

การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ  
ภาพแปลงไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา  
มีนาคม 2546  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

371.26013

๗ ๗๒๘๗

๖.๓

การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ  
ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน



21 เล.ย. 2546

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

มีนาคม 2546

11๐๖10๙๗

วิไลพร คีลังาม. (2546), การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ อังคนา สายยศ, อาจารย์ ขวาลิต รวยอาจิณ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเชื่อมั่นและเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน และกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,487 คน และได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นโดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก จำนวน 4 ฉบับ ที่เป็นชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ และมีรูปแบบการมองภาพรวม แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ และมีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพแบบลดภาพ และมีรูปแบบการมองภาพรวม และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพแบบลดภาพ และมีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย

ผลการศึกษาพบว่า

1. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพเหมือนกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A COMPARISON OF THE RELIABILITY OF THREE-DIMENSIONAL SPATIAL TEST  
USING ISOMETRIC MAP PLANS WITH DIFFERENT  
SPECIFICATION PICTURE AND FORM VIEWS



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

March 2003

Vilaiporn Sila-ngam. (2003). *A Comparison of the Reliability of Three-Dimensional Spatial Test Using Isometric Map Plans with Different Specification Picture and Form Views*. Master Thesis, M.Ed (Educational Measurement).Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Aungkana Saiyos, Mr. Chawalit Ruayajin.

The purpose of this research was to study and compare the reliability of three-dimensional spatial test using isometric map plans with different specification picture and form views. The samples were 1,487 Mathayomsuksa III students from the schools under the Department of General Education in Bangkok , in the first semester of the 2002 academic year. They were selected by using stratified random sampling. The data were collected by 4 tests of the three-dimensional spatial test using isometric map plans with 5 choice. They were three-dimensional spatial test using isometric map plans with integrated specification picture and directly combine form views , three-dimensional spatial test using isometric map plans with integrated specification picture and three-perspective (top , front , side) plan form views , three-dimensional spatial test using isometric map plans with parting picture and directly combine form views , three-dimensional spatial test using isometric map plans with parting picture and three-perspective (top , front , side) plan form views.

The result were as follows:

1. The reliability of three-dimensional spatial test using isometric map plans between different form views of the same specification picture were not statistically significant difference.
2. The reliability of three-dimensional spatial test using isometric map plans between different specification picture of the same form views were not statistically significant difference.

ปริญญานิพนธ์  
เรื่อง

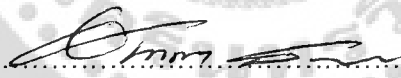
การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ  
ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน

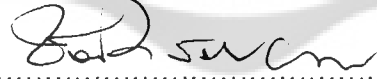
ของ  
นางสาววิไลพร ศีलगาม

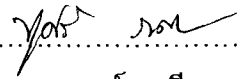
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

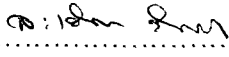
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)  
วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

  
..... ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ขวลิศ รวยอาจิณ)

  
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(รองศาสตราจารย์ ชุติร์ วงศ์รัตนะ)

  
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(อาจารย์ ดร.ละเอียด รัชเณร์)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

ทุน “ทบวงมหาวิทยาลัย”

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีการศึกษา 2545

ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้โดยได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ คือ รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ ประธานที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ชวลิต รวยอาจิณ กรรมการในการทำปริญญานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา และแนะแนวทางในการแก้ปัญหา รวมถึงข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

ในการสอบปากเปล่าได้รับคำแนะนำการแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์จากกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม คือ รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์ และ อาจารย์ ดร. ละเอียด รักษ์เผ่า ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

การตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้รับความเอื้อเฟื้อจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์วิญญา วิศาลภรณ์ อาจารย์ ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า อาจารย์ยงยุทธ เชิดชู และอาจารย์วิจิตร อ็อกกังวาล ที่กรุณาให้คำชี้แนะข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องมือวิจัยครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้รับความร่วมมือจากผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 8 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง การเก็บข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านและขอบคุณนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ที่สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ บิดา มารดา คณาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณของผู้วิจัยทุกท่านที่ช่วยให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษา

วิไลพร ศีलगาม

## สารบัญ

| บทที่ |                                                       | หน้า |
|-------|-------------------------------------------------------|------|
| 1.    | บทนำ.....                                             | 1    |
|       | ภูมิหลัง.....                                         | 1    |
|       | ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                          | 4    |
|       | ความสำคัญของการวิจัย .....                            | 4    |
|       | ขอบเขตของการวิจัย.....                                | 4    |
|       | ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....         | 4    |
|       | ตัวแปรที่ศึกษา .....                                  | 4    |
|       | นิยามศัพท์เฉพาะ .....                                 | 5    |
| 2     | เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                  | 8    |
|       | ความสามารถทางสมอง                                     |      |
|       | ความหมายของความสามารถทางสมอง .....                    | 8    |
|       | ทฤษฎีความสามารถทางสมอง .....                          | 11   |
|       | การวัดความสามารถทางสมอง.....                          | 17   |
|       | ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์                     |      |
|       | ความหมายของมิติสัมพันธ์.....                          | 26   |
|       | ลักษณะการวัดมิติสัมพันธ์ .....                        | 28   |
|       | ลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ..... | 31   |
|       | ลักษณะภาพไอโซเมตริก.....                              | 33   |
|       | ลักษณะรูปแบบเลนแบบไอโซเมตริก .....                    | 34   |
|       | ลักษณะการรับรู้ทางสายตา .....                         | 36   |
|       | หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น.....                         | 39   |
|       | ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ                              |      |
|       | ความหมายของความเชื่อมั่น .....                        | 40   |
|       | การคำนวณค่าความเชื่อมั่น.....                         | 42   |
|       | ทฤษฎีความเชื่อมั่น.....                               | 47   |
|       | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                           | 52   |
|       | สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า .....                       | 56   |
| 3     | วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า                             |      |
|       | ประชากร.....                                          | 57   |

## สารบัญ(ต่อ)

| บทที่                                    | หน้า |
|------------------------------------------|------|
| 3 (ต่อ) กลุ่มตัวอย่าง.....               | 57   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....   | 58   |
| วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....       | 66   |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....     | 67   |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....              | 69   |
| สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 69   |
| การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....       | 69   |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....                | 70   |
| 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....      | 73   |
| ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....      | 73   |
| ประชากร.....                             | 73   |
| กลุ่มตัวอย่าง.....                       | 73   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....   | 73   |
| สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....            | 74   |
| อภิปรายผล.....                           | 75   |
| ข้อเสนอแนะ.....                          | 76   |
| บรรณานุกรม.....                          | 78   |
| ภาคผนวก.....                             | 85   |
| ประวัติย่อผู้วิจัย.....                  | 155  |

## บัญชีตาราง

| ตาราง |                                                                                                                                                                                                        | หน้า |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | จำนวนนักเรียนแยกตามขนาดโรงเรียนและรายชื่อโรงเรียนในจังหวัด<br>กรุงเทพมหานคร กลุ่ม 8 .....                                                                                                              | 58   |
| 2     | คะแนนเฉลี่ย คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ<br>มิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก มีลักษณะภาพ<br>และรูปแบบการมองต่างกัน .....                                         | 70   |
| 3     | ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์<br>แบบมองรูปทรง 3 มิติ ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพ<br>เหมือนกัน .....                                               | 71   |
| 4     | ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ<br>มิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะ<br>ภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน .....                             | 72   |
| 5     | ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมิตีสัมพันธ์<br>แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ<br>ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม (ฉบับที่ 1) ในการทดลองครั้งที่ 1 .....          | 91   |
| 6     | ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมิตีสัมพันธ์<br>แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ<br>ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย (ฉบับที่ 2) ในการทดลองครั้งที่ 1.... | 97   |
| 7     | ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมิตีสัมพันธ์<br>แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก มีลักษณะภาพแบบลดภาพ<br>ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม (ฉบับที่ 3) ในการทดลองครั้งที่ 1 .....             | 103  |
| 8     | ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมิตีสัมพันธ์<br>แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก มีลักษณะภาพแบบลดภาพ<br>ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย (ฉบับที่ 4) ในการทดลองครั้งที่ 1...109  | 109  |
| 9.    | ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมิตีสัมพันธ์<br>แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ในการทดลองครั้งที่ 2.....                                                                         | 116  |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                           | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. โครงสร้างทางเขาวนปัญญาทฤษฎีลำดับขั้นของเบิร์ท เวอร์นอน และฮัมเฟรย์.....          | 14   |
| 2. โครงสร้างทางเขาวนปัญญาของกิลฟอร์ด .....                                          | 16   |
| 3. ลักษณะภาพแบบไอโซเมตริก .....                                                     | 34   |
| 4. ลักษณะภาพรูปแปลงแบบไอโซเมตริก.....                                               | 35   |
| 5. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ<br>ภาพแปลงไอโซเมตริก..... | 59   |



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

ปัจจุบันนักการศึกษาได้พยายามศึกษาค้นคว้าและทำการวิจัยตลอดมาเกี่ยวกับพฤติกรรมทางสติปัญญาของมนุษย์เพื่อที่จะได้เข้าใจถึงลักษณะหน้าที่ตลอดจนความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์อย่างแท้จริง นักการศึกษาต่างให้การยอมรับว่าการจัดการศึกษาที่ดีนั้นต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ เพราะธรรมชาติของเด็กแต่ละคนย่อมจะต้องมีบางสิ่งบางอย่างแตกต่างกัน (Bingham, Walter Ven Duke. 1937 : 25-26) ผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นวัยใดหรือระดับใดก็ตามย่อมมีความแตกต่างกันในเรื่องการเรียนรู้ หรือที่เรียกกันว่าความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ มนุษย์ทุกคนเรียนรู้ได้ไม่เท่ากันในเวลาเท่ากันหรือเรียนรู้ได้เท่ากันแต่ใช้เวลาไม่เท่ากัน (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 3) ดังนั้นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งในการศึกษาหาความรู้ ซึ่งมนุษย์แต่ละคนมีความสามารถทางสติปัญญา หรือความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน (ชวาล แพรัตกุล. 2517 : 117)

การศึกษาจึงเป็นกิจกรรมทางสังคมที่เกี่ยวกับการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนบุคคลและสังคม (วิจิตร ศรีสอาน. 2518 : 1) ในส่วนบุคคล การศึกษาช่วยสร้างสรรค์ ความเจริญงอกงามทั้งทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ ทำให้คนสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและยังสามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับตนเอง ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการศึกษาคือเครื่องมือในการสร้างสรรค์ความเจริญต่าง ๆ จึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษาอันเป็นส่วนสำคัญในการสร้างคุณภาพทรัพยากรมนุษย์ ทั้งนี้เพราะว่า ถ้าบุคคลใดผ่านการศึกษาและฝึกอบรมอย่างเหมาะสมในด้านต่าง ๆ อย่างเพียงพอทุกระดับขั้นนั้นจะเป็นทรัพยากรอันมีค่าในการพัฒนาประเทศ (พร้อม พาณิชย์ภักดี. 2531 : 183) สำหรับผู้เรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นระยะที่เด็กวัยรุ่นค้นหาลักษณะประจำตนและบทบาทที่แท้จริงของตน (Identity crisis) โดยจะพยายามค้นหาความสามารถ ความต้องการที่แท้จริงของตนในอนาคต (โยธิน ศันสนยุทธ. 2531 : 204) เหตุนี้วัยรุ่นจึงเปลี่ยนแปลงแผนพฤติกรรมของตนสู่ผู้ใหญ่ และพัฒนาการทางสติปัญญาของวัยรุ่นมีแนวทางชีวิตสำหรับตัวเอง และมักจะสนใจเกี่ยวกับศีลธรรมจรรยา และด้านการเมือง แต่ยังไม่สามารถตัดสินใจอะไรได้เนื่องจากขาดประสบการณ์ และเป็นวัยที่แสวงหาลักษณะประจำตนเพื่อเลือกและเตรียมตัวสำหรับอาชีพ ดังนั้น เพื่อให้เด็กในวัยนี้เจริญเติบโตเป็นประชากรที่มีคุณภาพทั้งทางร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และเชาวน์ปัญญา ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต (กอง สุขภาพจิต. 2533 : 35) นักการศึกษาจึงมองเห็นความสำคัญในเรื่องนี้ ได้ตั้งจุดมุ่งหมายในการจัดการศึกษาให้

เหมาะแก่ระดับการศึกษา เช่น การจัดการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาจะเน้นให้ผู้เรียนได้เลือกกลุ่มวิชาการ และวิชาชีพตามความถนัดและความสามารถทางสมองของบุคคลอย่างกว้างขวาง และยึดเป็นอาชีพต่อไป จากความสำคัญของความสามารถทางสมองหรือสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์และความแตกต่างกันในความสามารถจึงมีผู้สนใจและพยายามวัดความสามารถทางสมองหรือสมรรถภาพทางสมอง (บุญชม ศรีสะอาด. 2526 : 1) เนื่องจากความถนัดเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองจึงจำเป็นต้องอาศัยแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด โดยที่แบบทดสอบเป็นตัวไปไว้ให้บุคคลได้ตอบสนองหรือแสดงออกซึ่งสมรรถภาพหรือความสามารถที่มนุษย์มีและเพื่อให้การทดสอบมีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างมากที่ต้องอาศัยแบบทดสอบที่มีคุณภาพสูง (สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. 2513 : 17) นอกจากนี้การสอบคัดเลือกที่ดีควรจะต้องมีการสอบวัดความสามารถด้านปัญญา หรือความถนัดทางการเรียน ซึ่งจะช่วยให้การสอบสมบุรณ์และมองเห็นภาพของมนุษย์ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนี้ อนาสตาซี (Anastasi, Anne. 1980 : 107) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบด้านสติปัญญา ดังนั้น ในการสอบคัดเลือกนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเข้าเรียนตามแผนการเรียนต่างๆ ควรจะมีองค์ประกอบความถนัดด้านการเรียนควบคู่กับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดนักเรียนตามแผนการเรียน และยังเป็นสิ่งที่ช่วยให้เป็นหลักประกันความสำเร็จทางการเรียนของเด็ก จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความถนัดหรือ ความสามารถทางสมองนั้น เฮอร์สโตนได้พยายามวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางสมองของมนุษย์ออกมาได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นได้เด่นชัดและสำคัญ ๆ มีอยู่ 7 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor : V - factor) องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency factor : W - factor) องค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor : N - factor) องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space factor : S - factor) องค์ประกอบด้านความจำ (Memory factor : M - factor) องค์ประกอบด้านการสังเกตพิจารณา (Perceptual Speed factor : P - factor) และองค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning factor : R - factor) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 46) สำหรับการวัดองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space factor) เป็นการวัดความสามารถในการมองภาพที่มีความเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงที่อยู่ในกรอบสิ่งไว้รวมทั้งความสามารถในการมองภาพวัตถุที่มองจากมุมแตกต่างกันและยังมองในแง่ความสามารถในการคิดหารายละเอียดว่า รูปทรงเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน คูเปอร์และเรแกน (Cooper & Regan. 1982:148) ได้มองมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการแปลงสื่อเป็นสัญลักษณ์ การเปลี่ยนรูปทรง การสร้างรูปแบบใหม่ และการเข้าใจรูปลักษณะภายในมิติหนึ่ง ๆ เพื่อนำไปสัมพันธ์กับอีกมิติหนึ่ง ส่วนชวาล แพร์ติกุล (2516 : 35) ได้นิยามความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่า เป็นความสามารถในการจินตนาการที่เกี่ยวกับพื้นที่ ระยะทาง ขนาด ทิศทาง และทรวดทรงต่าง ๆ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541:150) ให้ความหมายของมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึง ขนาด และมิติต่าง ๆ

ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียว และหลายระนาบ รวมทั้งความสามารถในการมองภาพรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน ตลอดจนถึงการแยกภาพประกอบภาพ และการจำแนกตำแหน่งที่ตั้ง บน - ล่าง ซ้าย - ขวา ระยะทางใกล้ - ไกล ดังที่กล่าวมาแล้วนี้ล้วนแล้วแต่เป็นการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งสิ้น (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541 : 149-150) และโกวิท ประวาลพุกษ์ และคนอื่น ๆ. (2509 : 70) ได้แยกองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ 2 องค์ประกอบ คือ Spatial Orientation (หรือ SO) คือ ความสามารถที่จะตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ ว่า สัมพันธ์กับตนเองอย่างไร กับ Spatial Visualization (หรือ SV) คือ ความสามารถที่จะเข้าใจว่า เมื่อวัตถุพลิกแปลงไปในท่าต่าง ๆ แล้วจะเห็นวัตถุนั้นมีรูปร่างเป็นอย่างไร ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาด และมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความใกล้ไกล สูง-ต่ำ ทรวดทรง พื้นที่ และปริมาตร แตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อย และส่วนผสมของวัตถุ ต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน จะเห็นว่าสมรรถภาพทั้ง 7 องค์ประกอบนี้เป็นพื้นฐานของความสามารถทางสมองของมนุษย์ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละด้านและแต่ละบุคคล จากการศึกษาพบว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ เป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ (Ben-Chaim, David, Glenda Lappan and Richard T. Houang. (1988 : 51-68)

ลักษณะรูปแบบทดสอบมิติสัมพันธ์โดยการมองรูปทรง 3 มิติ จากด้านต่าง ๆ แล้วให้จินตนาการทิศทางการสร้างรูปทรง 3 มิติ ออกมาเป็นภาพ 3 มิติ ซึ่งการจินตนาการเป็นผลมาจากการรับรู้ตามประสาทสัมผัสต่าง ๆ ของมนุษย์ มนุษย์เมื่อรู้มากเห็นมากก็ทำให้เกิดความคิด และมีจินตนาการในสิ่งนั้นมาก (อารี สุทธิพันธ์. 2521 : 27) ซึ่งการรับรู้ของมนุษย์แต่ละคนนั้นย่อมแตกต่างกันไปไม่เหมือนกัน บางคนมีประสาทสัมผัสดี มีความจำดีก็รับรู้ได้มาก หรือบางคนเห็นวัตถุอย่างเดียวกันแต่อยู่คนละมุมก็มองแตกต่างกัน (อารี สุทธิพันธ์. 2521 : 61) จากการศึกษาของแอนเดียส์ (Andreas, Burton G. 1968 : 514-517) พบว่า สิ่งที่เข้ามามีอิทธิพล เช่น ตำแหน่งของวัตถุ ขนาด จำนวน การแรงเงา และมุมของวัตถุ จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการตอบสนองต่อสิ่งเรานั้นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ นี้จึงเกี่ยวข้องโดยตรงกับการรับรู้ความลึกของรูปทรง ตำแหน่ง ขนาดหรือจำนวนลูกบาศก์ และมุมมองของรูปทรง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการทำข้อสอบ และจากการศึกษาของแคมเบลล์ พบว่าในแบบทดสอบที่ใช้รูปภาพนั้นองค์ประกอบภายในภาพที่ทำให้แบบทดสอบมีความแตกต่างกัน คือ ความลึก แรงเงา รูปทรง ตำแหน่ง ขนาด (Campbell. 1961 : 899-913) ซึ่งสอดคล้องกับ โกรฟเฟอร์ ที่ศึกษาไว้ว่า องค์ประกอบของภาพ เช่น สี ขนาด รูปทรง ลายบนพื้นผิวของวัตถุ ถ้ายังมีความสลับซับซ้อนมาก การตอบสนองยิ่งยากมากขึ้น (Gropper. 1966 : 50)

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า การรับรู้จากการมองแล้ว จินตนาการภาพรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพและรูปแบบการมองต่างกัน จะส่งผลต่อคุณภาพ ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ด้านค่าความเชื่อมั่นอย่างไร เพื่อเป็น ประโยชน์ ในการสร้างและพัฒนา รูปแบบของแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญา และความถนัด ทางการเรียนรู้ต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพเหมือนกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน

### ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพและรูปแบบการมองต่างกัน ในด้านค่าความเชื่อมั่นว่า แบบทดสอบใดมีความเชื่อมั่นต่างกันอย่างไร ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกการวัดความ สามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับลักษณะที่ต้องการวัดต่อไป

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กลุ่มที่ 8 ที่เรียนวิชา บังคับเลือก รายวิชางานช่างพื้นฐาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 12 โรงเรียน มีห้อง เรียน 139 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 5,399 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ที่เรียนวิชาบังคับเลือก รายวิชางานช่างพื้นฐาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 8 จำนวน 1,487 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)
3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้
  - 3.1 ตัวแปรอิสระ
    - 3.1.1 แบบทดสอบที่มีลักษณะภาพต่างกัน
      - 3.1.1.1 การเพิ่มภาพ
      - 3.1.1.2 การลดภาพ

### 3.1.2 รูปแบบการมองต่างกัน

#### 3.1.2.1 การมองภาพรวม

#### 3.1.2.2 การมองภาพส่วนประกอบย่อย

### 3.2 ตัวแปรตาม คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถทางสมอง หมายถึง ระดับความสามารถของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้ การฝึกฝนอบรมในทักษะต่าง ๆ และประสบการณ์ต่าง ๆ โดยจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล
2. มิตีสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการจินตนาการของมนุษย์ ซึ่งต้องอาศัยการรับรู้ทางสายตาในการมองรูปทรงเรขาคณิตที่มีการเคลื่อนที่ หรือการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือหมุนภาพไปจากเดิม
3. ความสามารถทางสมองด้านมิตีสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการที่ใช้จินตนาการมองรูปทรง หรือวัตถุที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างมิติที่อยู่ในรูปแตกต่างกัน
4. มิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ หมายถึง ความสามารถทางสมองในการมองรูปทรง ที่มีความสูง ความกว้าง และความลึก โดยอาศัยการจินตนาการและการรับรู้ทางสายตา มองรูปทรงเรขาคณิต ที่มีการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ซึ่งอาจเกิดจากการหมุนภาพ หรือการมองรูปทรงที่กำหนดทิศทางการมองมาให้
5. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่วัดความสามารถทางสมองด้านมิตีสัมพันธ์ มุ่งวัดความสามารถในการมองหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นผิวหน้า และรูปทรงของวัตถุ หรือการกำหนดรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพและรูปแบบการมองต่างกัน
6. แพลน หมายถึง แบบเขียนที่เป็นการมองภาพในแนวตั้งจากจุดเหนือพื้นที่ ซึ่งเป็นการฉายภาพจริงลงบนระนาบหรือกระดาษ (กรมวิชาการ. 2534 : 127)
7. ภาพแปลน หมายถึง ภาพที่เกิดจากการมองในแนวตั้งจากจุดเหนือพื้นที่รูปทรงหรือวัตถุ
8. ภาพแปลนไอโซเมตริก หมายถึง ภาพที่เกิดจากการมองรูปทรง 3 มิติ ที่มองเห็นเพียง 3 ด้าน คือ ด้านบน (TOP) ด้านหน้า (FRONT) และด้านข้าง (SIDE) ซึ่งเกิดภาพจากการมองรูปทรง ดังนี้

8.1 ภาพแปลนด้านบน (TOP) หมายถึง ภาพที่เกิดจากการมองรูปทรง 3 มิติ ทางด้านบน

8.2 ภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) หมายถึง ภาพที่เกิดจากการมองรูปทรง 3 มิติ ทางด้านหน้า

8.3 ภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) หมายถึง ภาพที่เกิดจากการมองรูปทรง 3 มิติ ทางด้านข้าง

9. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพไอโซเมตริก หมายถึง ชุดของ ข้อคำถามที่วัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มุ่งวัดความสามารถในการมองหา ลักษณะพื้นผิวหน้าของรูปทรง 3 มิติ ที่มองเห็นเพียง 3 ด้าน คือ ด้านบน (TOP) ด้านหน้า (FRONT) และด้านข้าง (SIDE)

10. ลักษณะภาพ หมายถึง การกำหนดรายละเอียดของภาพรูปทรง 3 มิติ ที่ให้ผู้ตอบ แบบทดสอบพิจารณาภาพ แล้วหาภาพแปลนไอโซเมตริกที่เป็นผลสำเร็จ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่ง ลักษณะภาพ ดังต่อไปนี้

10.1 การเพิ่มภาพ หมายถึง การกำหนดรายละเอียดของภาพรูปทรง 3 มิติ ใน ข้อคำถามของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ที่ให้ผู้ตอบแบบทดสอบพิจารณาภาพที่เกิดจากการต่อ หรือเชื่อมภาพเข้าด้วยกันตามรอยเส้นประในภาพรูปทรง 3 มิติ

10.2 การลดภาพ หมายถึง การกำหนดรายละเอียดของภาพรูปทรง 3 มิติ ใน ข้อคำถามของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ที่ให้ผู้ตอบแบบทดสอบพิจารณาภาพที่เกิดจากการ ลดภาพตามลูกศรที่บ่งชี้ในภาพรูปทรง 3 มิติ

11. รูปแบบการมอง หมายถึง ลักษณะการมองภาพรูปทรง 3 มิติ ที่ให้ผู้ตอบแบบ ทดสอบมองภาพรูปทรง 3 มิติ ซึ่งมีรูปแบบการมอง ดังต่อไปนี้

11.1 การมองภาพรวม หมายถึง ลักษณะการมองภาพรูปทรง 3 มิติ ในภาพรวม ซึ่งให้ผู้ตอบแบบทดสอบมองภาพรูปทรง 3 มิติ ในภาพรวม แล้วให้หาภาพส่วนประกอบย่อย ที่เรียกว่า ภาพแปลนไอโซเมตริก

11.2 การมองภาพส่วนประกอบย่อย หมายถึง ลักษณะการมองภาพส่วนประกอบ ย่อยของรูปทรง 3 มิติ ซึ่งให้ผู้ตอบแบบทดสอบมองภาพส่วนประกอบย่อย ที่เรียกว่า ภาพแปลน ไอโซเมตริก แล้วให้หาภาพรูปทรง 3 มิติ

12. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบ ที่สามารถวัดได้คะแนนคงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณจากสูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20 (KR -20))

13. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้และมีประสบการณ์ทางด้านการสร้างรูปทรง 3 มิติ จำนวน 2 ท่าน และนักวัดผลที่มีคุณวุฒีน้อยกว่าปริญญาโททางการวัดผลการศึกษา จำนวน 3 ท่าน เพื่อเป็นผู้ประเมินความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ของข้อสอบ ที่สร้างขึ้น



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาและรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถทางสมอง
  - 1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง
  - 1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมอง
  - 1.3 การวัดความสามารถทางสมอง
2. ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
  - 2.1 ความหมายของมิติสัมพันธ์
  - 2.2 ลักษณะการวัดมิติสัมพันธ์
  - 2.3 ลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ
3. ลักษณะภาพไอโซเมตริก
4. ลักษณะรูปแปลงแบบไอโซเมตริก
5. ลักษณะการรับรู้ทางสายตา
6. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
7. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
  - 7.1 ความหมายของความเชื่อมั่น
  - 7.2 การคำนวณค่าความเชื่อมั่น
  - 7.3 ทฤษฎีความเชื่อมั่น
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ความสามารถทางสมอง

##### 1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง

ความสามารถทางสมอง ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยา พยายามที่จะอธิบายความหมายและโครงสร้างของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ในลักษณะต่าง ๆ กัน บ้างเรียกว่า สมรรถภาพสมอง (Mental ability) บ้างก็เรียกเชาว์ปัญญา หรือสติปัญญา (Intelligence) บ้างเรียกว่า ความถนัด (Aptitude) ซึ่งความสามารถทางสมองของมนุษย์นั้นมีความสามารถแตกต่างกันของแต่ละบุคคล จึงทำให้นักการศึกษาหรือนักจิตวิทยาพยายามที่จะวัดความสามารถของคนในวัยต่าง ๆ โดยถ้ามุ่งวัดความสามารถในภาพรวมมีคะแนนที่ใช้พิจารณาตัวเดียว เรียกว่า ไอคิว เป็นการวัดเชาว์ปัญญา แต่ถ้าแยกวัดความสามารถเป็นด้าน ๆ

มีคะแนนพิจารณาในแต่ละด้านจะเป็นการวัดความถนัด ดังนั้นความหมายของความสามารถทางสมอง จึงมีผู้กล่าวไว้ดังนี้

การ์เรทท์ (Garrett. 1965 : 131) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด แต่ไม่ปรากฏออกมาให้เห็นในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

ครอนบัค (Cronbach. 1970 : 212) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถทางสมอง ที่ร่วมกันทำงานเพื่อเพิ่มพูนความสำเร็จในกิจกรรมทางปัญญา

คัลเทิลล์ (Cattell. 1950 : 478) ให้ความหมายว่า เป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ แบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้สองลักษณะ คือ ฟลูอิด อบิลิตี้ (Fluid Ability) เป็นสติปัญญา ที่เป็นอิสระปราศจากการเรียนรู้และประสบการณ์ แต่เป็นผลมาจากพันธุกรรมหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิด สมรรถภาพสมองด้านนี้จะมีแทรกอยู่ในทุกอริยาบทของ กิจกรรมทางสมองไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิดหรือการแก้ปัญหาก็ตาม เช่น ความสามารถในการใช้เหตุผล การมองเห็นความสัมพันธ์เป็นต้น และอีกลักษณะหนึ่งคือ คริสตอลไลซ์ อบิลิตี้ (Crystallize Ability) เป็นสติปัญญาที่เป็นผลของประสบการณ์และการเรียนรู้ สติปัญญาประเภทนี้มักจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีประสบการณ์มากขึ้น

คิมเบล (อาร์ สุธิพันธ์ . 2521 : 203-204 ; อ้างอิงจาก Kimble. 1961) ให้ความหมายว่า เป็นผลงานของความสามารถ 5 อย่าง คือ

1. ความสามารถในการใช้กระบวนการที่เกี่ยวกับสัญลักษณ์ (Symbol)
2. ความสามารถในการคิดหาเหตุผล (Reasoning Thinking)
3. ความสามารถในการวางแผนเป้าหมายในการกระทำ (Goal)
4. ความสามารถในการปฏิบัติอย่างได้ผลต่อสิ่งแวดล้อม
5. ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและปรับสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับตนเอง

บิงแฮม (Bingham. 1937 : 18) ให้ความหมายว่าเป็นสภาวะอันแสดงความเหมาะสมของบุคคลที่สำคัญคือการเพิ่มความชำนาญให้กับตนเองหรือเป็นศักยภาพของบุคคลและรวมถึงความพร้อมที่จะสนใจในความสามารถนั้น

บินेट (Binet. 1905 : 14-15) กล่าวถึง ความหมายของความสามารถทางสมองว่าเป็นผลรวมของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถหลายประการที่สำคัญ คือ ความสามารถในการตัดสินใจ การคิดหาเหตุผล และความสามารถในการปรับตัว

เพอร์คิน (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

เรียนรู้และสั่งสมมาเอง โดยทั้งสามส่วนนี้โรงเรียนและผู้เกี่ยวข้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้อย่างเต็มที่

เพียเจท์ (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. 2523 : 48 ; อ้างอิงจาก Piaget.n.d.) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถในการคิด ความสามารถในการวางแผน และปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ความสามารถดังกล่าวจะพัฒนาจากความคิดความเข้าใจในระดับง่าย ๆ ในวัยเด็กไปสู่ระดับที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นในวัยผู้ใหญ่

ฟรีแมน (Freeman. 1966 : 159-182) ให้ความหมายว่าเป็นผลรวมของคุณลักษณะต่าง ๆ ที่แสดงให้เห็นความสามารถของบุคคลในการที่จะได้มาซึ่งความรู้ ทักษะ และการตอบสนอง

วอร์เรน (Warren. 1934 : 18) ให้ความหมายว่า เป็นสภาวะ หรือคุณลักษณะที่จะแสดงความสามารถของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากการฝึกฝนความรู้ ทักษะหรือการตอบสนองต่อเรื่องหนึ่งเรื่องใดโดยเฉพาะ

ไวท์เลห์ (Whitely. 1958 : 45) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมีจุดมุ่งหมายสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชวาล แพรัตกุล (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2541 : 26 ; อ้างอิงจาก ชวาล แพรัตกุล 2513) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นขีดระดับความสามารถขั้นสูงสุดของบุคคลที่เขาอาจมี อาจได้ต่อการเรียนรู้และการฝึกฝน ในวิทยาการและทักษะต่าง ๆ ถ้าหากเขาได้รับการฝึกและได้รับประสบการณ์ที่เหมาะสม

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2541 : 25) ให้ความหมายว่า เป็นพลังงานที่ได้จากการทำงานของระบบสมอง ถ้าสมองของผู้ใดมีผลผลิตของพลังงานมาก แสดงว่าผู้นั้นเฉลียวฉลาดมีเชาว์ปัญญาสูง ถ้าสมองผู้ใดมีผลผลิตของพลังงานน้อยแสดงว่าผู้นั้นมีเชาว์ปัญญาต่ำ

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2513 : 17) ให้ความหมายว่า เป็นศักยภาพที่มีอยู่ในตัวบุคคลอันเป็นผลมาจากการฝึกฝนความรู้และประสบการณ์ทั้งสิ้นทั้งปวง

สรุปได้ว่าความสามารถทางสมอง หมายถึง ระดับความสามารถของบุคคลที่มีได้ต่อการเรียนรู้ การฝึกฝนอบรมในทักษะต่าง ๆ และประสบการณ์ต่าง ๆ โดยจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และความสามารถทางสมองมีส่วนประกอบหลายด้าน ซึ่งในแต่ละบุคคลจะมีความสามารถในแต่ละด้านไม่เท่ากัน จากการศึกษาพบว่า เทอร์สโตนได้วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางสมองของมนุษย์ไว้หลายด้าน องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor : S - Factor) ก็เป็นองค์ประกอบด้านหนึ่ง ที่ใช้วัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความลึก สั้น ยาว ไกล ใกล้ พื้นผิวหรือทรวดทรง ที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน มนุษย์สามารถจินตนาการให้เห็นส่วนประกอบย่อยจาก

ภาพรวม หรือเห็นภาพรวมจากส่วนประกอบย่อยของวัตถุในรูปทรงต่าง ๆ เมื่อนำมาเชื่อมต่อกัน ประกอบ ซ้อนทับ รวมไปถึงการลดภาพของรูปทรง มนุษย์ก็สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่ได้

## 1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมอง

คำว่า ทฤษฎีเป็นความสัมพันธ์ของหลักวิชา ใช้อธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเป็นความจริงสัมพัทธ์ นั่นคือ อาจจะจริงในวันหนึ่งและเป็นจริงในวันหน้าก็ได้ ทฤษฎีความสามารถทางสมองก็เป็นทฤษฎีหนึ่งที่นักการศึกษาได้พยายามศึกษาค้นคว้า เพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ ในความสามารถของมนุษย์ว่ามีโครงสร้างของความสามารถทางสมองประกอบด้วยอะไรบ้างจึงเกิดทฤษฎีต่าง ๆ และมีผู้คิดทฤษฎีขึ้น ตามแนวความคิดที่แตกต่างกัน (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 43-56) ดังนี้

### 1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni-factor Theory)

ทฤษฎีนี้บางทีเรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บิเน็ตและซิมอน (Binet & Simon. 1905) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวกันไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General ability) คือ การวัดออกมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีความสามารถทางสมองในระดับใดที่เรียกว่า IQ นั่นเอง

### 2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi-factor Theory)

ทฤษฎีนี้เสนอโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อชาร์ลส (Charles. 1927) เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ พบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลายเมื่อวิเคราะห์ดูแล้วมีองค์ประกอบร่วมอันหนึ่ง เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า G-factor เนื่องจากหาความสัมพันธ์เกี่ยวพันกันในแต่ละองค์ประกอบ (Intercorrelation) มีค่าสูง แต่สูงอย่างไม่สมบูรณ์แบบ จึงให้ชื่อองค์ประกอบอื่นย่อย ๆ นี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า S-factor

### 3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple - Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เทอร์สโตน (Thurstone. 1963 ) เสนอทฤษฎีเมื่อปี ค.ศ. 1963 เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างกว้างขวางและได้ใช้หลักการวิเคราะห์สมัยใหม่ที่เรียกว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) มาใช้ ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้หลายอย่าง เทอร์สโตน พบว่า ความสามารถพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Abilities) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ดังนี้ (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ.2541: 46-47)

3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor ใช้ย่อว่า V.) องค์ประกอบส่วนนี้ของสมองจะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ผู้ที่มี

องค์ประกอบด้านนี้สูง จะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency factor ใช้ย่อว่า W.) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด เช่น ให้หาคำขึ้นต้นด้วย "ด" 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 ใช้อักษรย่อ S.) ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้คนเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่ หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory factor ใช้อักษรย่อว่า M.) เป็นความสามารถด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกจูนสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้ว หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ได้ ซึ่งถือว่าเป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น

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

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning factor ใช้อักษรย่อว่า R.) บางทีก็ใช้ Induction หรือ General Reasoning องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณ์ญาณ หาเหตุผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎีตอนแรก ๆ เทอร์สโตนให้ความหมายองค์ประกอบนี้ไม่กระจ่างนัก เขามองในรูปอุปมาน และอนุมาน ระยะเวลาหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่าจะวัดเหตุผลทั่วไปได้ดีต้องวัดด้วยเลขคณิตเหตุผล (Arithmetic reasoning)

