี่ยมและมีสัดส่วนเท่าขนาดจริง เหมือนกับการมองภาพจริงซึ่งนิยมเขียนเพื่อต้องการทราบถึงภาพที่แท้จริงของชิ้นงานหรือวัตถุ

ดังภาพประกอบ 3 ลักษณะภาพแบบไอโซเมตริกและชิ้นงานในรูปของไปโซเมตริกแบบต่าง ๆ (ฉวีวรรณ รมยานนท์, 2541 : 53-58)

ลักษณะรูปแปลนแบบไอโซเมตริก จากการศึกษในเรื่องของรูปแปลน มีผู้ให้คำจำกัดความ คำว่า รูป และแปลน ไว้ ซึ่งมีความหมาย ดังนี้ รูป หมายถึง ของที่ปรากฏแก่ตา , ร่าง , ร่างกาย,เค้าโครง (ราชบัณฑิตยสถาน.2525 : 700) ส่วนแปลนหมายถึง แผนผังหรือแผนที่ แบบเขียนที่เสมือนกับการมองภาพในแนวตั้งจากจุดเหนือพื้นที่ เป็นการฉายภาพจริงลงบนระนาบ (กรรมการวิชาการ .2525 : 127) และราชบัณฑิตยสถาน ก็ได้ให้ความหมายของ แปลน คือ แผนที่กำหนดไว้ (Plan) ดังนั้นจากความหมายข้างต้นได้สรุปว่า รูปแปลน (Map plan) คือ รูป หรือแบบ หรือแบบแปลน หรือแผนผัง ที่เขียนขึ้นเพื่อกำหนดระยะ ขอบเขต รูปร่าง รูปทรง หรือโครงร่างของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับคมกฤต จำปาสุด กล่าวว่า แบบ หมายถึง รูปที่เขียนขึ้นมา เพื่อที่จะได้เห็นภาพพจน์ของสิ่งนั้นขึ้นมาว่ามีรูปร่างเป็นอย่างไร และแสดงให้เห็นโครงร่างจะสร้างสิ่งนั้นขึ้นมาอย่างไร (คมกฤต จำปาสุด .2525 : 4-5) ส่วนใหญ่รูปแปลน หรือแบบแปลน นั้นมักจะเกี่ยวข้องกับวิชาช่างทุกสาขา วิชาการออกแบบและวิชาเขียนแบบ จึงเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนในสาขาวิชาช่างเสมอ เช่น สาขาช่างไฟฟ้า ช่างวิทยุ ช่างกลโรงงาน ช่างโลหะ ช่างก่อสร้าง และช่างไม้ครุภัณฑ์ จึงอาจกล่าวได้ว่า วิชาเขียนแบบ เป็นหัวใจของวิชาช่างทุกวิชา (ชวิน เป้าอารีย์ และประสิทธิ์ อรุณรัตน์.2513 ; 1)



ภาพประกอบ 3 Isometric Drawing. และ Angles of Isometric Drawing.

4. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบภาพพับกระดาษ

ลีออน แอนเดอร์สัน(Leon Anderson .2000 : 4-14) ได้กล่าวถึง กิจกรรมอีกอันหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการมองวัตถุ 2 - 3 มิติ คือ การพับและตัดกระดาษ

ในตอนแรกของการฝึก เราอาจจะต้องอาศัยการพับและการเจาะกระดาษจริง ๆ เพื่อจะดูสิ่งที่เกิดขึ้น แต่ในที่สุดเราจะต้องจินตนาการเองให้ได้

กฎ

1. ใช้กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพียง 1 แผ่นเท่านั้น
2. พับได้แค่ 1 , 2 หรือ 3 ครั้งเท่านั้น
3. เมื่อพับจนพอใจ (ไม่เกิน 3 ครั้ง) จะเจาะรูได้เพียงรูเดียว
4. กระดาษจะไม่กลับด้านหรือบิด
5. ต้องพับให้ขอบเสมอกันทุกครั้ง
6. เมื่อเราคลี่กระดาษออกจะมีแบบลายเพียงแบบเดียวเท่านั้น
7. จะมีจำนวนรูที่เราเจาะได้เพียง 16 ตำแหน่งต่อกระดาษ 1 แผ่น

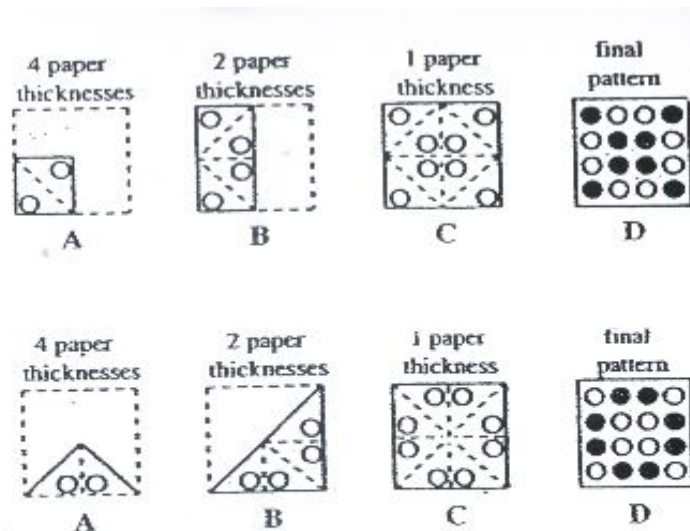
Key ที่เราต้องสังเกต คือ

1. นับความหนาของกระดาษทุกครั้งที่พับเพราะจะมีจำนวนเท่ากับรูที่เราจะเจาะลงไป

2. พยายามจินตนาการตำแหน่งของรูที่จะปรากฏเมื่อเราคลี่กระดาษออกมา
สิ่งที่เราต้องจำ คือ

จำนวนรูจะเท่ากับจำนวนความหนาของกระดาษเสมอ (สมมุติเราพับ 1 ที่ ได้ความหนาของกระดาษเท่ากับ 2 พอเราเจาะรู คลี่ออกมาเราต้องได้ 2 รู)

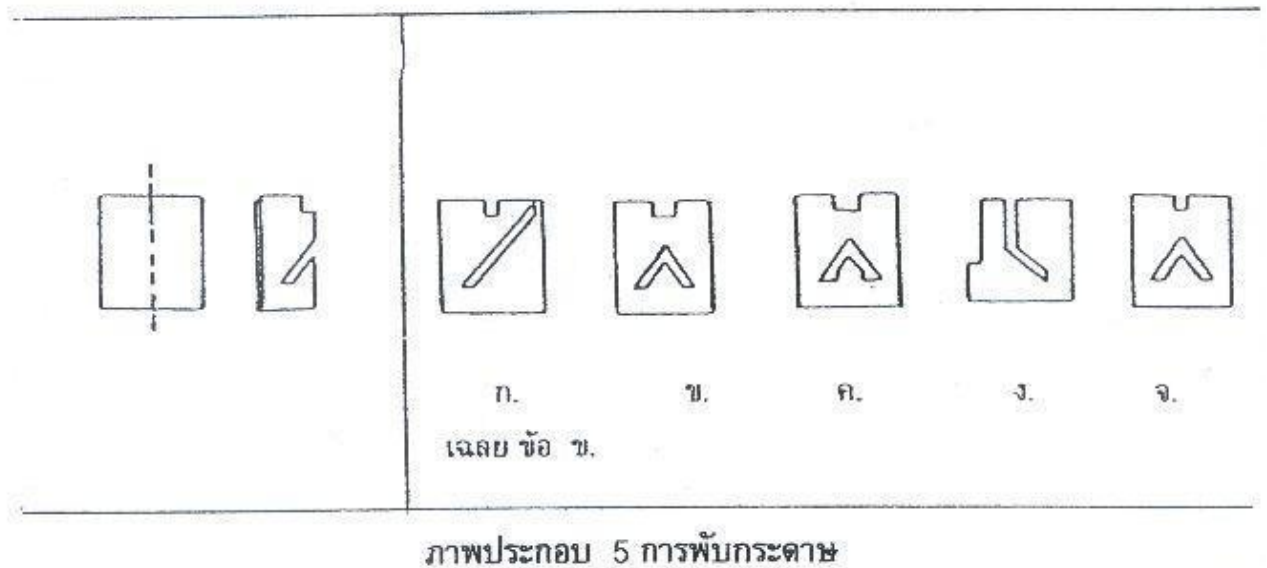
โจทย์ จากตัวเลือกทั้ง 4 ตัวเลือกทางด้านขวามือ จงเลือกรูปที่ถูกต้องอันเป็นผลมาจากการพับและตัดกระดาษทางซ้ายมือ



ภาพประกอบ 4 การพับกระดาษ

ลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ

ลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ คือ แบบทดสอบประเภทนี้อาศัยจินตนาการจากการเอากระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า มาพับกลางแล้วตัดส่วนที่พับนั้น อยากรู้ว่าคลี่ออกมาแล้วน่าจะมีรูปแบบใด เช่น เราตัดเป็นครึ่งวงกลม คลี่ออกมาเป็นรูปวงกลมอย่างนี้เป็นต้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2541 : 159)



5.ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ความหมายของความเที่ยงตรง

ความหมายของความเที่ยงตรง อาจแบ่งออกเป็นสองแนวคิด คือ

1.แนวคิดปัจจุบันอธิบายความเที่ยงตรงในลักษณะหลักฐานความเที่ยงตรงส่วนแนวคิดเดิมจะอธิบายเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือ สำหรับแนวคิดปัจจุบันบุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ (2545 : 172-173) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงตามมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับประเมินคุณภาพของเครื่องมือวัด ซึ่งคณะกรรมการร่วมประกอบด้วยสมาชิกของสมาคม คือ สมาคมวิจัยการศึกษาอเมริกัน สมาคมจิตวิทยาอเมริกัน และสภาการวัดผลการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้เสนอไว้ในหนังสือ “ Standards for Educational and Psychological Testing” ที่พิมพ์ในปี 1985 ได้ให้ความหมายความเที่ยงตรงไว้ว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการประเมินเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับการลงความเห็น (Inference) จากคะแนนที่วัดได้อย่างเหมาะสม อย่างมีความหมาย และให้ประโยชน์ ส่วนการตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validation) เป็นกระบวนการในการรวบรวมพยานหลักฐาน (Evidence) เพื่อสนับสนุนการลงความเห็น ดังกล่าว และสามารถเก็บรวบรวมหลักฐานได้หลายวิธี ความเที่ยงตรงจึงขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของหลักฐานที่สามารถสนับสนุนการลงความเห็นของผู้วัดจากข้อมูลที่วัดได้นั้น

ดังนั้น ความเที่ยงตรง หมายถึง ระดับของหลักฐานที่สามารถสนับสนุน การลงความเห็นจากข้อมูลที่วัดจากเครื่องมือวัดนั้น ซึ่งเป็นการลงความเห็นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดเฉพาะครั้งนั้น ความเที่ยงตรงจึงมีความหมายเดียว (Unitary Concept) แต่การลงความเห็นและการตรวจสอบความเที่ยงตรงอาจมีหลายชนิด ซึ่งแบ่งตามหลักฐานพยาน อาจแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามแนวความคิดแบบเก่า คือ

1. หลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity Evidence)

2. หลักฐานความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ (Criterion — related Validity Evidence)

3. หลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity Evidence)

2. แนวความคิดเดิม ได้ให้ความหมายความเที่ยงตรงตามเนื้อหาไว้ว่า ธรรมชาติของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของข้อคำถาม ในแบบทดสอบต้องตรงและครอบคลุมขอบเขตของพฤติกรรมที่ต้องการวัด และต้องเป็นตัวอย่างที่ดี (Representative Sample) ของเนื้อหาสาระทั้งหมด (Universe) ที่ผู้ใช้แบบทดสอบสนใจที่จะวัด ดังนั้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงสามารถอนุมานมา โดยการนิยามขอบเขตประชากร เนื้อหาสาระหรือเนื้อหาทั้งหมดก่อน แล้วทำการสุ่มเลือกอย่างเป็นระบบระเบียบ (Sampling Systematically) เพื่อสร้างข้อสอบโดยทั่วไปแล้ว แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมักจะเน้นความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหามากกว่าอื่น ๆ การที่จะตัดสินว่าแบบทดสอบมีความ-

เที่ยงตรงตามเนื้อหาหรือไม่เพียงใด จะต้องตรวจสอบดูว่าข้อสอบที่เขียนขึ้นนั้นตรงและครอบคลุมทั้งหัวข้อเนื้อหาวิชา และชนิดของพฤติกรรมของวิชาที่สอนนั้นหรือไม่เพียงใด โดยเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางข้อสอบ (Test Blueprint) ของวิชานั้น เพราะตารางข้อสอบเป็นตารางซึ่งได้กำหนดตัวอย่างของหัวข้อเนื้อหาวิชา และพฤติกรรมมาจากเนื้อหาทั้งหมด และถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้วการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงไม่สามารถแสดงค่าตัวเลขที่ถูกต้องนัก แต่อาจทำได้บ้างโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ เทียบเคียงกับตารางวิเคราะห์ หรือตารางข้อสอบแล้วประเมินความสอดคล้องตรงกันว่ามีมากน้อยเพียงใด อาศัยหลักว่า ตรงมากที่สุดเป็น 1.00 และไม่ตรงเลยเป็น 0 แต่ส่วนมากมักจะพิจารณาแล้วประมาณว่า มีความเที่ยงตรงหรือไม่มีเท่านั้น โดยไม่แสดงเป็นค่าตัวเลขเลย (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2521. 333 -334)

ล้วนและอังคณา สายยศ (2537 : 16 –31 อ้างในเสกสิทธิ์ แสนทวีสุข. 2539 : 22 – 23) ได้กล่าวว่า ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง ความสามารถในการวัดได้ตามเนื้อหาที่ต้องการจะวัด และการพิจารณาความเที่ยงตรงนั้นจะใช้การวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล (Rational Analysis) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา จำแนกออกเป็น 2 ชนิด

1. ความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล (Logical Validity) บางครั้งเรียกว่า ความเที่ยงตรงเชิงการสุ่ม (Sampling Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด (Table of Specification) หรือไม่ ถ้าเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชานั้นจะต้องพิจารณาว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีข้อสอบแต่ละข้อตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดและจำนวนข้อสอบสอดคล้องกับ

ตารางวิเคราะห์รายละเอียดหรือไม่ ถ้าสอดคล้องกันก็แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล แต่ถ้าเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชานั้นจะพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยปกติ IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไป

2. ความเที่ยงเชิงพินิจ (Face Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่พิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อได้ตรงตามคุณลักษณะที่นิยามไว้หรือไม่โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ดังนั้นความเที่ยงตรงชนิดนี้ขึ้นอยู่กับผู้เชี่ยวชาญที่ทำการตรวจสอบว่ามีความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด เช่น ความเที่ยงตรงของแบบวัดบุคลิกภาพความเป็นผู้นำ ข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบจะผ่านการตรวจสอบว่าวัดได้ตรงตามลักษณะ (Trait) ที่นิยามไว้ในบุคลิกภาพหรือไม่ซึ่งเป็นความเที่ยงตรงที่ใช้กับการวัดด้านความรู้สึก (Affective Domain)

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2528 : 90) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างคำถามให้ได้สัดส่วน หรือนำหนักความสำคัญของเนื้อหาแต่ละเรื่องที่จะวัด

1. หลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2545 : 173) ได้กล่าวว่า หลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง การลงความเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของเครื่องมือวัดกับเนื้อหาของเกณฑ์ ถ้ามีความสอดคล้องกันมาก แสดงว่ามีหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มาก เพราะเนื้อหาของเครื่องมือวัดครอบคลุมเนื้อหาที่เป็นตัวเกณฑะนั้นเอง ซึ่งวิธีแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหา นี้ อุทุมพร จามรمان (2532 : 24 — 28) ได้กล่าวว่าควรจะทำเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะแรก เป็นการตรวจสอบตอนการสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 คน พิจารณาเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่กำหนดขึ้นเกี่ยวกับ

1. เนื้อหาที่จำแนกแยกย่อยออกเป็นหมวดหมู่ หรือหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อย ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามหลัก กฎ ทฤษฎีของเนื้อหาที่ต้องการหรือไม่
2. น้ำหนักของหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อยของแต่ละเนื้อหา และแต่ละพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่
3. ข้อสอบแต่ละข้อถามได้ตรงหรือสอดคล้องกับเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่

ระยะหลัง เป็นการตรวจสอบหลังจากร่างแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญหลายๆ คนที่มีความเห็นตรงกันในประเด็นเกี่ยวกับ