#### 4. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาหลากหลาย (Theory of Multiple Intelligence)

ทฤษฎีนี้เสนอโดย โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) เมื่อปี ค.ศ. 1983 การ์ดเนอร์นิยามเชาวน์ปัญญา เป็นวิสัยสามารถในการแก้ปัญหา หรือบันดาลผลงานที่มีค่าในกลุ่มวัฒนธรรมต่าง ๆ ความสามารถทั้งหลายที่รวมตัวกันเรียกว่า เชาวน์ปัญญามี 7 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านเหตุผล-คณิตศาสตร์ (Logical – mathematical) เป็นความสามารถ ว่องไว และมีศักยภาพในการมองเห็น มีตรรกในเรื่องประมาณ และยังมีความสามารถในการใช้ เหตุผลได้ต่อเนื่อง ต่อเนื่อง ถ้ามีความสามารถด้านที่สูงจะเป็นพวกนักวิทยาศาสตร์ และนัก คณิตศาสตร์เป็นเป้าหมาย

4.2 ด้านภาษา (Linguistic) เป็นความสามารถด้านภาษา มีความไวต่อการรับรู้ เสียง จังหวะ ความหมายคำ สามารถแยกแยะได้ว่องไวในความแตกต่างของหน้าที่ของภาษา

4.3 ด้านดนตรี (Musical) เป็นความสามารถทางดนตรี นั่น คือ สามารถสร้าง และซาบซึ้งในจังหวะ ระดับ ของเสียงดนตรีที่ผิดแผกกัน มีความซาบซึ้งรูป แบบการแสดงออก ของดนตรีลักษณะต่าง ๆ

4.4 ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial) เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ นั่นคือ มีความ สามารถรับรู้ภาพสัมพันธ์ที่มองเห็นอย่างมั่นใจ และสามารถเปลี่ยนการรับรู้ได้อย่างดีเมื่อรูปทรง ทั้งหลายเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่าง ๆ

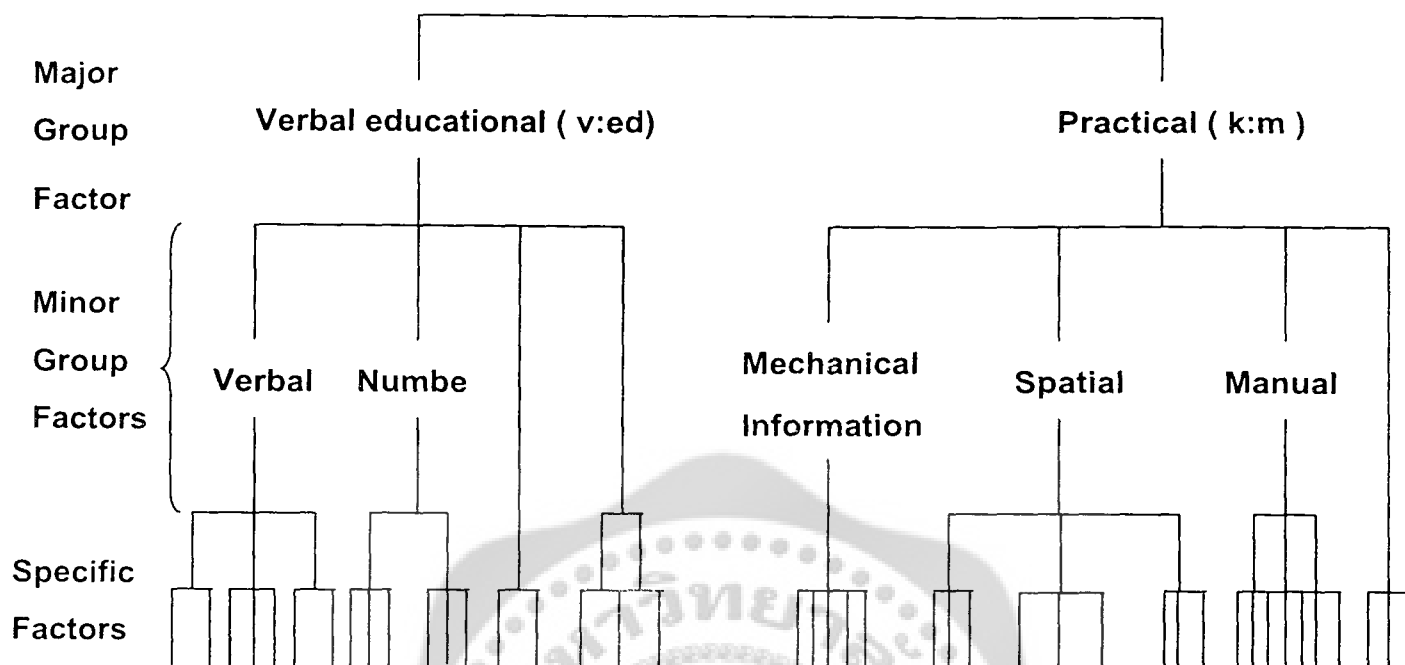
4.5 ด้านร่างกาย – การเคลื่อนไหว (Bodily – kinesthetic) เป็นความสามารถใน การควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย และการใช้มือเท้าได้คล่องแคล่วว่องไวตามที่สมอง สั่งการ

4.6 ด้านการรู้เกี่ยวกับผู้อื่น (Interpersonal) เป็นความสามารถในการเข้าใจการ ตอบสนองของอารมณ์ ความรู้สึก แรงกระตุ้น และความต้องการของผู้อื่น

4.7 ด้านการรู้เกี่ยวกับตนเอง (Intrapersonal) เป็น ความสามารถในการควบคุม และเข้าใจ พฤติกรรม ความรู้สึกอารมณ์ของตนเอง ว่าตนเองมีจุดอ่อน จุดแข็ง เชาวน์ปัญญา และความต้องการอะไร เรียกว่า เป็นความสามารถในการรู้จักตัวเอง

## 5. ทฤษฎีไฮราคัล (Hierarchical Theories)

เบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และ ฮัมเฟรย์ (Humphreys) ได้เสนอทฤษฎี เกี่ยวกับโครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา เรียกว่า ทฤษฎีลำดับขั้น เมื่อในปี ค.ศ. 1960 โดยมีความ เชื่อว่า สติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์และความสามารถนั้นสามารถเรียงลำดับ ขั้นได้ โดยเริ่มจากระดับสูงสุด คือ ขั้นความสามารถทั่วไป หรือ G - factor ของสเปียร์แมน ระดับต่อมา มี 2 องค์ประกอบ คือ Verbal - education (V:ed) และ Practical - machanical (K:m) เรียกว่า Major Group Factor จากองค์ประกอบทั้ง 2 อันนี้ได้แบ่งย่อยลงไปอีก เรียกว่า Minor Group Factor เช่น องค์ประกอบด้าน V:ed แบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbai) ด้านจำนวน (Number) และด้านอื่นๆ ในทำนองเดียวกัน องค์ประกอบด้าน K:m แบ่ง ย่อยออกเป็นองค์ประกอบด้านจักรกล (Mechanical) ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial) ด้านความ สามารถในการใช้มือ (Manual) และด้านอื่น ๆ และระดับต่ำสุดยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบ เฉพาะอย่างอื่น อีกมากมาย เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ซึ่งถือได้ว่าเป็น องค์ประกอบที่เล็กที่สุด (Anastasi, Anne. 1982 :370-371) ดังแสดงไว้ใน ภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างทางเชาว์ปัญญา ทฤษฎีลำดับชั้นของเบิร์ท เวอร์นอน และฮัมเฟรย์

ตามทฤษฎีลำดับชั้นของเบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และ ฮัมเฟรย์ (Humphreys) จะเห็นว่าแบบทดสอบแบบมองรูปทรง 3 มิติ เป็นแบบทดสอบชนิดหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติในการวัดองค์ประกอบย่อยด้านมิติสัมพันธ์

#### 6. ทฤษฎีโครงสร้างทางเชาว์ปัญญา (The Structure of Intellect Theory)

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

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และบอกได้ว่า สิ่งนั้น ๆ คืออะไร

2. ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้วสามารถระลึกนึกออกมาได้

3. การคิดเอนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสนองรับได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้ออกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุมีผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบเอนกนัย

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดหา เกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้นคำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่าง ๆ แบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอน สามารถจับต้องได้ 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 ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึงทัศนคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่าง คือ

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

2. จำพวก (Classes) หมายถึง ชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพดกับมะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนี้ เป็นต้น

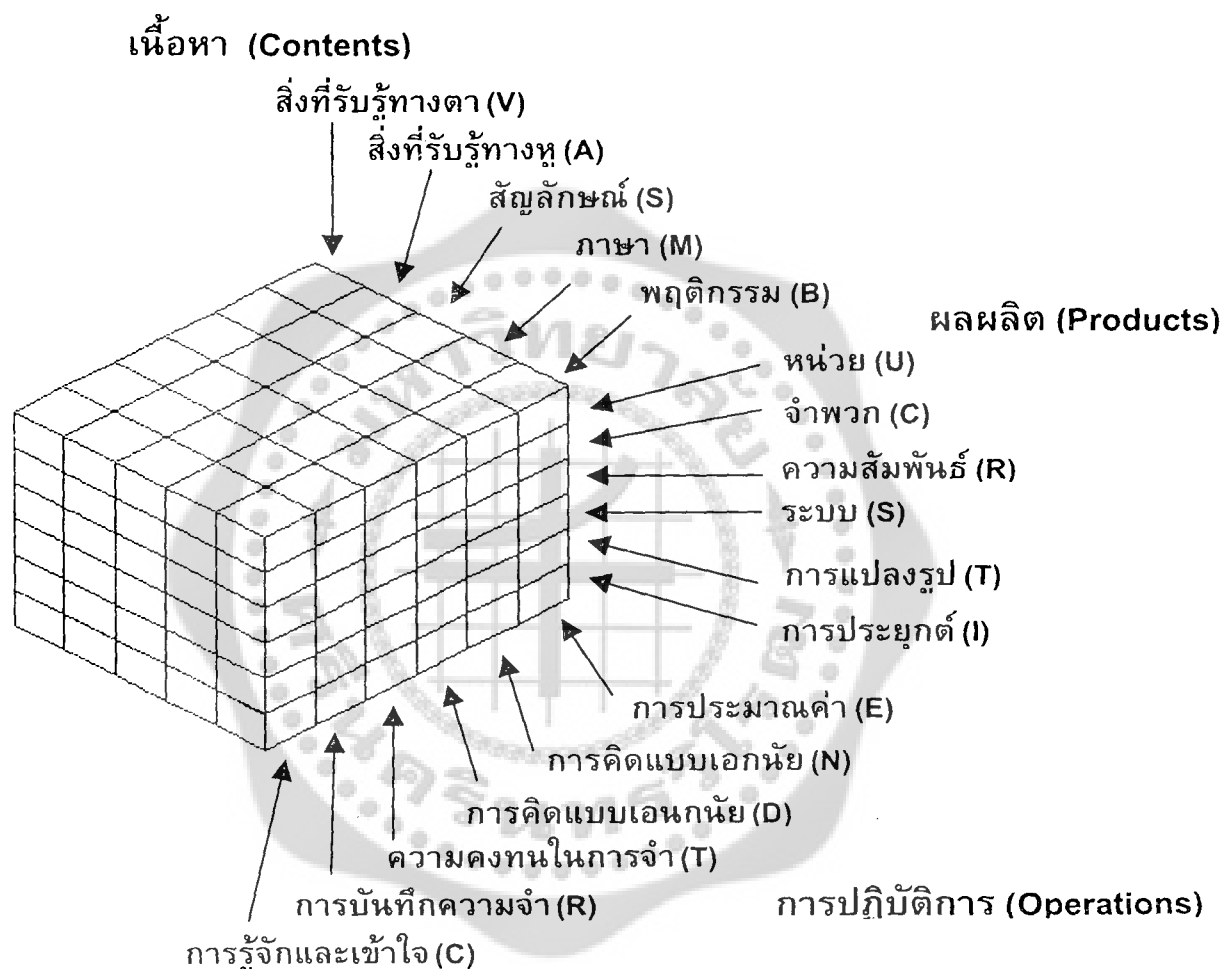
3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย เป็นต้น

4. ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าจะไร่มาก่อนมาหลัง

5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

6. การประยุกต์ (Implications) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท "ถ้า...แล้ว..." ก็เป็นพวกใช้คาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

ทฤษฎีโครงสร้างทางเซวาร์ปัญญาของกิลฟอร์ด ทั้งสามมิติสามารถแสดงให้เห็นองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างทางเซวาร์ปัญญาของกิลฟอร์ด

#### 7. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two-level theory of Mental Ability)

ทฤษฎีนี้เสนอโดยเจนเซน (Jensen, 1968) เจนเซนได้เสนอทฤษฎีว่า ความสามารถทางสมองมีอยู่ 2 ระดับ ระดับ 1 (Level 1) เป็นความสามารถด้านเรียนรู้และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือเป็นความสามารถที่จะสั่งสมหรือเก็บสะสมข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ ระดับนี้ไม่ได้รวมการแปลงรูปหรือการจัดกระทำทางสมองแต่อย่างใด หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่า

ระดับนี้ไม่ได้ใช้วิธีการคิดใด ๆ เลยจากสิ่งที่สมองรับเข้าไป ระดับ II (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ระดับ II

#### 8. ทฤษฎีเชาวันปัญญาสามหลัก (Triarchic Theory of Human Intelligence)

ทฤษฎีนี้นำเสนอโดยสเทินเบอร์ก (Sternberg, 1985) เขาวิเคราะห์เชาวันปัญญาว่าประกอบด้วย 3 ด้าน หลักใหญ่ ๆ คือ

- 1) Metacomponents บางที่เรียกว่า Executive process เป็นความสามารถในการวางแผนงานว่าจะทำอะไรต่อไป ซึ่งขณะกำลังทำอะไรอยู่และประเมินว่าผลงานเป็นอย่างไร
- 2) Performance process เป็นกระบวนการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่คำแนะนำของกระบวนการข้อแรก
- 3) Knowledge- acquisition components บางที่เรียกว่า Learning components เป็นความสามารถในการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถด้านนี้เน้นการแสวงหาความรู้ความเข้าใจใหม่ได้รวดเร็ว เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทฤษฎีการวัดความสามารถทางสมอง เป็นทฤษฎีที่วัดความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ เพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ ในความสามารถของมนุษย์ว่ามีโครงสร้างความสามารถทางสมองประกอบด้วยอะไรบ้าง ซึ่งจะเห็นว่า องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ในทฤษฎีที่กล่าวมาทั้งสิ้น ซึ่งทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สตัน ได้ให้ความหมายขององค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ ไว้ว่า เป็นความสามารถที่จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติ แล้วสามารถสร้างจินตนาการให้เห็นภาพส่วนประกอบย่อยและภาพส่วนผสมหรือภาพรวมของวัตถุรูปทรงต่าง ๆ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งหรือเปลี่ยนแปลงที่อยู่ 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 ก็อธิบายทฤษฎีการวัดว่าเป็นการวัดองค์ประกอบย่อยด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน ดังนั้นความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์จึงเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีการวัดความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์

### 1.3 การวัดความสามารถทางสมอง

จากการศึกษาพบว่า การวัดความสามารถทางสมอง มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาทั้งหลาย ได้สร้างแบบทดสอบไปใช้วัดความสามารถทางสมองหลายลักษณะ โดยให้ความหมายของแบบทดสอบไว้ดังนี้

ครอนบาค (Cronbach. 1970:31) ให้ความหมายแบบทดสอบว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสำเร็จในอาชีพบางอย่างหรือการฝึกหัดบางวิชา เช่น การวัดความสามารถทางวิศวกรรม การวัดความสามารถทางดนตรี และอีเบล (Ebel. 1965:389) ยังให้ความหมายแบบทดสอบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดศักยภาพของแต่ละบุคคล เพื่อพัฒนาตามแนวพิเศษหรือขอบเขตซึ่งบุคคลเหมาะที่จะรับการสอบตามแนวนั้น

โนล และวิกเตอร์ (Noll & Victor. 1965:389) ให้ความหมายแบบทดสอบไว้สอดคล้องกับบุคคลอื่น ๆ ว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสามารถของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังใช้วัดทักษะหรือความรู้ที่จำเป็น เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในงานต่าง ๆ เช่น การวัดความสามารถด้านเขียน การวัดความสามารถด้านจักรกล

เลแมนน์ และ เมเรนส์ (Lehmann & Mehrens. 1971: 396-397) ให้ความหมายว่าเป็นการวัดที่ตัวประกอบพหุคูณหรือตัวประกอบเฉพาะ ซึ่งส่วนมากจะใช้ทำนายความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียน

ซวาล แพร์ดกุล (2520 : 16-19) แบบทดสอบ (Test) คือ ชุดของคำถามหรือกลุ่มงานใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อจะชักนำให้ผู้ถูกสอบแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมา ให้ผู้สอบสังเกตได้และวัดได้ การสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยภาคกระตุ้นยูแห่ กับภาคตอบสนองเสมอ การสอบวัดความสามารถ คือ ความพยายามคาดคะเน หรือพยากรณ์ภายหน้า โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบัน

จากการศึกษาสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดประสิทธิภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล สามารถทำให้เห็นความสามารถที่บุคคลนั้น ๆ ฝึกฝนจนเกิดทักษะหรือพฤติกรรมเฉพาะอย่าง และยังสามารถให้ทำนายผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจากการฝึกฝน หรือความสามารถของแต่ละบุคคลในอนาคต ซึ่งแบบทดสอบนี้จะมีทั้งแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) และแบบทดสอบวัดความสามารถทางอาชีพ (Vocational Aptitude Test) (Anastasi. 1980 : 319) จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการแนะแนวการศึกษาได้มีการจำแนกแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองไว้ 3 ประเภท คือ (Anastasi. 1980 : 373-382)

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเป็นรายบุคคล (Individual Intelligence Test) เป็นแบบทดสอบที่สอบครั้งละ 1 คน คือ ตัวผู้สอบและผู้ดำเนินการสอบ เป็นการสอบปากเปล่าที่ผู้ดำเนินการสอบจะให้ผู้สอบชี้ พูด หรือทำงานบางอย่างให้ดู ใช้เป็นทั้งตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในอนาคต และเป็นเครื่องมือประเมินเชิงคลินิก แบบทดสอบประเภทนี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง สแตนฟอร์ด – บิเนท์ และแบบทดสอบเวทส์เลอร์

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเป็นกลุ่ม (Group Test of General Intelligence) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบบุคคลจำนวนมากได้พร้อม ๆ กัน ส่วนใหญ่เป็นการใช้วัดในระบบการศึกษาและการประกอบอาชีพ เพื่อเป็นการประหยัดเวลา และการลงทุนจัด

การสอน แบบทดสอบเป็นกลุ่มนั้น สามารถใช้ได้ดีในกลุ่มวัยรุ่นและผู้ใหญ่ เพื่อจะเป็นบุคคลที่มีความตั้งใจและแรงจูงใจในการทำข้อสอบ แบบทดสอบประเภทนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองแคลิฟอร์เนีย แบบทดสอบ จี อาร์ อี แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเทอร์แมน – แมคนิมาร์ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองโอตีส แบบทดสอบอัลฟา แบบทดสอบเบต้า แบบทดสอบแกมมา แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองของสภาการศึกษาอเมริกัน แบบทดสอบวัดความสามารถสมองพื้นฐาน แบบทดสอบวัดความแตกต่างความสามารถ แบบทดสอบจำแนกความสามารถของฟูลานาแกน

3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านปฏิบัติ (Performance Tests) เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการใช้ภาษาเป็นการตอบสนองการกระทำด้วยมือ (Manipulative Response) โดยผู้สอบต้องทำกิจกรรมที่กำหนดให้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

จากแบบทดสอบดังกล่าวแล้วยังมีแบบทดสอบมาตรฐานในการวัดความสามารถทางสมองของต่างประเทศที่สร้างเพื่อวัดความสามารถทางสมองโดยการสอบเป็นกลุ่มได้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 60-76) มีดังนี้

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

| ระดับ         | เกรด (ชั้น) |
|---------------|-------------|
| Primary I     | อนุบาล      |
| Primary II    | 1.0 – 1.5   |
| Elementary I  | 1.6 – 3.9   |
| Elementary II | 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 เติมประโยคให้สมบูรณ์และการกระจายประโยคโดยเข้าใจโครงร่างประโยค

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

3) เหตุผลภาพ (Figural Reasoning) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้ภาพเป็นเครื่องวัดมีเปอร์เซ็นต์ในการวัด 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) เป็นการวัดความสามารถทางอนุมานและอุปมานโดยเหตุผลทางตรรกวิทยา แบ่งเป็นความสามารถด้านความหมายตรงข้าม ความหมายเหมือนหรือคล้าย และอุปมาอุปไมย

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

3) ตัวเลขเหตุผล (Numerical Reasoning) เป็นการวัดเหตุผลเกี่ยวกับปริมาณว่าสัมพันธ์กันอย่างไร เน้นความเข้าใจในมโนภาพของตัวเลขหรือเลขคณิต แบ่งเป็นวัดอนุกรมตัวเลขค่าของตัวเลขและโจทย์ปัญหา

4) มโนภาพด้านภาษา (Verbal Content) เป็นการวัดความเข้าใจภาษาและการลงสรุปเหตุผลทางภาษา แบ่งเป็น การสรุปความโดยเหตุผลทางตรรกวิทยา และความเข้าใจภาษาด้านความเข้าใจศัพท์และความหมายของคำ

5) ความจำ (Memory) เป็นการวัดความสามารถในการระลึกนึกออกในสิ่งที่ได้รับการรับรู้มาแล้ว แบ่งเป็นวัดการจำในทันทีและวัดการจำแบบเว้นช่วง

3. แบบทดสอบ Differential Aptitude Tests (DAT) เป็นแบบทดสอบวัดความถนัด

ที่สร้างเพื่อการแนะแนวเป็นสำคัญ 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 3 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) วัดความสามารถด้านคำศัพท์แบบหาความหมายใกล้เคียง กับคำที่กำหนดให้ หาคำที่เหมาะสมมาเติมประโยคให้สมบูรณ์ การจำแนกประเภทและอุปมาอุปไมยทางภาษา

2) ด้านปริมาณ (Quantitative) วัดความคิดทางปริมาณ เป็นแบบปริมาณสัมพันธ์ ตัวเลขอนุกรมและการสร้างสมการ

3) ด้านภาพ (Nonverbal) วัดด้านเหตุผลเป็นภาพรูปทรงเรขาคณิต เป็นแบบจำแนกประเภทภาพ อุปมาอุปไมยภาพ และสังเคราะห์ภาพ

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

1) ความสามารถด้านภาษา (Verbal Ability) วัดความสามารถทางการใช้ภาษาและการใช้เหตุผลที่เป็นภาษา แบ่งเป็นอุปมาอุปไมย คำตรงข้าม การเติมประโยคให้สมบูรณ์ และวัดความเข้าใจในการอ่าน

2) ความสามารถด้านตัวเลขและปริมาณ (Quantitative Ability) วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ เช่น เลขคณิตเหตุผล มโนภาพทางพีชคณิต การแก้ปัญหา รูปทรงเรขาคณิต มโนภาพด้านปริมาณเปรียบเทียบ 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 และความเข้าใจในตารางตัวเลข กราฟและการเปรียบเทียบปริมาณ

2) ความสามารถด้านภาษา วัดความสามารถด้านคำตรงข้าม อุปมาอุปไมย ภาษาการเติมประโยคให้สมบูรณ์ และความเข้าใจในการอ่านบทความ

แบบทดสอบนี้เรียงข้อสอบจากง่ายไปยาก การออกข้อสอบผู้ออกจะต้องเป็นผู้มีความรู้ความสามารถสูงในทางวิชาการ และการสร้างข้อสอบมีผลงานเป็นที่ยอมรับ ส่วนการให้คะแนนของแบบทดสอบนี้มีการหักคะแนนข้อที่ทำผิดด้วย

7. แบบทดสอบ Flanagan Aptitude Classification Tests (FACT) สร้างโดย จอห์น ซี ฟลานาแกน (John C. Flanagan) ตั้งแต่ในปี 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 โดยใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินเพื่อลงสรุปแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์ให้เป็นข้อความแล้วถามจากข้อความที่กำหนดให้เหล่านั้นหลาย ๆ ข้อ

แบบทดสอบชุดที่ 8 Components ใช้ในการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ลักษณะซ่อนภาพ

แบบทดสอบชุดที่ 9 Planning ใช้ในการวัดความสามารถในการวางแผนและจัดระบบตามลำดับขั้นให้สิ่งนั้นบรรลุเป้าหมายตามต้องการ โดยวิธีออกข้อสอบจะเรียงลำดับขั้นสลับกัน

แบบทดสอบชุดที่ 10 Arithmetic ใช้ในการวัดทักษะทางคำนวณ โดยไม่มีภาษาประกอบ

แบบทดสอบชุดที่ 11 Ingenuity ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาทางภาษา

แบบทดสอบชุดที่ 12 Scales ใช้ในการวัดความสามารถด้านการอ่านไค้่งที่เกิดจากตัวแปร 2 ตัว โดยเขียนความเกี่ยวพันของตัวแปรเป็นไค้่งต่าง ๆ

แบบทดสอบชุดที่ 13 Expression ใช้ในการวัดความสามารถด้านภาษาเน้นทางหลักภาษาเป็นพื้นฐาน วัดการแสดงออกในการใช้ภาษาเขียน

แบบทดสอบชุดที่ 14 Precision ใช้ในการวัดการปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างระมัดระวังมิให้เกิดความคลาดเคลื่อน เช่น การลากเส้นผ่านช่องว่างตามรูปร่างที่กำหนด

แบบทดสอบชุดที่ 15 Alertness ใช้ในการวัดความฉับไวหรือตื่นตัวอย่างรวดเร็วในการสังเกตจุดอันตรายต่าง ๆ

แบบทดสอบชุดที่ 16 Coordination ใช้ในการวัดความสามารถด้านประสาทสัมผัสของมือในความแม่นยำและรวดเร็ว เช่น การลากเส้นผ่านช่องแคบที่มีขนาดเล็กและมีระยะทางยาว

แบบทดสอบชุดที่ 17 Patterns ใช้ในการวัดความสามารถการคัดลอกรูปแบบ  
เก่ามาทำใหม่ได้อย่างคล่องแคล่วว่องไวถูกต้อง

แบบทดสอบชุดที่ 18 Coding ใช้ในการวัดความจำในการกำหนดชื่ออย่างใด  
อย่างหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว

แบบทดสอบชุดที่ 19 Memory ใช้ในการวัดความจำโดยตรง ซึ่งเป็นลักษณะ  
ให้อ่านสิ่งที่กำหนดให้แล้วถามความจำจากสิ่งนั้น

แบบทดสอบ FACT ในจำนวนอาชีพที่ศึกษาแต่ละอาชีพจะใช้แบบทดสอบต่างกัน  
ไปเป็นชุด 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 เป็นความสามารถที่แสดงออกมาด้วยคำศัพท์ หรือ  
ภาษาทั้งหลาย

2) N-Number Facility เป็นการใช้วัดความสามารถด้านตัวเลข โดยการเปรียบเทียบ  
จำนวนปริมาณที่แตกต่างกัน ครอบคลุมโจทย์คณิตศาสตร์เหตุผลด้วย

3) R-Reasoning เป็นความสามารถด้านการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลเป็นพื้นฐาน  
การจัดเข้าพวกของคำ การจัดเข้าพวกของภาพ และอนุกรมด้านเหตุผล

4) P-Perceptual Speed เป็นการใช้วัดความสามารถด้านประสาทสายตาที่มอง  
เห็นความเหมือนและความต่างของสิ่งที่กำหนดให้ การแยกความแตกต่างอาจเป็นภาพเหมือน  
หรือภาพทรงเรขาคณิต และลักษณะใด ๆ ก็ได้ จะต้องทำอย่างรวดเร็วและแม่นยำ

5) S-Spatial Relations เป็นการใช้วัดความสามารถที่มองเห็นวัตถุหรือภาพทรง  
ต่าง ๆ ที่หมุนเวียนเปลี่ยนที่ได้้อย่างแม่นยำ เป็นลักษณะภาพมิติสัมพันธ์ เช่น ตัดภาพ  
ประกอบภาพ หมุนภาพ

9. แบบทดสอบความถนัด General Aptitude Test Battery (GATB) ในปี ค.ศ.  
1930 กรมแรงงานของสหรัฐอเมริกา (The Bureau of Employment Security) ได้พัฒนาแบบ  
ทดสอบความถนัดขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการทำงานเฉพาะอย่างจำนวน 100 อาชีพ ต่อ  
มาในปี ค.ศ.1940 กรมแรงงานได้จัดผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลและนักจิตวิทยาการ  
อุตสาหกรรม ในการศึกษาและสร้างชุดแบบทดสอบวัดความถนัดพหุคุณสำหรับอาชีพ 100  
อาชีพที่ทำการศึกษา จนได้แบบทดสอบ General Aptitude Test Battery ที่มีการใช้กันอย่าง  
กว้างขวางและเป็นที่ยอมรับในการนำใช้ทดสอบวัดความสามารถในการคัดเลือกบุคลากร  
(Gregory, 1996 : 301 ; citing Hunter, 1994) แบบทดสอบ GATB ใช้วิธีการวิเคราะห์  
องค์ประกอบจนได้แบบทดสอบที่มีจำนวนรวม 59 ฉบับ ใช้ทดสอบกับนักเรียนตั้งแต่เกรด 9 -  
เกรด 12 รวมถึงบุคคลทั่วไป เพื่อใช้ประกอบการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับอาชีพ แบบทดสอบชนิด

นี้มีการปรับปรุงมาเรื่อย ๆ จนเหลือแบบทดสอบรวม 12 ฉบับ ใช้วัดองค์ประกอบ 9 องค์ประกอบดังนี้ (Gregory. 1996 : 301-302 ; citing United States Employment Service. 1970) คือ

1) เชาว์ปัญญา (General Learning Ability) ที่วัดได้จากคะแนนรวมของแบบทดสอบคำศัพท์ แบบทดสอบทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบภาพสามมิติ 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 (Form Perception:P) ที่วัดได้จากคะแนนรวมของแบบทดสอบจับคู่เครื่องมือและแบบทดสอบจับคู่ภาพเรขาคณิต รวม 2 ฉบับ

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 การย้ายที่และการใส่กลับคืน

ซึ่งแบบทดสอบต่าง ๆ นี้รวมไว้เป็นกลุ่มอาชีพที่ใช้ความถนัดชนิดเดียวกัน มี 36 อาชีพ

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

- 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)

แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนี้สามารถวัดองค์ประกอบย่อย ๆ ของแต่ละด้านได้ เพื่อให้สอดคล้องกับงานอาชีพที่แยกแยะออกไปหลากหลายอาชีพ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนี้หาโดยวิธี Test-Retest มีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .80 – .09 โดยแบบทดสอบนี้จะนำไปใช้กับกลุ่มอายุระหว่าง 16-23 ปี

จากการศึกษาสรุปได้ว่า แบบทดสอบมีส่วนสำคัญในการวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ ดังนั้นการวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์จึงวัดความสามารถของแต่ละบุคคลในวัยต่าง ๆ โดยมุ่งวัดความสามารถในภาพรวมมีคะแนนการพิจารณาในแต่ละด้านของการวัดซึ่งจะเห็นว่าแบบทดสอบที่กล่าวมาทั้งหมดการวัดด้านมิติสัมพันธ์เป็นด้านหนึ่งของการวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์

## 2. ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

### 2.1 ความหมายของมิติสัมพันธ์

ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มีผู้ให้ความหมายไว้หลายลักษณะ ดังนี้ กิลฟอร์ดและเลสซี (Guilford & Lacey. 1971) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถในการจินตนาการ การหมุนภาพ การพับกระดาษ การเปลี่ยนตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของวัตถุ และยังมองในแง่ความสามารถในการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างมิติที่อยู่ในรูปแตกต่างกัน

คูเปอร์และแรแกน (Cooper & Regan. 1982) ให้ความหมายว่ามิติสัมพันธ์ว่า เป็นความสามารถในการแปลงสื่อเป็นสัญลักษณ์ การเปลี่ยนรูปทรง การสร้างรูปแบบใหม่ และการเข้าใจรูปลักษณะภายในมิติหนึ่ง ๆ เพื่อนำไปสัมพันธ์กับอีกมิติหนึ่ง

เทอร์สโตน (Thurstone. 1963: 121) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถทางสมองด้านการรับรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่ หรือการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพไปจากเดิม ซึ่งอาจใช้องค์ประกอบทางด้านการจินตนาการร่วมด้วย

เฟรนช์ (French. 1948) ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถในการจินตนาการวัตถุเมื่ออยู่ในรูปลักษณะต่าง ๆ และยังมองว่าเป็นความสามารถในการรับรู้มิติต่าง ๆ อย่างแม่นยำ และสามารถเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่นได้

ชวาล แพรัตกุล (2517) นิยามความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่า เป็นความสามารถในการจินตนาการที่เกี่ยวกับพื้นที่ ระยะทาง ขนาด ทิศทาง และทรวดทรงต่าง ๆ

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2525 : 130) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาด ทิศทาง และทรวดทรง ของสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ในสถานการณ์ที่กำหนด โดยสามารถสร้างจินตนาการเกี่ยวกับ ความแตกต่าง ความเหมือน ของสิ่งที่กำหนดให้กับสถานการณ์นั้นได้ โดยสามารถจำแนกความแตกต่าง หรือความเหมือนนั้นได้

ทองหล่อ วิภาวีน (2524 : 73) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพ ทำให้เกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านี้ออกจากกันและเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ฉะนั้นสมรรถภาพสมองด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง ต่ำ ไกล - ใกล้ พื้นที่ ปริมาตร

บุญชม ศรีสะอาด (2521 : 8) กล่าวว่า สมรรถภาพทางมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือรูปภาพในมิติต่าง ๆ ประกอบกัน นั่นคือ ความสามารถจำแนกความแตกต่างได้ว่า อันใดสูงกว่าหรือต่ำกว่า อันใดอยู่ใกล้กว่าหรือไกลกว่าในพื้นที่เดียวกัน สามารถคิดภาพ(จินตนาการ) ได้ว่า ถ้าหากเคลื่อนย้าย หรือบิดหมุน พลิกสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งยกภาพมาประกอบกัน ซ้อนกัน จะมีลักษณะอย่างไร

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525 : 303) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองความสัมพันธ์และความเข้าใจเกี่ยวกับขนาดและมิติต่าง ๆ อัน ได้แก่ ระยะทาง ทิศทาง ทรวดทรงของสิ่งต่าง ๆ ดังนั้น ในการวัดจะถามความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ในด้านการมองทรวดทรง หรือ ลักษณะของภาพต่าง ๆ การหาความสัมพันธ์ การคาดคะเนระยะทาง และปริมาตรต่าง ๆ การหาทิศทาง เป็นต้น ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์จะเป็นความสามารถพื้นฐานของบุคคล ที่จะส่งผลให้บุคคลเกิดจินตนาการและมโนภาพต่าง ๆ อันเป็นลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวางแผนผังสถาปัตยกรรม และวิศวกรรม

ล้วน สายยศ (2541) ให้ความหมายของมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึง ขนาด และมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียว และหลายระนาบ รวมทั้งความสามารถในการมองภาพรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน ตลอดจนจนถึงการแยกภาพประกอบภาพ และการจำแนกตำแหน่งที่ตั้ง บน - ล่าง ซ้าย - ขวา ระยะทางใกล้ - ไกล

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2525 : 46) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการมองเห็น หรือมีมโนภาพเกี่ยวกับรูปในมิติต่าง ๆ ทั้งชนิดที่เป็นรูปที่มีความหมายและไม่มีความหมาย ผู้ตอบจะต้องมีมโนภาพได้ว่า รูปทรงจะเปลี่ยนไปอย่างไร

เมื่อรูปที่กำหนดหมุนไป หรือแปลงสภาพไป นอกจากนี้ ผู้ตอบจะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ ได้

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2530 : 200) กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นการวัดความสามารถในการมองเห็น และเข้าใจเกี่ยวกับมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ขนาด รูปร่าง ระยะทาง ทิศทาง ทรวดทรง พื้นที่ ปริมาตร ในการสอบเพื่อวัดความสามารถด้านนี้มุ่งให้ผู้ตอบเปรียบเทียบรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ในด้านการมองทรวดทรง การหาความสัมพันธ์ การคาดคะเนระยะทาง การหาทิศทาง การนำเอาสิ่งต่าง ๆ มาประกอบหรือรวมกัน การแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของภาพออกจากกัน ความสามารถด้านนี้ถือได้ว่าเป็นความสามารถพื้นฐานที่ทำให้บุคคลเกิดจินตนาการและมโนภาพต่าง ๆ ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้สูงเหมาะที่จะประกอบอาชีพต่อไปนี้ คือ นักบิน นักขับรถ นักตกต่ง สถาปนิก วิศวกร นักวางแผนเมือง นักออกแบบเขียนแบบ เป็นต้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่าความหมายของมิติสัมพันธ์เป็นการวัดความสามารถในการมองเห็นภาพสัมพันธ์ที่จินตนาการภาพในรูปแบบต่าง ๆ กัน เมื่อตำแหน่งภาพ หรือ รูปทรงวัตถุเปลี่ยนแปลงไป แบ่งเป็นภาพด้านซ้ายขวา ทิศทางการมองภาพพื้นที่ หรือแปลง ดังนั้นความสามารถทางสมองด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด รูปทรง ความสูง ต่ำ ไกล - ใกล้ พื้นที่ และปริมาตร