1. ความครอบคลุมของเนื้อหา
2. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่แยกเป็นหัวข้อใหญ่กับหัวข้อย่อยๆ
3. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา พฤติกรรมและน้ำหนัก

2. หลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามเกณฑ์

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2545 : 174-175) ได้กล่าวไว้ว่า หลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลการวัดจากเครื่องมือที่สร้างกับค่าที่วัดได้จากคะแนนเกณฑ์ภายนอก (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2528 : 90-91) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถบ่งชี้ได้อย่างถูกต้องตามสภาพที่เป็นจริงของผู้สอบ เช่น ถ้าแบบทดสอบใดบ่งชี้ว่า ผู้ถูกสอบเป็นผู้ที่มีความสามารถบวกเลขได้คล่องแคล่ว และถูกต้องเป็นจำนวนมากในชีวิตจริง เมื่อเด็กคนนั้นไปซื้อของก็สามารถคิดราคาของหรือคิดเงินทอนได้ เป็นต้น

การหาความเที่ยงตรงตามสภาพนี้ ทำได้โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบนั้นกับคะแนนการจัดอันดับของสภาพที่เป็นจริงของนักเรียนในกลุ่มนั้น ซึ่งอาจใช้สูตรของ Person Product Moment หรือ Spearman Rank — Order ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์สูง แสดงว่า แบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพสูง

2. ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง คุณภาพในการวัดที่สามารถนำผลจากการวัดนั้นไปพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนวิชาต่างๆ อาชีพต่างๆ ในอนาคตได้อย่างถูกต้อง

การหาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์นี้ หาได้โดยการหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบนั้นกับผลการเรียนหรือความสำเร็จในการทำงานในอนาคต โดยใช้สูตรของ Pearson Product Moment ถ้าค่าสหสัมพันธ์สูง แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูง

3. หลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2545 : 177-196) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดขอบเขตความหมายหรือคุณลักษณะประจำตามโครงสร้างทางทฤษฎีที่สมมติขึ้นนั้นได้เพียงใด คำว่าโครงสร้าง (Construct) ในที่นี้หมายถึงตัวประกอบ หรือองค์ประกอบ (Factor) จึงเรียกความเที่ยงตรงตามโครงสร้างนี้อีกอย่างหนึ่งว่า “หลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามองค์ประกอบ” วิธีการแสดงความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. พิจารณาเทียบกับโครงสร้างที่กำหนด เครื่องมือวัดผลการเรียนที่

เขียนข้อสอบวัดตามตารางลักษณะเฉพาะหรือตารางวิเคราะห์หลักสูตร สามารถแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ได้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ว่าข้อสอบแต่ละข้อเขียนวัดได้ตรงตามพฤติกรรมในตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่และจำนวนข้อสอบเหล่านั้นมีสัดส่วนเป็นไปตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร การใช้ดุลพินิจดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้มีหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของการวัดด้านสติปัญญา

2. เปรียบเทียบจากกลุ่มที่ต่างกัน การศึกษาว่าเครื่องมือวัดโครงสร้างของสิ่งที่จะวัดได้โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ต่างกันสองกลุ่มที่รู้แจ้งชัดว่ากลุ่มหนึ่งมีคุณลักษณะในสิ่งที่ต้องการวัด ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งคุณลักษณะในสิ่งนั้น แล้วเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากทั้งสองกลุ่ม แล้วใช้ t-test ทดสอบ นำค่า t-test ที่คำนวณได้ไปเทียบกับค่า t ที่เปิดจากตารางแจกแจงของ t ที่มีชั้นความอิสระเท่ากับ ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์เทียบ แสดงว่าคะแนนที่ได้จากทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็สามารถสรุปว่า เครื่องมือนั้นมีหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามโครงสร้างสูง

3. เปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน ค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด กับเครื่องมือมาตรฐานที่วัดคุณลักษณะเดียวกันสามารถบ่งชี้ หลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้างได้ ดังนั้นในการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้างจึงสามารถ

ทำได้ โดยนำเครื่องมือวัดที่ต้องการ กับเครื่องมือวัดในคุณลักษณะเดียวกันที่เป็นมาตรฐานแล้วไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน แล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองชุด

4 .การวิเคราะห์หลายลักษณะ – หลายวิธี (Multitrait – Multimethods)

การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้างต่างจากการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ที่ต้องใช้หลักฐานต่าง ๆ มากกว่า โดยอาศัยสมมติฐานที่ว่า ถ้าเครื่องมือวัดกับเกณฑ์มีลักษณะร่วมกัน จะมีค่าสหสัมพันธ์กันสูง และถ้าเครื่องมือวัดกับเกณฑ์มีลักษณะต่างกัน จะมีค่าสหสัมพันธ์กันต่ำ นำมาวิเคราะห์พร้อมกัน ซึ่งแคมป์เบลและฟิสต์ (Campbell and Fiske) ได้พัฒนาแนวคิดนี้ให้เหมาะสม เรียกว่าการวิเคราะห์หลายลักษณะ – หลายวิธี โดยใช้วิธีการเทียบความเที่ยงตรงร่วม (Convergent Validity) และความเที่ยงตรงแยก (Divergent Validity) ซึ่งความเที่ยงตรงร่วมควรมีค่าสูงกว่า และความเที่ยงตรงแยกควรมีค่าต่ำกว่า แต่ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดแต่ละวิธีควรมีค่าสูงสุด

5. การหาค่าความสอดคล้องภายในเครื่องมือวัด วิธีนี้จะอาศัยความสอดคล้องภายในเครื่องมือวัด โดยไม่ใช้เกณฑ์ภายนอก ซึ่งสามารถพิจารณาจากดัชนีต่าง ๆ ดังนี้

1.พิจารณาจากดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อ เพราะข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงเป็นข้อสอบที่วัดในทิศทางเดียวกันกับส่วนรวม ถือว่ามีหลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้างภายในสูง

2.พิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนส่วนย่อยภายในเครื่องมือวัดกับคะแนนรวม

3. พิจารณาจากค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดที่หาด้วยสูตรความสอดคล้องภายในเช่น สูตร KR-20 หรือสูตรแอลฟา ของครอนบัค (Cronbach's Coefficient-Alpha) ดังนั้น เครื่องมือวัดใดมีค่าความเชื่อมั่นสูง ก็สามารถสรุปว่ามีหลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้างภายใน

6. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) อัลเลนและเยน (Allen and Yen. 1979 : 111) กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นการวิเคราะห์ตัวประกอบโดยอาศัยวิธีการทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่าง กลุ่มของตัวแปรในรูปของเมทริกซ์สหสัมพันธ์และอธิบายสหสัมพันธ์เหล่านั้นในรูปของ การลดจำนวนตัวแปรต่างๆ ให้น้อยลงซึ่งเรียกว่า ตัวประกอบ จนกระทั่งเหลือแต่ตัวประกอบรวมที่สำคัญ แบบทดสอบที่ได้รับอิทธิพลจากตัวประกอบใดย่อมมีค่าน้ำหนักตัวประกอบสูง (high factor loading) และค่าน้ำหนักตัวประกอบแต่ละตัวจะแสดงถึงค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ถ้าค่าน้ำหนักในตัวประกอบใดของแบบทดสอบมีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าแบบทดสอบชุดนี้วัดสิ่งเดียวกัน นั่นคือแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ (ม.ป.ป. 8) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบว่ายึดหลักตัวแปรหรือข้อมูลต่างๆ มีความสัมพันธ์กันนั้น เนื่องมาจากตัวแปรต่างๆ เหล่านี้มีองค์ประกอบร่วมกัน (Common factor) สังเกตได้จากการจับกลุ่มของตัวแปรหรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สามารถใช้แทนตัวแปรร่วมกลุ่มนั้นได้ เป็นการลดจำนวนตัวแปรให้น้อยลง การจัดกลุ่มตัวแปรที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำให้ทราบถึงโครงสร้างและแบบแผนของข้อมูล ทำให้หาองค์ประกอบร่วมของตัวแปรได้ และสามารถหาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแต่ละตัวได้ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจะอธิบายถึงความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบนั้น แสดงถึงขนาด (Magnitude) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบ ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบจึงเป็นวิธีการทางสถิติที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอชุดของตัวแปรหลายๆ ตัวแปรในรูปของตัวแปรองค์ประกอบ (Factor) ที่มีจำนวนน้อยลงมักทำใน 2 ลักษณะ ดังนี้

ก. ค้นหาว่ามีกี่องค์ประกอบ อะไรบ้าง (Explorator)

ข. ยืนยันหรือทดสอบสมมติฐานว่ามีกี่องค์ประกอบในคุณลักษณะนั้น (Trait) จริงหรือไม่ (Confirmatory)

งลักษณ์ วิรัชชัย (2542 : 122-146) กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ช่วยให้นักวิจัยสร้างองค์ประกอบจากตัวแปรหลายๆ ตัวแปรโดยรวมกลุ่มตัวแปรที่สัมพันธ์กันไว้เป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแต่ละองค์ประกอบ คือตัวแปรแฝงที่

เป็นคุณลักษณะที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบจะช่วยลดจำนวนตัวแปรลง และได้องค์ประกอบ ทำให้ผู้วิจัยเข้าใจลักษณะของข้อมูลได้ง่ายขึ้น แปรผลการวิจัยได้สะดวก และชัดเจนขึ้น อีกทั้งยังได้ทราบแบบแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล นอกจากนี้การวิเคราะห์องค์ประกอบยังเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแบบแผนและโครงสร้าง ความสัมพันธ์ของข้อมูลว่าแบบแผนหรือโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้นมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรว่ามีโครงสร้างตามนิยามทางทฤษฎีหรือไม่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบทั้งสองวิธีต่างเป็นวิธีที่มีประโยชน์ต่อการวิจัยทั้งสิ้น โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเหมือนกันอยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์
2. การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น (Extraction of the initial factors)
3. วิธีการหมุนแกน (Method of rotation)
4. การสร้างสเกลองค์ประกอบ

ประโยชน์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

1. ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเครื่องมือวัดตัวแปรแฝง โดยนำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบมาสร้างตัวแปรแฝง แล้วนำตัวแปรแฝงนี้ไปวิเคราะห์ต่อไป
2. ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเครื่องมือวัดตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของตัวแปรว่ามีโครงสร้างตามนิยามทางทฤษฎีหรือไม่ และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงอย่างไร
3. ใช้ในการแก้ปัญหาตัวแปรอิสระของการวิเคราะห์ถดถอยพหุมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) โดยการนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกันโดยการสร้างตัวแปรใหม่จากคะแนนองค์ประกอบ แล้วนำองค์ประกอบนั้นไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ถดถอยต่อไป

ข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของการวิเคราะห์องค์ประกอบ คือ ตัวแปรต้องมีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อรวมกลุ่มของตัวแปรที่สัมพันธ์กัน

การตรวจสอบเบื้องต้นว่าข้อมูลชุดนั้นจะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบได้หรือไม่ คือการพิจารณาเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรชุดนั้น ตัวแปรที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบจะต้องมีความสัมพันธ์กันไม่น้อยกว่า .30

การตรวจสอบว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ สามารถตรวจสอบได้โดยการคำนวณค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation) คือ การหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อควบคุมตัวแปรอื่น ซึ่งควรมีค่าต่ำ สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยโปรแกรม SPSS จะมีค่าสถิติทดสอบเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์ประกอบหรือไม่ ได้แก่ ค่า KMO and Bartlett's test

ลักษณะของโมเดลลิสเรล (LISREL model)

โมเดลลิสเรล (Linear Structural Relationship model หรือ LISREL model) หมายถึงโมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่เป็นไปได้ทั้งตัวแปรสังเกตได้ (observed variable) และตัวแปรแฝง (latent variable) ซึ่งโมเดลลิสเรลนี้เป็นโมเดลการวิจัยที่มีประโยชน์มาก และใช้ได้กับงานวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์เกือบทุกประเภท เนื่องจากปัญหาสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือปรากฏการณ์ต่างๆ

โมเดลลิสเรลเป็นผลของการสังเคราะห์วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 3 วิธี คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) การวิเคราะห์อิทธิพล (path analysis) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ถดถอย การวิเคราะห์ด้วยลิสเรลจึงสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบ

และวิเคราะห์อิทธิพลไปพร้อมๆ กันได้ โดยมีหัวใจสำคัญของการวิเคราะห์อยู่ที่การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์ ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม (Variance-covariance matrix) ที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์กับเมทริกซ์ที่ได้จากการประมาณค่าตามโมเดลลิสเรลที่เป็นสมมติฐานการวิจัย เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พร้อมทั้งรายงานดัชนีความสอดคล้องด้วย

การดำเนินงานเพื่อวิเคราะห์โมเดลลิสเรลแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ
(นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 : 23-60)

- ขั้นที่ 1 กำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล (specification of the model)
- ขั้นที่ 2 การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล (Identification of the model)
- ขั้นที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์จากโมเดล (Parameter estimation form the model)

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบความตรงของโมเดล (Validation of the model) ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล (Specification of the model) ลักษณะของโปรแกรม LISREL มีส่วนประกอบของโมเดล 2 ส่วน คือ

1.1 โมเดลการวัด (measurement model) เป็นโมเดลซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝง โมเดลการวัดจะประกอบด้วยชุดของตัวแปรที่สังเกตได้คือตัวแปรอิสระที่สังเกตได้และชุดของตัวแปรตามที่สังเกตได้

1.2 โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation model) เป็นโมเดลที่ระบุความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างตัวแปรแฝงในการนำข้อมูลในธรรมชาติมาเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ในเชิงสาเหตุต้องทำด้วยความรอบคอบ โดยนักวิจัยต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่สำคัญ คือ ขั้นแรก คัดเลือกตัวแปรตามมาศึกษาให้ครบถ้วนจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากการวิเคราะห์เชิงตรรกะของผู้วิจัย ขั้นที่สอง สร้างโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และขั้นสุดท้ายนำโครงสร้างความสัมพันธ์มาตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วนำมาเขียนสมการ

สิ่งสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิซเรล คือ การกำหนดค่าเมทริกซ์ทั้ง 8 เมทริกซ์ให้สอดคล้องกับโมเดลการวิจัย ซึ่ง Joreskog and Sorbom. (1989 : 4-5) กำหนดเมทริกซ์ให้ทำได้ 3 แบบ คือ

ก. พารามิเตอร์กำหนด (Fixed parameters) เมื่อโมเดลการวิจัยไม่มีเส้นแสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรพารามิเตอร์ ขนาดอิทธิพลตัวนั้นจะกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ ใช้สัญลักษณ์ "0"

ข. พารามิเตอร์บังคับ (Constrained parameters) เมื่อโมเดลการวิจัยมีเส้นแสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรและพารามิเตอร์ ขนาดอิทธิพลตัวนั้นเป็นค่าที่ต้องประมาณ แต่นักวิจัยมี

ค. เงื่อนไขที่ต้องกำหนดให้พารามิเตอร์บางตัวมีค่าเฉพาะคงที่ เช่น มีค่าเท่ากับ 1 หรือมีค่าอื่น ๆ กรณีเช่นนี้จะกำหนดค่าสมาชิกในเมทริกซ์ที่แทนค่าพารามิเตอร์นั้นเป็นพารามิเตอร์บังคับ

ง. พารามิเตอร์อิสระ (Free parameters) เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าและไม่ได้บังคับให้มีค่าอย่างใดอย่างหนึ่ง ใช้สัญลักษณ์

ขั้นที่ 2 การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล (Identification of the Model) การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดลมีความสำคัญและมีนักสถิติศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้กันมาก ผลการค้นพบสรุปได้ว่ามีเงื่อนไขที่ทำให้ระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวพอดีที่ต้องพิจารณาอยู่ 3 ประเภท บอลเลน (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542 : 45-47; อ้างอิงจาก Bollen. 1989) ดังนี้

1. เงื่อนไขจำเป็น (Necessary Condition) ของการระบุได้พอดี โมเดลจะต้องมีลักษณะจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนสมาชิกในทริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่าง เงื่อนไขข้อนี้เรียกว่า กฎที่ (t-rule) หรือตรวจสอบได้จากสมการ $t < (1/2)(N)(NI+1)$ เมื่อ t เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า และ NI เป็นจำนวนตัวแปรที่สังเกตได้

2. เงื่อนไขพอเพียง (Sufficient Condition) ของการระบุได้พอดี สำหรับการระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดลมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะในแต่ละโมเดล โดยมีกฎทั่วไปดังนี้

1.1 กฎความสัมพันธ์ทางเดียว (Recursive Rule) สำหรับโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด กล่าวว่า เมทริกซ์ BE ต้องเป็นเมทริกซ์ไต้แนวทแยง และเมทริกซ์ PS ต้องเป็นเมทริกซ์แนวทแยง

1.2 กฎสามตัวบ่งชี้ (Three-indicator Rule) สำหรับโมเดลการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบ กล่าวว่า สมาชิกในเมทริกซ์ LX จะต้องมีความไม่เท่ากับศูนย์อย่างน้อยหนึ่งตัวในแต่ละแถว ในแต่ละองค์ประกอบต้องมีตัวบ่งชี้หรือตัวแปรสังเกตได้อย่างน้อย 3 ตัว และเมทริกซ์ TD ต้องเป็นเมทริกซ์แนวทแยง

1.3 กฎสองขั้นตอน (Two-step Rule) สำหรับโมเดลที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ขั้นตอนจากนั้นจึงตรวจสอบโดยใช้กฎ 2.2 หากพบว่า โมเดลระบุได้พอดี ให้ตรวจสอบโดยขั้นตอนที่ 2 ต่อไป ในขั้นตอนที่ 2 ให้ปรับโมเดลเป็นโมเดลอิสระที่ไม่มี ความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยเอาเฉพาะตัวแปรภายในมารวมเป็นชุดเดียวกันเสมือนเป็นตัวแปรสังเกตได้ เช่น ในโมเดลที่ไม่มี ความคลาดเคลื่อนในการวัดแล้วตรวจสอบโดยใช้กฎ 2.1

3. เงื่อนไขจำเป็นและพอเพียง (Necessary and Sufficient Conditions) เป็นเงื่อนไขที่มีประสิทธิภาพสูงสุดหากเปรียบเทียบกับเงื่อนไขทั้งหมด โดยกล่าวว่า โมเดลระบุได้

4. พอดีก็ต่อเมื่อสามารถแสดงได้โดยการแก้สมการโครงสร้างว่าค่าพารามิเตอร์แต่ละค่าได้จากการแก้สมการที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของประชากร

ขั้นที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์จากโมเดล (Parameter Estimation from the model) เป็นการหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้เมทริกซ์ S และ Sigma (Σ) แทนเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่สร้างขึ้นจากพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จากโมเดลที่เป็นสมมติฐาน ถ้าหากเมทริกซ์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าโมเดลที่เป็นสมมติฐานมีความกลมกลืนกับโมเดลที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์

การกำหนดเงื่อนไขให้เมทริกซ์ S และ Sigma มีค่าใกล้เคียงกันนั้น ใช้วิธีการสร้างความกลมกลืน (Fit or Fitting Function) เป็นตัวเกณฑ์ในการตรวจสอบและหากจะทำให้ได้ค่าประมาณที่มีความคงเส้นคงวา (Consistency) ลักษณะของฟังก์ชันต้องมีคุณสมบัติรวม 4 ประการ คือ

1. ฟังก์ชันความกลมกลืนต้องเป็นสเกลาร์ (Scalar) หรือเป็นเลขจำนวน
2. ฟังก์ชันความกลมกลืนต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์
3. ฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็น 0 เมื่อเมทริกซ์ Sigma และ S มีค่าเท่ากันเท่านั้น
4. ฟังก์ชันความกลมกลืนต้องเป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง (Continuous Function)

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของโมเดล (Model Validation) เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงของโมเดลลิสเรลที่เป็นสมมติฐานในการวิจัยหรือการประเมินผลความถูกต้องของโมเดลหรือการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างสมมติฐานการวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น สามารถพิจารณาค่าสถิติที่ช่วยในการตรวจสอบ 5 วิธี คือ (Joreskog and Sorbom, 1993: 121-129)

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Standard errors and correlations of estimates) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล จะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสถิติที่ และสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่ และโมเดลการวิจัยอาจจะยังไม่ดีพอ ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณมีค่าสูงมากเป็นสัญญาณแสดงว่าโมเดลการวิจัยใกล้เคียงไม่เป็นบวกแน่นอน และเป็นโมเดลที่ไม่ดีพอ

2. สหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple correlations and coefficients of determination) สำหรับตัวแปรสังเกตได้ยกทีละตัวและรวมทุกตัว รวมทั้งประสิทธิภาพการพยากรณ์ของสมการโครงสร้างด้วย ค่าสถิติเหล่านี้ควรมีค่าสูงสุดไม่เกินหนึ่ง และค่าที่สูงแสดงว่าโมเดลมีความเที่ยงตรง

3. ค่าสถิติระดับความกลมกลืน (Goodness of fit measures) เป็นค่าสถิติที่จะตรวจสอบความเที่ยงตรงในภาพรวมทั้งหมดของโมเดล และยังสามารถเปรียบเทียบระหว่างโมเดลว่าโมเดลใดจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ากัน ค่าสถิติในกลุ่มนี้มี 4 ประเภท ได้แก่

3.1 ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit measures) เป็นค่าสถิติที่จะตรวจสอบความเที่ยงตรงในภาพรวมทั้งหมดของโมเดล และยังสามารถเปรียบเทียบระหว่างโมเดลว่าโมเดลใดจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ากัน ค่าสถิติในกลุ่มนี้มี 4 ประเภท ได้แก่

3.1.1 ตัวแปรภายนอกสังเกตได้ต้องมีการแจกแจงปกติ ไม่มีความโค้ง

3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลต้องใช้เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม

3.1.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่ (อัตราส่วนของหน่วยตัวอย่างกับจำนวนพารามิเตอร์ควรเป็น 20 ต่อ 1)

3.1.4 ฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็น 0 จริงตามสมมติฐานที่ใช้ทดสอบ

3.2 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (goodness of fit = GFI) ดัชนี GFI จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 และเป็นค่าที่ไม่ขึ้นกับขนาดกลุ่มตัวอย่างแต่ลักษณะการแจกแจงขึ้นอยู่กับ

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดัชนี GFI ที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (adjusted goodness of fit = AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้ โดยคำนึงถึงขั้นความอิสระ ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปร และขนาดกลุ่มตัวอย่าง ค่าดัชนี AGFI นี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI

3.4 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (root mean squared residual = RMR) ดัชนี RMR เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดล โมเดลเฉพาะกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ค่าของดัชนี RMR ยิ่งเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4. การวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อน (analysis of residuals) การตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ควรพิจารณาถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานด้วย ถ้าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูล ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนน

5. มาตรฐานไม่ควรมีค่าเกิน 2.00 ถ้ายังมีค่าเกิน 2.00 ต้องปรับโมเดล นอกจากนี้โปรแกรมลิสเรลยังให้ผลในรูปของกราฟ (Q-plot) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าควอไทล์ปกติ (normal quantiles) ถ้าได้เส้นกราฟที่มีความชันมากกว่าเส้นทแยงมุมอันเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ แสดงว่ามีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

6. ดัชนีปรับแต่งโมเดล (model modification indices) เป็นค่าสถิติเฉพาะของพารามิเตอร์แต่ละตัว มีค่าเท่ากับค่าไค-สแควร์ ที่จะลดลงเมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ตัวนั้นเป็น

พารามิเตอร์อิสระ หรือมีการผ่อนคลายข้อกำหนดเงื่อนไขบังคับของพารามิเตอร์ มีประโยชน์ช่วยในการตัดสินใจที่จะปรับโมเดลให้ดีขึ้น

6. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ความหมายของความเชื่อมั่น

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นไว้ต่างๆ กันดังนี้

นันทนอลลี (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์.2537;อ้างอิงจาก Nunnally. 1964 : 59)

กล่าวว่าความเชื่อมั่น หมายถึงสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ซึ่งลินด์วอลล์ และ นิคโค(บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์.2537; อ้างอิงจาก Lindvall and Nitko.1967:126) ความเชื่อมั่นเป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบสองครั้ง โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันสอบในเวลาต่างกัน ลอร์ด และโนวิก (สุภาภรณ์ ธาตุดี.2546; อ้างอิงจาก Lord and Novick. 1968 : 198) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบซ้ำ และคะแนนที่ได้จากการตอบ

แบบ ทดสอบทั้งสองครั้งเป็นอิสระไม่ขึ้นกับความคลาดเคลื่อนของการวัดใดๆ อนาสตาซี (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์.2537;อ้างอิงจาก Anastasi. 1968 : 105) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบบุคคลเดียวกันแต่ต่างเวลาและต่างโอกาสกัน กรอนลันด์ (สุภาภรณ์ ธาตุดี.2546; อ้างอิงจาก Gronlund. 1976 : 105) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของคะแนนในการทดสอบหรือความคงที่จากการประเมินครั้งแรกและครั้งอื่นๆ บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2527 : 269) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่แน่นอนของคะแนนซึ่งได้จากการวัดนักเรียนกลุ่มเดียวกัน ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน หลายๆ ครั้ง หรือด้วยแบบทดสอบสองฉบับที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรอื่นๆ ในการสอบวัดนั้น สำเร้ง บุญเรืองรัตน์ (2529 : 35) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึงความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถให้คะแนนได้คงที่ กล่าวคือ ถ้า นำแบบทดสอบวัดกับกับเรียนคนเดิม คะแนนจากการวัดทั้งสองครั้งควรจะสัมพันธ์กันดี ควรได้คะแนนคงที่เหมือนเดิม สวัสดิ์ ประทุมราช (2531 : 72) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ผลการวัดซ้ำที่มีความคงเส้นคงวา ไม่ว่าจะวัดซ้ำกี่ครั้ง หรือสอบด้วยแบบทดสอบที่คู่ขนาดกัน ผลการวัดไม่ควรจะแตกต่างกันโดยเฉพาะลำดับที่ของผู้เรียนไม่ควรแตกต่างกันมากนัก และ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 192) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด หมายถึงความคงเส้นคงวาของผลการวัด การที่นำเครื่องมือนั้นไปทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้งๆ ก็ตาม ก็ยังคงได้คะแนนเท่าเดิม

จากความหมายของความเชื่อมั่น สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่นหมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถให้คะแนนได้อย่างคงที่แน่นอนจากการวัดนักเรียนกลุ่มเดียวกัน ไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้งคะแนนก็จะคงที่

ทฤษฎีความเชื่อมั่น

ในการวัดและประเมินผลการศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีผู้เสนอทฤษฎีของการวัดไว้หลายทฤษฎี เช่น

1. ทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม (Classical test theory) คือความเชื่อมั่น สามารถอธิบายได้โดยเริ่มต้นจากคะแนนที่สังเกตได้ (Observed Score) สำหรับคะแนนที่สังเกตได้นี้จะประกอบด้วยคะแนนจริง (True Score) และคะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score) ดังสมการ

	X	=	T + E
เมื่อ	X	แทน	คะแนนที่สังเกตได้
	T	แทน	คะแนนจริง
	E	แทน	คะแนนความคลาดเคลื่อน

คะแนนจริง (True Score) หมายถึง คะแนนที่ผู้สอบได้รับจากการวัดด้วยเครื่องมือที่มีคุณภาพสูงปราศจากความคลาดเคลื่อน หรือหมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้สอบซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบฉบับเดิมหลายๆ ครั้ง โดยมีข้อตกลงว่า จะต้องไม่มีอิทธิพลจากการฝึกฝนความเมื่อยล้า และการเรียนรู้ในการทดสอบซ้ำ

2. ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) นี้มีพื้นฐานความเชื่อว่าพฤติกรรมกรรมการตอบสนองต่อข้อสอบของผู้สอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สังเกตได้โดยตรงว่าถูกหรือผิด จะถูกกำหนดโดยคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคล ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบนี้จะอธิบายความสัมพันธ์ของคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคล กับพฤติกรรมกรรมการตอบสนองข้อสอบในรูปของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเรียกว่า โมเดลการตอบสนองข้อสอบซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น โมเดล 1, 2, 3, พารามิเตอร์ เป็นต้น

3. ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงทางการทดสอบ (Generalizability Theory : GT) ทฤษฎีนี้สามารถที่จะช่วยให้นักวัดผลใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง สรุปอ้างอิงถึงนัยทั่วไปของค่าความเที่ยงตรงของการวัดภายใต้เงื่อนไขของการวัดต่างๆ กัน อันเป็นจุดอ่อนของทฤษฎี Classical reliability เพื่อตอบคำถามว่าความเที่ยงตรงควรจะเป็นเท่าไรเมื่อสภาพการวัดมีความหลากหลายในระดับต่างๆ กันของเงื่อนไขการวัดเช่น ความยาวของข้อสอบลักษณะเนื้อหาที่มุ่งวัดจำนวนครั้งของการสอน วิธีการวัดจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน ระดับการวัด เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้นักวัดผลในการตัดสินใจทางการทดสอบว่า ถ้าต้องการใช้เครื่องมืออย่างมีคุณภาพ ควรจะใช้ภายใต้สถานการณ์การวัดลักษณะใด แนวทางของทฤษฎีนี้จะนำไปสู่การสรุปอ้างอิงนัยทั่วไปของความเชื่อมั่นต่อไป

การประมาณค่าความเชื่อมั่น

นักการศึกษาและนักวิจัย ได้กล่าวถึง การประมาณค่าความเชื่อมั่นในหลายๆ วิธีที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

เฟอร์กูสัน (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2537; อ้างอิงจาก Ferguson 1966 : 365-366) และสแตนเลย์ และฮอปกินส์ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2537 ; อ้างอิงจาก Standley and Hopkins. 1972 : 122-127) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่า วิธีการสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น มี 4 วิธี ดังนี้

1.วิธีสอบซ้ำ (Test retest methodหรือบางครั้งเรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความคงตัว (Coefficient of stability) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทำการทดสอบกับบุคคลเดียวกันซ้ำสองครั้งในช่วงเวลาที่แตกต่างกันพอสมควร คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งสองครั้งมีสหสัมพันธ์กัน ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel — forms method) เป็นการนำแบบทดสอบที่มีลักษณะคู่ขนานกันหรือเท่าเทียมกัน โดยมีเนื้อหา ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากัน ไปทดสอบในเวลาเดียวกันหรือเวลาที่แตกต่างกันก็ได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งสองฉบับมีสหสัมพันธ์ ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split — half method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับบุคคลกลุ่มเดียว แล้วแบ่งครึ่งแบบทดสอบเป็นชุดคะแนนของข้อคู่และชุดคะแนนของข้อคี่ นำคะแนนที่ได้จากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบไปหาสหสัมพันธ์กัน จากนั้นปรับขยายด้วยสูตรของสเปียร์แมน — บราวน์ เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4. วิธีวัดความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal — consistency method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับกลุ่มบุคคลเดียวกัน และนำไปหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของ คูเดอร์ — ริชาร์ดสัน (Kuder — Richardson) ซึ่งการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของคูเดอร์ — ริชาร์ดสัน นี้ เครื่องมือจะต้องมีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วมกัน และคะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะที่ถ้าทำถูกต้อง 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนเท่านั้น วิธีนี้มีสูตรที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นอยู่ 2 สูตร คือ KR — 20 กับ KR-21 (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2537; อ้างอิงจาก Anastasi. 1968 : 105-133) กล่าวว่า การประมาณค่าความเชื่อมั่นมี 4 แบบ คือ

1. สัมประสิทธิ์ของความคงตัว เป็นค่าที่ได้จากการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบซ้ำในเวลาที่แตกต่างกัน ได้คะแนนสองชุด นำคะแนนสองชุดไปหาสหสัมพันธ์โดยวิธีอย่างง่าย (Product Moment Correlation) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2. สัมประสิทธิ์ของความสมมูล เป็นค่าที่ได้จากการนำแบบทดสอบสองฉบับที่มีลักษณะเป็นคู่ขนานกัน คือมีเนื้อหา ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนน

3. คะแนนแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาหาค่าสหสัมพันธ์ ค่าที่ได้เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4. สัมประสิทธิ์ของความคงตัวและความสมมูล เป็นค่าที่ได้จากการนำแบบทดสอบสองฉบับที่มีลักษณะคู่ขนานกัน คือมีเนื้อหา ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบเท่ากัน ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาที่ต่างกัน โดยเว้นช่วงเวลาระหว่างการทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 พอสมควร จากนั้นนำคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองมาหาค่าสหสัมพันธ์ ค่าที่ได้เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5. สัมประสิทธิ์ของความคงที่ภายใน เป็นค่าที่ได้จากการนำแบบทดสอบฉบับเดียวสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งเพียงครั้งเดียว และแบ่งครึ่งซึ่งนิยมแบ่งข้อคี่และข้อคู่ นำคะแนนจาก