## 2.2 ลักษณะการวัดมิติสัมพันธ์

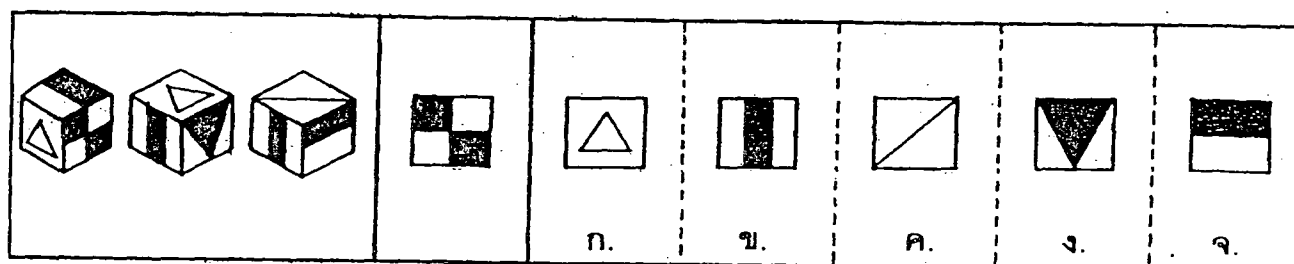
ในการวัดมิติสัมพันธ์นั้นได้มีผู้ให้ลักษณะการวัดไว้ดังนี้

คูเปอร์ และเรแกน (Cooper & Regan. 1982) ให้ลักษณะการวัดเป็นการวัดความสามารถในการแปลงสื่อเป็นสัญลักษณ์ การเปลี่ยนรูปทรง การสร้างรูปใหม่ และการเข้าใจรูปลักษณะภายในมิติต่าง ๆ เพื่อนำไปสัมพันธ์กับอีกมิติหนึ่ง

แมคจี (McGee. 1979) อธิบายลักษณะการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่า มิติสัมพันธ์ที่ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ มิติสัมพันธ์ที่เกิดจากการมอง (Spatial Visualization) กับ มิติสัมพันธ์ที่เกิดจากความเข้าใจภาพ (Spatial Orientation) สำหรับ มิติสัมพันธ์ที่เกิดจากการมอง (Spatial Visualization) เป็นความสามารถในการมองเห็นวัตถุที่หมุนหรือเด่นว่าเป็นรูปอะไรเป็นภาพจินตนาการในความคิดเหมือนดังความสามารถทางคณิตศาสตร์ในการจินตนาการรูปทรงจากโจทย์ ส่วนมิติสัมพันธ์ที่เกิดจากความเข้าใจภาพ (Spatial Orientation) เป็นความสามารถในการเข้าใจภาพที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบภายใน เช่น พวกซ้อนภาพ การอ่านแผนที่ หรือแปลน เป็นต้น

โลแมน (Lohman. 1979) อธิบายลักษณะการวัดที่เสนอด้านมิติสัมพันธ์มี 2 แบบเหมือนกัน คือ แบบความสามารถในการมองภาพอันเกิดจากการหมุนภาพ (Spatial relation) ว่าเห็นเป็นภาพอะไร กับแบบความสามารถในการมองเห็นภาพเปลี่ยนแปลงภายใน (Spatial

visualization) ของภาพสิ่งเร้าที่กำหนด เช่น แบบทดสอบพับกระดาษตัดแล้วกางออกจะเป็นภาพใด หรือแบบทดสอบพับกล่องกระดาษ ดังตัวอย่างข้อสอบ



อนาสตาซี (Anastasi. 1980 : 344) อธิบายลักษณะการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่าประกอบด้วย 2 องค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือ การรับรู้มิติสัมพันธ์ หรือความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต และการมองเห็นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนรูปทิศทาง การมองไปจากที่กำหนด

จากการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สรุปได้ว่า เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลด้านการรับรู้ และการมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของรูปภาพ เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ของวัตถุ หรือรูปทรงต่าง ๆ กัน ทั้งแบบที่คงที่ และเคลื่อนที่ หรือการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุหรือรูปทรง ในลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งจะต้องใช้องค์ประกอบทางด้านการจินตนาการเข้ามาใช้ในการรับรู้และเข้าใจถึงวัตถุ หรือรูปทรงที่กำหนดให้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า รูปแบบของการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีอยู่หลายแบบ แต่ที่นิยมใช้วัดความสามารถด้านนี้ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบภาพตัดกระดาษ แบบนับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541:150)

นักวัดผลและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเชอร์สโตนไว์ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ทองหล่อ วิภาวีน (2524 : 73 -81) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบประกอบภาพ แบบแยกภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบพับรูป และแบบตัดกระดาษ

บุญชม ศรีสะอาด (2526: 99-102) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 9 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ แบบพับลูกบาศก์ แบบหาด้านตรงข้าม แบบซ้อนภาพ แบบประกอบภาพ แบบตัดกระดาษ แบบหมุนภาพ และแบบแยกภาพ

ไพศาล หวังพานิชย์ (2526 :135-141) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 10 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบ

หมุนภาพ แบบต่อภาพ แบบประกอบภาพ แบบเติมภาพหรือเติมสี่เหลี่ยม (Completing Square) แบบลบภาพ แบบคลี่ภาพ แบบพับกล่อง และแบบนับลูกบาศก์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 79-87) ได้แบ่งรูปแบบของการทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 10 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพ ซึ่งแยกเป็นแบบซ่อนเดียวกับแบบซ่อนคงที่ แบบทดสอบซ่อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ แบบทดสอบภาพตัดกระดาศ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

วิญญา วิชาลาภรณ์ (2525 : 46-60) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบหมุนรูปหรือเลื่อนรูป แบบตัดรูปแบบต่อรูป แบบซ่อนรูป แบบซ่อนรูป แบบพับกระดาศ และแบบพับกล่อง

วิเชียร เกตุสิงห์ (2524: 139-143) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบซ่อนรูป แบบซ่อนรูป แบบตัดรูป แบบต่อรูป แบบหมุนรูป แบบอนุกรมมิติ และแบบพับกล่อง

สมบุญ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2513 : 45-52) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มีอยู่หลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันมากมี 6 รูปแบบ คือ แบบการหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ่อนรูป แบบซ่อนภาพ แบบแยกภาพ แบบนับบล็อก และแบบ Completing Square

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2526: 9-11) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 8 รูปแบบ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนรูป แบบยุบรวมภาพ แบบปริมาตร แบบนับบล็อก แบบประกอบภาพให้เป็นจัตุรัส และแบบสะกดรอย

สุรศักดิ์ อมรรัตน์ศักดิ์ (2530 : 200-213) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ได้ 8 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบตัดกระดาศ และแบบพับกล่อง

อเนก เพียรอนุกุลบุตร (2527 : 121-138) อธิบายรูปแบบการวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ว่ามีรูปแบบที่สำคัญ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ (Figure Rotation) แบบซ่อนภาพ (Hidden Figure) แบบซ่อนภาพ (Pattern Synthesis) แบบแยกภาพ (Figure Dividing) แบบพับกระดาศ (Paper Folding) แบบวาดกลับกัน (Reverse Drawing) แบบเงื่อนไข (Conditions) แบบภาคตัดขวางวัตถุ (Cross-section of Solid) แบบเติมจัตุรัส (Square Completion) แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับภาพ (Matching Parts and Figures) แบบสร้างผิวหน้า (Surface Development) แบบนับบล็อก (Block Development) แบบสร้างสมการ (Form Equation) แบบเติมกระสวน (Pattern Completion) แบบลอกภาพ (Copying) แบบมองวัตถุ

จากด้านบน (Projection of Solid) แบบรู้มุมวัตถุ (Angle Recognition) แบบการรวมองค์ประกอบ (Assembly) แบบรอยวัตถุ (Trace Recognition) และแบบตัดต่อจัดรูป

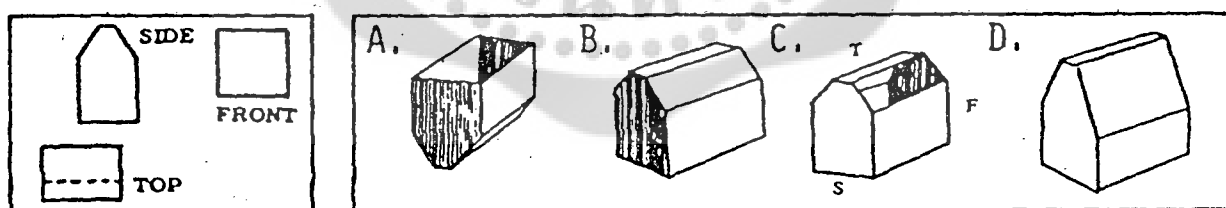
เบน-เชม และคนอื่น ๆ (Ben-Chaim & others. 1988 : 55-57) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ แบบรูประนาบ 2 มิติ (Two Dimension Flat View) แบบรูปทรง 3 มิติ (Three Dimension Conner View) และแบบรูปแปลน (Map Plan) ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบสามารถแยกย่อยออกได้อีก 10 ชนิด คือ แบบทดสอบบ่งชี้ภาพเมื่อกำหนดด้าน 3 ด้าน ให้แบบทดสอบหาด้านข้างจากรูปแปลน แบบทดสอบมองรูปทรง 3 มิติ จากแปลน แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อบ่งชี้ลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ และแบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก

จากการศึกษาแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ที่กล่าวมาทั้งหมด การวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ สามารถใช้แบบทดสอบได้หลายรูปแบบ โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ก็เป็นแบบทดสอบอีกรูปแบบหนึ่ง ที่สามารถใช้วัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ดังกล่าวได้

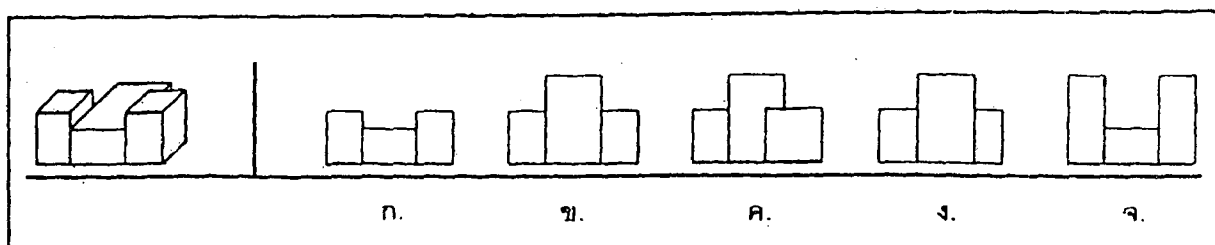
### 2.3 ลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ

ลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีผู้ศึกษา ดังนี้

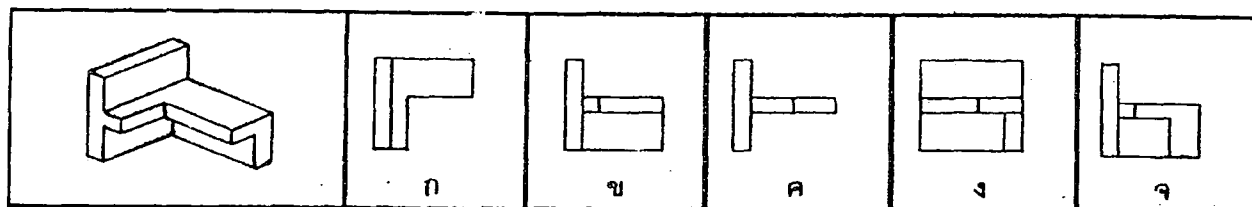
โจน และ นอร์แมน (Joan & Normand . 1992) อธิบายลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ว่า เป็นการมองภาพส่วนประกอบย่อยของรูปทรง 3 มิติ ที่โจทย์กำหนดภาพส่วนประกอบย่อย คือ ด้านหน้า (Front) ด้าน บน (Top) และด้านข้าง (Side) มาให้ แล้วให้ผู้ตอบหาภาพรูปทรง 3 มิติ ว่า ตรงกับภาพใด ดังตัวอย่างข้อสอบ



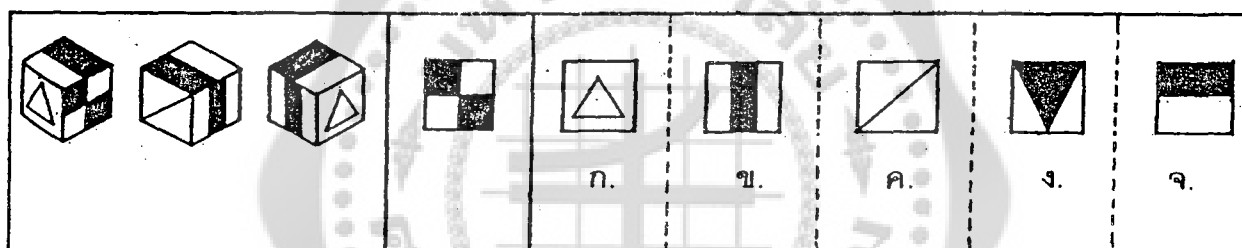
เบน - เชม , ลัพแพน และฮวง (Ben-Chaim , Lappan & Houang. 1988 : 55-57) ได้ อธิบายลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ว่าเป็นแบบทดสอบที่โจทย์ กำหนดภาพ 3 มิติ ซึ่งเป็นลูกบาศก์วางเรียงและซ้อนทับกันโดยกำหนดด้านหน้า และ ด้านขวา มาให้แล้วให้ผู้สอบมองภาพด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้โดยให้จินตนาการออกมาเป็นภาพ 2 มิติ ว่า มีลักษณะอย่างไร ดังตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้



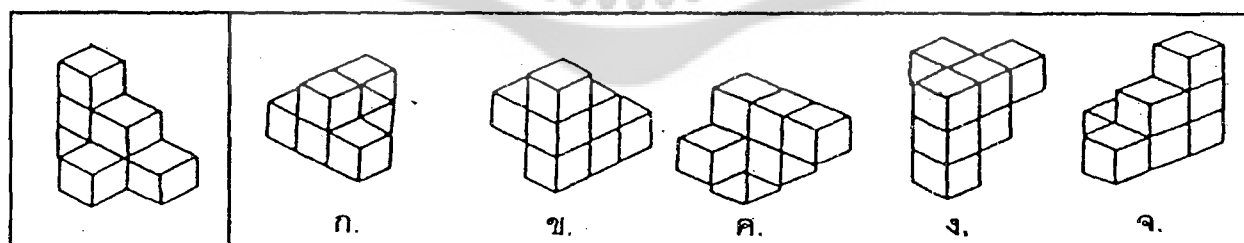
รีด (Reed. 1982: 141) ได้อธิบายลักษณะแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ว่า เป็นการมองภาพรูปทรง 3 มิติ โดยโจทย์กำหนดด้านของการมองมาให้ แล้วให้ผู้ตอบใช้จินตนาการของตัวเองดูว่าจะเกิดเป็นภาพ 2 มิติ ภาพใด ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางทันตแพทย์ (Dental Admissions Test) ใช้วัดนักศึกษาทันตแพทย์ ดังตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้



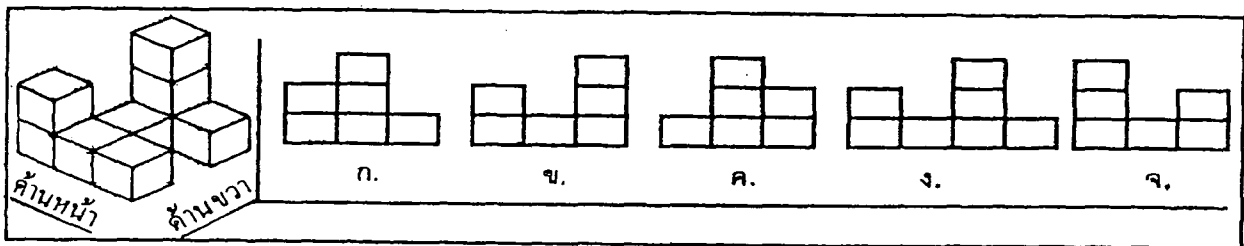
พัชรี มะลิวัลย์ (2536 : 23) อธิบายลักษณะแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ว่าเป็นแบบหาด้านตรงข้ามสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่กำหนดทิศทางการหมุนและแบบหาด้านตรงข้ามสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่โจทย์กำหนดลดลวดลายบ่งบอกทิศทางการหมุนมาให้ ดังตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้



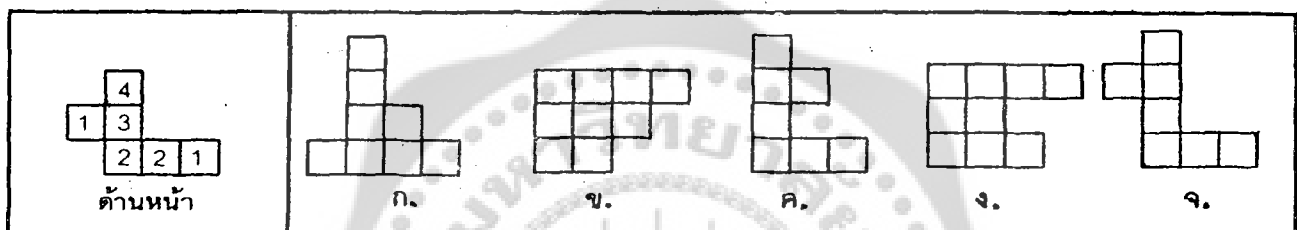
วาสนา คูหะโรจนปกรณ์ (2532 : 30) อธิบายลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่การกำหนดการมองรูปทรง 3 มิติ แบบแรงเงาและแบบไม่แรงเงา ที่โจทย์กำหนดการหมุนรอบแกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z มาให้ ดังตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้



อเนก เพียรอนุกุล (2527 : 131) อธิบายลักษณะแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ว่าเป็นแบบมองภาพจากด้านบน เป็นการมองวัตถุรูปแท่งจากด้านบนโดยให้ภาพ 3 มิติ มาให้ 1 กลุ่ม แล้วให้หาภาพที่เห็น เมื่อดูด้านบนตรง ๆ ดังตัวอย่างข้อสอบดังนี้



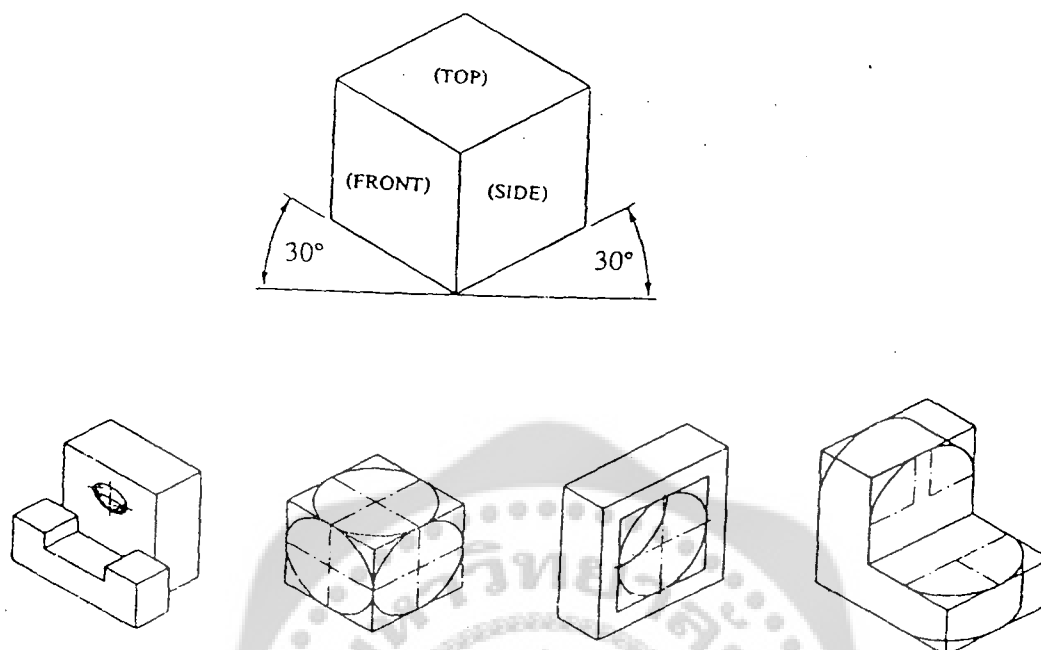
อุทัยวรรณ สายพัฒนา (2539 : 38) ได้อธิบายลักษณะแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ว่าเป็นแบบมองรูปทรง 3 มิติ จากรูปแปลน แล้วให้จินตนาการรูปทรง 3 มิติ เพื่อหาภาพแปลนที่โจทย์กำหนดด้านการมองมาให้ ดังตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้



จากแบบทดสอบดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบภาพ 3 มิติ ได้มีผู้นำไปศึกษาและกล่าวไว้ต่าง ๆ กัน โดยตัวอย่างข้อสอบนั้นจะเป็นภาพรูปทรง 3 มิติ ที่ให้มองรูปทรงเห็นเป็นภาพ 2 มิติ หรือเป็นการหมุนภาพรูปทรง 3 มิติ แล้วให้จินตนาการภาพ อันเกิดจากการหมุน จากการศึกษาพบว่ายังไม่มีใครศึกษาเกี่ยวกับการมองรูปทรง 3 มิติ แล้วให้จินตนาการภาพ ที่เกิดจากลักษณะภาพที่เป็นการเพิ่มหรือลดภาพของรูปทรง 3 มิติ ในรูปแบบการมองต่างกัน ว่ามีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอย่างไร ซึ่งภาพรูปทรงเหล่านี้เป็นการมองภาพแบบไอโซเมตริก

### 3. ลักษณะภาพแบบไอโซเมตริก

ลักษณะภาพแบบไอโซเมตริก เป็นลักษณะการสร้างภาพรูปทรงเรขาคณิต 3 มิติ ที่มองเห็นเพียง 3 ด้าน คือ ด้านบน (TOP) ด้านหน้า (FRONT) และด้านข้าง (SIDE) การเขียนภาพแบบไอโซเมตริก ภาพที่เขียนจะเอียงทำมุม 30 องศา กับ เส้นแนวระดับของภาพ แนวเส้นต่าง ๆ จะขนานกันในลักษณะของรูปแท่งเหลี่ยมและมีสัดส่วนเท่าขนาดจริงเหมือนกับการมองภาพของจริง ซึ่งนิยมเขียนเพื่อต้องการทราบถึงภาพที่แท้จริงของชิ้นงานหรือวัตถุ ดังภาพประกอบ 3 ลักษณะภาพแบบไอโซเมตริกและชิ้นงานในรูปของไอโซเมตริกแบบต่าง ๆ (ฉวีวรรณ รมยานนท์, 2541 : 53-58) ดังนี้

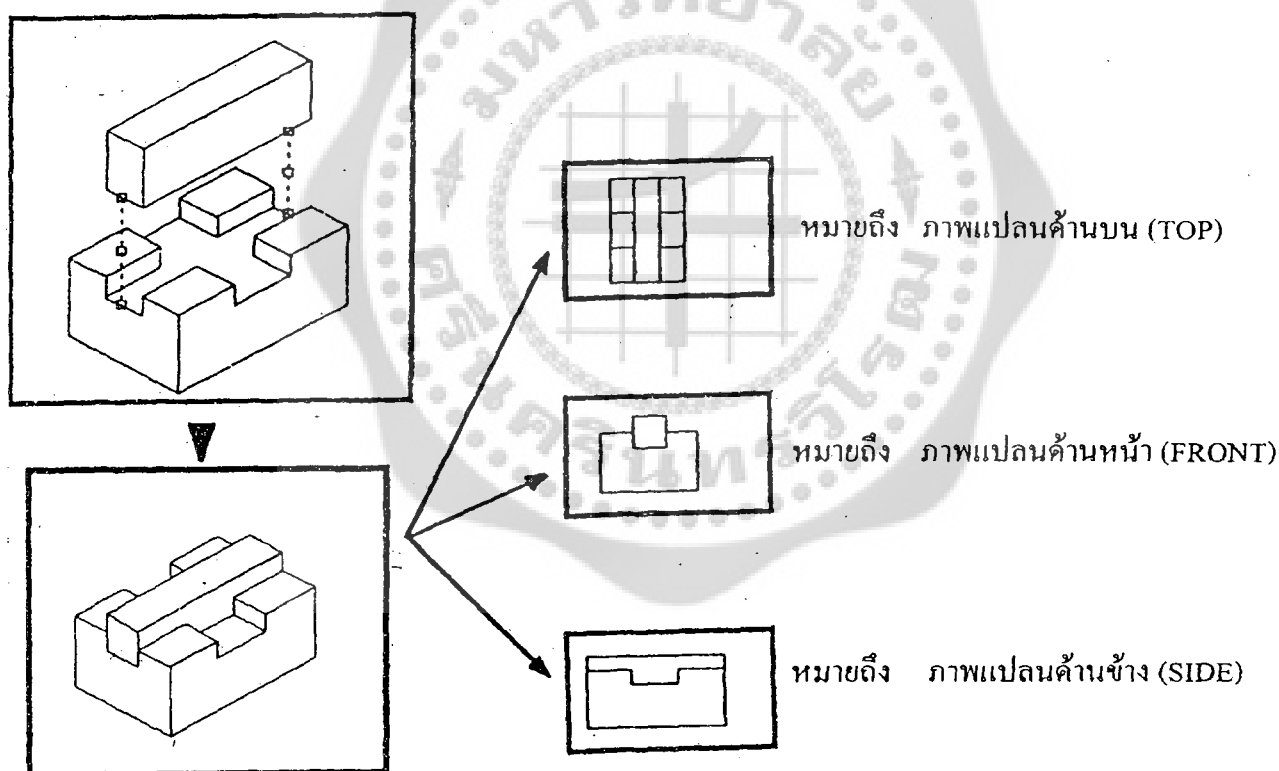


ภาพประกอบ 3 ลักษณะภาพแบบไอโซเมตริก

#### 4. ลักษณะรูปแปลนแบบไอโซเมตริก

จากการศึกษาในเรื่องของรูปแปลน มีผู้ให้คำจำกัดความ คำว่า รูป และ แปลน ไว้ ซึ่งมีความหมาย ดังนี้ รูป หมายถึง ของที่ปรากฏแก่ตา , ร่าง , ร่างกาย , เค้าโครง , แบบ (ราชบัณฑิตยสถาน. 2525 : 700) ส่วนแปลน หมายถึง แผ่นผืน หรือ แผนที่ แบบเขียนที่เสมือนกับการมองภาพในแนวตั้งจากจุดเหนือพื้นที่ เป็นการฉายภาพจริงลงบนระนาบ (กรรมการวิชาการ. 2525 : 127) และราชบัณฑิตยสถาน ก็ได้ให้ความหมายของ แปลน คือ แผนที่ที่กำหนดไว้ (Plan) (ราชบัณฑิตยสถาน. 2525: 547) ดังนั้นจากความหมายดังกล่าวข้างต้น ได้สรุปว่า รูปแปลน (Map plan) คือ รูป หรือ แบบ หรือแบบแปลน หรือแผ่นผืน ที่เขียนขึ้นเพื่อกำหนดระยะ ขอบเขต รูปร่าง รูปทรงหรือโครงร่างของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ คมกฤต จำปาสุด กล่าวไว้ว่า แบบ หมายถึง รูปที่เขียนขึ้นมา เพื่อที่จะได้เห็นภาพพจน์ของสิ่งนั้นขึ้นมาว่ามีรูปร่างเป็นอย่างไร และแสดงให้เห็นโครงสร้างว่าจะสร้างสิ่งนั้นขึ้นมาอย่างไร (คมกฤต จำปาสุด. 2525 : 4-5) ส่วนใหญ่รูปแปลน หรือแบบแปลน นั้นมักจะเกี่ยวข้องกับวิชาช่างทุกสาขา วิชาการออกแบบและวิชาเขียนแบบ จึงเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนในสาขาวิชาช่างเสมอ เช่น สาขาช่างไฟฟ้า ช่างวิทยุ ช่างกลโรงงาน ช่างโลหะ ช่างก่อสร้าง และช่างไม้ครุภัณฑ์ จึงอาจกล่าวได้ว่า วิชาเขียนแบบ เป็นหัวใจของวิชาช่างทุกช่าง (ชวิน เป้าอารีย์ และประสิทธิ์ อรุณรัตนานนท์. 2513:1) ซึ่งในยุคพัฒนาอุตสาหกรรม การเขียนแบบนี้มีความสำคัญมากสำหรับการผลิต

ทางอุตสาหกรรม เพราะการเขียนแบบเป็นสื่อกลางระหว่างความคิดของนักออกแบบกับการทำงานของช่างในโรงงานที่จะได้มาซึ่งสิ่งทั้งหลายที่มนุษย์ต้องการนับตั้งแต่สิ่งของเล็กๆ จนกระทั่งถึงสิ่งของขนาดใหญ่ บรรดาสรรพสิ่งทั้งหลายสำเร็จได้ ก็ด้วยการผ่านการเขียนแบบมาก่อนทั้งสิ้น (สมทรง เวียงอำพล. 2529 : 30) ดังนั้นการเขียนแบบจึงต้องอาศัยความถนัด หรือ ความสามารถของบุคคลในการสร้างภาพรูปทรงต่าง ๆ เพื่อให้เป็นแบบแปลนหรือรูปแปลน ก่อนการสร้างชิ้นงานที่เป็นของจริง ลักษณะภาพแบบไอโซเมตริก จึงเป็นที่นิยมใช้เขียนกันมาก เพื่อต้องการทราบถึงภาพที่แท้จริงของชิ้นงาน (ฉวีวรรณ รมยานนท์. 2541 : 58) ลักษณะรูปแปลนภาพแบบไอโซเมตริก จึงเป็นการมองภาพรูปทรง 3 มิติ แล้วได้รูปแปลนที่เกิดจากการมองภาพรูปทรง 3 มิติ เพียง 3 ด้าน คือ รูปแปลนด้านหน้า (FRONT) รูปแปลนด้านบน (TOP) และรูปแปลนด้านข้าง (SIDE) ดังภาพประกอบ 4 ภาพรูปแปลนแบบไอโซเมตริก ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ลักษณะภาพรูปแปลนแบบไอโซเมตริก

## 5. ลักษณะการรับรู้ทางสายตา

ลักษณะการรับรู้ทางสายตาเป็นพื้นฐานที่สำคัญ และเป็นความสามารถขั้นต้นของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Hochberg. 1978 : 5) ทั้งความสามารถด้านการรับรู้ทางสายตาและความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ต่างก็ต้องใช้ความสามารถทางสายตาหรือการมองเห็นเป็นสำคัญ ดังนั้นความหมายของความสามารถทางสมอง ทั้งสองประการที่ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อย และส่วนผสมของรูปทรงของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่ส่วนความสามารถด้านการรับรู้ทางสายตา คือ ความสามารถในการเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึง หรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของหรือรูปทรงของวัตถุต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 30) และจากลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพไอโซเมตริก ที่กล่าวมาข้างต้น เป็นแบบทดสอบที่ต้องใช้การจินตนาการร่วมกับการพิจารณารูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้มีลักษณะการเพิ่มหรือลดภาพจะเห็นได้ว่าการรับรู้ทางสายตามีส่วนสำคัญในการวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ ซึ่งการรับรู้มีผู้กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการรับรู้ ไว้ดังนี้

ชัยพร วิชชาวุธ (2523 : 223-234) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการรับรู้ คือ

1. ภาพกับพื้นในการรับรู้ใด ๆ เราจะใส่ใจกับสิ่งต่าง ๆ ที่ละสิ่ง สิ่งที่ได้รับการใส่ใจจะปรากฏเด่นออกมาเป็นภาพ (Figure) สิ่งอื่น ๆ ที่ไม่ได้รับการใส่ใจก็จะเป็นพื้น (Ground)
2. การรวมกลุ่มสิ่งเร้า ในการใส่ใจรับรู้สิ่งเร้า คนเราไม่ได้ใส่ใจที่ละสิ่งเร้าเสมอไป แต่มีการรวมกลุ่มสิ่งเร้า เป็นสิ่งเร้าที่มีหน่วยใหญ่ขึ้น เป็นภาพที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าย่อย ๆ รวมกัน เรียกว่า เกสทอลต์ (Gestalt) ซึ่งประกอบด้วยลักษณะดังนี้

2.1 ความใกล้ชิด (Proximity) สิ่งเร้าที่อยู่ใกล้กันจะรวมรู้เป็นหน่วยเดียวกัน

2.2 ความคล้าย (Similarity) สิ่งเร้าที่มีความคล้ายกันจะรวมรับรู้เป็นหน่วยเดียวกัน

2.3 ความต่อเนื่อง (Continuation) สิ่งเร้าที่เรียงกันแบบต่อเนื่องกันจะรวมเป็นหน่วยเดียวกัน

2.4 กลุ่มเดียวกัน (Common Fate) สิ่งเร้าที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันพร้อมกันจะถูกรับรู้เป็นกลุ่มเดียวกัน

3. การรับรู้ความลึก วัตถุที่เราประสบมาส่วนใหญ่มี 3 มิติ คือ มีความกว้าง ความยาว และความลึก การรับรู้ความกว้าง และความยาวของวัตถุสัมพันธ์กับความลึก หากวัตถุอยู่ใกล้ความกว้างและความยาว ก็จะปรากฏมีมากกว่าวัตถุมีขนาดเดียวกันแต่อยู่ไกล และเนื่องจากภาพของวัตถุที่ปรากฏบนเรตินา เป็นภาพ 2 มิติ คือ มีความกว้างกับความยาว แต่เราสามารถรับรู้เป็น 3 มิติ โดยสร้างความลึกขึ้นมาเอง การรับรู้ความลึกนี้เกิดขึ้นกับตัวการ 2 ประการ คือ ตัวการที่เกี่ยวข้องกับตาทั้งสองข้าง ได้แก่ ความลึกของวัตถุและการไม่เสมอกันของเรตินา

ส่วนตัวการที่เกี่ยวข้องกับตาเพียงข้างเดียว ได้แก่ การปรับความหนาบางของเลนส์ลูกตา ให้เหมาะกับระยะโฟกัส ให้ภาพตกบนเรตินาพอดี เรียกว่า การปรับให้พอเหมาะ (Accommodation) และลักษณะของภาพที่ปรากฏบนเรตินา ก็เป็นตัวการสำหรับการรู้ความลึกด้วย ลักษณะดังกล่าวนี้ ได้แก่ การซ้อนกัน (Interposition) เพอร์สเปคทีฟ (Perspective) แสงและเงา (Light and Shadow) การเคลื่อนที่เหลื่อมกัน (Motion Parallax) เป็นต้น

4. การปรับขนาดและรูปร่าง วัตถุที่มีขนาดเท่ากันจะมีภาพปรากฏบนเรตินา ไม่เท่ากัน ถ้าอยู่ห่างจากเรตินาไม่เท่ากันในการรับรู้ขนาดเรามีได้รับรู้ตามขนาดของภาพที่ปรากฏบนเรตินา แต่จะมีการปรับขนาดตามความลึกของวัตถุ เพื่อให้การรับรู้สอดคล้องกับความเป็นจริง การปรับขนาดนี้จะปรับให้ขนาดของภาพที่อยู่ไกลให้ใหญ่ขึ้นตามส่วนของความลึก นอกจากนี้ การปรับขนาดและรูปร่างของภาพที่เห็น ขึ้นอยู่กับความลึกของวัตถุที่ทำให้เกิดภาพ ดังนั้น ถ้าเราสร้างความลึกให้เกิดขึ้นบนพื้น 2 มิติ โดยการใช้ตัวแนะต่าง ๆ เช่น การบังกัน เพอร์สเปคทีฟ (Perspective) แสงและเงา การเคลื่อนที่ ฯลฯ การปรับขนาดและรูปร่างก็จะเกิดขึ้น และเนื่องจากภาพที่เห็นอยู่บนพื้น 2 มิติ ซึ่งไม่มีความลึกจริง การปรับขนาดและรูปร่างจึงนำไปสู่การรับรู้ที่คลาดเคลื่อนจากความจริงเรียกว่า ภาพลวงตา (Illusion) ซึ่งภาพลวงตาจะเกิดขึ้นเนื่องจากผู้รับรู้ตีความลึกตามหลักเพอร์สเปคทีฟ แล้วปรับขยายขนาดของวัตถุที่อยู่ไกลออกไปให้ใหญ่ขึ้น

5. การตีความสิ่งที่รู้สึกคืออะไร การตีความเพื่อให้ทราบว่า สิ่งที่รู้สึกคืออะไร ต้องอาศัยประสบการณ์เรียนรู้จากในอดีต สิ่งที่รู้สึกเข้ามา เป็นวิญญานจะต้องประจวบกับประสบการณ์เดิมในจิตของเรา จึงจะเกิดการจำได้ หรือการรู้ (Recognition) ว่าสิ่งที่รู้สึกนี่คืออะไร การตีความให้ขึ้นการจำได้ ทำให้การรับรู้เกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ นอกจากนี้ การตีความให้ขึ้นการจำได้นั้น ไม่เพียงแต่ปรากฏในเรื่องการรับรู้เท่านั้น แต่ปรากฏในการเรียนรู้ การคิดและการตัดสินใจ

สุชา จันท์เอน และสร้างค์ จันท์เอน (2515 : 248-253) ได้กล่าวถึง กระบวนการของความคงที่ในการรับรู้วัตถุ ว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอันหนึ่งของการรับรู้วัตถุ คือ บุคคลจะรับรู้โดยให้ความคงที่กับมันเสมอ โดยไม่คำนึงถึงสิ่งประดับหรือสิ่งตกแต่งต่าง ๆ ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนลักษณะไป ความคงที่ในการรับรู้วัตถุมีดังนี้

1. ความคงที่ของความเข้มของแสง (Brightness Constancy) คนเรามีแนวโน้มที่จะให้ความคงที่ในการมองสีของวัตถุ ทั้ง ๆ ที่สีของวัตถุเปลี่ยนไปตามความเข้มของแสงก็ตาม

2. ความคงที่ของสี (Color Constancy) คนเรามีแนวโน้มที่จะให้ความคงที่กับสีของวัตถุเสมอไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในสิ่งแวดล้อมชนิดใด

3. ความคงที่ของรูปร่างของวัตถุ (Shape Constancy) คนเรามีแนวโน้มที่จะให้ความคงที่ในการรับรู้รูปร่างของวัตถุ ในลักษณะที่เป็นจริงของมัน ทั้ง ๆ ที่ บางครั้งภาพที่ปรากฏแก่ตา แง่มุมต่าง ๆ ของวัตถุจะเปลี่ยนไป แต่เรากียังยึดรูปร่างเดิมของมันอยู่เสมอ

4. ความคงที่ของขนาดของวัตถุ (Size Constancy) เราให้ความคงที่ ในการรับรู้ขนาดของวัตถุทั้ง ๆ ที่ ขนาดของวัตถุจะเปลี่ยนไป เช่น เวลาดูรูปถ่ายของตึกแถวหรือส่วนโค้งของระเบียง เราจะเห็นว่าส่วนที่อยู่ไกลออกไปเล็กลงแต่เราก็มองรับรู้ว่ามันเท่ากัน

5. ความคงที่ของตำแหน่งของวัตถุ (Location Constancy) เรารับรู้ตำแหน่งของวัตถุว่าอยู่ห่างจากเราเท่าใด และมีลักษณะการทรงตัวอย่างไร ด้านใดเป็นหัวเป็นท้าย เป็นซ้าย หรือขวา ไม่ใช่การรับรู้จากสายตาดูอย่างเดียว แต่เรายังรู้ตำแหน่งของวัตถุจากการเรียนรู้โดยมีประสบการณ์ในการจับต้อง (Interaction) และเคยชินเสียก่อน

การรับรู้ จึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญ และเป็นความสามารถขั้นต้น ของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Hochberg, 1987:5) และทั้งความสามารถด้านการรับรู้ และด้านมิติสัมพันธ์ ต่างก็ต้องใช้ความสามารถทางสายตา หรือการมองเห็นเป็นสำคัญ ดังนิยามความหมายของสมรรถภาพสมอง ทั้งสองประการที่ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อย และส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่และ ความสามารถด้านการรับรู้ คือ ความสามารถด้านการเห็นรายละเอียด ความคล้อยคลึง หรือ แตกต่างระหว่างสิ่งของหรือรูปภาพต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 30 ) และจากลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่กล่าวมา เป็นแบบทดสอบที่ต้องใช้การจินตนาการร่วมกับการวิเคราะห์รูปทรง 3 มิติที่กำหนดให้ ซึ่งถือว่าเป็นหลักสำคัญประการหนึ่งของสมรรถภาพด้านการรับรู้ และการรับรู้ก็เป็นส่วนสำคัญยิ่งประการหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ของคน (จำเนียร ช่วงโชติ และคนอื่น ๆ 2519 : 20) ดังนั้นการรับรู้ (Perception) จึงเป็นกระบวนการของการนำความรู้เข้าสู่สมองเพื่อจะเก็บรวบรวมจดจำสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นไว้เป็นพื้นฐานในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ทักษะคติ (Attitude) และใช้ความคิดรวบยอดนั้นในการค้นหาความรู้อื่นต่อไป การรับรู้อาจจะเกิดจากอาการรู้สึกของประสาทสัมผัสต่าง ๆ เช่น การเห็น การได้ยิน การสัมผัส เป็นต้น นอกจากนั้นการที่บุคคลจะรับรู้สิ่งต่าง ๆ และสามารถตัดสินใจได้ว่าสิ่งที่ตนรับรู้ นั้น คือ อะไร ยังขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าภายนอก วุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม และผลของการฝึกหัด ด้วยเหตุนี้จึงถือว่า การรับรู้เป็นสิ่งสำคัญยิ่งของกระบวนการเรียนรู้ของคน (จำเนียร ช่วงโชติ. 2528: 4-17)

กระบวนการของการรับรู้จะเกิดขึ้นได้จะต้องประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. อาการสัมผัส เป็นอาการที่อวัยวะรับสัมผัสสิ่งเร้า หรือสิ่งเร้าผ่านเข้ามากระทบกับอวัยวะสัมผัสต่าง ๆ และคนเรามักจะจำแนกอาการสัมผัสนั้น ตามประสบการณ์ที่ตนเองมีอยู่

2. การแปลความหมายจากอาการสัมผัสจะต้องประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ คือ

2.1 สติปัญญาหรือความเฉลียวฉลาด

2.2 การสังเกตพิจารณา

2.3 ความสนใจและความตั้งใจ

#### 2.4 คุณภาพของจิตในขณะนั้น

3. การใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม ซึ่งได้แก่ ความคิด ความรู้ และการกระทำ ที่ได้เคยปรากฏมาในอดีต ซึ่งมีความสำคัญมากสำหรับช่วยในการแปลความหมายของอาการสัมผัส ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านปริมาณและความถูกต้อง ย่อมทำให้คนเรามีการรับรู้ที่แตกต่างกัน (จำเนียร ช่างโชติ และคนอื่น ๆ . 2519: 83-85)

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่า การรับรู้ทางสายตามีส่วนสำคัญในการวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ จะต้องใช้ความสามารถด้านการรับรู้โดยตรงในการวิเคราะห์รูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ การรับรู้ทางสายตาของมนุษย์จะเห็นถึงความสูงต่ำ ไกล ใกล้ ตื้น ลึกและขนาดของรูปร่างจากการมองวัตถุนั้น มนุษย์สามารถรับรู้ความคงที่ของรูปทรงและขนาดที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งเป็นไปได้ 2 แบบ คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุกับการเคลื่อนที่ของตัวผู้มองวัตถุ เพราะจริง ๆ แล้ววัตถุใดวัตถุหนึ่งไม่ได้มีเพียงด้านเดียวหรือมุมเดียวเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า ถ้าให้ผู้มอง มองรูปทรง 3 มิติ แบบภาพไอโซเมตริก กำหนดให้ผู้มองพิจารณารูปทรง 3 มิติ ที่มีการเพิ่มหรือลดภาพ แล้วจินตนาการภาพออกมาว่าจะเห็นภาพ 2 มิติ ในด้านบน ด้านหน้า และด้านข้างอย่างไร

#### 6. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นหลักสูตรที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิตและการศึกษาต่อ ให้สามารถเลือกแนวทางที่จะทำประโยชน์ให้กับสังคม ตามบทบาทและหน้าที่ของตน โดยให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะเลือกและตัดสินใจประกอบสัมมาชีพทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ตามหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ผู้ที่เรียนจบหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ต้องเรียนหมวดวิชาต่าง ๆ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2534 : 2 ) ดังนี้ วิชาบังคับ จำนวน 57 หน่วยการเรียนรู้ ต้องเรียนวิชาบังคับแกน 39 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ รายวิชาภาษาไทย รายวิชาวิทยาศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชาสังคมศึกษา รายวิชาพลานามัยและรายวิชาศิลปศึกษา วิชาบังคับเลือก จำนวน 18 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ รายวิชาสังคมศึกษา รายวิชาพลานามัย รายวิชาการทำงาน และเรียนวิชาเลือกเสรี จำนวน 33 หน่วยการเรียนรู้ โดยเลือกเรียนจากรายวิชาในกลุ่มวิชาต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มวิชาภาษา กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ กลุ่มวิชาสังคมศึกษา กลุ่มวิชาพัฒนาบุคลิกภาพ และกลุ่มวิชาการงานและอาชีพ จากการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ในวิชาบังคับเลือกผู้ที่เรียนจบหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ต้องเรียนวิชาการงาน 1 หน่วยการเรียนรู้ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทุกคน รายวิชาการทำงานที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนมีชื่อว่า งานช่างพื้นฐาน ซึ่งกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการได้ให้คำอธิบายรายวิชาไว้ดังนี้

งานช่างพื้นฐาน (ง 013) หมายถึง การศึกษางานช่างพื้นฐานที่จำเป็นในบ้าน วิเคราะห์ วางแผน และลงมือปฏิบัติในเรื่องการใช้ การเก็บ การบำรุงรักษาเครื่องมือ และอุปกรณ์งานช่าง การอ่านแบบเบื้องต้น การซ่อมแซมและดัดแปลงเครื่องใช้ในบ้าน และการรักษาความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในงานช่างพื้นฐาน สามารถซ่อมแซมและดัดแปลงเครื่องใช้ในบ้านได้อย่างถูกต้องตามกระบวนการทำงาน และความปลอดภัย มีนิสัยขยัน อดทน ประณีต รอบคอบ มีระเบียบและประหยัด (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2534 : 92 – 93) จากคำอธิบายรายวิชางานช่างพื้นฐาน มีเนื้อหาบทหนึ่งให้ผู้วิจัยสนใจจะศึกษา คือ การอ่านแบบเบื้องต้น ซึ่งมีรายละเอียดเนื้อหา ดังนี้ ลักษณะของงานเขียนแบบ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเขียนแบบ การเขียน-การอ่านภาพสามมิติ มาตรฐานในงานเขียนแบบ การกำหนดขนาดและเส้นต่าง ๆ รวมถึงการเขียนและการอ่านภาพไอโซเมตริก จากการศึกษาพบว่า การอ่านภาพไอโซเมตริกเป็นเนื้อหาอย่างหนึ่งสำหรับผู้วิจัยสนใจจะศึกษา จึงได้สร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน เพื่อวัดความสามารถทางสมองด้านมิตีสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้เรียนเนื้อหา การอ่านภาพ 3 มิติ ภาพแบบไอโซเมตริกมาแล้วว่าจะมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ อย่างไร

## 7. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)

### 7.1 ความหมายของความเชื่อมั่น

นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้ กรอนลันด์ (Gronlund. 1976 : 105) อธิบายว่า ความเชื่อมั่นเป็นความคงที่ของคะแนนในการทดสอบหรือความคงที่จากการประเมินการวัดครั้งแรกและครั้งอื่น ๆ

นันทาลลี (บุญเชิญ ภิญโญนันตพงษ์. 2537 ; อ้างอิงจาก Nunnally. 1964 : 59) อธิบายว่า ความเชื่อมั่นเป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

ลอร์ดและโนวิก (Lord & Novick. 1967 : 46) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นเป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบซ้ำและคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบทั้งสองครั้ง เป็นอิสระไม่ขึ้นกับความคลาดเคลื่อนของการวัดใด ๆ

ลินด์วอลล์ และนิคโค (Lindvall & NitKo. 1967 : 126) ได้ให้ความหมายว่า ความเชื่อมั่นเป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบสองครั้ง โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันสอบในเวลาที่แตกต่างกัน

อนาสตาซี (บุญเชิญ ภิญโญอนันตพงษ์. 2537 ; อ้างอิงจาก Anastasi. 1968 : 105) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น เป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบบุคคลคนเดียวกันแต่ต่างเวลา และโอกาสกัน

อีเบล (Ebel. 1965 : 275) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนชุดหนึ่งกับคะแนนอีกชุดหนึ่งของข้อสอบที่มีลักษณะเหมือนกับสองชุดที่เป็นอิสระจากกัน ซึ่งได้จากนักเรียนกลุ่ม เดียวกัน

ไตรรงค์ เจนการ (2534 : 30) อธิบายว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบคนกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง ด้วยแบบทดสอบเดิมในเวลาที่แตกต่างกัน หรือทดสอบคนกลุ่มเดียวกันด้วยข้อสอบต่างชุดที่มีข้อสอบเทียบเท่ากัน หรือภายใต้สภาพการสอบแตกต่างกัน

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2521 : 269) อธิบายว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่แน่นอนของคะแนนซึ่งได้จากการวัดนักเรียนกลุ่มเดียวกันด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน หลาย ๆ ครั้ง หรือด้วยแบบทดสอบสองฉบับที่มีลักษณะเสมอเหมือนกัน หรือภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรอื่น ๆ ในการวัดนั้น

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2524 : 68) อธิบายว่า ความเชื่อมั่นแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ความเชื่อมั่นคล้ายกัน (Reliability of Equivalence)
2. ความเชื่อมั่นเชิงความคงตัว (Reliability of Stability)
3. ความเชื่อมั่นเชิงคงที่ภายใน (Reliability of Internal Consistency)

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2525 : 42) อธิบายว่า ความเชื่อมั่นมีความสำคัญต่อสถานการณ์ทดสอบ 2 ประการ คือ ประการแรก หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่สอบได้ของผู้สอบย่อจะช่วยบ่งชี้ถึงระดับความสามารถที่กระทำได้ของผู้สอบ ประการที่สอง คือ ค่าที่คำนวณได้จากความเชื่อมั่น จะช่วยให้เราสามารถประมาณคะแนนจริง (True Score) ของผู้สอบ ซึ่งแสดงถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2528 : 163) อธิบายว่า ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัด การที่นำเครื่องมือวัดนั้นไปทดสอบกลุ่มตัวอย่างไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้ง ครั้งใดก็ตามก็ยังคงได้คะแนนเท่าเดิม เช่น นำเครื่องมือวัดไปทดสอบกับเด็กคนหนึ่ง ปรากฏว่าได้คะแนน 18 เว้นไปประมาณ 2-3 วัน หรือหนึ่งสัปดาห์ นำไปทดสอบกับเด็กคนเดิมก็คงได้ 18 คะแนนเหมือนเดิม แสดงว่าเครื่องมือวัดนั้นมีความเชื่อมั่น ความเชื่อมั่นก็คือความคงที่แน่นอน (Stability) ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบไม่ว่าจะสอบกี่ครั้งก็ตามของเครื่องมือวัดนั้น

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริงบุญเรืองรัตน์. (2513 : 35) อธิบายว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบ ที่สามารถให้คะแนนได้คงที่ คือ ถ้านำแบบ

ทดสอบวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบวัดทั้งสองครั้งควรจะสัมพันธ์กันดีควรได้คะแนนคงที่เหมือนเดิม

อนันต์ ศรีโสภา (2525 : 61) อธิบายว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนผลการสอบ

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่นเป็นความคงที่แน่นอนของคะแนนในการสอบทุกครั้งจากผู้สอบกลุ่มเดียวกัน ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน หรือแบบทดสอบที่คู่ขนานกันหลาย ๆ ครั้ง แต่ถ้าเป็นการสอบด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวและสอบครั้งเดียว ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะเป็นค่าสหสัมพันธ์ภายในฉบับ (Internal Correlation) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ โดยความแปรปรวนของคะแนนจริงหาได้จากค่าความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบที่วัดได้จากเครื่องมือนั้น

## 7.2 การคำนวณค่าความเชื่อมั่น

นักการศึกษาและนักวิจัยได้กล่าวถึงการคำนวณค่าความเชื่อมั่นในหลาย ๆ วิธีที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

เฟอร์กูสัน (Ferguson. 1981 : 365 – 366 ) และสแตนเลย์และฮอปกินส์ (Standley & Hopkins. 1972 : 122 – 127) ได้กล่าวในลักษณะเดียวกันว่ามีวิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 4 วิธี ดังนี้

1. วิธีสอบซ้ำ (Test Retest Method) หรือบางครั้งเรียกว่าสัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of Stability) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทำการทดสอบกับบุคคลเดียวกันซ้ำสองครั้ง ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันพอสมควร คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งสองครั้งมีสหสัมพันธ์กัน ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรเพียร์สัน Person product – moment coefficient correlation คือ

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

|       |           |     |                                                                                   |
|-------|-----------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| เมื่อ | $r_{rr}$  | คือ | ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น                                                   |
|       | $N$       | คือ | จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่าง                                                           |
|       | $\sum XY$ | คือ | ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรก (X) และ คะแนนการสอบครั้งที่สอง (Y) |
|       | $\sum X$  | คือ | ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบครั้งแรก                                                |

|              |     |                                                                          |
|--------------|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| $\Sigma Y$   | คือ | ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบครั้งที่สอง                                    |
| $\Sigma X^2$ | คือ | ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของคะแนนการสอบครั้งแรก             |
| $\Sigma Y^2$ | คือ | ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งที่สอง |

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Forms Method) เป็นการนำแบบทดสอบที่มีลักษณะคู่ขนานกันหรือเท่าเทียมกัน โดยมีเนื้อหา ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนร่วมเท่ากันไปทดสอบในเวลาเดียวกัน หรือเวลาที่แตกต่างกัน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีสหสัมพันธ์ ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split – Half Method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับบุคคลกลุ่มเดียว แล้วแบ่งครึ่งแบบทดสอบเป็นชุดของคะแนนข้อคู่ และชุดคะแนนข้อคี่ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบไปหาสหสัมพันธ์กัน จากนั้นปรับขยายด้วยสูตรของสเปียร์แมน – บราวน์ (Spearman-Brown) เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร คือ

$$r_{rr} = \frac{2r_{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}}{1 + r_{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}}$$

|       |                              |     |                                   |
|-------|------------------------------|-----|-----------------------------------|
| เมื่อ | $r_{rr}$                     | คือ | ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ  |
|       | $r_{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}$ | คือ | ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ |

4. วิธีวัดความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal – Consistency Method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับบุคคลกลุ่มเดียวและนำไปหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson (KR – 20)) ใช้สูตร คือ

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

|       |          |     |                                 |
|-------|----------|-----|---------------------------------|
| เมื่อ | $r_{ii}$ | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ     |
|       | $n$      | แทน | จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ          |
|       | $p$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ |
|       | $q$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ |
|       | $S_i^2$  | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ  |

เลห์แมนน์ และ เมห์เรนส์ (Lehmann & Mehrens. 1971 : 271 – 272 ) ได้กล่าวถึงวิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ดังนี้

1. วิธีวัดความคงตัว (Measures of stability)
2. วิธีวัดความสมมูล (Measures of equivalence)
3. วิธีใช้วัดความสมมูลและความคงตัว (Measures of equivalence and stability)
4. วิธีวัดความสอดคล้องภายใน (Measures of Internal – consistency) ซึ่งแบ่งดังนี้
  - 4.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split – Half)
  - 4.2 วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson estimates)
  - 4.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) สูตร คือ

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

|       |          |     |                                          |
|-------|----------|-----|------------------------------------------|
| เมื่อ | $\alpha$ | คือ | ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น          |
|       | $n$      | คือ | จำนวนข้อของเครื่องมือวัด                 |
|       | $s_i^2$  | คือ | คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ               |
|       | $s_t^2$  | คือ | คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือวัดทั้งฉบับ |

#### 4.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance Produce) สูตร คือ

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ  $MS_E$  คือ คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

$MS_P$  คือ คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between people)

#### 5. ความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน (Score Judge Reliability)

อนาสตาซี (Anastasi, 1980 : 105 – 133) กล่าวว่า วิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 4 แบบ คือ

1. สัมประสิทธิ์ของความคงที่ เป็นค่าที่ได้จากการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบซ้ำในเวลาที่แตกต่างกันได้คะแนนสองชุดนำคะแนนสองชุดไปหาสหสัมพันธ์โดยวิธีอย่างง่าย (Product Moment Correlation) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2. สัมประสิทธิ์ของความเท่าเทียมกัน เป็นค่าที่ได้จากการนำแบบทดสอบสองฉบับที่มีลักษณะเป็นคู่ขนานกัน คือ มีเนื้อหา ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนจากคะแนนแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาหาค่าสหสัมพันธ์ ค่าที่ได้เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3. สัมประสิทธิ์ของความคงที่และความเท่าเทียมกัน เป็นค่าที่ได้จากการนำแบบทดสอบสองฉบับที่มีลักษณะคู่ขนานกัน คือ มีเนื้อหา ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบเท่ากัน ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาที่ต่างกันโดยเว้นช่วงเวลาระหว่างการทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 พอสมควร จากนั้นนำคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองมาหาค่าสหสัมพันธ์ ค่าที่ได้เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4. สัมประสิทธิ์ของความคงที่ภายใน เป็นค่าที่ได้จากการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งเพียงครั้งเดียวและแบ่งครึ่งซึ่งนิยมแบ่งข้อดีและข้อคู่ นำคะแนนจากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบทั้งสองชุดมาหาค่าสหสัมพันธ์ แล้วปรับขยายเป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรปรับขยายของ สเปียร์แมน-บราวน์

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2521 : 278 – 300) ได้กล่าวถึง วิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไว้ 2 แนวทาง ดังนี้

1. แบบสัมประสิทธิ์ของความคงตัว (Coefficient of Stability) เป็นวิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสองชุด ซึ่งได้จากแบบทดสอบคนละฉบับหรือฉบับเดียวกัน แต่เป็นการสอบต่างเวลากัน ซึ่งจำแนกเป็น 2 วิธี คือ

1.1 วิธีสอบซ้ำ (Test retest method) วิธีนี้จะหาสัมประสิทธิ์ของความคงตัวของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนกลุ่มเดียวกันสองครั้ง โดยทิ้งช่วงเวลาให้ห่างกันพอประมาณ แล้วนำคะแนนที่สอบวัดแต่ละครั้งมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน

1.2 วิธีคู่ขนาน (Parallel – form method) วิธีการนี้เป็นการคำนวณสัมประสิทธิ์ของความเหมือน (Coefficient of equivalence) ของคะแนนการทดสอบตั้งแต่สองฉบับ การประมาณค่าตามวิธีนี้อาศัยแนวคิดที่ว่าแบบทดสอบที่สร้างทั้งสองฉบับจะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัด แล้วนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกันในเวลาเดียวกันแล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนทั้งสองฉบับโดยใช้สูตรของเพียร์สัน

2. แบบสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องภายใน (Coefficient of internal consistency) แนวคิดของวิธีนี้กำหนดว่าแบบทดสอบที่ดีจะต้องมีเอกภาพภายในการวัด (Functional unity) กล่าวคือ ส่วนย่อยของแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ๆ จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดความเป็นเอกพันธ์ในการที่จะวัดคุณลักษณะหนึ่ง ๆ สัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องภายในนี้หมายความว่า ข้อคำถามแต่ละข้อหรือส่วนย่อยจะมีความเสมอเหมือนกันทุกข้อหรือทุกส่วน ซึ่งแบ่งออกเป็นดังนี้

2.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split – half method) วิธีนี้จะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งแล้วจึงแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยให้ทั้งสองส่วนมีข้อคำถามที่ถามคล้ายคลึงกัน และความยากง่ายของแต่ละข้อคำถามของทั้งสองส่วนมีค่าเท่า ๆ กัน โดยอาจจะแบ่งออกเป็นข้อคู่กับข้อคี่ แล้วนำคะแนนของทั้งสองส่วนไปวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของสเปียร์แมน-บราวน์, ฮอสต์ หรือรูลอน เป็นต้น

2.2 วิธีวิเคราะห์ส่วนย่อย เนื่องจากวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบไม่สามารถคำนวณค่าความสอดคล้องได้อย่างแท้จริง เพราะการแบ่งครึ่งแบบทดสอบนั้นลักษณะของความเชื่อมั่นจะเป็นความเสมอเหมือนระหว่างคะแนนข้อคู่กับข้อคี่มากกว่า จึงมีผู้คิดวิธีวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบจากส่วนย่อยต่าง ๆ โดยจำแนกเป็นรายข้อจะได้ค่าความเชื่อมั่น ซึ่งเป็นค่าความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบอย่างแท้จริง วิธีนี้จะใช้แบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ เป็นต้น

จากการศึกษาจะเห็นว่าการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีอยู่หลายวิธี ดังนั้นการที่จะใช้สูตรใดคำนวณนั้นขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบและชนิดของแบบทดสอบและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรมีค่าสูงกว่า 0.70 จึงจะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอนเป็นที่เชื่อถือได้

### 7.3 ทฤษฎีความเชื่อมั่น (Theory of Reliability)

ทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory) เน้นความสำคัญที่ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของการวัด ซึ่งหัวใจสำคัญของความเชื่อมั่นตามทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม คือ มโนคติ (Concept) ของการวัดที่คู่ขนานกันตามแนวของครอนบัค และคนอื่น ๆ (Cronbach. 1970 : 137) ซึ่ง เป็นแนวทางพัฒนาการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการวัดทางจิตวิทยาอย่างแพร่หลายและได้รับการอ้างอิงในหนังสือตำรา และวารสารการวัดผลอย่างแพร่หลาย (Feldt. 1965 : 108) การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการวัดอาศัยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการวัดหลาย ๆ ครั้ง จากการสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบฟอร์มเดียวกัน หรือสองฟอร์มที่คู่ขนานกันหรือวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสอบภายในฉบับจากแต่ละส่วนที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ (Comparable Parts) (Kristof. 1974 : 491)

บุญเชิด ภิญโญนนท์พงษ์ (2537 : 1-3) ได้จำแนกสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการวัดตามวิธีคำนวณได้เป็นสามแนวทาง สำหรับสองแนวทางแรกเป็นการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการวัดซ้ำ ถ้าสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากแบบทดสอบทั้งสองครั้งเรียกว่าสัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of Stability) ถ้าสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบที่คู่ขนานสองฟอร์ม (Parallel Test Forms) หรือแบบสลับฟอร์ม (Alternate Forms) ซึ่งอาจสอบติดต่อกันทันที หรือสอบทั้งช่วงเวลาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากแบบทดสอบทั้งสองฟอร์มเรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความสมมูล (Coefficient of Equivalent) การประมาณค่าความเชื่อมั่นจากการสอบทั้งช่วงเวลา ด้วยฟอร์มที่คู่ขนานเป็นวิธีที่ให้ค่าประมาณที่ดีที่สุด เพราะสัมประสิทธิ์ชนิดนี้สามารถสะท้อนถึง ผลกระทบจากแหล่งความคลาดเคลื่อนในการวัดหมดทุกแหล่ง อย่างไรก็ตามแนวทางทั้งสองดังกล่าวต้องทำการสอบอย่างน้อยสองครั้ง หรือต้องใช้แบบทดสอบอย่างน้อยสองแบบฟอร์ม โดยเฉพาะแนวทางที่สองมักจะไม่สามารถสร้างแบบทดสอบสองฟอร์ม ให้คู่ขนานกันอย่างแท้จริงได้ จึงไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ สำหรับแนวทางสุดท้ายเป็นวิธีที่หลีกเลี่ยงการสอบซ้ำ โดยอาศัยคะแนนของแบบทดสอบเพียงฉบับเดียวจากการสอบเพียงครั้งเดียวแล้วคำนวณสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในแบบทดสอบ (Coefficient of Internal Consistency)

การหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากนักทฤษฎีทางการวัด นับตั้งแต่สเปียร์แมน (Spearman. 1910) และบราวน์ (Brown. 1910) (Cronbach. 1970 : 138 – 139) เริ่มต้นศึกษาเรื่องนี้มาจนถึงปัจจุบันได้มีการเสนอสัมประสิทธิ์ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นไว้หลายวิธี ซึ่งอาจจัดกลุ่มตามข้อตกลงของระดับความคู่ขนานได้สามรุ่นดังนี้

รุ่นแรกแบบจำลองความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม (Classical Parallel Model) เป็นการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม

(Classical Parallel Parts) มีข้อตกลงว่าแต่ละส่วนของแบบทดสอบที่แบ่งต้องมีข้อตกลง เครื่องวัด 6 ข้อ (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. 2537 : 2 ; อ้างอิงจาก Gulliksen. 1951 : 41 ; Cronbach. 1963 : 139 ; Feldt and Brennan. 1989 : 110) คือ

1. มีความเป็นเอกพันธ์ในเนื้อหา หรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน
2. มีคะแนนจริงเท่ากัน และมีความแปรปรวนคลาดเคลื่อนเท่ากัน
3. มีคะแนนสอบเฉลี่ยเท่ากัน
4. มีความแปรปรวนของคะแนนสอบเท่ากัน
5. มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบเท่ากัน
6. มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบกับคะแนนสอบส่วนอื่น ๆ เท่ากัน

จากข้อตกลงดังกล่าวทำให้ไม่สามารถสร้างแบบทดสอบให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิมได้ใกล้เคียงที่ตกลงไว้ ซึ่งทำให้เกิดการละเมิดข้อตกลงอยู่เสมอ อันเป็นผลให้ไม่สามารถประมาณค่าความเชื่อมั่นได้ถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นนักทฤษฎีการทดสอบจึงได้พัฒนาวิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นรุ่นสองที่เหมาะสมขึ้นใหม่เป็นแบบจำลองคะแนนจริงสมมูล (Essentially Tau – Equivalent Model) วิธีนี้ได้ผ่อนปรนเงื่อนไขข้อ 2 ข้อ 3 และข้อ 4) ให้มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากขึ้นโดยผ่อนปรนให้คะแนนจริงของแต่ละส่วนไม่จำเป็นต้องเท่ากันพอดีแต่ยอมให้ต่างกันได้เท่ากับความยาวที่ต่างกันในแต่ละส่วน นั่นคือผู้สอบแต่ละคนจะมีคะแนนจริงสองส่วนต่างกันเท่ากับค่าคงที่หรือคะแนนจริงส่วนหนึ่งเท่ากับคะแนนจริงส่วนที่สองรวมกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง ผ่อนปรนให้แต่ละส่วนมีคะแนนสอบเฉลี่ยต่างกัน และค่าความแปรปรวนต่างกันเล็กน้อย แต่ยังเป็นไปตามเงื่อนไขข้อ 5 และข้อ 6 แต่ในทางปฏิบัติมีแบบทดสอบบางชนิดอาจต้องแบ่งส่วนให้เหมาะสมตามลักษณะของแบบทดสอบ ทำให้แต่ละส่วนมีขนาดความยาว หรือจำนวนข้อไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลกระทบต่อเงื่อนไข ข้อ 5 และข้อ 6 แม้ว่าแต่ละส่วนประกอบด้วยจำนวนข้อที่ไม่เท่ากันก็ตามแต่เมื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วปรากฏว่าแต่ละส่วนมีการกระจายของคะแนนมากน้อยต่างกัน แสดงว่าความยาวที่แท้จริง (Functional Lengths) หรือความยาวที่เป็นผลมาจากการสอบ (Functionally) ของแต่ละส่วนมีขนาดไม่เท่ากัน (Feldt. 1975 : 558) ดังนั้นจึงไม่สอดคล้องตามแบบจำลองคะแนนจริงสมมูล นักทฤษฎีทางการทดสอบจึงได้นิยามความคู่ขนานขึ้นมาอีกระดับหนึ่งเรียกว่า ความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric Model)

นักทฤษฎีทางการทดสอบได้ทำการศึกษาทดลองและเสนอวิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ไว้หลายวิธี บุคคลแรกที่ได้เริ่มวางรากฐานทฤษฎีนี้คือ คริสทอฟ (Kristof. 1974 : 491-499) ได้เสนอสูตรการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งเป็นสามส่วนย่อยด้วยความยาวขนาดต่างกัน และกล่าวว่าความแปรปรวนคลาดเคลื่อนและความเชื่อมั่นที่คำนวณได้จะไม่แปรเปลี่ยนไปตามการแบ่งส่วนย่อยของแบบทดสอบ เฟลด์ต์ (Feldt. 1965 : 557) ได้ปรับปรุงวิธีของคริสทอฟให้สามารถประมาณ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งเป็นสองส่วนด้วยความยาวที่ไม่เท่ากัน ต่อมาราชู (Raju. 1977 : 549 – 565) ได้เสนอสูตรการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบที่แบ่งเป็นหลายส่วนย่อยด้วยความยาวขนาดต่าง ๆ ที่ไม่เท่ากัน ด้วย ต้องนำจำนวนข้อมาใช้ในการคำนวณ ส่วนกิลเมอร์และเฟลด์ต์ (Gilmer & Feldt. 1983 : 99-111) ได้ปรับปรุงสูตรของคริสทอฟ (Kristof. 1974) ให้สามารถประมาณค่าความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบอัตนัย หรือการประเมินบุคคลด้วยคณะกรรมการ ซึ่งมีลักษณะเป็นคะแนนจริงสัมพันธ์หลายส่วน โดยเสนอสูตรการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสองสูตร คือ  $r_{F1}$  และ  $r_{F2}$  และเลียว (Liou. 1989: 153-163) ได้เสนอสูตรการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นใหม่สองสูตร โดยพัฒนาสูตรจากคริสทอฟ (Kristof. 1974) เป็นสูตร  $r_{L1}$  และพัฒนาสูตรของเฟลด์ต์ (Feldt. : 1975) เป็นสูตร  $r_{L2}$  ให้สามารถหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบที่แบ่งได้หลายส่วน ปรากฏว่าสูตรใหม่ของเลียวให้ผลสอดคล้องกับสูตร  $r_{F1}$  และสูตร  $r_{F2}$  ของเฟลด์ต์ แต่การคิดคำนวณง่ายกว่า และในปีเดียวกันเฟลด์ต์และเบรนนอน (Feldt & Brennan. 1889 : 115) ได้ปรับปรุงสูตรสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งเป็นสองส่วนเป็นสูตรที่สามารถประมาณค่าจากแบบทดสอบที่แบ่งเป็นหลายส่วนโดยมิได้แสดงที่มาและผลการทดลอง

การประมาณค่าความเชื่อมั่นนอกจากจะใช้สถิติขั้นสูงวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วนักทฤษฎีการวัดยังได้เสนอเทคนิคที่ใช้เครื่องคำนวณแบบธรรมดาไว้หลายเทคนิค ดังนี้

คริสทอฟ (บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์ 2517 : 30 ; อ้างอิงจาก Kristof. 1974 : 491 – 499) เสนอสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาที่เป็นเอกพันธ์กัน เมื่อแบ่งแบบทดสอบเป็นสามส่วนที่มีขนาดความยาวไม่เท่ากัน แต่ละส่วนมีสหสัมพันธ์ของคะแนนจริงเป็นเส้นตรง ดังนี้

$$r_{ii} = \frac{[S_{x1x2}S_{x1x3} + S_{x1x2}S_{x2x3} + S_{x1x3}S_{x2x3}]^2}{S_x^2(S_{x1x2})(S_{x1x3})(S_{x2x3})}$$

เมื่อ  $r_{ii}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$S_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$S_{xixj}$  แทน ความแปรปรวนร่วม

เฟลด์ต์ (บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์. 2537 : 30 ; อ้างอิงจาก Feldt. 1975 : 557 – 561) ได้ศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งสามส่วนไม่เท่ากันของคริสทอฟให้สามารถวิเคราะห์กับแบบทดสอบที่แบ่งสองส่วนไม่เท่ากัน โดยเพิ่มข้อตกลงอีกข้อหนึ่ง คือ ความ

แปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนต้องเป็นไปตามทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม และไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนข้อของแบบทดสอบดังนี้

$$r_{ii} = \frac{[S_{x1x2} / \lambda_1 \lambda_2]}{S_x^2}$$

$$\lambda_1 = \frac{[S_{x1}^2 + S_{x1x2}]}{S_x^2}$$

$$\lambda_2 = \frac{[S_{x2}^2 + S_{x1x2}]}{S_x^2}$$

|       |                        |     |                                  |
|-------|------------------------|-----|----------------------------------|
| เมื่อ | $r_{ii}$               | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ      |
|       | $\lambda_1, \lambda_2$ | แทน | สัดส่วนของจำนวนข้อแต่ละส่วนย่อย  |
|       | $S_x^2$                | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ      |
|       | $S_{x1}^2$             | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนย่อยส่วนที่ 1 |
|       | $S_{x2}^2$             | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนย่อยส่วนที่ 2 |
|       | $S_{x1x2}$             | แทน | ความแปรปรวน                      |

ราชู (บุญเชิด ภิญโญนนิตพงษ์. 2537 : 30 ; อ้างอิงจาก Raju. 1977 : 549 – 565) ได้พัฒนาสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบออกเป็นหลาย ๆ ส่วน แต่ละส่วนมีความยาวไม่เท่ากัน เรียกว่าสัมประสิทธิ์เบต้าเค (Coefficient -  $\beta_k$ ) แต่ถ้าแต่ละส่วนมีจำนวนข้อเท่ากันแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์เบต้าเค จะเท่ากับสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค ดังนี้

$$\beta_k = \left[ \frac{1}{1 - \sum \lambda_i^2} \right] \left[ \frac{S_x^2 - \sum S_i^2}{S_x^2} \right]$$

$$\lambda_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

เมื่อ  $\beta_k$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$\lambda_i$  แทน สัดส่วนของจำนวนข้อแต่ละส่วนย่อย

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละส่วน

$S_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$n_i$  แทน จำนวนข้อในแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบ

$\sum n_i$  แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

จากการศึกษาทฤษฎีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สรุปได้ว่าอิทธิพลที่มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มาจากการสอบครั้งเดียว สูตรที่คำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มาจากการสอบเพียงครั้งเดียว หรือคำนวณหาแบบความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) นั้น จำนวนข้อสอบมีผลต่อค่าความเชื่อมั่น เพราะจำนวนข้อสอบมากข้อทำให้ค่าความแปรปรวนสูง การคำนวณค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าสูงด้วย และทำนองเดียวกัน จำนวนข้อสอบน้อยข้อ ทำให้ความแปรปรวนต่ำ การหาความเชื่อมั่นจะมีค่าต่ำด้วย ดังนั้นถ้าต้องการให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง ๆ ควรจะออกข้อสอบมาก ๆ ข้อ และข้อสอบมากมาย ข้อจะสามารถวัดได้ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัด ทำให้แบบทดสอบวัดได้เที่ยงตรง (Validity) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบที่ต้องการนั่นเอง