การแบ่งครึ่งแบบทดสอบทั้งสองชุดมาหาค่าสหสัมพันธ์ แล้วปรับขยายเป็นความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรปรับขยายของสเปียร์แมน — บราวน์

เมห์เรนส์ และเลห์แมน (สุภาภรณ์ ชาติดี. 2546; อ้างอิงจาก Mehrens and Lehmann. 1984 : 271-272) กล่าวถึงการประมาณค่าความเชื่อมั่น ดังนี้

1. วิธีวัดความคงตัว (Measures of Stability)
2. วิธีวัดความสมมูล (Measures of Equivalence)
3. วิธีวัดความสมมูล และความคงตัว (Measures of Equivalence and Stability)
4. วิธีวัดความสอดคล้องภายใน (Measures of Internal — Consistency)
 - 4.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split — half)
 - 4.2 วิธีของคูเดอร์ — ริชาร์ดสัน (Kuder — Richardson Estimates)
 - 4.3 วิธีสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient Alpha)
 - 4.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt 's Analysis of Variance Procedure)

5. ความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน (Score Judge Reliability)

บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2537 : 12 — 46) ได้สรุปแนวคิดในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไว้ 2 แนวคิด คือ

1. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการวัดหลายๆ ครั้ง จากการสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบ

1.1 ฟอรัมเดียวกัน หรือ ฟอรัมที่คู่ขนานกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับความแปรปรวนของคะแนนจริงหารด้วยความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้ โดยเรียกสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกันสองครั้งในเวลาที่แตกต่างกัน

1.2 สัมประสิทธิ์ของความคงตัว (Coefficient of Stability) และเรียกสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้วยข้อสอบคู่ขนาน (Parallel test) หรือ

1.3 แบบสลับฟอรัม (Alternate Form) ที่สอบติดต่อกันทันที หรือสอบทิ้งช่วงเวลาว่าสัมประสิทธิ์ของความสมมูล (Coefficient of Equivalent)

2. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ วิธีนี้จะใช้แบบทดสอบฉบับเดียวและสอบครั้งเดียว แล้วคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ (Coefficient of Internal Consistency) จากความแปรปรวนของคะแนนสอบภายในฉบับจากส่วนย่อยแต่ละตอนและส่วนรวมทั้งฉบับ

นักทฤษฎีทางการวัดผล ได้เสนอเทคนิคในการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้ไว้หลายเทคนิคโดยมีข้อสันนิษฐานเบื้องต้น (Presumptions) ว่าแบบทดสอบฉบับรวมสามารถ

แบ่งเป็นส่วนๆ เช่น สองส่วน สามส่วน สี่ส่วน หรือหลายๆ ส่วนและเมื่อใช้ระดับของความคู่ขนานของการวัด (Degree of Measurement Parallelism) ในแต่ละส่วนเป็นเกณฑ์แล้ว การประมาณค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากการสอบเพียงครั้งเดียวด้วยข้อสอบเพียงฉบับเดียว สามารถจัดกลุ่มตามข้อตกลงของระดับความคู่ขนานได้ 3 กลุ่ม (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2537 : 9-46) ดังนี้

1. แบบจำลองความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม (Classical Parallel Parts) เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบแต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิมที่มีข้อตกลงอย่างเคร่งครัด 6 ข้อ คือ

- 1.1 มีความเป็นเอกพันธ์ในเนื้อหา หรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน
- 1.2 มีคะแนนจริงเท่ากัน ($T_{11} = T_{12} = T_{13} = \dots$) มีความแปรปรวนคลาดเคลื่อนเท่ากัน ($S_{E1} = S_{E2} = S_{E3} = \dots$)
- 1.3 มีคะแนนสอบ (X) เฉลี่ยเท่ากัน ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots$)
- 1.4 มีความแปรปรวนของคะแนนสอบ (X) เท่ากัน ($S^2_1 = S^2_2 = S^2_3 = \dots$)
- 1.5 มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบ (X) กับคะแนนสอบส่วนอื่นๆ เท่ากัน ($S^2_{11} = S^2_{22} = S^2_{33} = \dots$)
- 1.6 มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบ (X) กับคะแนนเกณฑ์ภายนอกเท่ากัน ($T_{1y} = T_{2y} = T_{3y} = \dots$)

2. แบบจำลองคะแนนจริงจำเป็นต้องสมมูล (Essentially Tau — Equivalent Parts) วิธีนี้เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยผ่อนปรนเงื่อนไขข้อ 2, 3 และ 4 ของแบบจำลองความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิมให้มีความเป็นไปได้มากขึ้น เนื่องจากในทางปฏิบัติแทบไม่สามารถสร้างแบบทดสอบให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานตามแบบมาตรฐานเดิมได้ จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคที่เหมาะสมขึ้นมาใหม่ ดังนี้

2.1 คะแนนจริงแต่ละส่วนไม่จำเป็นต้องเท่ากันแต่ยอมให้ต่างกันได้เท่ากับความยาวที่ต่างกันในแต่ละส่วน นั่นคือคะแนนจริงส่วนที่หนึ่งเท่ากับคะแนนจริงส่วนที่สองรวมกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง ดังนี้

$$T_{ig} = T_{in} + C_{gh} \text{ เมื่อ } g = h = 1, \dots, k \text{ และ } C_{gh} \text{ ไม่จำเป็นต้องเท่ากับศูนย์เสมอไป}$$

2.2 แต่ละส่วนมีคะแนนสอบ (X) เฉลี่ยต่างกัน

2.3 ความแปรปรวนของคะแนนสอบ (X) ต่างกันเล็กน้อย

นักทฤษฎีที่เสนอเทคนิคสำหรับการประมาณค่าความเชื่อมั่นตามกลุ่มนี้ ได้แก่ ฟลานาแกน (Flanagan) รูลอน (Rulon) กัตแมน (Guttman) เฟลด์ต์ และ เบรนนอน (Feldt & Brennan) และครอนบาค (Cronbach)

3. ความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric Model) เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่ผ่อนปรนเงื่อนไขต่าง ๆ โดยคงไว้เฉพาะเงื่อนไขข้อ 1 ที่ว่าแต่ละส่วนของแบบทดสอบเนื้อหาต้องเป็นเอกพันธ์หรือคุณลักษณะเดียวกัน (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2536. 12 ; อ้างอิงจาก Kristof. 1974 : 492)

ลักษณะสำคัญของความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ คือ การแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วน ที่มีขนาดความยาวไม่เท่ากัน หรือมีขนาดความเท่ากันแต่มีการกระจายของคะแนนในแต่ละส่วนแตกต่างกันมาก การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้เนื่องจากในทางปฏิบัติจริงบางครั้งต้องแบ่งส่วนให้เหมาะสมตามลักษณะของแบบทดสอบ ทำให้แต่ละส่วนมีจำนวนข้อไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลต่อเงื่อนไขข้อ 5 และ 6 จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคที่มีการผ่อนปรนมากที่สุดโดยคงไว้เฉพาะเงื่อนไขข้อ 1 เท่านั้น

7. งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง

บุญชม ศรีสะอาด (2513 : 8) กล่าวว่า สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือรูปภาพในมิติต่าง ๆ ประกอบกัน นั่นคือ ความสามารถจำแนกความแตกต่างได้ว่า อันใดสูงกว่าหรือต่ำกว่า อันใดอยู่ใกล้กว่าหรือไกลกว่าในพื้นที่เดียวกัน สามารถคิดภาพ (จินตนาการ) ได้ว่า ถ้าหากเคลื่อนย้าย หรือบิดหมุนพลิกสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งยกภาพมาประกอบกัน ซ้อนกันจะมีลักษณะอย่างไร ต่อมาชาวล แพร์ติกุล (2518 : 65) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองทางมิติสัมพันธ์นี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ความใกล้ไกล สูงต่ำ และพื้นที่ทรวดทรงปริมาตร เป็นต้น เป็นความสามารถของสมองที่ช่วยให้เกิดจินตนาการและมโนภาพ นึกเห็นภาพส่วนประกอบเมื่อถูกแยก และเห็นเค้าโครงสร้างเมื่อนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาผสมเข้ากัน ซึ่งวิญญา วิชาลาภรณ์ (2522 : 46) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการมองเห็น หรือมีมโนภาพเกี่ยวกับรูปในมิติต่าง ๆ ทั้งชนิดที่เป็นรูปที่มีความหมายและไม่มี ความหมาย ผู้ตอบ

จะต้องมีมโนภาพได้ว่า รูปทรงจะเปลี่ยนไปอย่างไร เมื่อรูปที่กำหนดหมุนไป หรือแปลงสภาพไป นอกจากนั้นผู้ตอบจะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่างๆ ต่อมา ทองหล่อ วิภาวิน (2523 : 73) สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพทำให้เกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านั้นออกจากกัน และเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ฉะนั้น สมรรถภาพสมองด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง – ต่ำ ใกล้ – ไกล พื้นที่ปริมาตร และเชดคัทดี้ โฆวาสินธุ์ (2525 : 130) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาด ทิศทาง และทรวดทรง ของสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้ในสถานการณ์นั้นได้ โดยสามารถจำแนกความแตกต่าง หรือความเหมือนนั้นได้

เช่นเดียวกับ ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525 : 203) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองความสัมพันธ์และความเข้าใจเกี่ยวกับขนาดและมิติต่าง ๆ ดังนั้น ในการวัดจะถามความสามารถในการพิจารณา เปรียบเทียบรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ในด้านการมองทรวดทรง หรือลักษณะของภาพต่าง ๆ การหาความสัมพันธ์ การคาดคะเนระยะทาง และปริมาตรต่าง ๆ การหาทิศทาง เป็นต้น ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์จะเป็นความสามารถพื้นฐานของบุคคล ที่จะส่งผลให้เกิดจินตนาการและมโนภาพต่าง ๆ อันเป็นลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวางแผนผังสถาปัตยกรรม และวิศวกรรม ซึ่งล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2527 : 79) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นสมรรถภาพสมองของบุคคล อันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจน ทรวดทรงที่มีรูปร่าง ลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียว และหลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังคลุมไปถึง การมองรูปภาพทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน ตลอดจนถึง การแยกภาพ ผสมภาพก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ ความสามารถในการจำแนกสิ่งใดอยู่สูงกว่า หรือต่ำกว่า อันใดอยู่ใกล้อยู่ไกลได้ ก็เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน สุรศักดิ์ อมรรัตน์ศักดิ์ (2530 : 200) กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นการวัดความสามารถในการมองเห็น และเข้าใจเกี่ยวกับมิติต่าง ๆ อันได้แก่ รูปร่าง ขนาด ระยะทาง ทิศทาง ทรวดทรง พื้นที่ ปริมาตร ในการสอบเพื่อวัดความสามารถด้านนี้มุ่งในผู้ตอบเปรียบเทียบรายละเอียดของ สิ่งต่าง ๆ ในด้านการมองทรวดทรง การหาความสัมพันธ์ การคาดคะเนระยะทาง การหาทิศทาง การนำเอาสิ่งต่าง ๆ มาประกอบรวมกัน การแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของภาพออกจากกัน ฯลฯ ความสามารถด้านนี้ ถือได้ว่า เป็นความสามารถพื้นฐานที่ทำให้บุคคลเกิดจินตนาการ และมโนภาพต่าง ๆ ผู้ที่มีความสามารถด้านที่สูงเหมาะที่จะประกอบอาชีพดังต่อไปนี้ คือ สถาปนิก วิศวกร นักวางผังเมือง นักออกแบบเขียนแบบ นักบิน นักขับรถ นักตกแต่ง เป็นต้น และวาสนา คูหะโรจนปกรณ์ (2532 : 44 — 52) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบ มิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพรอบแกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z โดยใช้ภาพเรขาคณิตกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2,034 คน ผลการศึกษาพบว่า การหมุนภาพรอบ

แกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z ทำให้ค่าความยากและค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ค่าอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบไม่แตกต่างกัน ส่วนการใช้ภาพที่มีลักษณะต่างกัน คือ แบบที่มีแรงเงา และแบบ ไม่มีแรงเงาไม่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความ เชื่อมั่นแตกต่างกัน และ สุชน ลิทธิวิชชาพร (2533 : 56 — 57) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยสร้าง แบบทดสอบรวม 7 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบหารูปทรง 3 มิติจากแปลน แบบทดสอบหาด้านต่าง ๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบหารูปทรง เมื่อ บังชี้อุปกรณ์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบรวม

องค์ประกอบ และแบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าแบบทดสอบทุกฉบับ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับ สุรัชย์ มีชาญ (2533 : 56 – 57) ได้เปรียบเทียบคุณภาพแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษที่มีเส้นพับและชนิดของภาพต่างกัน 5 แบบ คือ แบบใช้ภาพที่มีแรงงาและเส้นพับอยู่ในแนวตั้ง แบบใช้ภาพที่มีแรงงาและเส้นพับอยู่ในแนวนอน แบบใช้ภาพที่มีแรงงาและเส้นพับอยู่ในแนวเฉียงขวา แบบใช้ภาพที่ไม่มีแรงงาและเส้นอยู่ในแนวตั้ง แบบใช้ภาพที่ไม่มีแรงงาและเส้นอยู่ในแนวนอน แบบใช้ภาพที่ไม่มีแรงงาและเส้นอยู่ในแนวเฉียงขวา พบว่ามีค่าความยากและค่าอำนาจไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ไม่มีแรงงาที่กำหนดแนวเส้นพับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสมาพร น้อยแสง (2535 : 78 – 79) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ที่มีการวางภาพต่างกัน พบว่าแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความยากและค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปฐมมา ใจงาม (2537 : 85 - 87) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบที่มีการวางภาพประกอบทิศทางต่างกัน พบว่าค่าความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพที่มีการวางภาพประกอบทิศทางต่างกันทั้ง 3 ฉบับของนักเรียนชาย นักเรียนหญิงและนักเรียนทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ .01 แต่ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 และระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ ที่มีการวางภาพทิศทางต่างกันจำนวน 3 ฉบับ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิงและนักเรียนทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งนนทพร พรประยูทธ (2528 : 29 - 31) ได้ศึกษาผลการรับรู้อักษรสลับบนพื้นขาวและอักษรขาวบนพื้นสีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยการเปรียบเทียบผลการรับรู้อักษรสลับบนพื้นขาว อักษรขาวบนพื้นสี และเปรียบเทียบผลการรับรู้ของตัวอักษรที่พิมพ์ด้วยคู่สีเดียวกัน ผลการวิจัย พบว่า ตัวอักษร

สีแดง สีนํ้าเงิน สีเขียว และสีดำ บนพื้นขาวให้ผลการรับรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวอักษรขาวบนพื้นสีแดง สีนํ้าเงิน สีเขียว และสีดำ ให้ผลการรับรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่เป็นคู่สีเดียวกัน มีอักษรสีนํ้าเงินบนพื้นขาวกับอักษรขาวบนพื้นสีนํ้าเงินทำให้ผลการรับรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนคู่อื่นไม่พบความแตกต่าง และ สมควร วรสันต์ (2525 : 46 - 48) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีต่างๆ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4 พบว่าตัวอักษรสีขาวเมื่ออยู่บนพื้นสีที่แตกต่างกันย่อมก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีแดงก่อให้เกิดการรับรู้ได้ดีกว่า

ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความยากง่ายในการรับรู้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอักษรบนพื้นสีอื่น ๆ ไม่แตกต่างกันนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นเรียนต่างกันสามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีและพื้นดำได้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือพบว่า นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 สามารถรับรู้ตัวอักษรได้ดีกว่านักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวได้ไม่แตกต่างกัน ความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ ไม่แตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลในการรับรู้ จินตนาการ มองเห็นและเข้าใจเกี่ยวกับมิติต่าง ๆ ของวัตถุหรือรูปทรงต่าง ๆ ที่คงที่และเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง รูปทรง ตำแหน่งและทิศทางไปจากเดิม ที่เกิดจากการแยก รวม ซ้อน หมุน หรือซ้อนทับกัน ตลอดจนการจำแนกและมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ

8. งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

มิเชล ซิมเมอร์แมนและกิลฟอร์ด (Michael , Zimmerman and Guilford 1951 : 561 – 577) ได้แยกองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย คือ ความสามารถด้านการมองมิติที่คงที่หรือภาพความสัมพันธ์ของมิติต่าง ๆ ตามรูปทรงเรขาคณิต ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ และความสามารถด้านการมองภาพมิติที่เคลื่อนที่หรือการเปลี่ยนตำแหน่งเปลี่ยนรูปทรง ต่อมาเธอร์สโตน (Thurstone 1961 : 121) กล่าวว่า สมรรถภาพด้านมิติเป็นสมรรถภาพสมองด้านรับรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่ และการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพไปจากเดิมซึ่งอาจใช้ องค์ประกอบด้านการจินตนาการร่วมด้วย เช่นเดียวกับ อนาสตาซี (Anastasi 1961 : 344) กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือ

การรับรู้มิติสัมพันธ์หรือความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต และการมองเห็นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนรูป และ เฟรนช์ (French.1965 : 9 – 28) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับตัวประกอบในแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบ 15 ฉบับทดสอบกับนักเรียนชายเกรด 11 และ 12 จำนวน 117 คน ที่โรงเรียนพรินซ์ตัน (Princeton) ปรากฏว่า แยกองค์ประกอบได้ 5 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 เป็นมิติสัมพันธ์ (Spatial Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุด ได้แก่ แบบทดสอบจำแนกบัตร (Card) องค์ประกอบที่ 2 เป็นความเข้าใจในภาษา องค์ประกอบที่ 3 เป็นคณิตศาสตร์และองค์ประกอบที่ 4 เป็นเหตุผล ส่วนองค์ประกอบที่ 5 ไม่ได้กำหนดชื่อไว้เพราะมีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยมาก

อาร์เชอร์ (Archer.1965 : 454 - 460) ได้ศึกษารายละเอียดของรูปภาพว่าจะมีผลต่อความคิดรวบยอดของนักศึกษาระดับวิทยาลัยเป็นอย่างไร เครื่องมือที่สร้างขึ้นเป็นรูปภาพทรงเรขาคณิต ซึ่งมีคุณภาพที่เด่นชัดที่นำมาศึกษา ได้แก่ รูปทรง (สีเหลี่ยมจัตุรัส และ

สีเหลี่ยมคางหมู) ขนาด (เล็กและใหญ่) สี (เขียวและแดง) ส่วนคุณสมบัติที่ไม่เด่นชัด ได้แก่ จำนวน 1 รูป และ 2 รูป จุดในภาพ (ขาวและดำ) มุมมองรูป (แปลเปลี่ยนองศาเล็กน้อย) และการแรเงาภาพ ผลการศึกษาพบว่า สิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกับขนาดชวนให้ผู้เรียนจัดประเภทความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าสิ่งเร้าอื่น ๆ คือ สี จำนวน การแรเงา จุด และมุม ไม่มีผลทำให้ผู้เรียนจัดประเภทความคิดรวบยอดต่างกัน กรอปเปอร์ (Gropper.1966 : 50) กล่าวว่ารูปที่เกิดจากการรวมตัวขององค์ประกอบ เช่น ขนาดของวัตถุในภาพ รูปทรง รูปร่าง พื้นที่ผิวของวัตถุ ความสัมพันธ์และการเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความต่อเนื่องของอะไรบางอย่างอยู่ในรูปภาพนั้นและจากการศึกษา พบว่า ถ้าองค์ประกอบเหล่านี้มีการรวมตัวกันยิ่งสลับซับซ้อนมากเท่าไร การตอบสนองต่อสิ่งเร้าดังกล่าวก็จะยิ่งยากมากขึ้น และอาจจะผิดจากจุดมุ่งหมายมากยิ่งขึ้นด้วย นั่นคือ รายละเอียดของภาพ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีส่วนกำหนดคุณภาพของรูปภาพด้วย เอ็คสตรอม เฟรินซ์ และฮาร์แมน (Mcgee 1979 ; citing Ekstrom French and Harmen.n.d) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถด้านจินตนาการ แปลงรูปแบบของมิติไปอยู่ในรูปแบบใหม่ หรือโครงสร้างใหม่ หรือใช้ความคิดหมุนภาพในลักษณะต่าง ๆ อาจเป็นอนุกรมหรือวิเคราะห์ภาพ ชีจ (Shich.1985 : 363) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เจตคติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7—8 พบว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชายหญิง พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ และ เบน — เชม , ลัพแพน และฮวง (Ben — Chaim , Lappan and Houang .1988 : 51 —68) ได้ศึกษาการมองภาพของเด็กนักเรียนในระดับ 6 , 7 และ 8

โดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 10 แบบ คือ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบหาด้านข้างจากรูปแปลน แบบทดสอบหารูปทรง 3 มิติ จากแปลน แบบทดสอบหาด้านต่าง ๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปแปลน แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อบังซี่ลูกบาศก์ที่ถูกดึงออกมา แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ แบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก พบว่าเด็กที่เรียนในระดับต่างกันจะมีความสามารถในการมองภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถทางการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพหรือการจินตนาการความสัมพันธ์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 -6 สาย-
วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนในเครือคณะ
ภคินีพระหฤทัยของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพฯ ในกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี สังกัด
สำนักบริหารงานคณะกรรมการการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ทั้งหมด 6 โรงเรียน จำนวน
44 ห้องเรียน 2,532 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 แผนการ
เรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนใน
เครือคณะภคินีพระหฤทัยของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพฯ ในกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี
สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ทั้งหมด 6 โรงเรียน
จำนวน 26 ห้องเรียน 1,233 คน เลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random
Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และโดยให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม
(Sampling Unit) ซึ่งมีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

ประมาณกลุ่มตัวอย่าง โดยในการวิจัยครั้งนี้ ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,233 คน
ซึ่งเมื่อเทียบตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างของยามาเน่ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2540 :
400 ;อ้างอิงจาก Yamane.1967 : 886 – 887) ระดับความเชื่อมั่น 95 % ความคลาด-
เคลื่อน $\pm 5\%$ แล้วจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 370 คน

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

รายชื่อโรงเรียน	จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างแยกตามระดับชั้น (คน)											
	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4				ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5				ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6			
	ประชากร		กลุ่มตัวอย่าง		ประชากร		กลุ่มตัวอย่าง		ประชากร		กลุ่มตัวอย่าง	
	ห้อง	จำนวน	ห้อง	จำนวน	ห้อง	จำนวน	ห้อง	จำนวน	ห้อง	จำนวน	ห้อง	จำนวน
1. พระหฤทัยคอนแวนต์	(3)	160	(2)	98	(3)	150	(1)	50	(3)	180	(2)	120
2. พระหฤทัยดอนเมือง	(3)	165	(2)	100	(3)	400	(2)	100	(3)	160	(2)	106
3. พระหฤทัยนนทบุรี	(2)	100	(1)	50	(2)	96	(1)	32	(2)	100	(1)	52
4. พระแม่ฟาติมา	(3)	150	(2)	96	(3)	150	(2)	100	(2)	110	(1)	55
5. อัสสัมชัญศึกษา	(3)	150	(2)	90	(2)	90	(1)	45	(2)	96	(1)	48
6. มาเรียลัย	(2)	100	(1)	50	(2)	100	(1)	50	(2)	102	(1)	52
รวม	16	848	10	484	14	936	8	377	14	748	8	372
รวมประชากรเท่ากับ 2,532 รวมกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1,233												

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

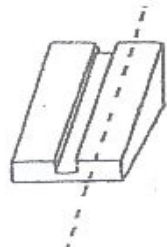
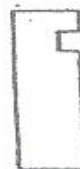
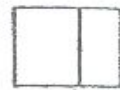
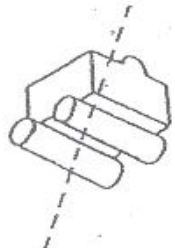
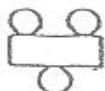
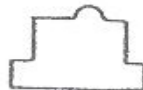
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถด้าน-
 มิติสัมพันธ์ คือ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต จำนวน 30 ข้อ
 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ จำนวน 30 ข้อ

ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยก-
 ภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษซึ่งมีลักษณะดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

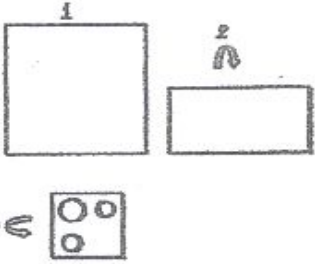
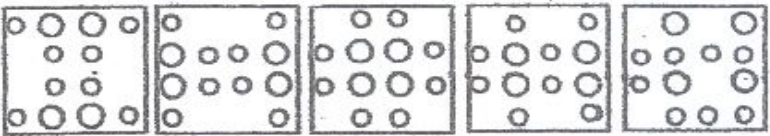
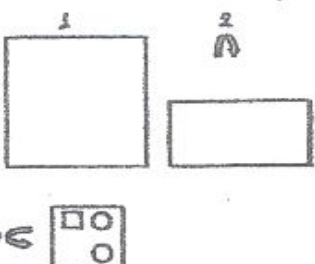
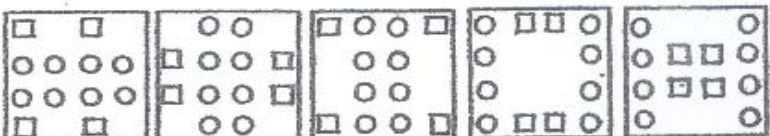
1. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต

คำชี้แจง ให้พิจารณาและเลือกภาพต่อไปนี้เมื่อเป็นส่วนที่ตัดออกจากภาพด้านซ้ายมือที่กำหนดให้

(1) 	     เฉลย ข้อ ก.
(2) 	     เฉลย ข้อ ค.

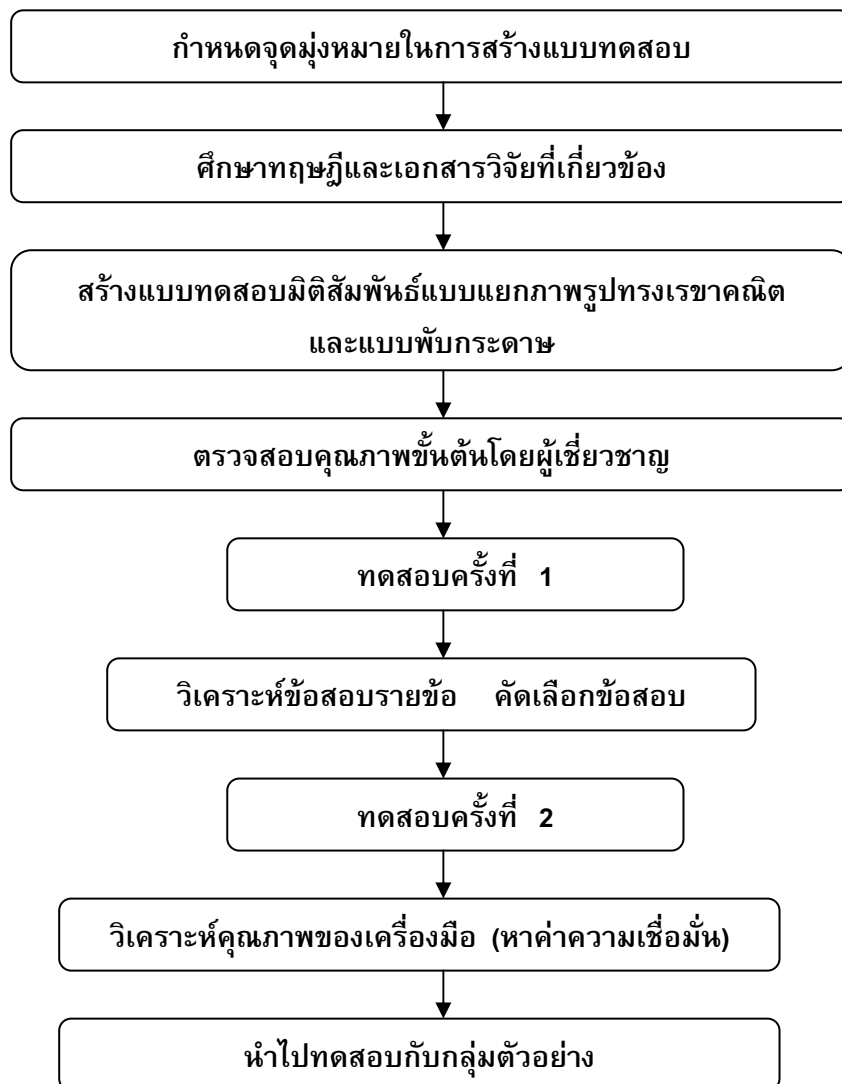
2. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ

คำชี้แจง ให้พิจารณาและเลือกภาพต่อไปนี้เมื่อพับและตัดกระดาษแล้วคลี่ภาพออกจากภาพด้านซ้ายมือที่กำหนดให้

(1) 	 ก. ข. ค. ง. จ. เฉลย ข้อ ข.
(2) 	 ก. ข. ค. ง. จ. เฉลย ข้อ จ.

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้น ดังนี้



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนดำเนินการสร้างเครื่องมือ

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนิยามปฏิบัติการเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
3. สร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต และแบบพับกระดาษ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ แต่ละฉบับมีจำนวน 50 ข้อ
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพิณิจ (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแบบทดสอบในแต่ละข้อว่าวัดได้ตรงตามนิยามหรือไม่ แล้วให้คะแนน “+1” สำหรับเมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรง คะแนน “-1” เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรง และคะแนน “0” เมื่อไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงหรือไม่ตรง จากนั้นนำค่าการพิจารณามาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency : IOC) ซึ่งค่า IOC จะต้องมีความมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าแบบทดสอบข้อนั้นวัดได้สอดคล้องกับนิยามปฏิบัติการ ได้ค่า IOC ระหว่าง 0.60 - 1.00 จำนวนฉบับละ 45 ข้อ ได้แก่ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตจำนวน 45 ข้อ และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษจำนวน 45 ข้อ
5. ทดลองเครื่องมือ (Try out) โดยการนำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 ฉบับละ 300 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพ โดยวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อแล้วคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้ตามเกณฑ์ไว้ คือ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากในช่วง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จึงจะถือว่าข้อสอบข้อนั้นมีคุณภาพใช้ได้โดยคัดเลือกไว้คือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตจำนวน 43 ข้อ ค่า p เท่ากับ .23 ถึง .72 ค่า r เท่ากับ .25 ถึง .55 แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษจำนวน 31 ข้อ ค่า p เท่ากับ .36 ถึง .79 ค่า r เท่ากับ .21 ถึง .87
6. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่ได้ไปทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้น - มัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ฉบับละ 460 คน แล้วนำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรครุเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-20) คือแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตค่า (KR-20) เท่ากับ .7828 และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษค่า (KR-20) เท่ากับ .7833
7. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่ผ่านการหาคุณภาพจากข้อ 6 นำไปแก้ไขและปรับปรุง

8. นำแบบทดสอบที่ได้ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,233 คน เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอลงหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล
2. ติดต่อกับโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อกำหนดวัน เวลา ในการทดสอบ ซึ่งใช้เวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 21 พฤศจิกายน 2548 ถึงวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2549
3. นำแบบทดสอบไปดำเนินการทดสอบกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 จำนวน 1,233 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนในเครือคณะภคินีพระหฤทัยของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพฯ ในกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จำนวน 6 โรงเรียน ที่ทำการขออนุญาตไว้โดยผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการสอบ
4. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทำและวิธีการตอบก่อนที่จะเริ่มทำ
5. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ

1.1 ค่าความยากง่าย ใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์.2526: 89)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยาก-ง่าย

R แทน จำนวนเด็กที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนเด็กที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

1.2 หาค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีหาค่าสหสัมพันธ์แบบพอยต์ ไบซีเรียล

(Point Biserial Correlation) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์.2521: 258)

$$r_{p.bis} = \frac{M_p - M_q}{S_t} \times \sqrt{pq}$$

เมื่อ $r_{p.bis}$ แทน ค่าอำนาจจำแนก

M_p แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมในกลุ่มตอบถูก

M_q	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมในกลุ่มตอบผิด
S_t	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด
p	แทน	ค่าสัดส่วนของผู้ตอบถูกหรือความยากของแต่ละข้อ
q	แทน	ค่าสัดส่วนของผู้ตอบผิด ซึ่งเท่ากับ $1 - p$

2. การหาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

2.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

3. การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง

3.1 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงรายข้อ ด้วยการคำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545: 95)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับ
จุดมุ่งหมาย

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.2 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้วย t – test โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545: 186-187)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มสูง

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มต่ำ

N_1 แทน จำนวนคนของกลุ่มสูง

N_2 แทน จำนวนคนของกลุ่มต่ำ

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ

3.3 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง ภายในด้วยสูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์.2545: 180)