## 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์

### 8.1 งานวิจัยในประเทศมีผู้ศึกษา เกี่ยวกับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ดังนี้

จรรยา สิงห์ทอง (2532 : 57-60) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ ที่มีขนาด และทิศทางของภาพซ้อนต่างกัน 6 แบบ คือ แบบซ้อนภาพที่มีขนาดเท่าเดิมทิศทางเดิม แบบซ้อนภาพที่ขนาดใหญ่มากกว่าทิศทางเดิม แบบซ้อนภาพที่มีขนาดเล็กกว่าทิศทางเดิม แบบซ้อนภาพที่มีขนาดเท่าเดิมเปลี่ยนทิศทาง แบบซ้อนภาพที่ขนาดใหญ่มากกว่าเดิมเปลี่ยนทิศทาง และแบบซ้อนภาพที่มีขนาดเล็กกว่าเดิม เปลี่ยนทิศทาง ผลการศึกษาพบว่าแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มีคุณภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งในด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

บุญฤทธิ์ คงคาเพชร (2520 : 71-73) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการรับรู้ความลึกจากภาพ 2 มิติ โดยใช้ตัวชี้ความลึกแบบแสดงแรงเงา แบบเลือนหาย แบบสุดสายตาและแบบพื้นผิวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้ให้นักเรียนดูภาพ 2 มิติ ที่มีรูปร่างธรรมดา รูปทรงเรขาคณิต และรูปอิสระจากตัวชี้ความลึกแบบต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่าผลการรับรู้ความลึกจากภาพ 2 มิติ ที่มีรูปร่างอิสระ รูปทรงเรขาคณิตและรูปทรงธรรมดาจากตัวชี้ความลึกแบบสุดสายตาที่รับรู้ได้ดีที่สุดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

พัชร มะลิวัลย์ (2536 : 41-44) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ที่มีรูปแบบต่างกัน พบว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์หาด้านตรงข้ามทั้ง 4 ฉบับ คือ แบบหาด้านตรงข้ามสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่กำหนดทิศทางการหมุน แบบหาด้านตรงข้ามสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่ลวดลายบ่งบอกทิศทาง แบบหาด้านตรงข้ามหกเหลี่ยมลูกบาศก์ที่กำหนดทิศทางการหมุน และแบบหาด้านตรงข้ามหกเหลี่ยมลูกบาศก์ที่ลวดลายบ่งบอกทิศทางมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ล้วน สายยศ (2541:46-48) ได้ศึกษาผลการซ้อนภาพบางแบบ ที่มีคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบซ้อนภาพ 3 แบบ คือ แบบภาพซ้อนคงทิศทางเดิม แบบภาพซ้อนหมุน 90 องศา แบบภาพซ้อนหมุน 180 องศา พบว่า ความยากของแบบทดสอบซ้อนภาพทั้ง 3 แบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วาสนา คูทเวโรจนปกรณ์ ( 2532 : 44-52) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพรอบแกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z โดยใช้ภาพแรงเงากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2,034 คน ผลการศึกษาพบว่า การหมุนรอบแกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z ทำให้ค่าความยากและค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน ส่วนการใช้

ภาพที่มีลักษณะต่างกัน คือ แบบที่มีแรงเงา และแบบที่ไม่มีแรงเงา ไม่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น แตกต่างกัน

สมภาพ น้อยแสง (2535 : 78-79) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ที่มีการวางภาพต่างกัน พบว่า แบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความยากและค่าความเชื่อมั่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สัญญา จันทรอด (2534:63-65) ได้เปรียบเทียบความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 มิติ ที่มีมุมมองต่างกัน 5 แบบ คือ มองภาพด้านหน้า ด้านหลัง ด้านขวา ด้านซ้าย และด้านบน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , ปีที่ 2 และปีที่ 3 พบว่า มุมมองที่ต่างกัน มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบ

สุรัช มีชาญ (2533 : 56-57) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษที่มีเส้นพับและชนิดของภาพต่างกัน 6 แบบ คือ แบบใช้ภาพที่มีแรงเงา และเส้นพับอยู่ในแนวตั้ง แบบใช้ภาพที่มีแรงเงา และเส้นพับอยู่ในแนวนอน แบบใช้ภาพที่มีแรงเงาและเส้นพับอยู่ในแนวเฉียงขวา แบบใช้ภาพที่ไม่มีแรงเงา และเส้นพับอยู่ในแนวตั้ง แบบใช้ภาพที่ไม่มีแรงเงาและเส้นพับอยู่ในแนวนอน และแบบใช้ภาพที่ไม่มีแรงเงาและเส้นพับอยู่ในแนวเฉียงขวา พบว่า ที่ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ไม่มีแรงเงาที่กำหนดแนวเส้นพับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุริยันต์ ยางศรี (2533 : 62-64) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ซ่อนภาพ ที่มีรูปแบบและทิศทางของภาพต่างกัน 3 แบบ คือ แบบทิศทางเดิม แบบเปลี่ยนทิศทางเป็นระบบ และแบบเปลี่ยนทิศทางไม่เป็นระบบ ในรูปแบบซ่อนคงที่มีความยากและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่าความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ่อนคงที่ กับซ่อนเดี่ยวของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบทิศทางเดิม แบบเปลี่ยนทิศทางเป็นระบบ และเปลี่ยนทิศทางไม่เป็นระบบ มีค่าความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วน ค่าความเชื่อมั่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุทัยวรรณ สายพัฒนา (2539 : 59-64) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ จากรูปแปลงที่มีมุมมองต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ จากรูปแปลง ระหว่าง การมองทางด้านขวา กับการมองทางด้านบน การมองทางด้านขวากับการมองทางด้านหลัง การมองทางด้านซ้ายกับการมองทางด้านบน การมองทางด้านซ้ายกับการมองทางด้านหลัง และการมองทางด้านบนกับการมองทางด้านหลัง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

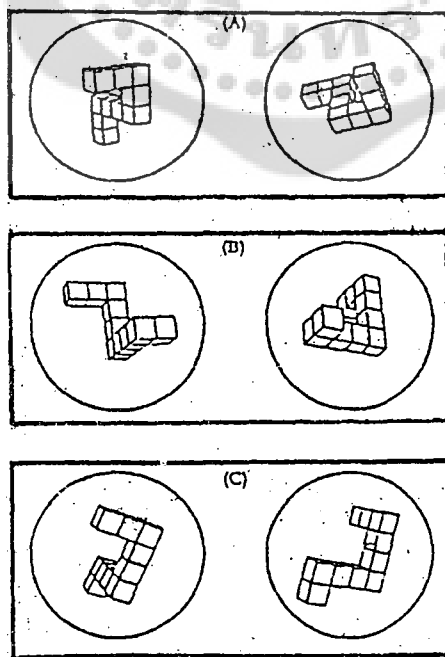
มิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ จากรูปแปลน ที่ให้มองต่างกัน ทั้ง 4 ฉบับแตกต่างกันอย่างไร มีนัยสำคัญทางสถิติ

## 8.2 งานวิจัยในต่างประเทศมีผู้ศึกษา เกี่ยวกับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ดังนี้

กรอปเปอร์ (Groppe, 1966: 50) ได้ศึกษาว่า รูปภาพที่เกิดจากการรวมตัวของ องค์ประกอบ เช่น สี ขนาดของวัตถุในภาพ รูปทรง รูปร่าง พื้นผิวของวัตถุ ความสัมพันธ์และ การเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความต่อเนื่องของอะไรบางอย่างอยู่ในรูปภาพนั้น พบว่า ถ้า องค์ประกอบเหล่านี้มีการรวมตัวกันยิ่งสลับซับซ้อนมากเท่าไร การตอบสนองต่อสิ่งเร้าดังกล่าวก็ จะยิ่งยากมากขึ้น และอาจผิดจากจุดมุ่งหมายมากยิ่งขึ้นด้วย นั่นคือ รายละเอียดของภาพ ซึ่ง เป็นองค์ประกอบที่มีส่วนกำหนดความซับซ้อนภาพในภาพ จะมีส่วนกำหนดคุณภาพของ รูปภาพด้วย

แคมเบล (Campbell, 1961 : 889 - 913) ได้ศึกษา องค์ประกอบภายในภาพที่ทำให้ แบบทดสอบมีความยากง่าย ต่างกัน คือ ความลึก แสงเงา ตำแหน่ง รูปทรง และขนาด นอกจาก นั้น มัลฮอลแลนด์ และคนอื่น ๆ (Mulholland and others, 1980 :252) พบว่า การเพิ่มจำนวน รายละเอียดในโครงสร้าง และเพิ่มจำนวนความสัมพันธ์ จะทำให้ความยากของข้อสอบ เพิ่มขึ้น

เซพพาร์ด และเมทซ์เลอร์ (Margaret, 1989: 152-153; citing Shepard and Metzler, 1971) ได้ศึกษา การใช้ภาพ 3 มิติ ที่เป็นรูปลูกบาศก์ที่ซ้อนทับกันโดยหมุนลูกบาศก์นั้นไปใน ลักษณะต่าง ๆ กัน จะมีผลต่อการมองของมนุษย์อย่างไร โดยศึกษากับประชาชนในวอชิงตัน ดังตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้



จากภาพตัวอย่างข้อสอบ ภาพ A ภาพที่อยู่ทางซ้ายมือสามารถเปลี่ยนมาเป็นภาพทางขวามือได้ โดยการหมุนตามเข็มนาฬิกาในแนวราบซึ่งทั้ง 2 ภาพจะเป็นภาพเดียวกัน ภาพ B เป็นการหมุนตามแกนแนวดิ่ง ซึ่งภาพทั้ง 2 ภาพจะเป็นภาพเดียวกัน ภาพ C ไม่ว่าจะหมุนเท่าไรก็จะเป็นภาพที่ไม่เหมือนกันเลย ซึ่งจากการทดลอง พบว่า กลุ่มตัวอย่างจะมองภาพในแต่ละแบบแตกต่างกัน

เบน-เชม และคนอื่น ๆ (Ben-Chaim & others. 1988 : 51-68) ได้ศึกษา การมองภาพที่ทำการศึกษากับเด็กที่เรียนในระดับ 6,7 และ 8 ใน 3 พื้นที่รอบ ๆ ใจกลางเมืองทางทิศตะวันตก ของรัฐมิชิแกนโดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 10 แบบ คือ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบหาด้านข้างจากรูปแปลง แบบทดสอบหารูปทรง 3 มิติ จากแปลง แบบทดสอบหาด้านต่าง ๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปแปลง แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อบังลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ แบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก พบว่าเด็กที่เรียนในระดับต่างกันจะมีความสามารถในการมองภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาร์เชอร์ (Archer. 1965 : 454-460 ) ได้ศึกษารายละเอียดของรูปภาพว่าจะมีผลต่อความคิดรวบยอดของนักศึกษาระดับวิทยาลัยเป็นอย่างไร จึงได้ทำการศึกษากับนักศึกษาระดับวิทยาลัยในนิวยอร์ก เครื่องมือที่สร้างขึ้นเป็นรูปภาพทรงเรขาคณิต ซึ่งมีคุณสมบัติที่เด่นชัดที่นำมาศึกษา ได้แก่ รูปทรง (สี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมคางหมู) ขนาด (เล็กและใหญ่) สี (เขียวและแดง) ส่วนคุณสมบัติที่ไม่เด่นชัด ได้แก่ จำนวน 1 รูป และ 2 รูป จุดในภาพ (ขาวและดำ) มุมมองรูป (แปรเปลี่ยนองศาเล็กน้อย) และการแรเงาภาพ ผลการศึกษา พบว่า สิ่งเร้าที่เกี่ยวกับขนาดช่วยให้ผู้เรียนจัดประเภทความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าสิ่งเร้าอื่น ๆ คือ สี จำนวน การแรเงา จุดและมุม ซึ่งจากการศึกษา พบว่า สี จำนวน การแรเงา จุด และมุม ไม่มีผลทำให้ผู้เรียนจัดประเภทความคิดรวบยอดต่างกัน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ ทั้งในและต่างประเทศ จะศึกษาลักษณะการมองภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ได้แก่ การให้ผู้มองจินตนาการภาพ จากภาพ 2 มิติ ออกมาเป็น ภาพรูปทรง 3 มิติ หรือให้ผู้มอง มองภาพ รูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดด้านของการมองมาให้ แล้วหาภาพ 2 มิติ จากด้านที่มอง จากการศึกษาจะเห็นว่า องค์ประกอบภายในของภาพ เช่น ขนาด ความลึก ทิศทาง ตำแหน่ง และรูปร่างของวัตถุ มีอิทธิพลต่อการตอบสนองของภาพนั้น ๆ และจากงานวิจัยที่กล่าวมายังไม่มีผู้ใดศึกษา การมองภาพรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพแบบการเพิ่มภาพและแบบการลดภาพ ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน ผู้วิจัยจึงสนใจในการสร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ดังกล่าวว่าจะมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอย่างไร เพื่อจะได้นำข้อมูลไปสร้างและพัฒนา รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองและความถนัดทางการเรียนต่อไป

### สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีสมมติฐานดังนี้

1. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพเหมือนกัน มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกัน
2. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกัน



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาบังคับเลือก รายวิชางานช่างพื้นฐาน และกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 8 มีจำนวนโรงเรียน 12 โรงเรียน ซึ่งแบ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ 8 โรงเรียน มีห้องเรียน 89 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 4 โรงเรียน มีห้องเรียน 50 ห้องเรียน รวมจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 139 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 5,399 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชางานช่างพื้นฐาน และกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กลุ่มที่ 8 โดยประมาณกลุ่มตัวอย่างจากตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของยามาเน (Yamane, 1967) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $\alpha = .05$ ) ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 370 คน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2539 : 297 ; อ้างอิงจาก Yamane, Taro. 1967 : 886 - 887) ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบทดสอบจำนวน 4 ฉบับ สอบกับกลุ่มตัวอย่างฉบับละ 370 คน จึงต้องใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 1,487 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ดังตารางกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้ดังนี้

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนจำแนกตามขนาดโรงเรียน รายชื่อโรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา  
จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 8

| ขนาดโรงเรียน                              | โรงเรียน              | จำนวนนักเรียน (คน) จำนวนห้องเรียน (ห้อง) |
|-------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| ใหญ่<br><br><br><br><br><br><br>ใหญ่พิเศษ | 1. วัดรางบัว          | 153 ( 4 )                                |
|                                           | 2. ราชวินิตบางแคปานขำ | 245 ( 6 )                                |
|                                           | 3. จันทรประดิษฐารามฯ  | 234 ( 5 )                                |
|                                           | 4. ปัญญาวรรคคุณ       | 124 ( 3 )                                |
|                                           | 5. ฤทธิณรงค์รอน       | 111 ( 2 )                                |
|                                           | 6. ไชยฉิมพลีวิทยาคม   | 137 ( 3 )                                |
|                                           | 7. มัชฌมวัดหนองแขม    | 323 ( 7 )                                |
|                                           | 8. วัดนวลนรดิศ        | 74 ( 2 )                                 |
|                                           | 9. ทวีธาภิเศก         | 86 ( 2 )                                 |
|                                           | รวม                   | 1,487 / ( 34 )                           |

#### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

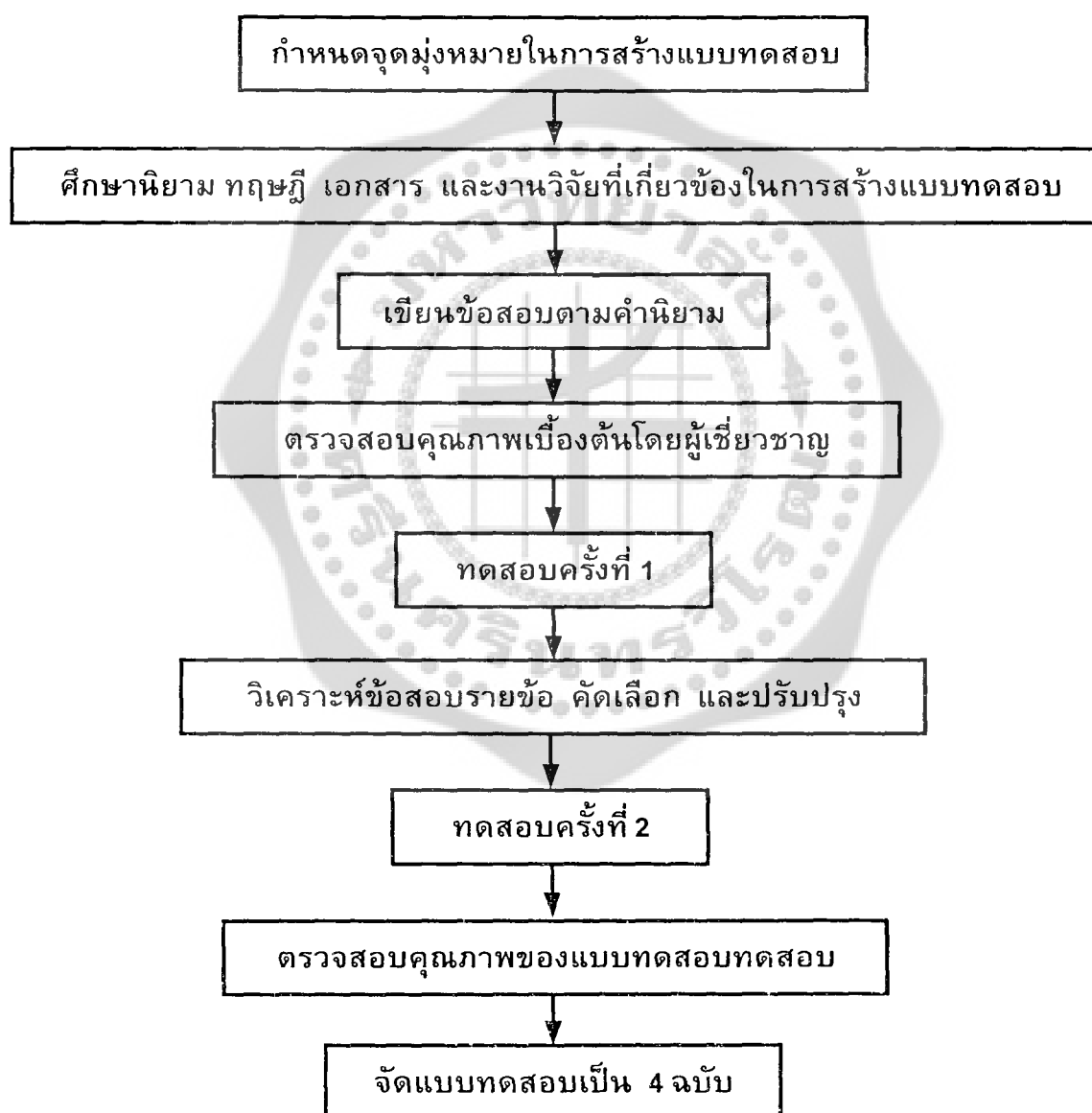
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพและรูปแบบการมองต่างกัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวโครงสร้างของแบบทดสอบวัดด้านมิติสัมพันธ์ของ เบน-เชม ,ลัฟแพน และฮวง (Ben-Chaim, Lappan and Houang) เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 30 ข้อ
2. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 30 ข้อ
3. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 30 ข้อ

4. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 30 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเลือกตอบวัดความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพและรูปแบบการมองต่างกัน เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีลำดับขั้นตอน ภาพประกอบ 5 ดังนี้



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ  
ภาพแปลนไอโซเมตริก

จากภาพประกอบ 5 แสดงขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง ในการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพเหมือนกัน เมื่อมีรูปแบบการมองต่างกัน และลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน

2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ

3. เขียนนิยามในการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ

4. เขียนข้อสอบตามคำนิยาม ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบวัดความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพ ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน ผู้วิจัยสร้างตามแนวโครงสร้างของแบบทดสอบวัดด้านมิตีสัมพันธ์ของ เบน-เชม ,ลัฟแพน และฮวง (Ben-Chaim, Lappan and Houang) ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 60 ข้อ
2. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 60 ข้อ
3. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 60 ข้อ
4. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 60 ข้อ

5.) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) โดยพิจารณาจากค่า IOC ซึ่งจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 จึงจะถือว่าวัดได้สอดคล้องจุดประสงค์ของการวัด ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบ จำนวน 4 ฉบับ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรากฏว่ายังมีข้อสอบบางข้อมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 จึงนำข้อสอบข้อนั้นมาปรับปรุง โดยทำการแก้ไขรูปภาพให้ชัดเจน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาค่า IOC อีกครั้งหนึ่ง เมื่อพิจารณาค่า IOC จากข้อสอบแล้วมีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อทุกฉบับ

6. นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ตามขั้นตอนที่ 5 จัดเข้าฉบับ ๆ ละ 60 ข้อ จำนวน 4 ฉบับ และนำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ไปทดสอบ (Try out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งไม่ซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 3 โรงเรียน โดยทดสอบฉบับละ 200 คน จำนวน 4 ฉบับ รวมทั้งสิ้นจำนวน 800 คน จากโรงเรียนปทุมคงคา จำนวน 50 คน โรงเรียน

พุทธจักรวิทยา จำนวน 330 คน และโรงเรียนนวมินทราชินูทิศเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 420 คน ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการสอบดังนี้

6.1 สุ่มนักเรียนของแต่ละห้องออกเป็น 4 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) หลังจากนั้นสุ่มแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนแต่ละกลุ่มและในขณะที่ดำเนินการทดสอบผู้วิจัยได้หาเวลาที่เหมาะสมโดยคำนวณจากเวลาที่นักเรียนทำข้อสอบเสร็จ 90 เปอร์เซนต์ และนำเวลาที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบ

6.2 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน

6.3 นำผลการสอบจากแบบทดสอบจำนวน 4 ฉบับ ๆ ละ 60 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CTIA (สุพัฒน์ สุขมลสันต์, 2538) และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตรงกันทั้ง 4 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ โดยค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกมีค่าใกล้เคียงกันต่างกันไม่เกิน  $\pm 0.15$  เพื่อแสดงว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แต่ละฉบับวัดในคุณลักษณะเดียวกัน ซึ่งพบว่ามีค่าความยาก และ ค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

1. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.065 ถึง 0.685 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง -0.111 ถึง 0.870 คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.395 ถึง 0.665 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.500 ถึง 0.870

2. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.325 ถึง 0.675 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.333 ถึง 0.889 คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.340 ถึง 0.670 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.574 ถึง 0.889

3. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.130 ถึง 0.740 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.000 ถึง 0.833 คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ พบว่ามีค่าความยากระหว่าง 0.360 ถึง 0.610 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.574 ถึง 0.796

4. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.130 ถึง 0.815 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.093 ถึง 0.815 คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ พบว่ามีค่าความยากระหว่าง 0.360 ถึง 0.665 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.500 ถึง 0.815

7. นำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ที่อยู่ในเกณฑ์แล้วจากขั้นตอนที่ 6 ไปทดสอบ (Try out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งไม่ซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 3 โรงเรียน โดยทดสอบฉบับละ 200 คน จำนวน 4 ฉบับ รวมทั้งสิ้นจำนวน 800 คน จากโรงเรียนนนทรีวิทยา จำนวน 120 คน โรงเรียนวัดมงกุฎกษัตริย์ จำนวน 250 คน และ

โรงเรียนวัดประดู่ในทรงธรรม จำนวน 430 คน แล้วนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน เช่นเดียวกับขั้นที่ 6 เพื่อนำมาหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรคูเดอร์ริชาร์ดสัน (KR20) ได้ผลการวิเคราะห์ ค่าความเชื่อมั่นดังนี้

1. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.935

2. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.933

3. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.930

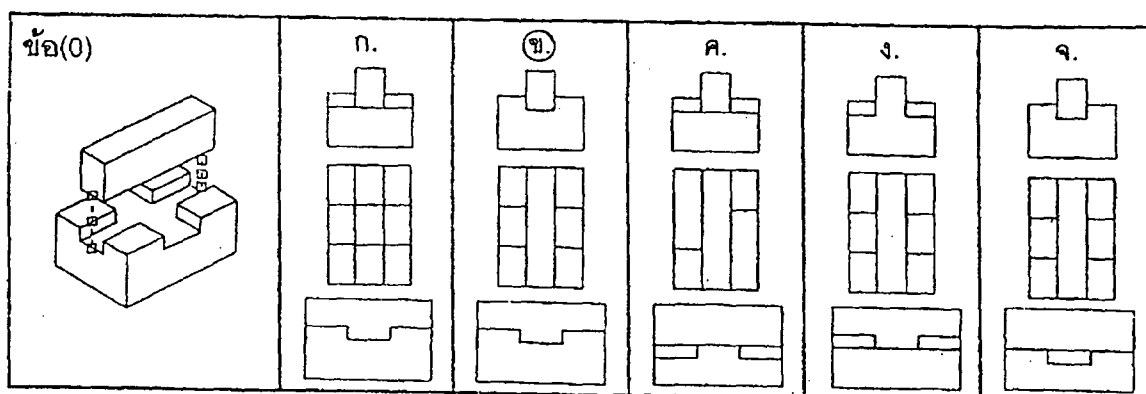
4. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.906

8. นำแบบทดสอบที่ผ่านการหาคุณภาพจาก ขั้นที่ 7 ไปเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป

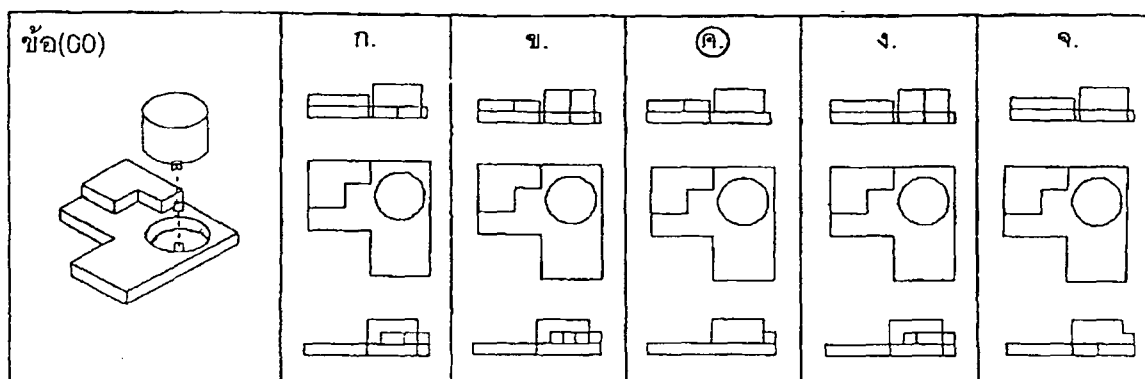
### ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

**คำชี้แจง** ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพรูปทรง 3 มิติ มาให้ ให้นักเรียนพิจารณาภาพทางซ้ายมือ และเชื่อมภาพต่อกันตามรอยเส้นประ แล้วให้นักเรียนหาภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ภาพแปลนด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) ว่าตรงกับภาพแปลนข้อใด ในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ทางขวามือ



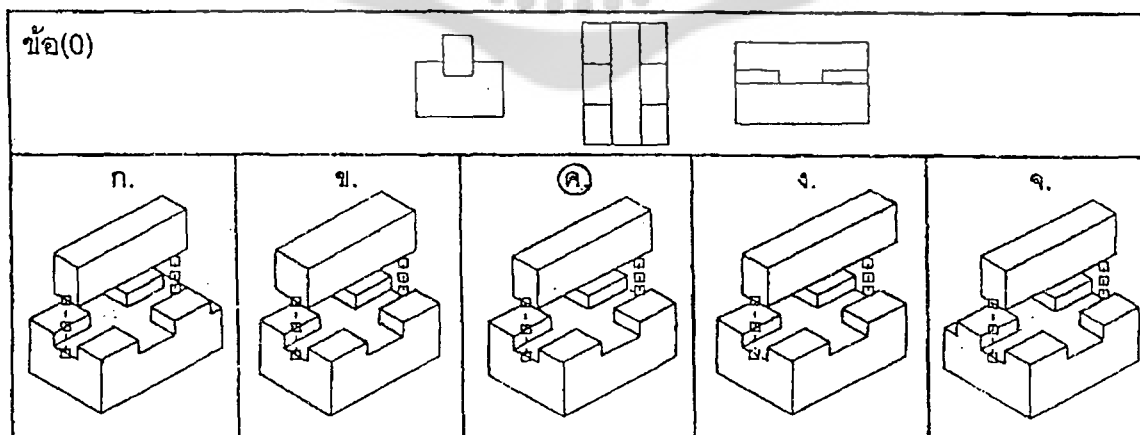
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.



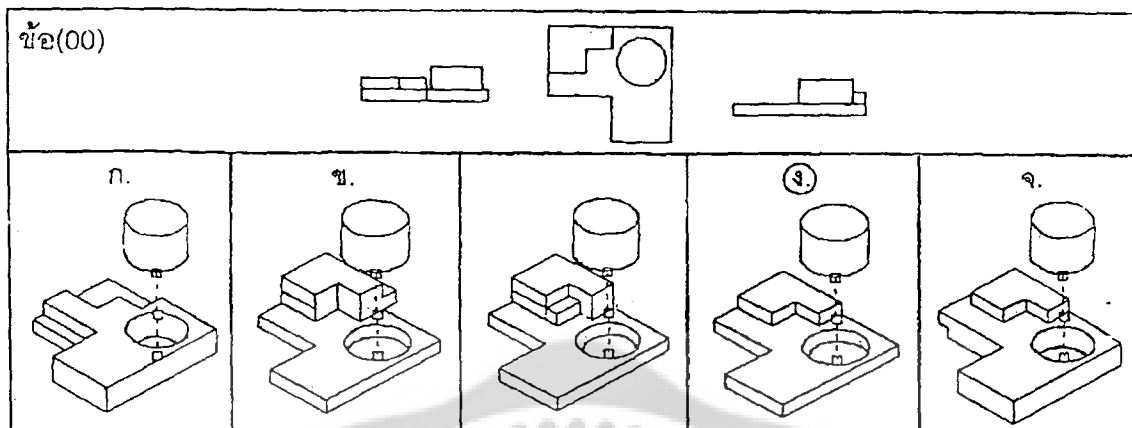
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

**คำชี้แจง** ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) มาให้ ให้นักเรียนพิจารณาภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) ของภาพรูปทรง 3 มิติ ที่เชื่อมภาพ ต่อกันตามรอยเส้นประเรียบร้อยแล้ว ว่าตรงกับภาพรูปทรง 3 มิติ ข้อใด ในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ทางด้านล่าง



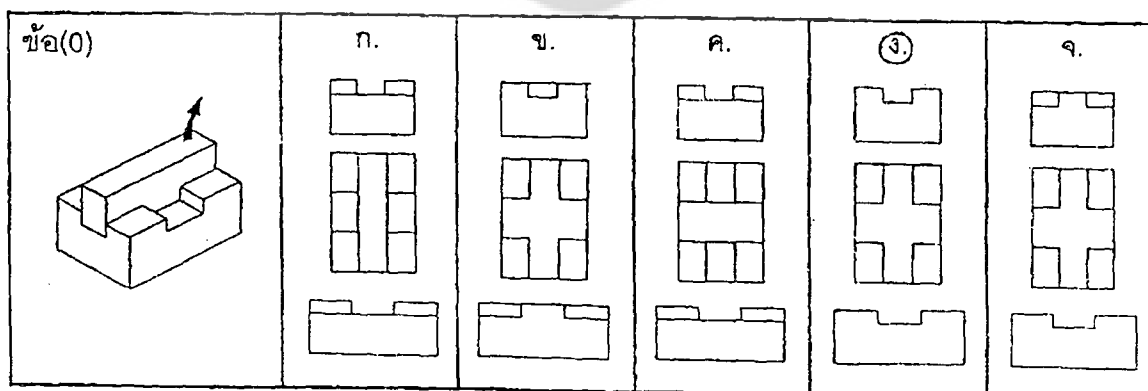
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค



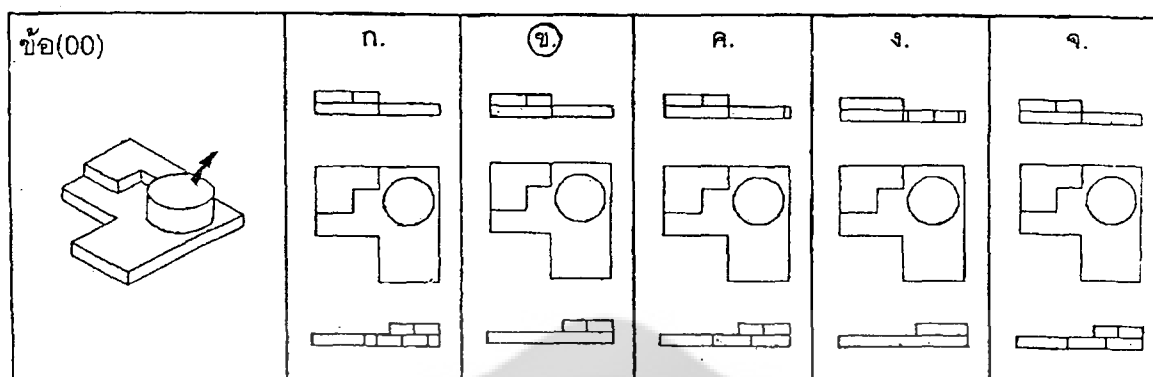
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

**คำชี้แจง** ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพรูปทรง 3 มิติ มาให้ ให้นักเรียนพิจารณาภาพทางซ้ายมือ และลดภาพตามลูกศรบังคับ แล้วให้นักเรียนหาภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) ว่าตรงกับภาพแปลนข้อใดในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ทางขวามือ



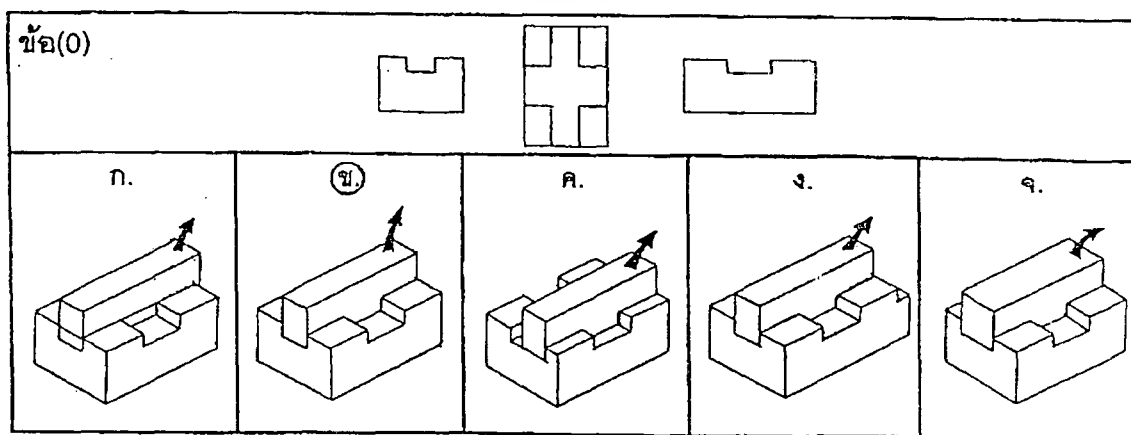
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ง.



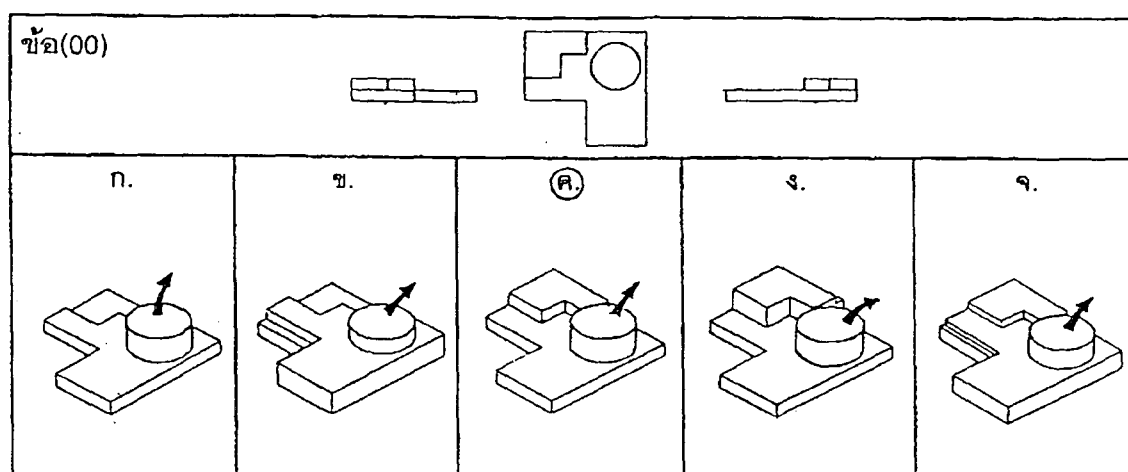
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

**คำชี้แจง** ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) มาให้ ให้นักเรียนพิจารณาภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) ของภาพรูปทรง 3 มิติ ที่ลดภาพตามลูกศรบ่งชี้แล้วว่าตรงกับภาพรูปทรง 3 มิติ ข้อใด ในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ทางด้านล่าง



คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.



คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

### วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เก็บข้อมูลในเดือนกรกฎาคม เพื่อขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน และนัดหมายวัน เวลาในการนำแบบทดสอบไปดำเนินการสอบ
2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบ วางแผนดำเนินการสอบ
- รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบ
3. นำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในวันที่ 5 - 23 สิงหาคม พ.ศ. 2545 โดยดำเนินการสอบดังนี้

3.1 สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องออกเป็น 4 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) หลังจากนั้นสุ่มแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

3.2 ก่อนดำเนินการสอบชี้แจงให้นักเรียนทราบวัตถุประสงค์ของการสอบและขอความร่วมมือในการสอบ รวมทั้งวิธีการตอบแบบทดสอบ เพื่อให้ทุกคนเข้าใจก่อนเริ่มทำแบบทดสอบพร้อมกัน เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริงมากที่สุด

3.3 เมื่อดำเนินการสอบเสร็จแล้ว เก็บแบบทดสอบและกระดาษคำตอบของกลุ่มที่ทำแบบทดสอบฉบับที่เหมือนกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน

4. เมื่อดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่างครบทุกโรงเรียนแล้ว จัดกลุ่มที่ทำแบบทดสอบฉบับที่เหมือนกันเข้ากลุ่มเดียวกัน

5. ตรวจให้คะแนนถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกให้ 0 คะแนน

6. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่อไป

## วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกระทำกับข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองเครื่องมือ (Try out) ดำเนินการดังนี้
  - 1.1 ตรวจสอบให้คะแนนของแบบทดสอบตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้
  - 1.2 หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ
  - 1.3 หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกโดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CTIA
2. การวิเคราะห์ข้อมูลตอนการวิจัย ได้ดำเนินการดังนี้
  - 2.1 ตรวจสอบให้คะแนนของแบบทดสอบตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้
  - 2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR -20)
  - 2.3 ทดสอบความแตกต่างค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบรายคู่โดยใช้ สูตรทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Ferguson, 1981 : 196)

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ
  - 1.1 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CTIA (สุพัฒน์ สุกมลสันต์. 2538)
  - 1.2 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539. 249)

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

|       |          |     |                                             |
|-------|----------|-----|---------------------------------------------|
| เมื่อ | IOC      | แทน | ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 |
|       | $\sum R$ | แทน | ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ           |
|       | N        | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ                           |

## 2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร คุเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR – 20)  
จากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 198)

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

|       |          |     |                                 |
|-------|----------|-----|---------------------------------|
| เมื่อ | $r_{tt}$ | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ     |
|       | $n$      | แทน | จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ          |
|       | $p$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ |
|       | $q$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ |
|       | $S_t^2$  | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ  |

2.2 ทดสอบความแตกต่างค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นรายคู่ โดยใช้สูตร  
ทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Ferguson. 1981 : 196)

$$Z = \frac{Z_{r1} - Z_{r2}}{\sqrt{1/(N_1-3) + 1/(N_2-3)}}$$

|       |                  |     |                                                             |
|-------|------------------|-----|-------------------------------------------------------------|
| เมื่อ | $Z_{r1}, Z_{r2}$ | แทน | คะแนนมาตรฐานฟิชเชอร์ของแบบทดสอบ<br>ฉบับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ |
|       | $N_1, N_2$       | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ                    |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

|           |     |                              |
|-----------|-----|------------------------------|
| $N$       | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง |
| $n$       | แทน | จำนวนข้อในแบบทดสอบ           |
| $k$       | แทน | คะแนนเต็มของแบบทดสอบ         |
| $\bar{X}$ | แทน | คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ       |
| $S$       | แทน | ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน      |
| $r_{tt}$  | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  |
| $Z_r$     | แทน | คะแนนมาตรฐาน                 |
| $Z$       | แทน | การทดสอบนัยสำคัญ $Z$         |

#### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นลำดับดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ย คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพและรูปแบบการมองต่างกัน
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพเหมือนกัน
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คะแนนเฉลี่ย คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพและรูปแบบ การมองต่างกัน

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก จำนวน 4 ฉบับ แต่ละฉบับ มี 30 ข้อ และประกอบไปด้วย แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูป ทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมอง ภาพรวม และ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบ การมองภาพส่วนประกอบย่อย ไปทดสอบกับนักเรียน ฉบับละ 370 คน รวมทั้งสิ้น 1,487 คน แล้วนำไปหาคะแนนเฉลี่ย คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 คะแนนเฉลี่ย คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก มีลักษณะภาพและรูปแบบการมองต่างกัน

| แบบทดสอบ          | ลักษณะภาพ |           |       |          |       |           |       |          |
|-------------------|-----------|-----------|-------|----------|-------|-----------|-------|----------|
|                   | เพิ่มภาพ  |           |       |          | ลดภาพ |           |       |          |
| รูปแบบการมอง      | $k$       | $\bar{X}$ | $s$   | $r_{tt}$ | $k$   | $\bar{X}$ | $s$   | $r_{tt}$ |
| ภาพรวม            | 30        | 16.700    | 8.356 | 0.927    | 30    | 16.111    | 8.015 | 0.917    |
| ภาพส่วนประกอบย่อย | 30        | 13.495    | 7.674 | 0.908    | 30    | 15.178    | 7.587 | 0.904    |

จากตาราง 2 ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ มีรูปแบบการมองภาพรวมและ ภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าเท่ากับ 16.700 และ 13.495 ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบการมองแบบ ภาพรวม มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่มีรูปแบบการมอง ค่อนข้างง่ายกว่าการมองภาพส่วนประกอบย่อย และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบลดภาพ มีรูปแบบ การมองภาพรวมและภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าเท่ากับ 16.111 และ 15.178 ตามลำดับ ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่มี รูปแบบการมองค่อนข้างง่าย

สำหรับคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ มีรูปแบบการมองภาพรวมและภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าเท่ากับ 8.356 , 7.674 ตามลำดับ และแบบลดภาพ มีค่าเท่ากับ 8.015 , 7.587 ตามลำดับ แสดงว่ามีคะแนนกระจายมากและมีลักษณะการกระจายใกล้เคียงกัน

ในด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ มีรูปแบบการมองภาพรวม และภาพส่วนประกอบย่อย พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.927 และ 0.908 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบลดภาพ มีรูปแบบการมองภาพรวม และภาพส่วนประกอบย่อย พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.917 และ 0.904 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพและแบบลดภาพ ต่างก็มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง คือมีค่ามากกว่า 0.90 ขึ้นไป

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพเหมือนกัน

ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ได้นำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพเหมือนกันเพื่อไปทดสอบความแตกต่างค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นรายคู่ โดยใช้สูตรทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Ferguson, 1981 : 196) ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพเหมือนกัน

| แบบทดสอบ  | รูปแบบการมอง |       |                   |       | Z     |
|-----------|--------------|-------|-------------------|-------|-------|
|           | ภาพรวม       |       | ภาพส่วนประกอบย่อย |       |       |
| ลักษณะภาพ | $r_{tt}$     | $Z_r$ | $r_{tt}$          | $Z_r$ |       |
| เพิ่มภาพ  | 0.927        | 1.658 | 0.908             | 1.528 | 1.761 |
| ลดภาพ     | 0.917        | 1.589 | 0.904             | 1.499 | 1.219 |

จากตาราง 3 ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองภาพรวม และภาพส่วนประกอบย่อย ที่มีลักษณะภาพเหมือนกัน คือ เพิ่มภาพ กับ ลดภาพ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ได้้นำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน เพื่อไปทดสอบความแตกต่างค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นรายคู่ โดยใช้สูตรทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Ferguson. 1981 : 196) ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน

| แบบทดสอบ          | ลักษณะภาพ |       |          |       | Z     |
|-------------------|-----------|-------|----------|-------|-------|
|                   | เพิ่มภาพ  |       | ลดภาพ    |       |       |
| รูปแบบการมอง      | $r_{tt}$  | $Z_r$ | $r_{tt}$ | $Z_r$ |       |
| ภาพรวม            | 0.927     | 1.658 | 0.917    | 1.589 | 0.935 |
| ภาพส่วนประกอบย่อย | 0.908     | 1.528 | 0.904    | 1.499 | 0.393 |

จากตาราง 4 ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน คือ ภาพรวม กับ ภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ระหว่างรูปแบบการมองต่างกัน เมื่อมีลักษณะภาพเหมือนกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กลุ่มที่ 8 ที่เรียนวิชาบังคับเลือก รายวิชางานช่างพื้นฐาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 12 โรงเรียน มีห้องเรียน 139 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 5,399 คน

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ที่เรียนวิชาบังคับเลือก รายวิชางานช่างพื้นฐาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 8 จำนวน 1,487 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ที่มีลักษณะภาพและรูปแบบการมองต่างกัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวโครงสร้างของแบบทดสอบวัดด้านมิติสัมพันธ์ของ เบน-เชม ,ลัฟแพน และฮวง (Ben-Chaim, Lappan and Houang) เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 30 ข้อ
2. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 30 ข้อ
3. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม จำนวน 30 ข้อ
4. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย จำนวน 30 ข้อ

### สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้า สรุปผลได้ดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ มีรูปแบบการมองภาพรวมและภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าเท่ากับ 16.700 และ 13.495 ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบการมองแบบภาพรวม มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่มีรูปแบบการมองค่อนข้างง่ายกว่าการมองภาพส่วนประกอบย่อย และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบลดภาพ มีรูปแบบการมองภาพรวมและภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าเท่ากับ 16.111 และ 15.178 ตามลำดับ ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่มีรูปแบบการมองค่อนข้างง่าย

ส่วนคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ มีรูปแบบการมองภาพรวมและภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าเท่ากับ 8.356 , 7.674 ตามลำดับ และแบบลดภาพ มีค่าเท่ากับ 8.015 , 7.587 ตามลำดับ แสดงว่ามีคะแนนกระจายมากและมีลักษณะการกระจายใกล้เคียงกันในแต่ละรูปแบบ

2. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองภาพรวม และภาพส่วนประกอบย่อย ที่มีลักษณะภาพเหมือนกันเป็นแบบเพิ่มภาพและแบบลดภาพ มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.927 และ 0.908 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน เป็นภาพ

รวม และภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.917 และ 0.904 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

## อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองภาพรวม และภาพส่วนประกอบย่อย ที่มีลักษณะภาพเหมือนกัน เป็นแบบเพิ่มภาพกับแบบลดภาพ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าความแปรปรวนของคะแนนผลการสอบระหว่างแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ มีค่าใกล้เคียงกัน จึงทำให้มีค่าความเชื่อมั่นใกล้เคียงกันด้วย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของกรอนลันด์ (Gronlund, 1976 : 119) และ เมเรนส์ และ ลีมอนน์ (Mehrens and Lehmann, 1984 : 278 – 281) ที่กล่าวว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อมขึ้นอยู่กับความแปรปรวนระหว่างคะแนนผลการสอบ ถ้าความแปรปรวนของคะแนนมีน้อย ค่าความเชื่อมั่นก็ลดลง แต่ถ้าความแปรปรวนของคะแนนมีมากก็จะมีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นสูง ดังนั้นแบบทดสอบที่มีความแปรปรวนระหว่างคะแนนผลการสอบใกล้เคียงกัน ย่อมทำให้ค่าความเชื่อมั่นใกล้เคียงกันด้วย จึงทำให้แบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นแสดงว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกียรติพงษ์ กะลำพัก (2537 : 63) ที่พบว่า ลักษณะการวางภาพคำถามทิศทางการต่างกัน ก็ไม่มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเช่นกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ทั้ง 4 ฉบับ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2539 : 244) ซึ่งหมายความว่า แบบทดสอบนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอนเป็นที่เชื่อถือได้ แต่สำหรับผลการวิจัยของ สุริยัน ยางศรี (2533 : 62-63) และจรรยา สิงห์ทอง (2532 : 57-60) พบว่า ลักษณะการเปลี่ยนทิศทางของภาพซ่อนในแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบซ่อนภาพมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และผลงานวิจัยของ วาสนา คูหะโรจนปกรณ์ (2532 : 45) ที่กล่าวว่า ลักษณะการหมุนภาพที่ต่างกัน มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พัชรีย์ มะลิวัลย์ 2536: 43) ที่พบว่า ลักษณะการกำหนดทิศทางการหมุนของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้าม มีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแตกต่างกัน รวมถึงงานวิจัยของสมาพร น้อยแสง (2535 : 85-87) ที่พบว่า ลักษณะของการวางภาพ แบบเลื่อนภาพ และแบบกลับภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบประกอบภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ที่มีการวางภาพต่างกัน ก็มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเช่นกัน จะเห็นได้

งานวิจัยที่กล่าวมาไม่ว่าจะเป็นลักษณะของแบบทดสอบที่มีการเปลี่ยนทิศทาง การวาง หรือ การหมุน ของภาพ ก็มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นทั้งสิ้น และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นสูง ตั้งแต่ 0.904 ถึง 0.927 อาจเป็นเพราะ ข้อคำถามของแต่ละฉบับมีความเป็นปรนัย เนื่องจาก ลักษณะภาพและรูปแบบการมอง มีเครื่องหมายบ่งชี้ในแต่ละภาพ ทำให้เกิดความชัดเจนในการ มองรูปทรง 3 มิติ มากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับสูง ซึ่งแบบ ทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพ รวม เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลน ไอโซเมตริก มีค่าความเชื่อมั่นสูง แสดงให้เห็นว่ามีความคงที่แน่นอนเป็นที่เชื่อถือได้มากกว่า แบบทดสอบฉบับอื่น

2. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างลักษณะภาพต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการมองเหมือนกัน เป็นภาพ รวมและภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ สมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมอง รูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ทั้ง 4 ฉบับ ต่างก็มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง คือ มีค่า มากกว่า 0.90 ขึ้นไป จึงส่งผลให้ค่าความเชื่อมั่นระหว่างลักษณะภาพที่ต่างกัน เมื่อมีรูปแบบการ มองเหมือนกันมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสอดคล้องกับงานวิจัย ของ อุทัยวรรณ สายพัฒนา ที่กล่าวว่า ลักษณะการกำหนดมุมมองที่ต่างกัน คือ การมองทาง ด้านขวา การมองทางด้านซ้าย การมองทางด้านบน และการมองทางด้านหลัง ไม่มีผลต่อค่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเช่นกัน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ มีดังนี้

1.1 จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ มีรูปแบบการมอง ภาพรวม และภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.927 และ 0.908 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มี ลักษณะภาพแบบลดภาพ มีรูปแบบการมองภาพรวม และภาพส่วนประกอบย่อย มีค่าความ เชื่อมั่นเท่ากับ 0.917 และ 0.904 ตามลำดับ ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของแบบ ทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ระหว่างรูปแบบการมองภาพ รวม และภาพส่วนประกอบย่อย ที่มีลักษณะภาพเหมือนกัน คือ เพิ่มภาพ กับ ลดภาพ จึงพบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพและแบบลดภาพ ต่างก็มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง คือ มีค่ามากกว่า 0.90 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นใกล้เคียงกันในแต่ละรูปแบบ ดังนั้นในการจะนำแบบทดสอบไปใช้จึงเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ฉบับใดก็ได้เพราะมีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกันนี้ กับนักเรียนที่เรียน วิชางานช่างพื้นฐาน ในระดับชั้นอื่น ๆ เช่น ปวช. ปวส. หรือ อุดมศึกษา

2.2 ควรมีการศึกษาศึกษาการเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก ที่มีลักษณะภาพ และรูปแบบการมองต่างกันนี้ โดยศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น เพศ อายุ หรือ ระดับผลการเรียน เป็นต้น



## บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2523). *จิตวิทยาการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดศรีเดชา.
- กรมวิชาการ. (2534). *คู่มือการเรียนการสอนการงาน งานช่างพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- โกวิท ประวาลพุกษ์. (2509). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ : พัฒนาการวัดผล.
- คมกฤต จำปาสุด. (2525). *เขียนแบบทั่วไป 1*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- จรรยา สิงห์ทอง. (2532). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบซ้อนภาพที่มีขนาดและทิศทางของภาพซ้อนต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จำเนียร ช่างโชติ. (2519). *จิตวิทยาการรับรู้และการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- ฉวีวรรณ รมยานนท์. (2541). *เขียนแบบเทคนิค 1*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ชวาล แพรัตกุล. (2516). *เทคนิคการวัดผล*. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- (2517). *การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ*. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร.
- (2520). *เทคนิคการเขียนข้อสอบ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครูสภา.
- (2526, พฤษภาคม - สิงหาคม). "การวัดความถนัดทางการเรียน," *วารสารการวัดผลการศึกษา*. 5(1) : 1-12.
- ชวิน เป้าอารีย์, ประสิทธิ์ อรุณรัตนานนท์. (2513). *เขียนแบบ*. กรุงเทพฯ : แผนกการพิมพ์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.
- ชัยพร วิชชาวุธ. (2523). *การวิจัยเชิงจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไตรรงค์ เจนการ. (2534). *การศึกษาคุณภาพของระบบทดสอบเอ็มอีคิว วัดความสามารถแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* วิทยานิพนธ์ ค.ม.(ประเมินผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทองหล่อ วิภาวิน. (2524). *การวัดผลทางจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2521). *การวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัด*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- (2526). *แบบทดสอบวัดความถนัด*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2517). *การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบสมรรถภาพทางสมองด้าน  
การคิดเอกลักษ์ทางภาษา ตามทฤษฎีกลิฟอร์ด์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. ปรินูญานินพนธ์  
กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2521). *การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา : ทฤษฎีและการ  
ประยุกต์*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนคริน  
ทรวิโรฒ.
- (2537). *การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อย  
ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญยฤทธิ์ คงคาเพชร. (2520). *การศึกษาเปรียบเทียบผลการรับรู้ความลึกของภาพ 2 มิติ โดยใช้  
เครื่องซี ความลึกแบบต่าง ๆ ในชั้นประถมศึกษาตอนปลาย*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม.  
(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ. (2525). *การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรี  
นครินทรวิโรฒ.
- พร้อม พาณิชนัยภักดิ์. (2531). "นโยบายและปัญหาในการพัฒนากำลังคน," *ประมวลบทความเกี่ยวกับ  
การมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : ชุรุสภา.
- พัชร มะลิวัลย์. (2536). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้าม  
ที่มีแบบ การหมุนและรูปทรงต่างกัน*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)  
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2525). *มูลสารการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์จุฬา  
ลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โยธิน ศันสนยุทธ์. (2531). *จิตวิทยา*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2528). *หลักการวิจัยการศึกษา*. ศึกษาพรจำกัด.
- (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. (2525). *การวัดความถนัดเบื้องต้น*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนคริน  
ทรวิโรฒ สงขลา.

- วาสนา คูหะโรจนปกรณ์. (2532). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบแรงาและไม่แรงาที่หมุนรอบแกน X และ แกน Y และ รอบแกน Z*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิจิตร ศรีสอาน. (2518). *หลักการอุดมศึกษา*. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2524). *หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : เรืองอักษร.
- สมทรง เวียงอำพล. (2529). *การออกแบบ-เขียนแบบ*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จบุญเรืองรัตน์. (2513). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สมศักดิ์ สินธุเวชญ์. (2526). *แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สมาพร น้อยแสง. (2535). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบประกอบภาพ 2 มิตี และ 3 มิตี ที่มีการวางภาพต่างกัน*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สัญญา จันทรอด. (2534). *การเปรียบเทียบความยากของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ 3 มิตี ที่มีมุมมองภาพต่างกัน*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาพจิต, กอง. (2533). *ปีทองของเด็กไทยปี 2533-2534*. กรุงเทพฯ : กองสุภาพจิต.
- สุชา จันท์เอม และสร้างค์ จันท์เอม. (2515). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : รวมสาส์น.
- สุรน สิทธิวิชาพร. (2532). *ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรัช มีชาญ. (2533). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบพับกระดาษที่มีแนวเส้นพับและชนิดของภาพต่างกัน*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรยนต์ ยางศรี. (2533). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบซ้อนภาพที่มีรูปแบบและทิศทางของภาพซ้อนต่างกัน*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2530). *การสร้างแบบทดสอบ 2 แบบทดสอบความถนัด*. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อเนก เพียรอนุกุลบุตร. (2527). *การสร้างแบบทดสอบความถนัด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อานันต์ ศรีโสภา. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- อารี สุทธิพันธ์. (2521). *การออกแบบ*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

- อุทัยวรรณ สายพัฒนา. (2539). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติจากรูปแปลนที่มีมุมมองต่างกัน*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Anastasi, Anne. (1980). *Psychological Testing*. New York : Macmillan Publishing Co.,Inc.
- Andreas, Burton G. (1968). *Experimental Psychology*. New Delhi : Wiley Eastern Private Limited.
- Archer, James E. (1965). "Concept Identification as a Function of Obviousnes of Relevant and Irrelevant Information," *In Reading In the Psychology of Cognition*. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc.
- Ben-Chaim, David, Glenda Lappan and Richard T. Houang. (1988, Spring). "The Effect of Instruction on Spatial Visualization on Skills of Middle School Boys and Girls," *American Education Research. Journal*. 1(25) : 51-71.
- Ben-Chaim, David. (1983, March). "Spatial Visualization : Sex Differences, Grade Level Differences and the Effect of Instruction on the Performance and Attitudes of Middle School Boys and Girls," *Dissertration Abstracts International*. 43(1) : 2914-A.
- Bennett, George K. ; Seashore, Harold G. ; and Wesman, Alexznder G. (1966). *Manual for the Differential Aptitude Tests*. 4<sup>th</sup> ed. New York : The Psychological Corporation.
- Binet, Simon. (1905). *Psychological Testing and Assessment*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bingham, Walter Ven Duke. (1937). *Aptitude and Aptitude Testing*. Harper and Brother.
- Brown, Stephen W. Guilford, J.P., Ralph, Hoepfner. (1970, January). "Six Semantic Memory Abilities," *Educational and Psychology Measurement*. 35(3) : 235.
- Campbell, Alison C. (1961, June). "Some Determinants of the Pissicuity of Non Verbal Classification Items," *Educational and Psychological Measurement*. 45(2) : 12.
- Cattell. (1950). *Cognitive Psychology*. 2<sup>nd</sup> ed. Boston Toront : Little.
- Cooper, Regan. (1982). *Measurement in Today School*. Prentice-Hall Inc.
- Cronbach, Lee J. (1970). *Essentials of Psychological Testing*. 3<sup>nd</sup> ed. New York : Harper and Row Publisher.
- Cronbach, Lee J., and Merwin Jac C., (1954, August). "A Model for Studying the Validity of Multiple Choice Items," *Educational and Psychological Measurement*. 6(3) : 33.
- Ebel, Robert L. (1965). *Measuring Educational Achievement*. New Jersey : Prentice-Hall.
- Ebel. R. L. (1979). *Essentials of Educational Measurement*. Englewood Cliffs, N. J. : Printice-Hall.

- Feldt, L.S. (1965). "The Approximate Sampling Distribution of Kuder-Richardson Reliability Coefficient Twenty," *Psychometrika*. 30 : 357-370.
- Ferguson, Geoerge A. (1981). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. 5<sup>th</sup> ed. Tokyo : Kosaido Printing Co, Ltd.
- Frederiksen. N., Mislevy, R. J. ; Bejar, I.T. (Eds). (1993). *Test Theory For A New Generation of Tests*. Hillsdale, N. J.
- Freeman, Fronk S. (1966). *Theory and Practice of Psychological Testing*. 3<sup>rd</sup> ed. New york : Holt Rinehart and Winston.
- French, Thomas E. and Svensen Car 1 L. (1948). *Mechanical Drawing*. 5<sup>th</sup> ed., New York : McGraw-Hill Book Co.
- Garrett, H. E. (1965). *Statistices in Psychology and Education*. Bombay : Vakils, Feffer and Simon PVT. Ltd.
- Gregory J. Robert. (1996). *Psychological Testing*. 2<sup>nd</sup> ed. Boston : Allynand Bacan.
- Gronlund, Norman E. (1976). *Measurement and Evaluation in Teaching*. pp 316-355 . New York : Macmillan Publishing Co., Inc..
- Gropper, George L. (1966). "Learning From Visuals : Some Behavioral Considerations," *AV Communication Review*.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Guilford, J.P. Hoepfner, Ralph. (1971). *The Anallysis of Intelligence*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Hochberg, Julian E. (1978). *Perception*. 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey : Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs.
- Kristof. W. (1974). "Estimation of reliability and True Score Variance from a Split of a Test into Three Arbitrary Parts," *Psychometrika*. 39 : 491-499.
- Lehmann, Iruin J. and William A. Mehrens. (1971). *Educational Research : Readings in Focus*. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- Levy, Joan U Normand Levy (1992). *Mechanical Aptitude and Spatial Relations Tests*. United States of America : An Arco Book.
- Lohman. (1979). *Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problems*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates.
- Lord and Novick. (1967). *Measurement and Assessment in Teaching*. (7<sup>th</sup> ed.), New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Matlin Margaret W. (1989). *Cognition*. Holt Rinehart and Winston Inc.

McGee, M.G. (1979, September). "Human Spatial Abilities : Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal and Neurological Influences" ***Psychological Bulletin***. 86(5) : 889-918.

Noll, Victor H. (1965). ***Introduction to Educational Measurement***. 2<sup>nd</sup> ed. Boston : Houghton Mifflin.

Perkin, David N. (1986, March). "Thinking Frame," ***Educational Leadership***. 4(1) : 225.

Seddon, G.M., P.A. Eniayeju and I Jusoh. (1984, April). "The Visualization of Rotation in Diagrams of Three Dimensional Structures," ***American Educational Research Journal***. 21(1) : 3959.

Stephen, K. Reed. (1982). ***Cognition Theory and Application***. California : Brooks/Cole Publishing Company.

Thurstone. T.G. (1963). ***Enaminer' s Manual Primary Mental Abilities***. Chicago : Science Research Associates inc.

Vernon, Magdalen Dorothe. (1954). ***A Further Study of Visual Perception***. London : The Syndics of the Cambridge University Press.

Warren, Haward C. (1934). ***Dictionary of Psychology***. New York : Houghton Mifflin Company.

Whitely, S.E. (1958). "Solving Verbal Analogies : Some Cognitive Components of Intelligence Test Items," ***Journal of Educational Psychology***. 68(2) : 234-242.





ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของ  
แบบทดสอบวัดมิติตัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

- |                                   |                                                                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์ | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์  | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. อาจารย์ ดร.ละเอียต รักษ์เฝ้า   | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. อาจารย์ วิจิตร อ็อกกังวาล      | หัวหน้าแผนกเขียนแบบ<br>โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม                                    |
| 5. อาจารย์ ยงยุทธ เชิดชู          | ฝ่ายวิชาการ<br>โรงเรียนนนทรีวิทยา                                               |

ภาคผนวก ข  
รายชื่อโรงเรียนที่ใช้เก็บข้อมูล ในการทดลองเครื่องมือครั้งที่ 1

รายชื่อโรงเรียนที่ใช้เก็บข้อมูล ในการทดลองเครื่องมือครั้งที่ 1

1. โรงเรียนโรงเรียนพุทธจักรวิทยา
2. โรงเรียนนวมินทราชินูทิศเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
3. โรงเรียนปทุมคงคา



ภาคผนวก ค

ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบมอง  
รูปทรง 3 มิติ ภาพแปลงไอโซเมตริก แบบเลือกตอบจำนวน 60 ข้อ  
ในการทดลองครั้งที่ 1

ตาราง 5 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม (ฉบับที่ 1) ในการทดลอง ครั้งที่ 1

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 1      | ก.       | 0.110 | 0.259 | ตัดออก   | 6      | ก.       | 0.130 | 0.167 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.180 | 0.093 |          |        | (ข.)     | 0.665 | 0.556 |             |
|        | (ค.)     | 0.595 | 0.463 |          |        | ค.       | 0.050 | 0.130 |             |
|        | ง.       | 0.035 | 0.056 |          |        | ง.       | 0.075 | 0.259 |             |
|        | จ.       | 0.080 | 0.056 |          |        | จ.       | 0.075 | 0.019 |             |
| 2      | (ก.)     | 0.525 | 0.593 | ตัดออก   | 7      | ก.       | 0.090 | 0.148 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.090 | 0.185 |          |        | ข.       | 0.160 | 0.000 |             |
|        | ค.       | 0.170 | 0.204 |          |        | ค.       | 0.165 | 0.315 |             |
|        | ง.       | 0.130 | 0.111 |          |        | ง.       | 0.085 | 0.074 |             |
|        | จ.       | 0.085 | 0.093 |          |        | (จ.)     | 0.500 | 0.537 |             |
| 3      | ก.       | 0.020 | 0.074 | ตัดออก   | 8      | (ก.)     | 0.650 | 0.648 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.685 | 0.537 |          |        | ข.       | 0.100 | 0.204 |             |
|        | ค.       | 0.060 | 0.185 |          |        | ค.       | 0.125 | 0.222 |             |
|        | ง.       | 0.050 | 0.111 |          |        | ง.       | 0.060 | 0.148 |             |
|        | จ.       | 0.185 | 0.167 |          |        | จ.       | 0.065 | 0.074 |             |
| 4      | ก.       | 0.110 | 0.296 | ตัดออก   | 9      | ก.       | 0.170 | 0.148 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.065 | 0.148 |          |        | ข.       | 0.105 | 0.167 |             |
|        | (ค.)     | 0.455 | 0.407 |          |        | (ค.)     | 0.550 | 0.556 |             |
|        | ง.       | 0.080 | 0.148 |          |        | ง.       | 0.110 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.290 | 0.185 |          |        | จ.       | 0.065 | 0.074 |             |
| 5      | ก.       | 0.135 | 0.093 | ตัดออก   | 10     | ก.       | 0.050 | 0.074 | คัดเลือกว่า |
|        | ข.       | 0.085 | 0.167 |          |        | (ข.)     | 0.665 | 0.630 |             |
|        | ค.       | 0.095 | 0.259 |          |        | ค.       | 0.130 | 0.259 |             |
|        | (ง.)     | 0.610 | 0.630 |          |        | ง.       | 0.080 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.075 | 0.111 |          |        | จ.       | 0.075 | 0.130 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 11     | ก.       | 0.070 | 0.130 | ตัดออก      | 17     | (ก.)     | 0.525 | 0.685 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.630 | 0.722 |             |        | ข.       | 0.165 | 0.259 |             |
|        | ค.       | 0.105 | 0.222 |             |        | ค.       | 0.105 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.150 | 0.296 |             |        | ง.       | 0.135 | 0.185 |             |
|        | จ.       | 0.045 | 0.074 |             |        | จ.       | 0.070 | 0.056 |             |
| 12     | ก.       | 0.135 | 0.222 | ตัดออก      | 18     | ก.       | 0.085 | 0.037 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.250 | 0.148 |             |        | ข.       | 0.160 | 0.278 |             |
|        | ค.       | 0.105 | 0.222 |             |        | (ค.)     | 0.435 | 0.241 |             |
|        | (ง.)     | 0.440 | 0.648 |             |        | ง.       | 0.085 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.056 |             |        | จ.       | 0.235 | 0.241 |             |
| 13     | (ก.)     | 0.480 | 0.759 | คัดเลือกไว้ | 19     | ก.       | 0.090 | 0.111 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.185 | 0.333 |             |        | ข.       | 0.210 | 0.352 |             |
|        | ค.       | 0.240 | 0.167 |             |        | ค.       | 0.095 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.055 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.095 | 0.111 |             |
|        | จ.       | 0.035 | 0.130 |             |        | (จ.)     | 0.510 | 0.759 |             |
| 14     | ก.       | 0.170 | 0.074 | ตัดออก      | 20     | (ก.)     | 0.460 | 0.630 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.145 | 0.296 |             |        | ข.       | 0.175 | 0.148 |             |
|        | (ค.)     | 0.355 | 0.259 |             |        | ค.       | 0.100 | 0.204 |             |
|        | ง.       | 0.105 | 0.204 |             |        | ง.       | 0.115 | 0.315 |             |
|        | จ.       | 0.225 | 0.315 |             |        | จ.       | 0.150 | 0.037 |             |
| 15     | (ก.)     | 0.525 | 0.741 | ตัดออก      | 21     | ก.       | 0.140 | 0.259 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.220 | 0.278 |             |        | ข.       | 0.180 | 0.148 |             |
|        | ค.       | 0.065 | 0.130 |             |        | ค.       | 0.175 | 0.296 |             |
|        | ง.       | 0.135 | 0.333 |             |        | (ง.)     | 0.425 | 0.704 |             |
|        | จ.       | 0.055 | 0.000 |             |        | จ.       | 0.080 | 0.000 |             |
| 16     | ก.       | 0.080 | 0.185 | คัดเลือกไว้ | 22     | ก.       | 0.145 | 0.241 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.155 | 0.259 |             |        | ข.       | 0.110 | 0.167 |             |
|        | (ค.)     | 0.560 | 0.648 |             |        | ค.       | 0.140 | 0.241 |             |
|        | ง.       | 0.135 | 0.111 |             |        | ง.       | 0.075 | 0.000 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.093 |             |        | (จ.)     | 0.530 | 0.648 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 23     | (ก.)     | 0.450 | 0.833 | คัดเลือกไว้ | 29     | (ก.)     | 0.550 | 0.741 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.135 | 0.130 |             |        | ข.       | 0.170 | 0.333 |             |
|        | ค.       | 0.170 | 0.259 |             |        | ค.       | 0.150 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.130 | 0.259 |             |        | ง.       | 0.100 | 0.204 |             |
|        | จ.       | 0.115 | 0.185 |             |        | จ.       | 0.030 | 0.019 |             |
| 24     | ก.       | 0.090 | 0.222 | ตัดออก      | 30     | ก.       | 0.115 | 0.111 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.140 | 0.259 |             |        | ข.       | 0.130 | 0.241 |             |
|        | ค.       | 0.170 | 0.167 |             |        | ค.       | 0.165 | 0.148 |             |
|        | (ง.)     | 0.510 | 0.685 |             |        | (ง.)     | 0.500 | 0.630 |             |
|        | จ.       | 0.090 | 0.037 |             |        | จ.       | 0.090 | 0.130 |             |
| 25     | (ก.)     | 0.560 | 0.759 | คัดเลือกไว้ | 31     | (ก.)     | 0.460 | 0.741 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.105 | 0.204 |             |        | ข.       | 0.170 | 0.222 |             |
|        | ค.       | 0.130 | 0.204 |             |        | ค.       | 0.110 | 0.130 |             |
|        | ง.       | 0.105 | 0.241 |             |        | ง.       | 0.215 | 0.315 |             |
|        | จ.       | 0.100 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.045 | 0.074 |             |
| 26     | ก.       | 0.110 | 0.259 | คัดเลือกไว้ | 32     | ก.       | 0.055 | 0.074 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.155 | 0.278 |             |        | (ข.)     | 0.505 | 0.500 |             |
|        | ค.       | 0.160 | 0.222 |             |        | ค.       | 0.170 | 0.241 |             |
|        | ง.       | 0.080 | 0.093 |             |        | ง.       | 0.090 | 0.074 |             |
|        | (จ.)     | 0.495 | 0.852 |             |        | จ.       | 0.180 | 0.111 |             |
| 27     | ก.       | 0.165 | 0.074 | ตัดออก      | 33     | (ก.)     | 0.485 | 0.796 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.520 | 0.574 |             |        | ข.       | 0.060 | 0.130 |             |
|        | ค.       | 0.110 | 0.148 |             |        | ค.       | 0.270 | 0.352 |             |
|        | ง.       | 0.130 | 0.185 |             |        | ง.       | 0.100 | 0.185 |             |
|        | จ.       | 0.075 | 0.167 |             |        | จ.       | 0.085 | 0.130 |             |
| 28     | (ก.)     | 0.525 | 0.815 | คัดเลือกไว้ | 34     | (ก.)     | 0.535 | 0.667 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.110 | 0.185 |             |        | ข.       | 0.160 | 0.148 |             |
|        | ค.       | 0.155 | 0.315 |             |        | ค.       | 0.115 | 0.188 |             |
|        | ง.       | 0.125 | 0.130 |             |        | ง.       | 0.115 | 0.204 |             |
|        | จ.       | 0.085 | 0.185 |             |        | จ.       | 0.075 | 0.130 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r      | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|--------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 35     | ก.       | 0.105 | 0.093  | คัดเลือกไว้ | 41     | ก.       | 0.135 | 0.111 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.170 | 0.333  |             |        | ข.       | 0.195 | 0.296 |             |
|        | (ค.)     | 0.525 | 0.667  |             |        | ค.       | 0.140 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.130 | 0.222  |             |        | ง.       | 0.100 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.019  |             |        | (จ.)     | 0.430 | 0.759 |             |
| 36     | ก.       | 0.125 | 0.204  | คัดเลือกไว้ | 42     | ก.       | 0.165 | 0.148 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.480 | 0.550  |             |        | (ข.)     | 0.410 | 0.685 |             |
|        | ค.       | 0.140 | 0.241  |             |        | ค.       | 0.150 | 0.241 |             |
|        | ง.       | 0.140 | 0.259  |             |        | ง.       | 0.215 | 0.259 |             |
|        | จ.       | 0.115 | 0.204  |             |        | จ.       | 0.060 | 0.037 |             |
| 37     | ก.       | 0.125 | 0.167  | ตัดออก      | 43     | (ก.)     | 0.420 | 0.815 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.120 | 0.204  |             |        | ข.       | 0.135 | 0.185 |             |
|        | ค.       | 0.130 | 0.130  |             |        | ค.       | 0.220 | 0.296 |             |
|        | (ง.)     | 0.505 | 0.667  |             |        | ง.       | 0.120 | 0.241 |             |
|        | จ.       | 0.120 | 0.167  |             |        | จ.       | 0.105 | 0.093 |             |
| 38     | ก.       | 0.085 | 0.037  | ตัดออก      | 44     | ก.       | 0.105 | 0.148 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.145 | 0.148  |             |        | ข.       | 0.135 | 0.167 |             |
|        | (ค.)     | 0.540 | 0.611  |             |        | ค.       | 0.190 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.115 | 0.148  |             |        | (ง.)     | 0.445 | 0.593 |             |
|        | จ.       | 0.115 | 0.278  |             |        | จ.       | 0.125 | 0.093 |             |
| 39     | ก.       | 0.200 | 0.204  | ตัดออก      | 45     | ก.       | 0.085 | 0.130 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.155 | 0.184  |             |        | (ข.)     | 0.530 | 0.667 |             |
|        | ค.       | 0.470 | 0.667  |             |        | ค.       | 0.185 | 0.315 |             |
|        | ง.       | 0.110 | 0.185  |             |        | ง.       | 0.105 | 0.204 |             |
|        | (จ.)     | 0.065 | -0.093 |             |        | จ.       | 0.095 | 0.019 |             |
| 40     | ก.       | 0.100 | 0.019  | คัดเลือกไว้ | 46     | ก.       | 0.170 | 0.130 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.455 | 0.815  |             |        | ข.       | 0.155 | 0.352 |             |
|        | ค.       | 0.245 | 0.593  |             |        | (ค.)     | 0.490 | 0.667 |             |
|        | ง.       | 0.110 | 0.093  |             |        | ง.       | 0.130 | 0.093 |             |
|        | จ.       | 0.090 | 0.111  |             |        | จ.       | 0.055 | 0.093 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r      | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|--------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 47     | ก.       | 0.180 | 0.167  | ตัดออก      | 53     | ก.       | 0.085 | 0.130 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.490 | 0.667  |             |        | (ข.)     | 0.525 | 0.741 |             |
|        | ค.       | 0.145 | 0.222  |             |        | ค.       | 0.194 | 0.333 |             |
|        | ง.       | 0.130 | 0.185  |             |        | ง.       | 0.115 | 0.130 |             |
|        | จ.       | 0.055 | 0.093  |             |        | จ.       | 0.080 | 0.148 |             |
| 48     | ก.       | 0.190 | 0.296  | ตัดออก      | 54     | (ก.)     | 0.425 | 0.778 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.490 | 0.759  |             |        | ข.       | 0.180 | 0.204 |             |
|        | ค.       | 0.125 | 0.241  |             |        | ค.       | 0.190 | 0.278 |             |
|        | ง.       | 0.105 | 0.111  |             |        | ง.       | 0.170 | 0.278 |             |
|        | จ.       | 0.090 | 0.111  |             |        | จ.       | 0.035 | 0.019 |             |
| 49     | (ก.)     | 0.535 | 0.778  | คัดเลือกไว้ | 55     | ก.       | 0.225 | 0.019 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.240 | 0.426  |             |        | ข.       | 0.130 | 0.148 |             |
|        | ค.       | 0.130 | 0.185  |             |        | ค.       | 0.135 | 0.315 |             |
|        | ง.       | 0.060 | 0.167  |             |        | (ง.)     | 0.395 | 0.630 |             |
|        | จ.       | 0.035 | 0.000  |             |        | จ.       | 0.115 | 0.185 |             |
| 50     | (ก.)     | 0.255 | -0.111 | ตัดออก      | 56     | ก.       | 0.150 | 0.167 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.405 | 0.315  |             |        | ข.       | 0.175 | 0.315 |             |
|        | ค.       | 0.145 | 0.167  |             |        | ค.       | 0.115 | 0.167 |             |
|        | ง.       | 0.105 | 0.019  |             |        | ง.       | 0.145 | 0.222 |             |
|        | จ.       | 0.090 | 0.056  |             |        | (จ.)     | 0.410 | 0.870 |             |
| 51     | ก.       | 0.195 | 0.333  | คัดเลือกไว้ | 57     | ก.       | 0.100 | 0.259 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.150 | 0.148  |             |        | ข.       | 0.105 | 0.130 |             |
|        | ค.       | 0.130 | 0.185  |             |        | (ค.)     | 0.550 | 0.685 |             |
|        | (ง.)     | 0.415 | 0.852  |             |        | ง.       | 0.160 | 0.222 |             |
|        | จ.       | 0.110 | 0.185  |             |        | จ.       | 0.085 | 0.074 |             |
| 52     | (ก.)     | 0.505 | 0.833  | คัดเลือกไว้ | 58     | ก.       | 0.105 | 0.204 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.160 | 0.296  |             |        | (ข.)     | 0.515 | 0.778 |             |
|        | ค.       | 0.140 | 0.241  |             |        | ค.       | 0.160 | 0.204 |             |
|        | ง.       | 0.115 | 0.222  |             |        | ง.       | 0.140 | 0.222 |             |
|        | จ.       | 0.075 | 0.093  |             |        | จ.       | 0.080 | 0.148 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 59     | ก.       | 0.125 | 0.204 | ตัดออก   | 60     | ก.       | 0.215 | 0.278 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.130 | 0.204 |          |        | ข.       | 0.120 | 0.148 |             |
|        | ค.       | 0.170 | 0.185 |          |        | ค.       | 0.110 | 0.222 |             |
|        | (ง.)     | 0.435 | 0.852 |          |        | ง.       | 0.115 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.140 | 0.259 |          |        | (จ.)     | 0.440 | 0.815 |             |