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

เมื่อ r_{xy}	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน 2 ตัวแปร
$\sum X$	แทน ผลรวมของคะแนน X
$\sum Y$	แทน ผลรวมของคะแนน Y
$\sum X^2$	แทน ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum Y^2$	แทน ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum XY$	แทน ผลรวมของผลคูณ X กับ Y ทุกคู่
N	แทน จำนวนในกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของมาตรวัดด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) โดยใช้โปรแกรม LISREL (Joreskog and Sorbom.1998 :21)

4. การแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4.1 การแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นด้วย สูตร KR-20 (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545: 218)

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

เมื่อ r_{tt}	แทน ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
K	แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
p	แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกหรือความยากของแต่ละข้อ
q	แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด ซึ่งเท่ากับ 1 - p
S_x^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับของเครื่องมือวัด

4.2 การแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นด้วย สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์ r_B (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์.2545: 223)

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

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

ค่า λ_i หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\lambda_i = \left[\sum B_{1i} - P_1(\bar{X} - 1) \right] / S_x^2$$

$$\lambda_2 = \left[\sum B_{2i} - P_2(\bar{X} - 1) \right] / S_x^2$$

....

$$\lambda_k = \left[\sum B_{ki} - P_k(\bar{X} - 1) \right] / S_x^2$$

4.3 การหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545 : 242)

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

เมื่อ S_E แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
 S_x แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

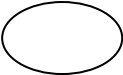
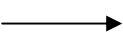
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

N	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย
S	แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
CV.	แทน สัมประสิทธิ์การกระจาย
MD	แทน ค่าผลต่างเฉลี่ย
SE _d	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ
t	แทน การทดสอบสถิติค่า t
A1	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต ตั้งแต่ข้อ 1 - 5
A2	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต ตั้งแต่ข้อ 6 - 12
A3	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต ตั้งแต่ข้อ 13 - 18
A4	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต ตั้งแต่ข้อ 19 - 24
A5	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต ตั้งแต่ข้อ 25 - 30
B1	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษตั้งแต่ข้อ 1 - 5
B2	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษตั้งแต่ข้อ 6 - 12
B3	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษตั้งแต่ข้อ 13-18
B4	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษตั้งแต่ข้อ 19-24
B5	แทน คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษตั้งแต่ข้อ 25-30
k	แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
r _B	แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร r _B
KR-20	แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร KR-20
S _E	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

r_{xy}	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน 2 ตัวแปร
χ^2	แทน ค่าไค-กำลังสอง(Chi-square)
df	แทน ชั้นความเป็นอิสระ (degrees of freedom)
χ^2/df	แทน ค่าอัตราส่วนระหว่างไค-กำลังสองกับชั้นความเป็นอิสระ
p	แทน ค่าความน่าจะเป็น (p-value)
GFI	แทน ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit Index)
AGFI	แทน ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of fit Index)
RMSEA	แทน ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square error of Approximate)
SRMR	แทน ค่ามาตรฐานของรากที่สองของค่าเฉลี่ยเศษเหลือกำลังสอง (Standardized Root Mean Square Residual)
	แทน ตัวแปรที่สังเกตได้ (Observed Variable)
	แทน ตัวแปรแฝง (Latent Variable)
	แทน ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรหรือนำหนังกองค์ประกอบ

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับขั้น ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ

ตอนที่ 2 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

ตอนที่ 3 การแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาแจกแจงหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษจำแนกตามระดับชั้น (มัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6) และเกรดเฉลี่ย 3 ระดับ คือ กลุ่มสูง,กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ ปรากฏผลดังตาราง 2 และนำคะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย , ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย จำแนกตามระดับชั้น ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 2 จำนวน(ร้อยละ) ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 โดยแบ่งตามเกรดเฉลี่ย
กลุ่มสูง (มากกว่า 3.50) , กลุ่มกลาง (มากกว่า 2.50 และน้อยกว่า 3.50) และกลุ่มต่ำ (น้อยกว่า 2.50)

ระดับชั้น	จำนวน(ร้อยละ)ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 -6 จำแนกตามระดับชั้นและเกรดเฉลี่ย			ทั้งหมด (ร้อยละ)
	กลุ่มสูง (มากกว่า 3.50)	กลุ่มกลาง (มากกว่า 2.50 และ น้อยกว่า 3.50)	กลุ่มต่ำ (น้อยกว่า 2.50)	
มัธยมศึกษาปีที่ 4	159(32.9)	183(37.8)	142(29.3)	484(39.3)
มัธยมศึกษาปีที่ 5	180(47.7)	83(22.0)	114(30.2)	377(30.6)
มัธยมศึกษาปีที่ 6	174(46.8)	130(34.9)	68(18.3)	372(30.2)
รวม	513(41.6)	396(32.1)	324(26.3)	1,233(100)

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 2 พบว่า นักเรียนมัธยมแต่ละระดับชั้นมีจำนวนใกล้เคียงกัน คือ มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีร้อยละ 39.3 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด,มัธยมศึกษาปีที่ 5 มีร้อยละ 30.6 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีร้อยละ 39.3 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่ร้อยละ 37.8 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยระดับกลาง (มากกว่า 2.50 และน้อยกว่า 3.50) รองลงมา ร้อยละ 32.9 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยสูง(มากกว่า 3.50) และ ร้อยละ 29.3 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยต่ำ(น้อยกว่า 2.50) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่วนใหญ่ร้อยละ 47.7 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด

มีเกรดเฉลี่ยสูง (มากกว่า 3.50) รองลงมาร้อยละ 30.2 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยต่ำ(น้อยกว่า 2.50) และร้อยละ 22 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยระดับกลาง (มากกว่า 2.50 และน้อยกว่า 3.50) และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนใหญ่ร้อยละ 46.8 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยสูง(มากกว่า 3.50) รองลงมาร้อยละ 34.9 มีเกรดเฉลี่ยระดับกลาง (มากกว่า 2.50 และน้อยกว่า 3.50) และร้อยละ 18.3 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยต่ำ

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบ
มิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษโดยแบ่งเป็นระดับชั้น-
มัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

แบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์	ระดับชั้น	N	k	$\bar{X}$	SD	CV.
แบบแยกภาพ รูปทรงเรขาคณิต	มัธยมศึกษาปีที่ 4	484	30	19.2045	5.3658	27.9403
	มัธยมศึกษาปีที่ 5	377	30	20.4828	4.8941	23.8937
	มัธยมศึกษาปีที่ 6	372	30	20.6505	6.0435	29.2656
	รวมทุกชั้น	1,233	30	20.1126	5.4344	27.0332
แบบพับกระดาษ	มัธยมศึกษาปีที่ 4	484	30	22.1260	6.2357	28.1826
	มัธยมศึกษาปีที่ 5	377	30	23.0716	5.8485	25.3493
	มัธยมศึกษาปีที่ 6	372	30	22.3548	6.1530	27.5249
	รวมทุกชั้น	1,233	30	22.5174	6.0790	27.0189

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 พบว่า คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยแต่ละระดับชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.2045 ,20.4828 และ 20.6505 คะแนนตามลำดับและรวมทุกชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.1126 คะแนน ส่วนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยแต่ละระดับชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.1260, 23.0716 และ 22.3548 คะแนนตามลำดับและรวมทุกชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.5174 คะแนน ทำนองเดียวกัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันโดยแต่ละระดับชั้นมีค่าเท่ากับ 5.3658, 4.8941 และ 6.0435 คะแนนตามลำดับ ส่วนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันโดยแต่ละระดับชั้นมีค่าเท่ากับ 6.2357, 5.8485 และ 6.1530 คะแนนตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต พบว่า

นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการกระจายน้อยที่สุด และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการกระจายมากที่สุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษ พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการกระจายน้อยที่สุด และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการกระจายมากที่สุด

ตอนที่ 2 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

2.1 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีเปรียบเทียบกลุ่มต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนนี เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยสูงกว่า 3.50 เป็นกลุ่มที่คาดว่าจะมีความถนัดสูงและนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 2.50 เป็นกลุ่มที่คาดว่าจะมีความถนัดต่ำ แล้วนำคะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษของสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test ทดสอบเป็นรายฉบับที่ละชั้นปี ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4 และตาราง 5

ตาราง 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่างนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยสูง(มากกว่า 3.50) และนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยต่ำ (น้อยกว่า 2.50) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต

แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต								
ระดับชั้น	กลุ่ม	N	$\bar{X}$	S	MD	SD _E	t	p
มัธยมศึกษาปีที่ 4	สูง	159	21.566	4.375	4.995	.581	8.585**	.000
	ต่ำ	142	16.570	5.566				
มัธยมศึกษาปีที่ 5	สูง	180	22.638	3.753	4.498	.535	8.399**	.000
	ต่ำ	114	18.140	4.877				
มัธยมศึกษาปีที่ 6	สูง	174	22.350	5.394	4.835	.840	5.752**	.000
	ต่ำ	68	17.514	6.058				

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 พบว่า แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำมีค่าผลต่างเฉลี่ย 4.995 , 4.498 และ 4.835 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกะดับชั้นที่ .01 (t เท่ากับ 8.585 , 8.399 และ 5.752)

ตาราง 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่างนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยสูง(มากกว่า 3.50) และนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยต่ำ (น้อยกว่า 2.50) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษ

แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษ								
ระดับชั้น	กลุ่ม	N	$\bar{X}$	S	MD	SD _E	t	p
มัธยมศึกษาปีที่ 4	สูง	159	25.641	3.298	8.289	.624	13.274**	.000
	ต่ำ	142	17.352	6.757				
มัธยมศึกษาปีที่ 5	สูง	180	26.355	1.939	8.978	.638	14.053**	.000
	ต่ำ	114	17.377	6.444				
มัธยมศึกษาปีที่ 6	สูง	174	25.885	2.562	10.105	.834	12.104**	.000
	ต่ำ	68	15.779	6.695				

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 พบว่า แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมีค่าผลต่างเฉลี่ย 8.289, 8.978 และ 10.105 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับชั้นที่ .01 (t เท่ากับ 13.274 , 14.053 และ 12.104)

2.2 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษแต่ละฉบับมาแบ่งเป็น 5 ส่วนแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในฉบับและระหว่างฉบับด้วยสูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ดังปรากฏผลในตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์
แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ

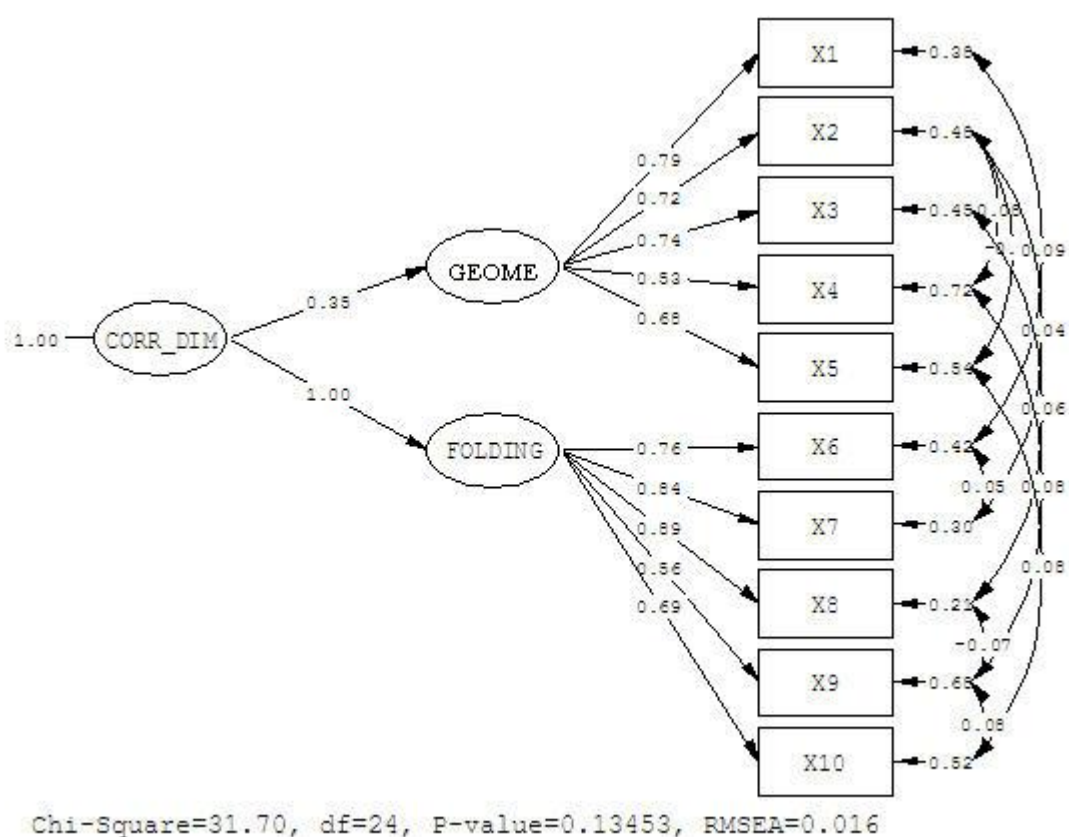
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
A1	1.00									
A2	.558**	1.00								
A3	.587**	.540**	1.00							
A4	.416**	.455**	.380**	1.00						
A5	.533**	.428**	.495**	.378**	1.00					
B1	.276**	.209**	.168**	.115**	.128**	1.00				
B2	.204**	.259**	.181**	.126**	.168**	.689**	1.00			
B3	.245**	.257**	.291**	.154**	.212**	.681**	.745**	1.00		
B4	.177**	.165**	.183**	.189**	.136**	.421**	.474**	.431**	1.00	
B5	.218**	.207**	.231**	.146**	.255**	.534**	.578**	.613**	.470**	1.00

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แต่ละส่วนภายในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต มีค่าตั้งแต่ .378 ถึง .587 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แต่ละส่วนภายในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ มีค่าตั้งแต่ .421 ถึง .745 และ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 2 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ .115 ถึง .291 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในฉบับที่สมนัยกันภายในฉบับสูงกว่าระหว่างฉบับ ซึ่งเป็นหลักฐานแสดงว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างภายในของแต่ละฉบับ

2.3 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิง- ยืนยันของแบบทดสอบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็น 5 ส่วนแล้วใช้แต่ละส่วนเป็นตัวชี้วัด ในการวัดโครงสร้างความสามารถในการแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและความสามารถในการพับกระดาษโดยโครงสร้างทั้ง 2 นี้เป็นองค์ประกอบของมิติสัมพันธ์และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อยืนยันองค์ประกอบอันดับที่ 2 โดยใช้โปรแกรม LISREL วิเคราะห์ดังแสดงในภาพประกอบ 7 และปรากฏผลการวิเคราะห์ในตาราง 7



ภาพประกอบ 7 โมเดลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ห้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองที่แบ่งเป็น 5 ส่วน
ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต(ฉบับที่ 1)และแบบพับกระดาษ
(ฉบับที่ 2)

แบบ ทดสอบ	โครง สร้าง	น้ำหนัก องค์ประกอบ		χ^2	(df,p)	χ^2 /df	RMSEA	GFI	AGFI
		ส่วนย่อย	ฉบับ						
ฉบับ1	GEO ME	.79	.35	31.7	(24,.134)	1.32	0.016	.99	.99
		.72							
		.74							
		.53							
		.66							
ฉบับ2	FOLD ING	.76	1.00						
		.84							
		.89							
		.56							
		.69							

ผลการวิเคราะห์ ตาราง 6 พบว่า ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) อันดับที่สองของ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ มีค่าไค-กำลังสอง (Chi-square) เท่ากับ 31.70 มีค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ .134 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า χ^2/df , RMSEA , GFI , AGFI เป็นไปตามเกณฑ์ของความเหมาะสม จึงเป็นหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างในการวัดมิติสัมพันธ์โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตวัดโครงสร้างมิติสัมพันธ์เท่ากับ .35 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษวัดโครงสร้างมิติสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 โดยแต่ละส่วนภายในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .79 , .72 , .74 , .53 และ .66 ตามลำดับ และแต่ละส่วนภายในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .76 , .84 , .89 , .56 และ .69 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณด้วยสูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน(KR-20) และสูตรสัมประสิทธิ์ r_B โดยรวมทั้งฉบับดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบทดสอบแยกภาพรูปทรง

เรขาคณิตและแบบพับกระดาษ ด้วยสูตร KR-20 และสูตรสัมประสิทธิ์ r_B (N=1,233)

แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์	KR-20	S_E	r_B	S_E
แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต	.8265	2.2831	.8299	2.2607
แบบพับกระดาษ	.9008	1.9499	.9054	1.9041

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ เมื่อคำนวณด้วยสูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ .8265 และ .9008 ตามลำดับ และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 2.2831 และ 1.9499 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณด้วยสูตรสัมประสิทธิ์ r_B ได้ค่าความเชื่อมั่น .8299 และ .9054 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 2.2607 และ 1.9041 ตามลำดับ แสดงว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง (มากกว่าเกณฑ์ .70)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและ แบบพับกระดาษ โดยมีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ
 - 1.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีเปรียบเทียบกลุ่มต่างกัน
 - 1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง

ภายใน

- 1.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่ 2

ด้วยโปรแกรม LISREL

2. เพื่อแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 - 2.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณด้วยสูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน(KR-20)
 - 2.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณด้วยสูตรสัมประสิทธิ์ r_B

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนในเครือคณะภคินีพระหฤทัยของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพฯ ในกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ทั้งหมด 6 โรงเรียน จำนวน 44 ห้องเรียน 2,532 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนในเครือคณะภคินีพระหฤทัยของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพฯ ในกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดเชียงใหม่ สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ทั้งหมด 6 โรงเรียน จำนวน 26 ห้องเรียน 1,233 คน เลือกมาโดยการสุ่มแบบ

แบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และโดยให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบแบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต มีทั้งหมด 30 ข้อ และแบบพับกระดาษ มีทั้งหมด 30 ข้อ โดยเฉลี่ยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับละประมาณ 25 –30 นาที

1. แบบทดสอบแบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.8071
2. แบบทดสอบแบบพับกระดาษ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.9181

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอลหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล
2. ติดต่อกับโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อกำหนดวัน เวลา ในการทดสอบ
3. นำแบบทดสอบไปดำเนินการทดสอบตามโรงเรียนที่ทำการขออนุญาตไว้โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง
4. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทำและวิธีการตอบก่อนที่จะเริ่มทำ
5. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ สรุปผลได้ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมแต่ละระดับชั้นมีจำนวนใกล้เคียงกัน คือ มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีร้อยละ 39.3 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด, มัธยมศึกษาปีที่ 5 มีร้อยละ 30.6 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีร้อยละ 39.3 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่ร้อยละ 37.8 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยระดับกลาง (มากกว่า 2.50 และน้อยกว่า 3.50)

รองลงมาร้อยละ 32.9 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยสูง(มากกว่า 3.50) และร้อยละ 29.3 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยต่ำ(น้อยกว่า 2.50) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่วนใหญ่ร้อยละ 47.7 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยสูง (มากกว่า 3.50) รองลงมาร้อยละ 30.2 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยต่ำ(น้อยกว่า 2.50) และร้อยละ 22 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยระดับกลาง (มากกว่า 2.50 และน้อยกว่า 3.50) และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนใหญ่ร้อยละ 46.8 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษา

ปีที่ 6 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยสูง(มากกว่า 3.50) รองลงมาร้อยละ 34.9 มีเกรดเฉลี่ยระดับกลาง (มากกว่า 2.50 และน้อยกว่า 3.50) และร้อยละ 18.3 ของจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด มีเกรดเฉลี่ยต่ำ

2. ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 พบว่า คะแนนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยแต่ละระดับชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.2045 ,20.4828 และ 20.6505 คะแนนตามลำดับและรวมทุกชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.1126 คะแนน ส่วนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยแต่ละระดับชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.1260 ,23.0716 และ 22.3548 คะแนนตามลำดับและรวมทุกชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.5174 คะแนน ทำนองเดียวกัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันโดยแต่ละระดับชั้นมีค่าเท่ากับ 5.3658, 4.8941 และ 6.0435 คะแนนตามลำดับ ส่วนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันโดยแต่ละระดับชั้นมีค่าเท่ากับ 6.2357,5.8485 และ 6.1530 คะแนนตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการกระจายน้อยที่สุด และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการกระจายมากที่สุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษ พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการกระจายน้อยที่สุด และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการกระจายมากที่สุด

3. การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เป็นดังนี้ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าผลต่างเฉลี่ย 4.995 , 4.498 และ 4.835 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกๆระดับชั้น (t เท่ากับ 8.585 , 8.399 และ 5.752) และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบ

พหุกระจายของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเฉลี่ย 8.289 , 8.978 และ 10.105 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับชั้น

(t เท่ากับ 13.274 , 14.053 และ 12.104) ทำนองเดียวกัน การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แต่ละส่วนภายในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต มีค่าตั้งแต่ .378 ถึง .587 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แต่ละส่วนภายในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพหุกระจาย มีค่าตั้งแต่ .421 ถึง .745 และสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ระหว่างสองฉบับที่สมนัยกัน มีค่าตั้งแต่ .115 ถึง .291 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในแต่ละฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) อันดับที่สองของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบทดสอบพหุกระจาย มีค่าไค-ก้าสอง (Chi-square) เท่ากับ 31.70 มีค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ .134 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า χ^2/df , RMSEA , GFI , AGFI เป็นไปตามเกณฑ์ของความเหมาะสม จึงเป็นหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างในการวัดมิติสัมพันธ์โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตวัดโครงสร้างมิติสัมพันธ์เท่ากับ .35 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพหุกระจายวัดโครงสร้างมิติสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 โดยแต่ละส่วนภายในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .79 , .72 , .74 , .53 และ .66 ตามลำดับ และแต่ละส่วนภายในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพหุกระจายมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ .76 , .84 , .89 , .56 และ .69 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงยืนยันได้ว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบทดสอบแบบพหุกระจายวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

6. การแสดงหลักฐานความเชื่อมั่นเป็นดังนี้ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพหุกระจาย เมื่อคำนวณด้วยสูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ .8265 และ .9008 ตามลำดับ และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 2.2831 และ 1.9499 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณด้วยสูตรสัมประสิทธิ์ r_B ได้ค่าความเชื่อมั่น .8299 และ .9054 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 2.2607 และ 1.9041 ตามลำดับ โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพหุกระจายมีแนวโน้มที่จะได้ความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต

อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ แสดงหลักฐานความเที่ยงตรงของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบภาพพหุ

กระดาษ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนในเครือคณะภคินีพระกุญฑ์ของพระเยซูเจ้าแห่งกรุงเทพ ฯ ใน กรุงเทพมหานครและจังหวัดนนทบุรี จำนวน 26 ห้องเรียน จำนวน 1,233 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบพับกระดาษ ผลการวิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่หาจากแต่ละวิธีสูงกว่าแบบแยกภาพเรขาคณิต กล่าวคือ โดยวิธีเปรียบเทียบกลุ่มต่างของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต มีค่าเฉลี่ย 4.995 , 4.498 และ 4.835 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ในทุกระดับชั้น (t เท่ากับ 8.585 , 8.399 และ 5.752) และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีค่าเฉลี่ย 8.289 , 8.978 และ 10.105 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ในทุกระดับชั้น (t เท่ากับ 13.274 , 14.053 และ 12.104)

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโสภีฐา มวลจุมพล (2548 : 62) ที่ได้ทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบกลุ่มต่างโดยใช้ t-test และพบว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดคำศัพท์จากรูปภาพของนักเรียนที่มีความพร้อมด้านสติปัญญาสูง มีค่าสูงกว่า นักเรียนที่มีความพร้อมด้านสติปัญญาต่ำ และจากการศึกษาการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจากค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับซึ่งได้ค่าเท่ากับ .115 ถึง .291 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และข้อค้นพบทั้งสองวิธีที่กล่าวมาได้ให้ผลสอดคล้องกับอีกวิธีคือ การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยโมเดลมีความสอดคล้องเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากลักษณะของแบบพับกระดาษซึ่งส่วนที่เป็นเงื่อนไขมีการซับซ้อนเป็นขั้นตอนให้พิจารณาหลักการในการหาคำตอบถูก ดังนั้น เมื่อนักเรียนสามารถพิจารณาหลักการได้แล้วก็สามารถที่จะเลือกข้อสอบได้ถูกต้องแม่นยำมากกว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพ ซึ่งแบบทดสอบฉบับแยกภาพมีลักษณะหลายมิติซับซ้อนในแต่ละข้อไม่เหมือนกัน ด้วยเหตุดังกล่าวแบบพับกระดาษจึงมีแนวโน้มได้ความเที่ยงตรงสูงกว่าแบบแยกภาพเรขาคณิต ซึ่งการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างให้ผลสอดคล้องตรงกันทั้ง 3 วิธี

2. จากหลักการดังกล่าวข้างต้นทำให้แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษมีการกระจายคะแนนมากกว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพ โดยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษเท่ากับ 6.0790 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตเท่ากับ 5.4344 จึงทำให้

ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร KR-20 และ r_B มีค่าสูงทั้งสองฉบับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไศภิชฐา มวลจุมพล. (2548 : 62) ที่ได้ทำการศึกษาแบบทดสอบวัดคำศัพท์จากรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนที่สร้างขึ้นมีความยากแตกต่างกัน ทำให้ไม่เป็นไปตาม

ข้อตกลงของความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ r_B สูงกว่าสูตร

KR-20 ตรงกับงานวิจัยของบุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2542 : 68) ทั้งนี้เพราะสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์ r_B มีข้อตกลงของคะแนนจริงสัมพัทธ์ที่ผ่อนปรนเงื่อนไขมากกว่า

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการนำไปใช้และในการวิจัยได้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ก่อนที่จะให้นักเรียนใช้แบบทดสอบนี้ควรอธิบายคำแนะนำในการทำแบบทดสอบให้นักเรียนเข้าใจก่อน
2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป
 - 2.1 ควรมีการสร้างแบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิตและแบบทดสอบแบบพับกระดาษในรูปแบบอื่น ๆ อีกต่อไป
 - 2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนอื่น ๆ อีกต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์.(2523). *จิตวิทยาการเรียนรู้*.พิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีราชา.
- กรมวิชาการ (2534). *คู่มือการเรียนการสอนการงาน งานช่างพื้นฐาน*.กรุงเทพฯ : ครูสภา - ลาตพรวา.
- .(2525).*ประมวลศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษา*.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครูสภา, 128 หน้า.
- คมกฤต จำปาสุต.(2525).*เขียนทั่วไป 1*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- จวีวรรณ รมยานนท์.(2541) .*เขียนแบบเทคนิค1*.กรุงเทพฯ: :ซีเอ็ดยูเคชั่น
- ชวาล แพร่ตกุล.(2516).*เทคนิคการวัดผล*.พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- .(2517).*การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ*.สำนักทดสอบทางการศึกษาและ จิตวิทยา.วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
- .(2518).*เทคนิคการวัดผล* .วัฒนาพานิช 2518, 434 หน้า
- .(2520).*เทคนิคการเขียนข้อสอบ*.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครูสภา.
- .(2526),พฤษภาคม-สิงหาคม).“ การวัดความถนัดทางการเรียน.” *วารสารการวัดผล การศึกษา*5(1): 1-12.
- ชวิน เป้าอารีย์และประสิทธิ์ อรุณรัตน์.(2513).*เขียนแบบ*.กรุงเทพฯ: แผนการพิมพ์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ.(2522).*วิธีการสร้างแบบทดสอบสถิติปัญญาด้านความรู้ทั่วไป คำศัพท์และความเข้าใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร*. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์.(2526).“ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ.”*การวัดผลการศึกษา*. 5(1) :40 – 41 ; พฤษภาคม – สิงหาคม.
- .(2525).*การวัดผลการศึกษา*.กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย.(2542).*โมเดลลิสเรล สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย*.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นนทพร พรประยูร.(2528).*การศึกษาผลการรับรู้อักษรสืบทอดพื้นขาวและอักษรขาวบนพื้นสี*. กศ.ม.(เทคโนโลยีทางการศึกษา).กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร- วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ทองหล่อ วิภาวรินทร์.(2524). *การวัดผลทางจิตศึกษา*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- .(2523).*การวัดความถนัด*.กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา.
- ทิพย์วัน เลิศขุมทรัพย์.(2548) .*การศึกษาคุณภาพมาตรฐานวัดบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบสำคัญที่มีจำนวนช่วงมาตรฐานคำตอบแตกต่างกันในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษา ตอนปลาย*.(การวัดผลทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุญชม ศรีสะอาด (2513) .*ศึกษาแบบต่าง ๆ (styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์*. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. 2513. อัดสำเนา
- .(2532) .*วิธีการสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1* .มหาสารคาม : ภาควิชาพื้นฐาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร.
- .(2526). *แบบทดสอบวัดความถนัด* .มหาสารคาม.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม .
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์.(2517). *การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกลัทธิทางภาษาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- .(2521).*การวัดและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์*.กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- .(2526).*การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐาน การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- .(2527).*การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ*.กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐาน การศึกษา.คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- .(2536,มกราคม-เมษายน)."*เทคนิคการประมาณค่าความเชื่อมั่นได้ของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์*," วารสารการวัดผลการศึกษา. 14(42) : 8-20.
- .(2537).*การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์*.ปรินญานิพนธ์.กศ.ด.(การทดสอบและการวัดผล การศึกษา).กรุงเทพฯ.
- .(2545).*การวัดประเมินการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- ปฐมมา ใจงาม.(2537). **การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบประกอบภาพที่มีการวางภาพประกอบทิศทางต่างกัน**.ปริญญานิพนธ์. กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ.(2525).**การวัดผลและการประเมินทางการศึกษา**.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรทิพย์ ภัชชราคร.(2520).**ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิตีสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร**.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ.(2538).**เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**, พิมพ์ครั้งที่ 4.กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- .(2527).**หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2520).**การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์ไชยวัฒน์,
- วิไลพร ศีลางาม.(2546).**การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลงไซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน**.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. (2522).**การวัดผลความถนัดเบื้องต้น**. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.
- .(2525).**การวัดความถนัดเบื้องต้น**.คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วาสนา คูหาเวโรจน์ปกรณ.(2532).**การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแรงแจและไม่แรงแจที่หมุนรอบแกน X และแกน Y และรอบแกน Z**.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- โคภิษฐา มวลจุมพล.(2548)**การพัฒนาแบบทดสอบวัดคำศัพท์จากรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับเด็กอายุ 5 – 8 ปี**.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมควร วรสันต์.(2525).**การวิเคราะห์ความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีต่าง ๆ**. กศ.ม.(เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญรัตน์.(2513).**การวัดความถนัด**.กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- .(2518).**การวัดความถนัด**.กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์.(2526).**แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน**.กรุงเทพฯ:วัฒนาพานิช.

- สมาพร น้อยแสง.(2535).**การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบประกอบภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ที่มีการวางภาพต่างกัน**.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สวัสต์ ประทุมราช.(2531).**"การเรียนรู้" พัฒนาวัดผล 10**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญพัฒน์.
- สุรน ลิทธิวิชชาพร.(2533).**ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ประสานมิตร.ถ่ายเอกสาร.
- สุภาภรณ์ ธาตุดี.(2546).**การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของมาตรวัดบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบสำคัญแบบชั่วเดียวและแบบสองชั่วที่มีความยาวต่างกัน** : ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดการศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุรัช มีชาญ.(2533).**การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษที่มีแนวเส้นพับและชนิดของภาพต่างกัน**.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์.(2530).**การสร้างแบบทดสอบ 2 แบบทดสอบความถนัด**.พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2528, 7 พฤษภาคม-สิงหาคม). ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงเชิงจำแนกของแบบทดสอบวัดลักษณะนิสัยของการเป็นพยาบาลจากการสอบนักศึกษาวิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์. กรุงเทพฯ : วารสารการวัดผลการศึกษา.(9) : 90.
- .(2529).**ทฤษฎีการวัดและประเมินผลการศึกษา**.กรุงเทพฯ :สยามศึกษา.พิมพ์ครั้งที่ 2.
- เสกสิทธิ์ แสนทวีสุข. (2539).**การศึกษาความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบวัดมโนภาพแห่งตนหลายมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3** . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร . ถ่ายเอกสาร.
- อเนก เพียรอนุกุลบุตร.(2527).**การสร้างแบบทดสอบความถนัด**.พิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อารี สุทธิพันธ์.(2521).**การออกแบบ**.กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- อุทุมพร จามรมาน. (2532).**การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะผู้เรียน**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Alken, Lewis R.(1985).**"Testing with Multiple – Choice Item"**,*Journal of Research*.
- Allen, Mary J.and Yen Wendy M. (1979). **Introduction to Measurement Theory**. California : Book/Cole Publishing Company Monterey.