ตาราง 6 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง  
3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย (ฉบับที่ 2)  
ในการทดลองครั้งที่ 1

| ข้อที่ | ตัวเลือก | P     | r     | หมายเหตุ | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 1      | ก.       | 0.280 | 0.111 | ตัดออก   | 6      | ก.       | 0.320 | 0.296 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.060 | 0.148 |          |        | ข.       | 0.075 | 0.167 |             |
|        | ค.       | 0.165 | 0.296 |          |        | ค.       | 0.120 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.090 | 0.111 |          |        | (ง.)     | 0.405 | 0.685 |             |
|        | (จ.)     | 0.405 | 0.667 |          |        | จ.       | 0.080 | 0.037 |             |
| 2      | ก.       | 0.055 | 0.093 | ตัดออก   | 7      | ก.       | 0.085 | 0.167 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.120 | 0.148 |          |        | ข.       | 0.145 | 0.167 |             |
|        | ค.       | 0.150 | 0.204 |          |        | ค.       | 0.135 | 0.241 |             |
|        | (ง.)     | 0.570 | 0.537 |          |        | (ง.)     | 0.595 | 0.556 |             |
|        | จ.       | 0.105 | 0.093 |          |        | จ.       | 0.040 | 0.019 |             |
| 3      | ก.       | 0.390 | 0.370 | ตัดออก   | 8      | ก.       | 0.065 | 0.130 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.080 | 0.111 |          |        | ข.       | 0.100 | 0.185 |             |
|        | (ค.)     | 0.325 | 0.519 |          |        | ค.       | 0.110 | 0.204 |             |
|        | ง.       | 0.145 | 0.074 |          |        | (ง.)     | 0.675 | 0.593 |             |
|        | จ.       | 0.060 | 0.037 |          |        | จ.       | 0.050 | 0.074 |             |
| 4      | (ก.)     | 0.660 | 0.500 | ตัดออก   | 9      | ก.       | 0.080 | 0.148 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.065 | 0.111 |          |        | ข.       | 0.115 | 0.222 |             |
|        | ค.       | 0.045 | 0.111 |          |        | ค.       | 0.160 | 0.259 |             |
|        | ง.       | 0.070 | 0.148 |          |        | (ง.)     | 0.600 | 0.704 |             |
|        | จ.       | 0.160 | 0.130 |          |        | จ.       | 0.045 | 0.074 |             |
| 5      | ก.       | 0.150 | 0.056 | ตัดออก   | 10     | (ก.)     | 0.575 | 0.704 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.265 | 0.093 |          |        | ข.       | 0.125 | 0.333 |             |
|        | (ค.)     | 0.440 | 0.407 |          |        | ค.       | 0.155 | 0.167 |             |
|        | ง.       | 0.075 | 0.093 |          |        | ง.       | 0.095 | 0.093 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.167 |          |        | จ.       | 0.050 | 0.111 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 11     | ก.       | 0.120 | 0.204 | ตัดออก      | 17     | (ก.)     | 0.670 | 0.759 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.375 | 0.426 |             |        | ข.       | 0.070 | 0.185 |             |
|        | ค.       | 0.130 | 0.111 |             |        | ค.       | 0.095 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.235 | 0.130 |             |        | ง.       | 0.060 | 0.148 |             |
|        | จ.       | 0.140 | 0.019 |             |        | จ.       | 0.105 | 0.241 |             |
| 12     | ก.       | 0.150 | 0.093 | ตัดออก      | 18     | (ก.)     | 0.525 | 0.667 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.110 | 0.111 |             |        | ข.       | 0.090 | 0.222 |             |
|        | ค.       | 0.165 | 0.278 |             |        | ค.       | 0.185 | 0.389 |             |
|        | ง.       | 0.115 | 0.222 |             |        | ง.       | 0.130 | 0.019 |             |
|        | (จ.)     | 0.460 | 0.704 |             |        | จ.       | 0.070 | 0.074 |             |
| 13     | (ก.)     | 0.595 | 0.759 | คัดเลือกไว้ | 19     | ก.       | 0.115 | 0.278 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.065 | 0.185 |             |        | (ข.)     | 0.375 | 0.333 |             |
|        | ค.       | 0.140 | 0.259 |             |        | ค.       | 0.120 | 0.037 |             |
|        | ง.       | 0.150 | 0.259 |             |        | ง.       | 0.250 | 0.130 |             |
|        | จ.       | 0.050 | 0.056 |             |        | จ.       | 0.140 | 0.148 |             |
| 14     | ก.       | 0.215 | 0.037 | ตัดออก      | 20     | ก.       | 0.085 | 0.185 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.115 | 0.333 |             |        | ข.       | 0.080 | 0.167 |             |
|        | (ค.)     | 0.490 | 0.463 |             |        | ค.       | 0.235 | 0.426 |             |
|        | ง.       | 0.085 | 0.111 |             |        | (ง.)     | 0.505 | 0.870 |             |
|        | จ.       | 0.095 | 0.204 |             |        | จ.       | 0.095 | 0.093 |             |
| 15     | ก.       | 0.100 | 0.241 | ตัดออก      | 21     | ก.       | 0.110 | 0.296 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.145 | 0.185 |             |        | ข.       | 0.140 | 0.204 |             |
|        | (ค.)     | 0.471 | 0.574 |             |        | (ค.)     | 0.460 | 0.815 |             |
|        | ง.       | 0.110 | 0.259 |             |        | ง.       | 0.145 | 0.296 |             |
|        | จ.       | 0.175 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.145 | 0.019 |             |
| 16     | (ก.)     | 0.555 | 0.741 | คัดเลือกไว้ | 22     | (ก.)     | 0.475 | 0.648 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.130 | 0.185 |             |        | ข.       | 0.165 | 0.278 |             |
|        | ค.       | 0.180 | 0.333 |             |        | ค.       | 0.155 | 0.056 |             |
|        | ง.       | 0.080 | 0.130 |             |        | ง.       | 0.110 | 0.241 |             |
|        | จ.       | 0.055 | 0.093 |             |        | จ.       | 0.095 | 0.185 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 23     | ก.       | 0.090 | 0.148 | คัดเลือกไว้ | 29     | ก.       | 0.110 | 0.074 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.200 | 0.278 |             |        | (ข.)     | 0.485 | 0.630 |             |
|        | (ค.)     | 0.525 | 0.685 |             |        | ค.       | 0.215 | 0.278 |             |
|        | ง.       | 0.100 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.135 | 0.241 |             |
|        | จ.       | 0.085 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.055 | 0.037 |             |
| 24     | ก.       | 0.055 | 0.093 | ตัดออก      | 30     | ก.       | 0.105 | 0.185 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.180 | 0.019 |             |        | ข.       | 0.135 | 0.222 |             |
|        | (ค.)     | 0.525 | 0.593 |             |        | ค.       | 0.150 | 0.204 |             |
|        | ง.       | 0.170 | 0.389 |             |        | (ง.)     | 0.530 | 0.759 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.093 |             |        | จ.       | 0.080 | 0.148 |             |
| 25     | ก.       | 0.100 | 0.167 | คัดเลือกไว้ | 31     | (ก.)     | 0.520 | 0.815 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.505 | 0.704 |             |        | ข.       | 0.155 | 0.148 |             |
|        | ค.       | 0.115 | 0.185 |             |        | ค.       | 0.135 | 0.241 |             |
|        | ง.       | 0.100 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.090 | 0.130 |             |
|        | จ.       | 0.180 | 0.204 |             |        | จ.       | 0.100 | 0.296 |             |
| 26     | ก.       | 0.160 | 0.315 | คัดเลือกไว้ | 32     | ก.       | 0.140 | 0.241 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.120 | 0.204 |             |        | ข.       | 0.125 | 0.130 |             |
|        | (ค.)     | 0.590 | 0.833 |             |        | ค.       | 0.140 | 0.148 |             |
|        | ง.       | 0.040 | 0.074 |             |        | (ง.)     | 0.540 | 0.630 |             |
|        | จ.       | 0.090 | 0.241 |             |        | จ.       | 0.055 | 0.111 |             |
| 27     | (ก.)     | 0.545 | 0.759 | ตัดออก      | 33     | (ก.)     | 0.510 | 0.833 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.175 | 0.333 |             |        | ข.       | 0.150 | 0.204 |             |
|        | ค.       | 0.130 | 0.167 |             |        | ค.       | 0.135 | 0.204 |             |
|        | ง.       | 0.080 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.105 | 0.315 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.100 | 0.111 |             |
| 28     | ก.       | 0.110 | 0.241 | คัดเลือกไว้ | 34     | ก.       | 0.115 | 0.222 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.125 | 0.167 |             |        | ข.       | 0.140 | 0.185 |             |
|        | ค.       | 0.205 | 0.333 |             |        | ค.       | 0.140 | 0.241 |             |
|        | ง.       | 0.160 | 0.130 |             |        | ง.       | 0.115 | 0.093 |             |
|        | (จ.)     | 0.400 | 0.870 |             |        | (จ.)     | 0.490 | 0.741 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 35     | ก.       | 0.080 | 0.056 | คัดเลือกไว้ | 41     | ก.       | 0.125 | 0.222 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.090 | 0.204 |             |        | ข.       | 0.175 | 0.370 |             |
|        | ค.       | 0.275 | 0.407 |             |        | ค.       | 0.150 | 0.167 |             |
|        | (ง.)     | 0.450 | 0.796 |             |        | ง.       | 0.105 | 0.056 |             |
|        | จ.       | 0.105 | 0.130 |             |        | (จ.)     | 0.445 | 0.815 |             |
| 36     | ก.       | 0.150 | 0.148 | คัดเลือกไว้ | 42     | ก.       | 0.120 | 0.315 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.180 | 0.204 |             |        | ข.       | 0.150 | 0.167 |             |
|        | ค.       | 0.085 | 0.130 |             |        | (ค.)     | 0.480 | 0.796 |             |
|        | ง.       | 0.090 | 0.130 |             |        | ง.       | 0.160 | 0.259 |             |
|        | (จ.)     | 0.495 | 0.611 |             |        | จ.       | 0.090 | 0.056 |             |
| 37     | ก.       | 0.085 | 0.093 | ตัดออก      | 43     | ก.       | 0.105 | 0.185 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.560 | 0.741 |             |        | (ข.)     | 0.495 | 0.759 |             |
|        | ค.       | 0.160 | 0.315 |             |        | ค.       | 0.180 | 0.259 |             |
|        | ง.       | 0.090 | 0.204 |             |        | ง.       | 0.125 | 0.204 |             |
|        | จ.       | 0.105 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.095 | 0.111 |             |
| 38     | ก.       | 0.135 | 0.167 | ตัดออก      | 44     | ก.       | 0.150 | 0.296 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.455 | 0.667 |             |        | (ข.)     | 0.515 | 0.796 |             |
|        | ค.       | 0.240 | 0.148 |             |        | ค.       | 0.135 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.100 | 0.167 |             |        | ง.       | 0.110 | 0.204 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.185 |             |        | จ.       | 0.090 | 0.111 |             |
| 39     | ก.       | 0.115 | 0.222 | ตัดออก      | 45     | (ก.)     | 0.475 | 0.685 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.545 | 0.741 |             |        | ข.       | 0.110 | 0.130 |             |
|        | ค.       | 0.155 | 0.222 |             |        | ค.       | 0.180 | 0.222 |             |
|        | ง.       | 0.110 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.100 | 0.130 |             |
|        | จ.       | 0.075 | 0.148 |             |        | จ.       | 0.135 | 0.204 |             |
| 40     | (ก.)     | 0.540 | 0.889 | คัดเลือกไว้ | 46     | ก.       | 0.145 | 0.185 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.105 | 0.222 |             |        | ข.       | 0.190 | 0.222 |             |
|        | ค.       | 0.140 | 0.241 |             |        | (ค.)     | 0.515 | 0.574 |             |
|        | ง.       | 0.155 | 0.296 |             |        | ง.       | 0.095 | 0.111 |             |
|        | จ.       | 0.060 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.055 | 0.056 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 47     | ก.       | 0.115 | 0.167 | ตัดออก      | 53     | (ก.)     | 0.460 | 0.722 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.170 | 0.222 |             |        | ข.       | 0.220 | 0.185 |             |
|        | (ค.)     | 0.475 | 0.870 |             |        | ค.       | 0.165 | 0.222 |             |
|        | ง.       | 0.155 | 0.315 |             |        | ง.       | 0.105 | 0.204 |             |
|        | จ.       | 0.085 | 0.167 |             |        | จ.       | 0.050 | 0.111 |             |
| 48     | ก.       | 0.150 | 0.278 | ตัดออก      | 54     | ก.       | 0.125 | 0.185 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.420 | 0.722 |             |        | (ข.)     | 0.430 | 0.778 |             |
|        | ค.       | 0.165 | 0.222 |             |        | ค.       | 0.225 | 0.352 |             |
|        | ง.       | 0.175 | 0.093 |             |        | ง.       | 0.155 | 0.148 |             |
|        | จ.       | 0.090 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.065 | 0.093 |             |
| 49     | (ก.)     | 0.390 | 0.630 | คัดเลือกไว้ | 55     | ก.       | 0.115 | 0.148 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.180 | 0.130 |             |        | ข.       | 0.160 | 0.333 |             |
|        | ค.       | 0.205 | 0.278 |             |        | ค.       | 0.165 | 0.222 |             |
|        | ง.       | 0.165 | 0.111 |             |        | ง.       | 0.110 | 0.019 |             |
|        | จ.       | 0.060 | 0.111 |             |        | (จ.)     | 0.450 | 0.722 |             |
| 50     | (ก.)     | 0.485 | 0.741 | ตัดออก      | 56     | ก.       | 0.165 | 0.167 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.115 | 0.111 |             |        | ข.       | 0.205 | 0.222 |             |
|        | ค.       | 0.150 | 0.241 |             |        | ค.       | 0.185 | 0.259 |             |
|        | ง.       | 0.090 | 0.204 |             |        | (ง.)     | 0.340 | 0.741 |             |
|        | จ.       | 0.160 | 0.185 |             |        | จ.       | 0.105 | 0.093 |             |
| 51     | (ก.)     | 0.565 | 0.704 | คัดเลือกไว้ | 57     | (ก.)     | 0.435 | 0.741 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.180 | 0.259 |             |        | ข.       | 0.135 | 0.093 |             |
|        | ค.       | 0.095 | 0.241 |             |        | ค.       | 0.195 | 0.407 |             |
|        | ง.       | 0.090 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.145 | 0.111 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.056 |             |        | จ.       | 0.090 | 0.130 |             |
| 52     | ก.       | 0.185 | 0.148 | คัดเลือกไว้ | 58     | ก.       | 0.080 | 0.130 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.410 | 0.722 |             |        | ข.       | 0.205 | 0.278 |             |
|        | ค.       | 0.155 | 0.130 |             |        | ค.       | 0.220 | 0.315 |             |
|        | ง.       | 0.185 | 0.333 |             |        | (ง.)     | 0.430 | 0.778 |             |
|        | จ.       | 0.065 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.065 | 0.056 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 59     | ก.       | 0.150 | 0.278 | ตัดออก   | 60     | ก.       | 0.230 | 0.167 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.520 | 0.648 |          |        | ข.       | 0.120 | 0.111 |             |
|        | ค.       | 0.125 | 0.204 |          |        | ค.       | 0.115 | 0.093 |             |
|        | ง.       | 0.120 | 0.000 |          |        | (ง.)     | 0.380 | 0.667 |             |
|        | จ.       | 0.085 | 0.167 |          |        | จ.       | 0.155 | 0.296 |             |



ตาราง 7 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม (ฉบับที่ 3) ในการทดลอง ครั้งที่ 1

| ข้อที่ | ตัวเลือก | P     | r     | หมายเหตุ | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 1      | (ก.)     | 0.275 | 0.037 | ตัดออก   | 6      | (ก.)     | 0.735 | 0.389 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.015 | 0.037 |          |        | ข.       | 0.025 | 0.074 |             |
|        | ค.       | 0.240 | 0.167 |          |        | ค.       | 0.100 | 0.130 |             |
|        | ง.       | 0.280 | 0.315 |          |        | ง.       | 0.055 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.190 | 0.148 |          |        | จ.       | 0.085 | 0.019 |             |
| 2      | ก.       | 0.325 | 0.019 | ตัดออก   | 7      | ก.       | 0.200 | 0.148 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.135 | 0.167 |          |        | ข.       | 0.115 | 0.167 |             |
|        | (ค.)     | 0.235 | 0.130 |          |        | (ค.)     | 0.130 | 0.000 |             |
|        | ง.       | 0.075 | 0.148 |          |        | ง.       | 0.420 | 0.222 |             |
|        | จ.       | 0.230 | 0.204 |          |        | จ.       | 0.135 | 0.204 |             |
| 3      | ก.       | 0.170 | 0.185 | ตัดออก   | 8      | ก.       | 0.065 | 0.130 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.015 | 0.056 |          |        | ข.       | 0.225 | 0.352 |             |
|        | ค.       | 0.075 | 0.093 |          |        | (ค.)     | 0.520 | 0.611 |             |
|        | ง.       | 0.075 | 0.185 |          |        | ง.       | 0.060 | 0.037 |             |
|        | (จ.)     | 0.665 | 0.333 |          |        | จ.       | 0.130 | 0.093 |             |
| 4      | ก.       | 0.040 | 0.093 | ตัดออก   | 9      | ก.       | 0.145 | 0.111 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.740 | 0.519 |          |        | ข.       | 0.070 | 0.074 |             |
|        | ค.       | 0.080 | 0.185 |          |        | ค.       | 0.150 | 0.426 |             |
|        | ง.       | 0.120 | 0.204 |          |        | (ง.)     | 0.590 | 0.722 |             |
|        | จ.       | 0.020 | 0.037 |          |        | จ.       | 0.045 | 0.111 |             |
| 5      | ก.       | 0.075 | 0.111 | ตัดออก   | 10     | (ก.)     | 0.525 | 0.722 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.380 | 0.463 |          |        | ข.       | 0.210 | 0.185 |             |
|        | ค.       | 0.095 | 0.056 |          |        | ค.       | 0.115 | 0.222 |             |
|        | (ง.)     | 0.325 | 0.407 |          |        | ง.       | 0.095 | 0.185 |             |
|        | จ.       | 0.125 | 0.222 |          |        | จ.       | 0.055 | 0.130 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 11     | ก.       | 0.100 | 0.185 | ตัดออก      | 17     | ก.       | 0.125 | 0.167 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.300 | 0.056 |             |        | ข.       | 0.220 | 0.167 |             |
|        | ค.       | 0.100 | 0.074 |             |        | ค.       | 0.190 | 0.296 |             |
|        | (ง.)     | 0.355 | 0.407 |             |        | ง.       | 0.090 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.145 | 0.093 |             |        | (จ.)     | 0.375 | 0.796 |             |
| 12     | (ก.)     | 0.265 | 0.185 | ตัดออก      | 18     | ก.       | 0.070 | 0.130 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.235 | 0.222 |             |        | ข.       | 0.075 | 0.204 |             |
|        | ค.       | 0.125 | 0.315 |             |        | ค.       | 0.165 | 0.315 |             |
|        | ง.       | 0.310 | 0.241 |             |        | (ง.)     | 0.590 | 0.833 |             |
|        | จ.       | 0.065 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.100 | 0.185 |             |
| 13     | ก.       | 0.230 | 0.315 | คัดเลือกไว้ | 19     | (ก.)     | 0.605 | 0.741 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.415 | 0.593 |             |        | ข.       | 0.105 | 0.296 |             |
|        | ค.       | 0.155 | 0.000 |             |        | ค.       | 0.100 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.135 | 0.167 |             |        | ง.       | 0.090 | 0.111 |             |
|        | จ.       | 0.065 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.100 | 0.148 |             |
| 14     | ก.       | 0.055 | 0.074 | ตัดออก      | 20     | ก.       | 0.135 | 0.204 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.155 | 0.037 |             |        | ข.       | 0.155 | 0.278 |             |
|        | ค.       | 0.535 | 0.296 |             |        | (ค.)     | 0.525 | 0.815 |             |
|        | (ง.)     | 0.170 | 0.019 |             |        | ง.       | 0.080 | 0.111 |             |
|        | จ.       | 0.085 | 0.204 |             |        | จ.       | 0.105 | 0.222 |             |
| 15     | ก.       | 0.215 | 0.148 | ตัดออก      | 21     | ก.       | 0.125 | 0.204 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.150 | 0.296 |             |        | ข.       | 0.190 | 0.093 |             |
|        | ค.       | 0.050 | 0.111 |             |        | ค.       | 0.160 | 0.259 |             |
|        | (ง.)     | 0.525 | 0.389 |             |        | (ง.)     | 0.410 | 0.630 |             |
|        | จ.       | 0.060 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.115 | 0.259 |             |
| 16     | (ก.)     | 0.605 | 0.778 | คัดเลือกไว้ | 22     | (ก.)     | 0.405 | 0.611 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.130 | 0.185 |             |        | ข.       | 0.140 | 0.296 |             |
|        | ค.       | 0.120 | 0.315 |             |        | ค.       | 0.130 | 0.130 |             |
|        | ง.       | 0.080 | 0.130 |             |        | ง.       | 0.120 | 0.074 |             |
|        | จ.       | 0.065 | 0.148 |             |        | จ.       | 0.205 | 0.111 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ  | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ  |
|--------|----------|-------|-------|-----------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| 23     | ก.       | 0.125 | 0.278 | คัดลอกไว้ | 29     | ก.       | 0.135 | 0.167 | คัดลอกไว้ |
|        | ข.       | 0.125 | 0.093 |           |        | ข.       | 0.125 | 0.259 |           |
|        | ค.       | 0.150 | 0.204 |           |        | ค.       | 0.150 | 0.222 |           |
|        | (ง.)     | 0.525 | 0.574 |           |        | (ง.)     | 0.485 | 0.778 |           |
|        | จ.       | 0.075 | 0.000 |           |        | จ.       | 0.105 | 0.130 |           |
| 24     | ก.       | 0.170 | 0.278 | ตัดออก    | 30     | ก.       | 0.170 | 0.111 | ตัดออก    |
|        | ข.       | 0.170 | 0.241 |           |        | ข.       | 0.130 | 0.111 |           |
|        | ค.       | 0.210 | 0.130 |           |        | (ค.)     | 0.395 | 0.315 |           |
|        | ง.       | 0.105 | 0.037 |           |        | ง.       | 0.165 | 0.167 |           |
|        | (จ.)     | 0.345 | 0.685 |           |        | จ.       | 0.140 | 0.074 |           |
| 25     | ก.       | 0.145 | 0.185 | คัดลอกไว้ | 31     | ก.       | 0.110 | 0.074 | คัดลอกไว้ |
|        | ข.       | 0.125 | 0.148 |           |        | ข.       | 0.125 | 0.185 |           |
|        | (ค.)     | 0.465 | 0.611 |           |        | (ค.)     | 0.570 | 0.574 |           |
|        | ง.       | 0.185 | 0.093 |           |        | ง.       | 0.115 | 0.204 |           |
|        | จ.       | 0.080 | 0.185 |           |        | จ.       | 0.080 | 0.111 |           |
| 26     | (ก.)     | 0.585 | 0.741 | คัดลอกไว้ | 32     | (ก.)     | 0.525 | 0.648 | คัดลอกไว้ |
|        | ข.       | 0.145 | 0.185 |           |        | ข.       | 0.120 | 0.130 |           |
|        | ค.       | 0.135 | 0.259 |           |        | ค.       | 0.115 | 0.130 |           |
|        | ง.       | 0.085 | 0.185 |           |        | ง.       | 0.135 | 0.222 |           |
|        | จ.       | 0.050 | 0.111 |           |        | จ.       | 0.105 | 0.167 |           |
| 27     | ก.       | 0.115 | 0.185 | ตัดออก    | 33     | ก.       | 0.105 | 0.167 | คัดลอกไว้ |
|        | ข.       | 0.160 | 0.333 |           |        | ข.       | 0.155 | 0.204 |           |
|        | ค.       | 0.205 | 0.185 |           |        | ค.       | 0.130 | 0.185 |           |
|        | (ง.)     | 0.455 | 0.722 |           |        | ง.       | 0.145 | 0.167 |           |
|        | จ.       | 0.065 | 0.019 |           |        | (จ.)     | 0.465 | 0.722 |           |
| 28     | ก.       | 0.205 | 0.296 | คัดลอกไว้ | 34     | ก.       | 0.230 | 0.259 | คัดลอกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.485 | 0.667 |           |        | ข.       | 0.210 | 0.093 |           |
|        | ค.       | 0.155 | 0.093 |           |        | ค.       | 0.125 | 0.259 |           |
|        | ง.       | 0.095 | 0.130 |           |        | (ง.)     | 0.390 | 0.667 |           |
|        | จ.       | 0.060 | 0.148 |           |        | จ.       | 0.045 | 0.056 |           |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 35     | ก.       | 0.095 | 0.093 | คัดเลือกไว้ | 41     | (ก.)     | 0.315 | 0.370 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.145 | 0.333 |             |        | ข.       | 0.150 | 0.093 |             |
|        | (ค.)     | 0.610 | 0.667 |             |        | ค.       | 0.185 | 0.130 |             |
|        | ง.       | 0.110 | 0.222 |             |        | ง.       | 0.160 | 0.315 |             |
|        | จ.       | 0.040 | 0.019 |             |        | จ.       | 0.190 | 0.167 |             |
| 36     | ก.       | 0.070 | 0.148 | คัดเลือกไว้ | 42     | ก.       | 0.100 | 0.074 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.175 | 0.204 |             |        | ข.       | 0.165 | 0.259 |             |
|        | ค.       | 0.140 | 0.167 |             |        | ค.       | 0.165 | 0.204 |             |
|        | (ง.)     | 0.525 | 0.630 |             |        | (ง.)     | 0.430 | 0.759 |             |
|        | จ.       | 0.085 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.140 | 0.222 |             |
| 37     | (ก.)     | 0.640 | 0.463 | ตัดออก      | 43     | ก.       | 0.125 | 0.278 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.115 | 0.074 |             |        | ข.       | 0.200 | 0.185 |             |
|        | ค.       | 0.100 | 0.167 |             |        | ค.       | 0.200 | 0.241 |             |
|        | ง.       | 0.075 | 0.093 |             |        | (ง.)     | 0.425 | 0.741 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.050 | 0.037 |             |
| 38     | ก.       | 0.135 | 0.315 | ตัดออก      | 44     | ก.       | 0.120 | 0.111 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.440 | 0.741 |             |        | (ข.)     | 0.355 | 0.426 |             |
|        | ค.       | 0.200 | 0.167 |             |        | ค.       | 0.210 | 0.111 |             |
|        | ง.       | 0.120 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.115 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.105 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.195 | 0.037 |             |
| 39     | ก.       | 0.180 | 0.037 | ตัดออก      | 45     | ก.       | 0.150 | 0.167 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.135 | 0.259 |             |        | ข.       | 0.175 | 0.333 |             |
|        | ค.       | 0.190 | 0.241 |             |        | (ค.)     | 0.445 | 0.796 |             |
|        | ง.       | 0.140 | 0.093 |             |        | ง.       | 0.115 | 0.278 |             |
|        | (จ.)     | 0.355 | 0.630 |             |        | จ.       | 0.115 | 0.019 |             |
| 40     | ก.       | 0.120 | 0.130 | คัดเลือกไว้ | 46     | ก.       | 0.145 | 0.222 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.135 | 0.167 |             |        | ข.       | 0.160 | 0.259 |             |
|        | (ค.)     | 0.505 | 0.685 |             |        | ค.       | 0.105 | 0.148 |             |
|        | ง.       | 0.155 | 0.222 |             |        | ง.       | 0.080 | 0.130 |             |
|        | จ.       | 0.085 | 0.167 |             |        | (จ.)     | 0.510 | 0.759 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 47     | ก.       | 0.280 | 0.315 | ตัดออก      | 53     | ก.       | 0.150 | 0.296 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.200 | 0.222 |             |        | ข.       | 0.175 | 0.204 |             |
|        | ค.       | 0.185 | 0.278 |             |        | ค.       | 0.145 | 0.259 |             |
|        | (ง.)     | 0.240 | 0.333 |             |        | (ง.)     | 0.465 | 0.796 |             |
|        | จ.       | 0.095 | 0.148 |             |        | จ.       | 0.065 | 0.037 |             |
| 48     | ก.       | 0.135 | 0.259 | ตัดออก      | 54     | ก.       | 0.095 | 0.093 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.180 | 0.222 |             |        | ข.       | 0.215 | 0.296 |             |
|        | ค.       | 0.155 | 0.130 |             |        | ค.       | 0.130 | 0.148 |             |
|        | (ง.)     | 0.405 | 0.796 |             |        | (ง.)     | 0.430 | 0.704 |             |
|        | จ.       | 0.125 | 0.185 |             |        | จ.       | 0.130 | 0.167 |             |
| 49     | ก.       | 0.115 | 0.111 | คัดเลือกไว้ | 55     | (ก.)     | 0.400 | 0.574 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.195 | 0.222 |             |        | ข.       | 0.170 | 0.352 |             |
|        | ค.       | 0.150 | 0.259 |             |        | ค.       | 0.140 | 0.130 |             |
|        | ง.       | 0.165 | 0.037 |             |        | ง.       | 0.140 | 0.056 |             |
|        | (จ.)     | 0.420 | 0.630 |             |        | จ.       | 0.140 | 0.037 |             |
| 50     | ก.       | 0.095 | 0.185 | ตัดออก      | 56     | ก.       | 0.130 | 0.167 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.150 | 0.185 |             |        | (ข.)     | 0.495 | 0.741 |             |
|        | ค.       | 0.265 | 0.222 |             |        | ค.       | 0.175 | 0.315 |             |
|        | (ง.)     | 0.410 | 0.611 |             |        | ง.       | 0.140 | 0.185 |             |
|        | จ.       | 0.080 | 0.019 |             |        | จ.       | 0.060 | 0.074 |             |
| 51     | (ก.)     | 0.565 | 0.704 | คัดเลือกไว้ | 57     | ก.       | 0.095 | 0.130 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.110 | 0.167 |             |        | ข.       | 0.140 | 0.222 |             |
|        | ค.       | 0.135 | 0.222 |             |        | ค.       | 0.205 | 0.111 |             |
|        | ง.       | 0.125 | 0.259 |             |        | (ง.)     | 0.475 | 0.593 |             |
|        | จ.       | 0.065 | 0.056 |             |        | จ.       | 0.085 | 0.130 |             |
| 52     | ก.       | 0.140 | 0.111 | คัดเลือกไว้ | 58     | (ก.)     | 0.420 | 0.722 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.160 | 0.259 |             |        | ข.       | 0.170 | 0.185 |             |
|        | ค.       | 0.205 | 0.148 |             |        | ค.       | 0.155 | 0.111 |             |
|        | ง.       | 0.135 | 0.167 |             |        | ง.       | 0.200 | 0.389 |             |
|        | (จ.)     | 0.360 | 0.685 |             |        | จ.       | 0.055 | 0.037 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 59     | ก.       | 0.080 | 0.056 | ตัดออก   | 60     | (ก.)     | 0.435 | 0.704 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.145 | 0.148 |          |        | ข.       | 0.190 | 0.222 |             |
|        | ค.       | 0.190 | 0.241 |          |        | ค.       | 0.125 | 0.204 |             |
|        | ง.       | 0.145 | 0.111 |          |        | ง.       | 0.165 | 0.204 |             |
|        | (จ.)     | 0.440 | 0.556 |          |        | จ.       | 0.085 | 0.074 |             |