- Anastasi, Anne.(1980). **Psychological Testing**. New York : Macmillan Publishing Co., Inc,1980,750p.
- .(1961).**Psychological Testing**. New York : 2nd ed. Macmillan.
- Archer, Jame E.(1965).” Concept Identification as a Function of Obviousness of Relevant and Irrelevant Information,” **In Reading In the Psychology of Cognition**.New York Rinehart and Winston,Inc.
- Ben-Chaim, David.(1983, March).” *Spatial Visualization : Sex Differences, The Effect of Instruct on the Performance and Attitudes of Middle School Boy and Girls,*” **Dissertration on the International**.43(1) : 291a-A
- Binet,Simon .(1905). **Psychological Testing and Assesment**.Boston :allyn and Bacon.
- Bingham, Walter Ven Duke.(1937).**Aptitude and Aptitude Testing**.Harper and Brother.
- Cattell.(1950).**Cognitive Psychology**.2nd ed.Boston Toront : Litt;e.
- Cronbach L. Joaeph. (1970) . **Essentials of pychological testing**. 3rd ed. New York. : And Row Publisher.
- Feldt.L.S.(1965).” The Approximate sampling Distribution of Kuder-Richardson Reliability Coefficient Twenty.” **Psychometrika**.30 : 357 –370.
- Ferguson, Geoeg A.(1981) . **Statiscal Analysis in Psychology and Education**.5th ed. Tokyo : Kosaido Printing Co,Ltd.
- Freeman, Fronk S.(1966).**Theory and Practice of Psychological Testting**.3rd ed. Tokyo : Kosaido Printing Co, Ltd.
- French, Thomas E. and Svensen Car 1L.(1965).**Mechanical Drawing**. 5th ed., New York : McGraw – Hill Book Co.
- Garrett, H.E.(1965).**Statistices in Psychology and Education**.**Bombay** : Vakils, Feffere and simon PVT.Ltd.
- Gregory R.J. (1992).**Psychological Testing : History, Principles and Applications**. Boston : Allyn & Bacon.
- Gregory J.Robert.(1996) .**Psychological Testing**.2nd ed.Boston : Allynand Bacon.
- Gropper, George L.(1966).”Learning From Visuals: Some Behavioral Considerations,”**AV Communication Review**.
- Guilford, J.P.. (1967). **The nature of human intelligence**. New York : The McGraw Hill.
- Joreskog and Sorbom.(1993).**LISREL 8 : Structural equation modeling with the SIMPLIS command language**. Chicago.

- Lehmann, Irvin J. and William A. Mehrens. (1971) .***Educational Research : Readings in Focus***. New York : Holt, Rinehart and Winson.
- Leon Anderson. (2000). ***Dental Admission Test*** .American Dental Association .Chicago.
- McGee, M.G. (1979). "Human Spatial Abilities : Psychometric Studies and Neurological Influences" ***Psychological Bulletin***. V.86 No.5 September . pp 889-918.
- Micheal, Robert J. Wayne S. Zimmerman and J . P. Guilford. (1951). "An Investigation of the Nature of the Spatial-Relations and Visualization Factor in Two High School Samples," ***Education and Psychological Measurement***. 11 : 561 – 577.
- Noll, Victor. (1965). ***Instruction to Educational Measurement***. 2nd ed. Boston : Houghton Mifflin.
- Nunnally, Jum C. (1994) ***Educational Measurement and Evaluation***. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Perkin, David N. (1986, March) . " *Thinking Frame* ," ***Educational Leadership***. 4(1) : 225.
- Smith, I Macfarlane. ***Spatial Ability***. London : University of London Press Ltd., 1964.
- Thorndike, Robert L. Hagen, Elizabeth P. ***Measurement and Evaluation in Psychological and Education***. 4 th ed., John Wiley and sons, Inc, 1969. 705 p.
- Thurstone. T.G. (1961). ***Examiner's Manual Primary Mental Abilities***. Chicago : Science Research Associates inc.
- (1961). ***Multiple-factor analysis : a development and expansion of the vectors of mind***. Chicago, Ill. : The University of Chicago press.
- Warren , Howard C. (1934). ***Dictionary of Psychology***. New York : Houghton Mifflin Company.
- Whitely , S.E. (1958). " Solving Verbal Analogies : Some Cognitive Component of Intelligence Test Items," ***Journal of Educational Psychology***. 68(2) : 234-242.

ภาคผนวก

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก ($r_{p.bis}$) ของ
แบบทดสอบแบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต

ข้อ	P	$r_{p.bis}$	ผลการคัดเลือก
1.	0.66	0.07	ตัดออก
2.	0.67	0.13	ตัดออก
3.	0.61	0.30	คัดเลือกไว้
4.	0.35	0.36	คัดเลือกไว้
5.	0.52	0.50	คัดเลือกไว้
6.	0.70	0.40	คัดเลือกไว้
7.	0.67	0.38	คัดเลือกไว้
8.	0.66	0.35	คัดเลือกไว้
9.	0.49	0.35	คัดเลือกไว้
10.	0.51	0.40	คัดเลือกไว้
11.	0.44	0.41	คัดเลือกไว้
12.	0.40	0.49	คัดเลือกไว้
13.	0.39	0.44	คัดเลือกไว้
14.	0.59	0.31	คัดเลือกไว้
15.	0.56	0.39	คัดเลือกไว้
16.	0.71	0.39	คัดเลือกไว้
17.	0.72	0.50	คัดเลือกไว้
18.	0.67	0.29	คัดเลือกไว้
19.	0.70	0.35	คัดเลือกไว้
20.	0.60	0.41	คัดเลือกไว้
21.	0.44	0.35	คัดเลือกไว้
22.	0.37	0.37	คัดเลือกไว้
23.	0.49	0.51	คัดเลือกไว้
24.	0.45	0.40	คัดเลือกไว้
25.	0.55	0.39	คัดเลือกไว้
26.	0.49	0.47	คัดเลือกไว้
27.	0.41	0.40	คัดเลือกไว้
28.	0.38	0.33	คัดเลือกไว้
29.	0.34	0.26	คัดเลือกไว้
30.	0.45	0.38	คัดเลือกไว้

ตาราง 9 ต่อ

ข้อ	P	$r_{p.bis}$	ผลการคัดเลือก
31.	0.37	0.25	คัดเลือกไว้
32.	0.45	0.48	คัดเลือกไว้
33.	0.51	0.42	คัดเลือกไว้
34.	0.49	0.43	คัดเลือกไว้
35.	0.51	0.47	คัดเลือกไว้
36.	0.46	0.42	คัดเลือกไว้
37.	0.45	0.44	คัดเลือกไว้
38.	0.40	0.38	คัดเลือกไว้
39.	0.42	0.24	คัดเลือกไว้
40.	0.34	0.35	คัดเลือกไว้
41.	0.37	0.42	คัดเลือกไว้
42.	0.26	0.47	คัดเลือกไว้
43.	0.25	0.55	คัดเลือกไว้
44.	0.29	0.39	คัดเลือกไว้
45.	0.23	0.26	คัดเลือกไว้

**ตาราง 10 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก ($r_{p.bis}$) ของ
แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษ**

ข้อ	P	$r_{p.bis}$	ผลการคัดเลือก
1.	0.76	0.82	คัดเลือกไว้
2.	0.23	0.18	ตัดออก
3.	0.73	0.82	คัดเลือกไว้
4.	0.83	0.76	ตัดออก
5.	0.36	0.34	คัดเลือกไว้
6.	0.54	0.69	คัดเลือกไว้
7.	0.80	0.41	คัดเลือกไว้
8.	0.41	0.54	คัดเลือกไว้
9.	0.74	0.62	คัดเลือกไว้
10.	0.43	0.04	คัดเลือกไว้
11.	0.94	0.48	ตัดออก
12.	0.52	0.52	คัดเลือกไว้
13.	0.56	0.48	คัดเลือกไว้
14.	0.79	0.73	คัดเลือกไว้
15.	0.57	0.58	คัดเลือกไว้
16.	0.44	0.49	คัดเลือกไว้
17.	0.68	0.21	คัดเลือกไว้
18.	0.60	0.23	คัดเลือกไว้
19.	0.64	0.62	คัดเลือกไว้
20.	0.47	0.45	คัดเลือกไว้
21.	0.83	0.78	ตัดออก
22.	0.67	0.61	คัดเลือกไว้
23.	0.38	-0.18	ตัดออก
24.	0.63	0.02	ตัดออก
25.	0.77	0.83	คัดเลือกไว้
26.	0.48	0.38	คัดเลือกไว้
27.	0.72	0.70	คัดเลือกไว้
28.	0.82	0.76	ตัดออก
29.	0.90	0.64	ตัดออก
30.	0.57	0.37	คัดเลือกไว้

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	P	$r_{p.bis}$	ผลการคัดเลือก
31.	0.66	0.62	คัดเลือกไว้
32.	0.54	0.44	คัดเลือกไว้
33.	0.83	0.76	ตัดออก
34.	0.71	0.60	คัดเลือกไว้
35.	0.45	-0.09	ตัดออก
36.	0.66	0.05	ตัดออก
37.	0.79	0.87	คัดเลือกไว้
38.	0.55	0.31	คัดเลือกไว้
39.	0.75	0.71	คัดเลือกไว้
40.	0.83	0.75	ตัดออก
41.	0.64	0.02	ตัดออก
42.	0.79	0.87	คัดเลือกไว้
43.	0.54	0.35	คัดเลือกไว้
44.	0.70	0.74	คัดเลือกไว้
45.	0.83	0.78	ตัดออก

ภาคผนวก ข

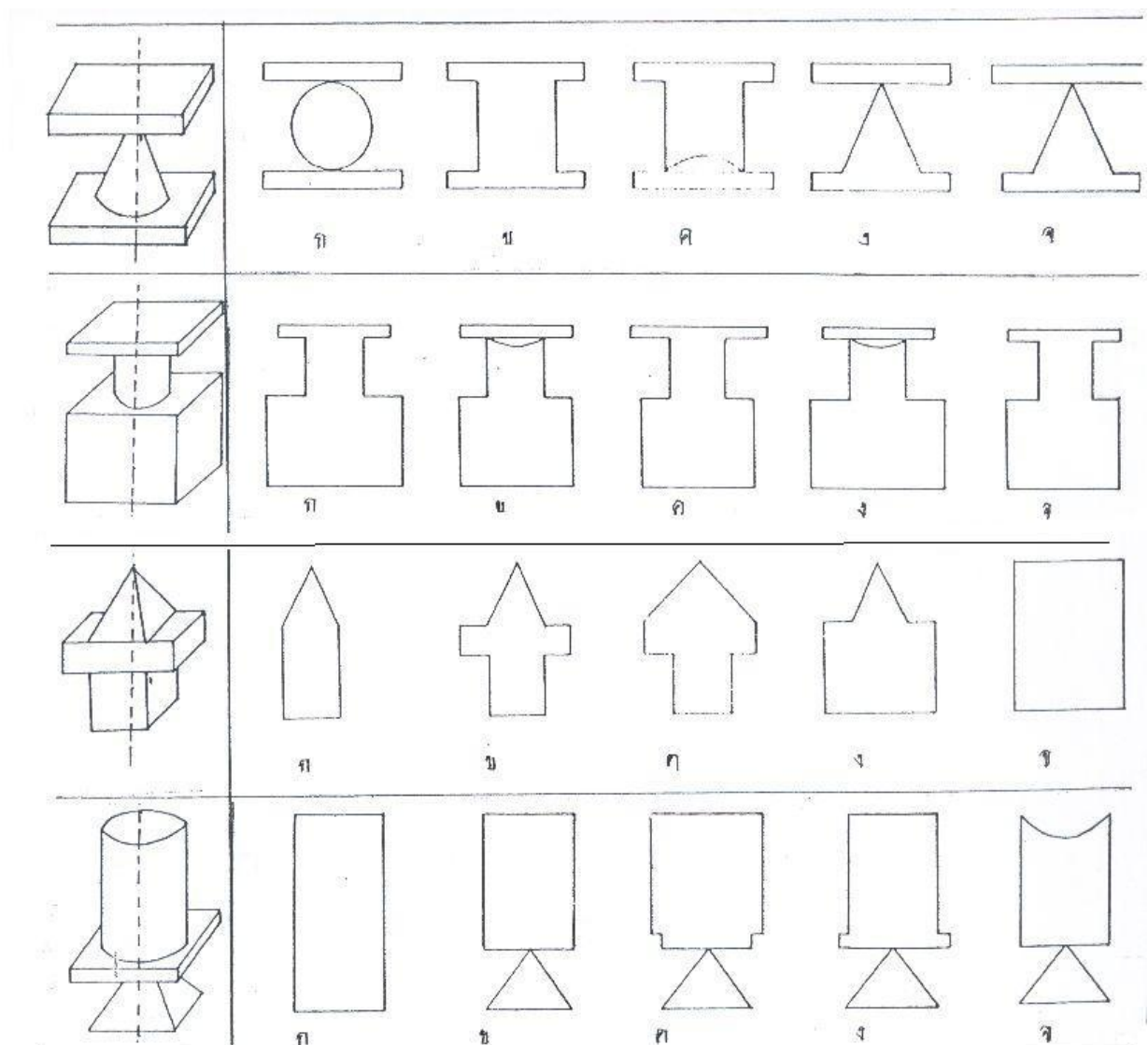
ตัวอย่างแบบทดสอบแบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต
และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบแยกภาพรูปทรงเรขาคณิต

ชื่อ.....ชั้น.....โรงเรียน.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนพิจารณาและเลือกภาพต่อไปนี้ เมื่อเป็นชิ้นส่วนที่ตัดออกจากภาพด้านซ้ายมือ
2. เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

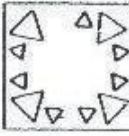
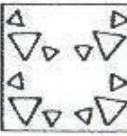
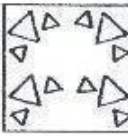
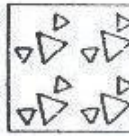
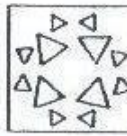
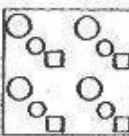
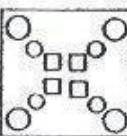
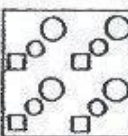
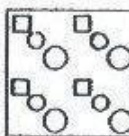
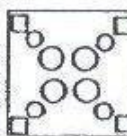
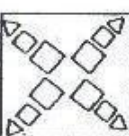
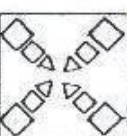
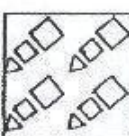
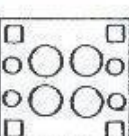
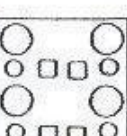
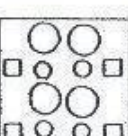
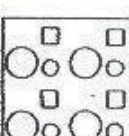
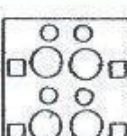


ตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ

ชื่อ.....ชั้น.....โรงเรียน.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนพิจารณาและเลือกภาพต่อไปนี้ เมื่อพับและตัดกระดาษแล้วคลี่ออกจากภาพ ด้านซ้ายมือ
2. เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

1 2 3 	     ก. ข. ค. ง. จ.
1 2 3 	     ก. ข. ค. ง. จ.
1 2 3 	     ก. ข. ค. ง. จ.
1 2 3 	     ก. ข. ค. ง. จ.

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ชาญวิทย์ จรัสสุทธิธร ศึกษาพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
นครราชสีมา
3. อาจารย์อรินทร์ น่วมถนอม อาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนบางกะปิ
กรุงเทพมหานคร
4. อาจารย์อุดมศักดิ์ นาดี หัวหน้าฝ่ายทดสอบและประเมินผล
กองวิชาการ
สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร
5. อาจารย์อดุลย์ ไบกุหลาบ งานทะเบียนกองบริการการศึกษา
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวปิยะรัตน์ โพธิ์บัติ
วันเดือนปีเกิด	23 ตุลาคม 2521
สถานที่เกิด	อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	105/150 ซ.7ก/1 ถ.กรุงเทพกรีฑา เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10250
ตำแหน่งหน้าที่การทำงานปัจจุบัน	อาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพระหฤทัยคอนแวนต์ แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2539	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนาโพธิ์พิทยาคม
พ.ศ.2544	ค.บ.(ครุศาสตรบัณฑิต) สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์
พ.ศ.2548	กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