ตาราง 8 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง  
3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย (ฉบับที่ 4)  
ในการทดลองครั้งที่ 1

| ข้อที่ | ตัวเลือก | P     | r     | หมายเหตุ | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 1      | ก.       | 0.020 | 0.000 | ตัดออก   | 6      | ก.       | 0.080 | 0.111 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.105 | 0.056 |          |        | ข.       | 0.085 | 0.241 |             |
|        | (ค.)     | 0.815 | 0.167 |          |        | ค.       | 0.065 | 0.130 |             |
|        | ง.       | 0.050 | 0.111 |          |        | (ง.)     | 0.715 | 0.500 |             |
|        | จ.       | 0.010 | 0.000 |          |        | จ.       | 0.055 | 0.019 |             |
| 2      | ก.       | 0.080 | 0.056 | ตัดออก   | 7      | ก.       | 0.140 | 0.037 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.780 | 0.463 |          |        | ข.       | 0.145 | 0.259 |             |
|        | ค.       | 0.065 | 0.204 |          |        | (ค.)     | 0.475 | 0.500 |             |
|        | ง.       | 0.040 | 0.111 |          |        | ง.       | 0.135 | 0.056 |             |
|        | จ.       | 0.035 | 0.093 |          |        | จ.       | 0.105 | 0.148 |             |
| 3      | ก.       | 0.010 | 0.019 | ตัดออก   | 8      | ก.       | 0.075 | 0.093 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.065 | 0.056 |          |        | (ข.)     | 0.705 | 0.463 |             |
|        | ค.       | 0.080 | 0.241 |          |        | ค.       | 0.070 | 0.241 |             |
|        | (ง.)     | 0.780 | 0.222 |          |        | ง.       | 0.135 | 0.093 |             |
|        | จ.       | 0.065 | 0.093 |          |        | จ.       | 0.015 | 0.037 |             |
| 4      | (ก.)     | 0.725 | 0.296 | ตัดออก   | 9      | ก.       | 0.035 | 0.093 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.035 | 0.130 |          |        | ข.       | 0.100 | 0.093 |             |
|        | ค.       | 0.155 | 0.019 |          |        | ค.       | 0.085 | 0.241 |             |
|        | ง.       | 0.060 | 0.167 |          |        | ง.       | 0.095 | 0.241 |             |
|        | จ.       | 0.025 | 0.019 |          |        | (จ.)     | 0.685 | 0.667 |             |
| 5      | ก.       | 0.195 | 0.259 | ตัดออก   | 10     | ก.       | 0.075 | 0.111 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.160 | 0.167 |          |        | ข.       | 0.060 | 0.148 |             |
|        | ค.       | 0.045 | 0.056 |          |        | ค.       | 0.070 | 0.204 |             |
|        | ง.       | 0.035 | 0.056 |          |        | (ง.)     | 0.665 | 0.630 |             |
|        | (จ.)     | 0.565 | 0.204 |          |        | จ.       | 0.130 | 0.167 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 11     | ก.       | 0.060 | 0.130 | ตัดออก      | 17     | ก.       | 0.060 | 0.185 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.085 | 0.148 |             |        | (ข.)     | 0.625 | 0.648 |             |
|        | ค.       | 0.250 | 0.130 |             |        | ค.       | 0.095 | 0.259 |             |
|        | (ง.)     | 0.265 | 0.167 |             |        | ง.       | 0.080 | 0.259 |             |
|        | จ.       | 0.340 | 0.241 |             |        | จ.       | 0.140 | 0.056 |             |
| 12     | ก.       | 0.110 | 0.148 | ตัดออก      | 18     | ก.       | 0.075 | 0.093 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.345 | 0.222 |             |        | ข.       | 0.090 | 0.278 |             |
|        | ค.       | 0.135 | 0.093 |             |        | ค.       | 0.090 | 0.259 |             |
|        | ง.       | 0.120 | 0.204 |             |        | ง.       | 0.055 | 0.111 |             |
|        | (จ.)     | 0.290 | 0.222 |             |        | (จ.)     | 0.690 | 0.741 |             |
| 13     | ก.       | 0.040 | 0.111 | คัดเลือกไว้ | 19     | ก.       | 0.080 | 0.185 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.125 | 0.167 |             |        | ข.       | 0.165 | 0.241 |             |
|        | ค.       | 0.140 | 0.130 |             |        | (ค.)     | 0.660 | 0.685 |             |
|        | ง.       | 0.080 | 0.222 |             |        | ง.       | 0.045 | 0.130 |             |
|        | (จ.)     | 0.615 | 0.630 |             |        | จ.       | 0.050 | 0.130 |             |
| 14     | (ก.)     | 0.660 | 0.556 | ตัดออก      | 20     | ก.       | 0.160 | 0.000 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.160 | 0.020 |             |        | (ข.)     | 0.572 | 0.630 |             |
|        | ค.       | 0.035 | 0.093 |             |        | ค.       | 0.160 | 0.315 |             |
|        | ง.       | 0.085 | 0.167 |             |        | ง.       | 0.070 | 0.204 |             |
|        | จ.       | 0.060 | 0.093 |             |        | จ.       | 0.040 | 0.111 |             |
| 15     | (ก.)     | 0.715 | 0.685 | ตัดออก      | 21     | (ก.)     | 0.470 | 0.574 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.055 | 0.111 |             |        | ข.       | 0.145 | 0.204 |             |
|        | ค.       | 0.100 | 0.296 |             |        | ค.       | 0.185 | 0.111 |             |
|        | ง.       | 0.050 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.135 | 0.111 |             |
|        | จ.       | 0.080 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.065 | 0.148 |             |
| 16     | ก.       | 0.190 | 0.167 | คัดเลือกไว้ | 22     | (ก.)     | 0.440 | 0.500 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.070 | 0.185 |             |        | ข.       | 0.340 | 0.019 |             |
|        | (ค.)     | 0.590 | 0.556 |             |        | ค.       | 0.065 | 0.222 |             |
|        | ง.       | 0.080 | 0.093 |             |        | ง.       | 0.090 | 0.130 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.065 | 0.130 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r      | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|--------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 23     | ก.       | 0.100 | 0.000  | คัดเลือกไว้ | 29     | ก.       | 0.095 | 0.204 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.180 | 0.315  |             |        | ข.       | 0.100 | 0.296 |             |
|        | ค.       | 0.080 | 0.241  |             |        | ค.       | 0.150 | 0.185 |             |
|        | ง.       | 0.150 | 0.167  |             |        | (ง.)     | 0.600 | 0.685 |             |
|        | (จ.)     | 0.490 | 0.722  |             |        | จ.       | 0.055 | 0.000 |             |
| 24     | ก.       | 0.075 | 0.185  | ตัดออก      | 30     | (ก.)     | 0.470 | 0.444 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.055 | 0.130  |             |        | ข.       | 0.110 | 0.093 |             |
|        | ค.       | 0.685 | 0.426  |             |        | ค.       | 0.100 | 0.167 |             |
|        | ง.       | 0.130 | 0.074  |             |        | ง.       | 0.240 | 0.056 |             |
|        | (จ.)     | 0.055 | -0.037 |             |        | จ.       | 0.080 | 0.130 |             |
| 25     | ก.       | 0.055 | 0.130  | คัดเลือกไว้ | 31     | ก.       | 0.075 | 0.148 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.115 | 0.204  |             |        | (ข.)     | 0.560 | 0.685 |             |
|        | (ค.)     | 0.535 | 0.611  |             |        | ค.       | 0.125 | 0.222 |             |
|        | ง.       | 0.225 | 0.093  |             |        | ง.       | 0.145 | 0.093 |             |
|        | จ.       | 0.070 | 0.185  |             |        | จ.       | 0.095 | 0.222 |             |
| 26     | (ก.)     | 0.645 | 0.778  | คัดเลือกไว้ | 32     | (ก.)     | 0.620 | 0.611 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.115 | 0.222  |             |        | ข.       | 0.095 | 0.037 |             |
|        | ค.       | 0.105 | 0.241  |             |        | ค.       | 0.115 | 0.130 |             |
|        | ง.       | 0.090 | 0.204  |             |        | ง.       | 0.070 | 0.185 |             |
|        | จ.       | 0.045 | 0.111  |             |        | จ.       | 0.100 | 0.259 |             |
| 27     | (ก.)     | 0.130 | 0.093  | ตัดออก      | 33     | ก.       | 0.140 | 0.148 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.360 | 0.370  |             |        | ข.       | 0.115 | 0.167 |             |
|        | ค.       | 0.260 | 0.241  |             |        | ค.       | 0.180 | 0.278 |             |
|        | ง.       | 0.130 | 0.167  |             |        | (ง.)     | 0.495 | 0.667 |             |
|        | จ.       | 0.120 | 0.056  |             |        | จ.       | 0.070 | 0.074 |             |
| 28     | ก.       | 0.095 | 0.185  | คัดเลือกไว้ | 34     | ก.       | 0.075 | 0.167 | คัดเลือกไว้ |
|        | (ข.)     | 0.560 | 0.704  |             |        | ข.       | 0.225 | 0.148 |             |
|        | ค.       | 0.095 | 0.130  |             |        | (ค.)     | 0.500 | 0.574 |             |
|        | ง.       | 0.160 | 0.278  |             |        | ง.       | 0.110 | 0.148 |             |
|        | จ.       | 0.090 | 0.111  |             |        | จ.       | 0.090 | 0.111 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 35     | ก.       | 0.060 | 0.148 | คัดเลือกไว้ | 41     | (ก.)     | 0.540 | 0.630 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.145 | 0.241 |             |        | ข.       | 0.135 | 0.185 |             |
|        | ค.       | 0.090 | 0.148 |             |        | ค.       | 0.125 | 0.074 |             |
|        | (ง.)     | 0.630 | 0.667 |             |        | ง.       | 0.120 | 0.222 |             |
|        | จ.       | 0.075 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.080 | 0.148 |             |
| 36     | (ก.)     | 0.580 | 0.519 | คัดเลือกไว้ | 42     | ก.       | 0.105 | 0.148 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.130 | 0.222 |             |        | (ข.)     | 0.435 | 0.519 |             |
|        | ค.       | 0.150 | 0.167 |             |        | ค.       | 0.145 | 0.278 |             |
|        | ง.       | 0.085 | 0.000 |             |        | ง.       | 0.220 | 0.000 |             |
|        | จ.       | 0.055 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.095 | 0.093 |             |
| 37     | ก.       | 0.075 | 0.093 | ตัดออก      | 43     | (ก.)     | 0.455 | 0.685 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.175 | 0.167 |             |        | ข.       | 0.200 | 0.259 |             |
|        | ค.       | 0.240 | 0.185 |             |        | ค.       | 0.165 | 0.074 |             |
|        | (ง.)     | 0.430 | 0.593 |             |        | ง.       | 0.125 | 0.241 |             |
|        | จ.       | 0.080 | 0.148 |             |        | จ.       | 0.055 | 0.111 |             |
| 38     | ก.       | 0.085 | 0.093 | ตัดออก      | 44     | ก.       | 0.175 | 0.037 | ตัดออก      |
|        | (ข.)     | 0.595 | 0.722 |             |        | ข.       | 0.190 | 0.130 |             |
|        | ค.       | 0.135 | 0.333 |             |        | (ค.)     | 0.410 | 0.537 |             |
|        | ง.       | 0.085 | 0.111 |             |        | ง.       | 0.160 | 0.241 |             |
|        | จ.       | 0.100 | 0.185 |             |        | จ.       | 0.065 | 0.130 |             |
| 39     | (ก.)     | 0.455 | 0.778 | ตัดออก      | 45     | ก.       | 0.160 | 0.000 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.195 | 0.333 |             |        | (ข.)     | 0.400 | 0.593 |             |
|        | ค.       | 0.165 | 0.167 |             |        | ค.       | 0.200 | 0.296 |             |
|        | ง.       | 0.090 | 0.074 |             |        | ง.       | 0.135 | 0.148 |             |
|        | จ.       | 0.095 | 0.204 |             |        | จ.       | 0.105 | 0.148 |             |
| 40     | ก.       | 0.105 | 0.185 | คัดเลือกไว้ | 46     | ก.       | 0.080 | 0.148 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.120 | 0.259 |             |        | ข.       | 0.150 | 0.278 |             |
|        | (ค.)     | 0.575 | 0.704 |             |        | ค.       | 0.195 | 0.111 |             |
|        | ง.       | 0.125 | 0.148 |             |        | (ง.)     | 0.510 | 0.704 |             |
|        | จ.       | 0.075 | 0.111 |             |        | จ.       | 0.065 | 0.167 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 47     | (ก.)     | 0.370 | 0.630 | ตัดออก      | 53     | ก.       | 0.075 | 0.222 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.115 | 0.315 |             |        | ข.       | 0.575 | 0.556 |             |
|        | ค.       | 0.130 | 0.241 |             |        | (ค.)     | 0.175 | 0.037 |             |
|        | ง.       | 0.190 | 0.056 |             |        | ง.       | 0.115 | 0.130 |             |
|        | จ.       | 0.195 | 0.019 |             |        | จ.       | 0.060 | 0.167 |             |
| 48     | (ก.)     | 0.405 | 0.704 | ตัดออก      | 54     | ก.       | 0.095 | 0.167 | ตัดออก      |
|        | ข.       | 0.265 | 0.167 |             |        | ข.       | 0.090 | 0.093 |             |
|        | ค.       | 0.145 | 0.167 |             |        | (ค.)     | 0.540 | 0.630 |             |
|        | ง.       | 0.125 | 0.241 |             |        | ง.       | 0.150 | 0.204 |             |
|        | จ.       | 0.060 | 0.130 |             |        | จ.       | 0.120 | 0.148 |             |
| 49     | ก.       | 0.095 | 0.148 | คัดเลือกไว้ | 55     | ก.       | 0.085 | 0.111 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.165 | 0.296 |             |        | ข.       | 0.150 | 0.148 |             |
|        | ค.       | 0.190 | 0.296 |             |        | (ค.)     | 0.540 | 0.574 |             |
|        | ง.       | 0.100 | 0.074 |             |        | ง.       | 0.145 | 0.204 |             |
|        | (จ.)     | 0.450 | 0.815 |             |        | จ.       | 0.080 | 0.111 |             |
| 50     | (ก.)     | 0.335 | 0.444 | ตัดออก      | 56     | (ก.)     | 0.440 | 0.722 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.110 | 0.167 |             |        | ข.       | 0.130 | 0.204 |             |
|        | ค.       | 0.180 | 0.074 |             |        | ค.       | 0.210 | 0.167 |             |
|        | ง.       | 0.180 | 0.148 |             |        | ง.       | 0.135 | 0.167 |             |
|        | จ.       | 0.195 | 0.056 |             |        | จ.       | 0.085 | 0.185 |             |
| 51     | ก.       | 0.280 | 0.167 | คัดเลือกไว้ | 57     | ก.       | 0.115 | 0.222 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.160 | 0.278 |             |        | ข.       | 0.160 | 0.204 |             |
|        | ค.       | 0.095 | 0.222 |             |        | (ค.)     | 0.490 | 0.722 |             |
|        | ง.       | 0.095 | 0.037 |             |        | ง.       | 0.145 | 0.111 |             |
|        | (จ.)     | 0.370 | 0.704 |             |        | จ.       | 0.090 | 0.185 |             |
| 52     | ก.       | 0.060 | 0.000 | คัดเลือกไว้ | 58     | ก.       | 0.130 | 0.111 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.130 | 0.185 |             |        | (ข.)     | 0.435 | 0.630 |             |
|        | ค.       | 0.260 | 0.370 |             |        | ค.       | 0.225 | 0.241 |             |
|        | (ง.)     | 0.455 | 0.722 |             |        | ง.       | 0.095 | 0.185 |             |
|        | จ.       | 0.095 | 0.167 |             |        | จ.       | 0.115 | 0.093 |             |

| ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ | ข้อที่ | ตัวเลือก | p     | r     | หมายเหตุ    |
|--------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|-------|-------|-------------|
| 59     | ก.       | 0.155 | 0.056 | ตัดออก   | 60     | ก.       | 0.230 | 0.130 | คัดเลือกไว้ |
|        | ข.       | 0.195 | 0.241 |          |        | ข.       | 0.190 | 0.241 |             |
|        | (ค.)     | 0.445 | 0.370 |          |        | ค.       | 0.140 | 0.167 |             |
|        | ง.       | 0.145 | 0.000 |          |        | (ง.)     | 0.360 | 0.667 |             |
|        | จ.       | 0.060 | 0.074 |          |        | จ.       | 0.080 | 0.130 |             |





ภาคผนวก ง

ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์  
แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก แบบเลือกตอบจำนวน 30 ข้อ  
ในการทดลองครั้งที่ 2

ตาราง 9 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมอง  
รูปทรง 3 มิติ ภาพแปลงไอโซเมตริก ในการทดลองครั้งที่ 2

| ข้อที่ | ฉบับที่ 1 |       | ฉบับที่ 2 |       | ฉบับที่ 3 |       | ฉบับที่ 4 |       |
|--------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|        | ค่า p     | ค่า r | ค่า p     | ค่า r | ค่า p     | ค่า r | ค่า p     | ค่า r |
| 1      | 0.450     | 0.778 | 0.325     | 0.574 | 0.535     | 0.741 | 0.410     | 0.704 |
| 2      | 0.465     | 0.796 | 0.555     | 0.759 | 0.665     | 0.722 | 0.625     | 0.759 |
| 3      | 0.430     | 0.833 | 0.545     | 0.685 | 0.595     | 0.704 | 0.370     | 0.685 |
| 4      | 0.405     | 0.704 | 0.475     | 0.630 | 0.525     | 0.648 | 0.515     | 0.593 |
| 5      | 0.515     | 0.759 | 0.435     | 0.667 | 0.390     | 0.685 | 0.435     | 0.704 |
| 6      | 0.490     | 0.889 | 0.360     | 0.722 | 0.470     | 0.685 | 0.595     | 0.685 |
| 7      | 0.420     | 0.741 | 0.505     | 0.833 | 0.480     | 0.630 | 0.655     | 0.648 |
| 8      | 0.425     | 0.778 | 0.475     | 0.852 | 0.470     | 0.685 | 0.495     | 0.463 |
| 9      | 0.430     | 0.815 | 0.440     | 0.630 | 0.500     | 0.667 | 0.365     | 0.778 |
| 10     | 0.520     | 0.833 | 0.500     | 0.815 | 0.510     | 0.759 | 0.510     | 0.704 |
| 11     | 0.570     | 0.630 | 0.440     | 0.648 | 0.425     | 0.741 | 0.460     | 0.685 |
| 12     | 0.545     | 0.667 | 0.510     | 0.815 | 0.640     | 0.722 | 0.575     | 0.630 |
| 13     | 0.500     | 0.778 | 0.460     | 0.704 | 0.450     | 0.870 | 0.440     | 0.704 |
| 14     | 0.430     | 0.704 | 0.530     | 0.741 | 0.445     | 0.667 | 0.625     | 0.593 |
| 15     | 0.495     | 0.833 | 0.515     | 0.593 | 0.470     | 0.741 | 0.530     | 0.574 |
| 16     | 0.475     | 0.574 | 0.445     | 0.519 | 0.480     | 0.685 | 0.400     | 0.352 |
| 17     | 0.550     | 0.833 | 0.505     | 0.704 | 0.515     | 0.759 | 0.595     | 0.648 |
| 18     | 0.490     | 0.722 | 0.545     | 0.889 | 0.590     | 0.648 | 0.580     | 0.704 |
| 19     | 0.475     | 0.574 | 0.450     | 0.741 | 0.585     | 0.630 | 0.565     | 0.611 |
| 20     | 0.400     | 0.630 | 0.420     | 0.741 | 0.395     | 0.389 | 0.420     | 0.574 |
| 21     | 0.510     | 0.722 | 0.595     | 0.759 | 0.410     | 0.778 | 0.600     | 0.667 |
| 22     | 0.615     | 0.667 | 0.540     | 0.741 | 0.515     | 0.704 | 0.650     | 0.593 |
| 23     | 0.415     | 0.667 | 0.470     | 0.852 | 0.440     | 0.722 | 0.385     | 0.500 |
| 24     | 0.530     | 0.685 | 0.410     | 0.704 | 0.505     | 0.759 | 0.490     | 0.704 |
| 25     | 0.410     | 0.556 | 0.455     | 0.759 | 0.550     | 0.815 | 0.545     | 0.704 |
| 26     | 0.515     | 0.815 | 0.420     | 0.870 | 0.650     | 0.741 | 0.650     | 0.648 |
| 27     | 0.375     | 0.500 | 0.390     | 0.722 | 0.415     | 0.593 | 0.545     | 0.722 |
| 28     | 0.485     | 0.611 | 0.460     | 0.704 | 0.455     | 0.722 | 0.395     | 0.611 |
| 29     | 0.425     | 0.667 | 0.495     | 0.556 | 0.520     | 0.778 | 0.500     | 0.704 |
| 30     | 0.490     | 0.537 | 0.485     | 0.648 | 0.500     | 0.722 | 0.630     | 0.593 |

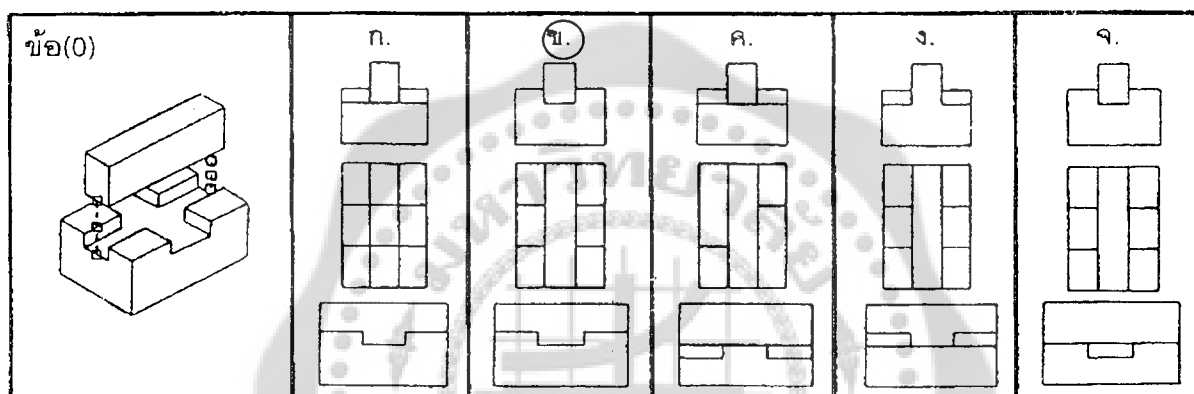
ภาคผนวก จ  
แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบมองรูปทรง 3 มิติ ภาพแปลนไอโซเมตริก  
จำนวน 4 ฉบับ

# ฉบับที่ 1

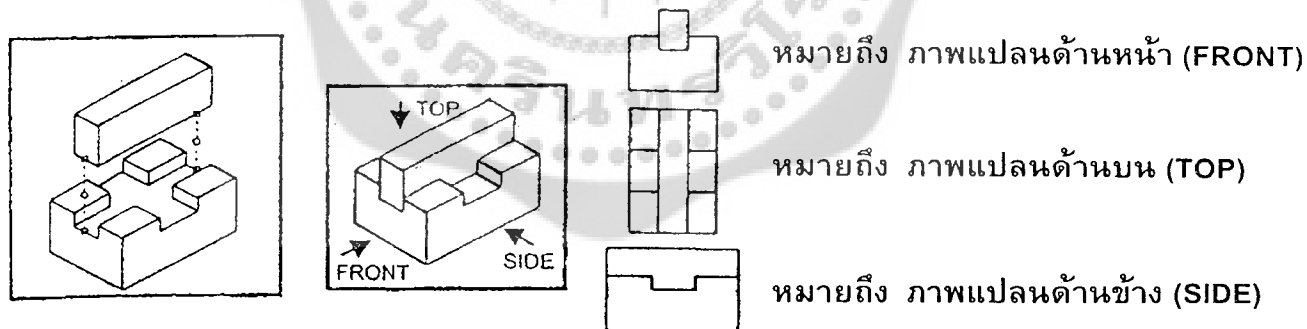
แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ  
ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม

## คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
2. ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพรูปทรง 3 มิติ มาให้ ให้นักเรียนพิจารณาภาพทางซ้ายมือ และเชื่อมภาพต่อกันตามรอยเส้นประ แล้วให้นักเรียนหาภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ภาพแปลนด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) ว่าตรงกับภาพแปลนข้อใด ในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ทางด้านขวา



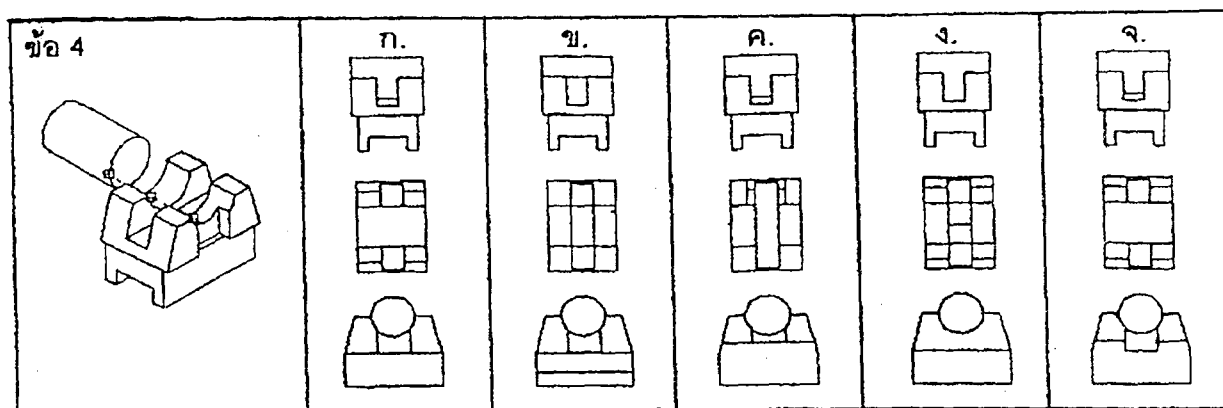
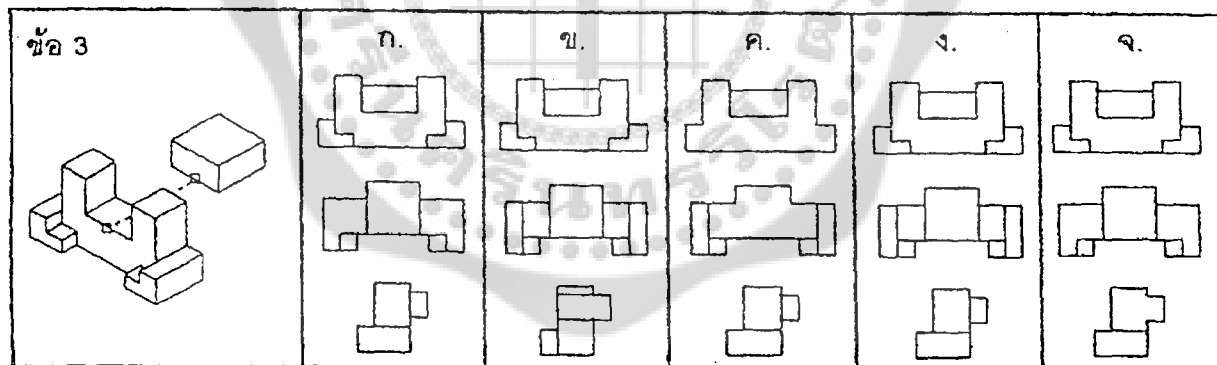
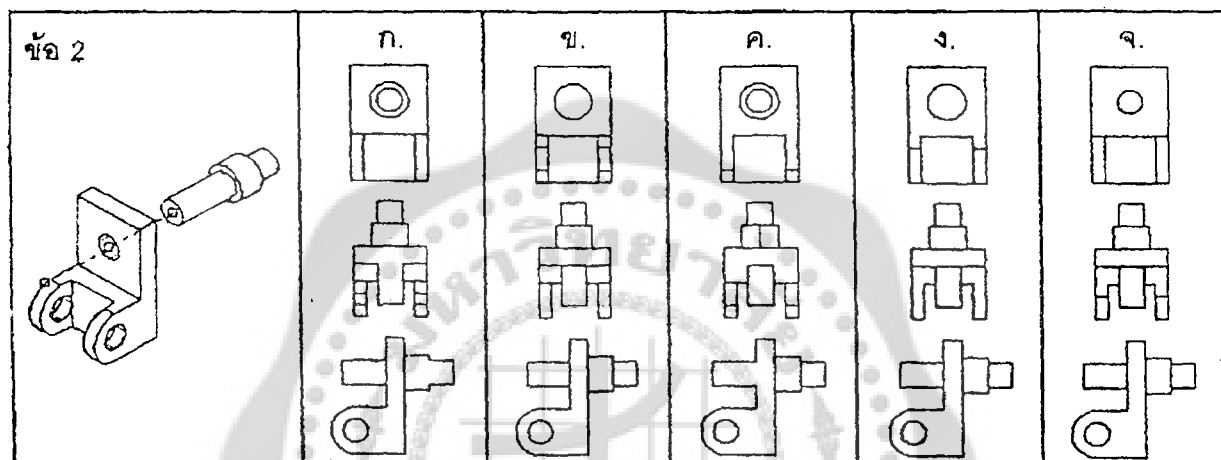
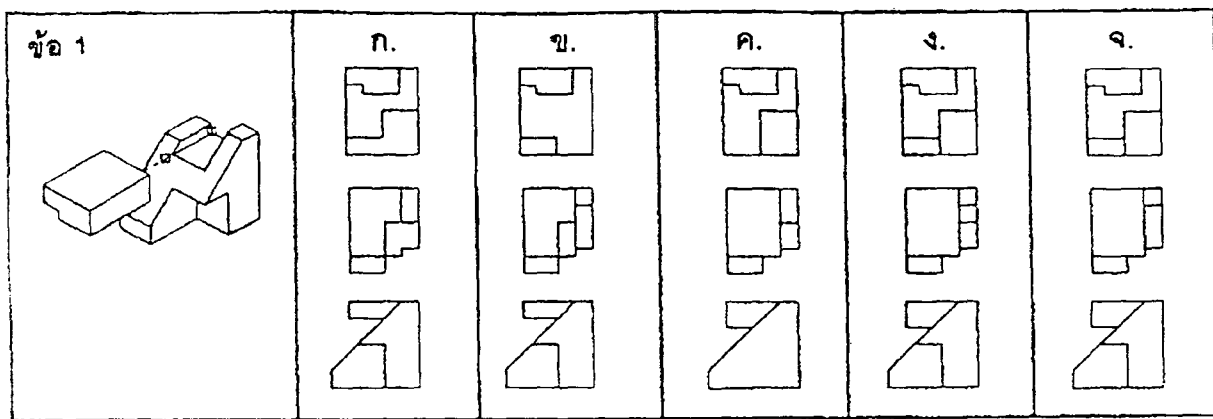
3. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดภาพแปลนจากการมองตามรูปที่กำหนดให้ดังนี้

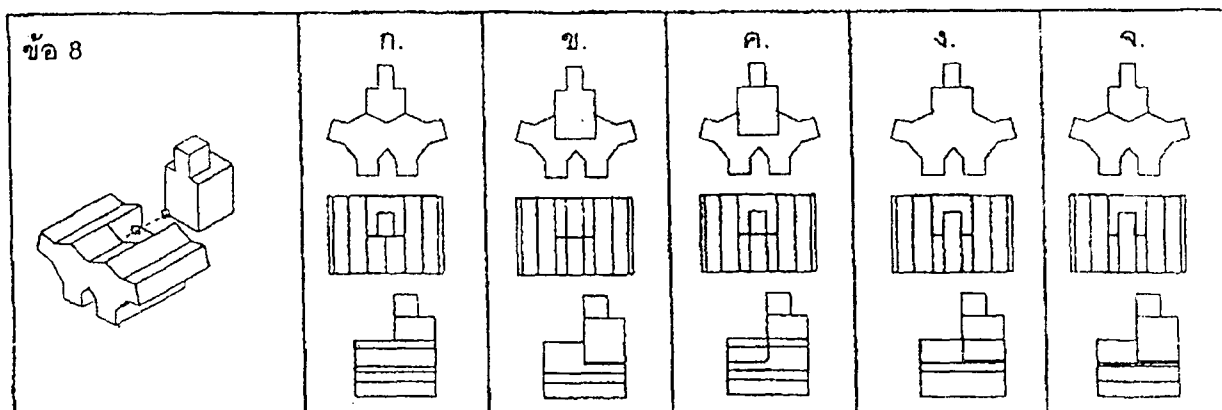
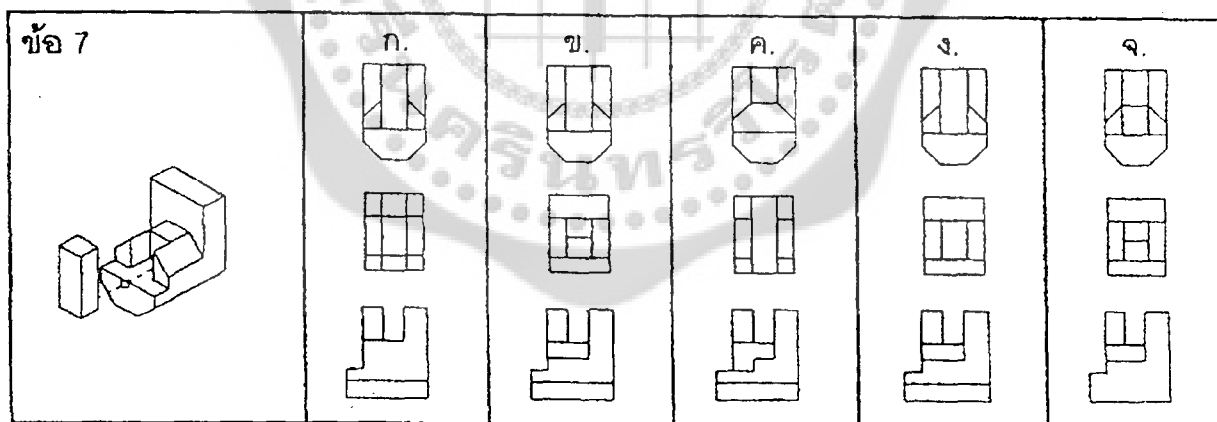
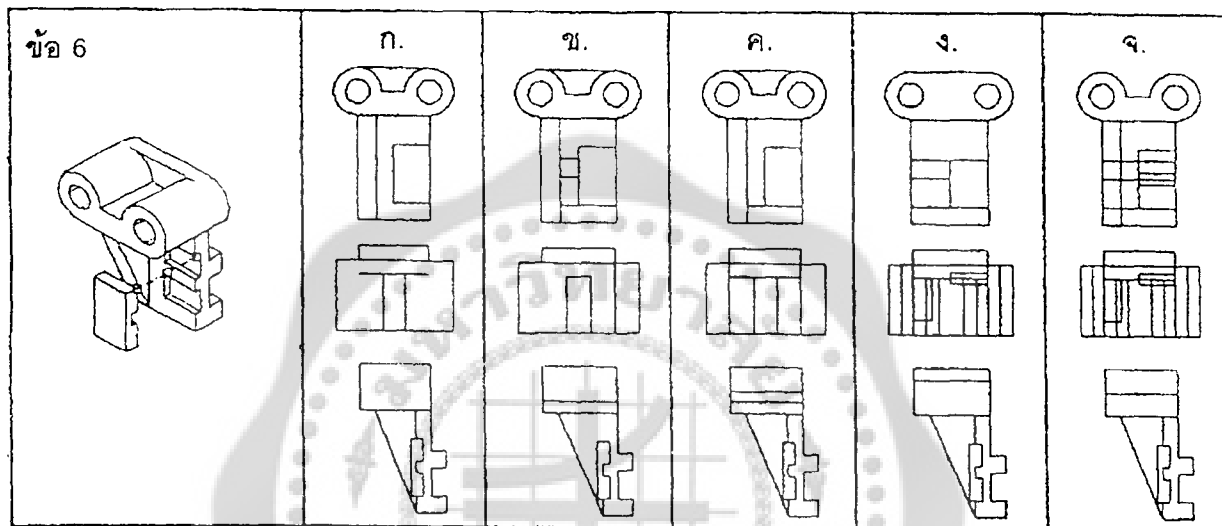
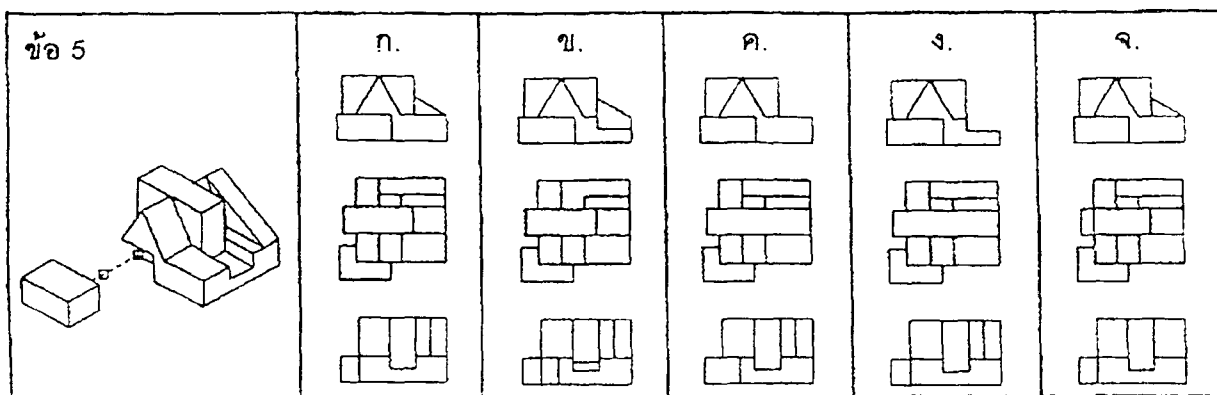


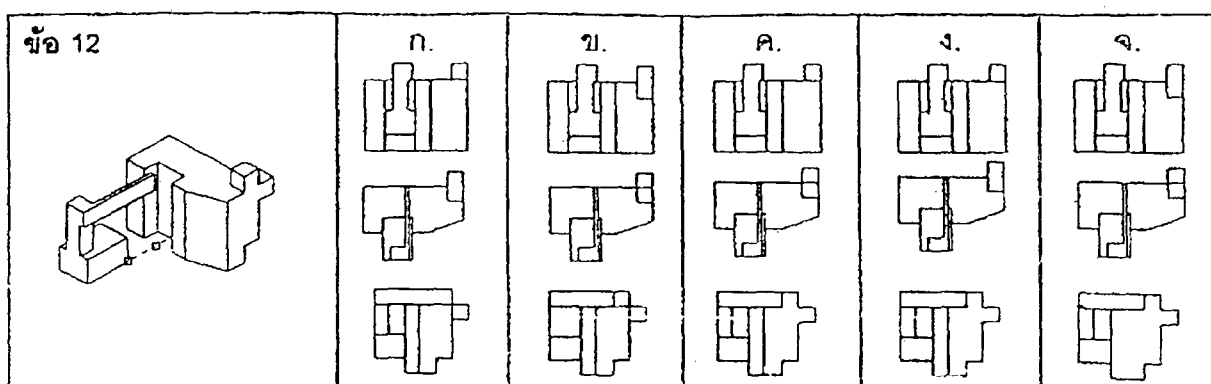
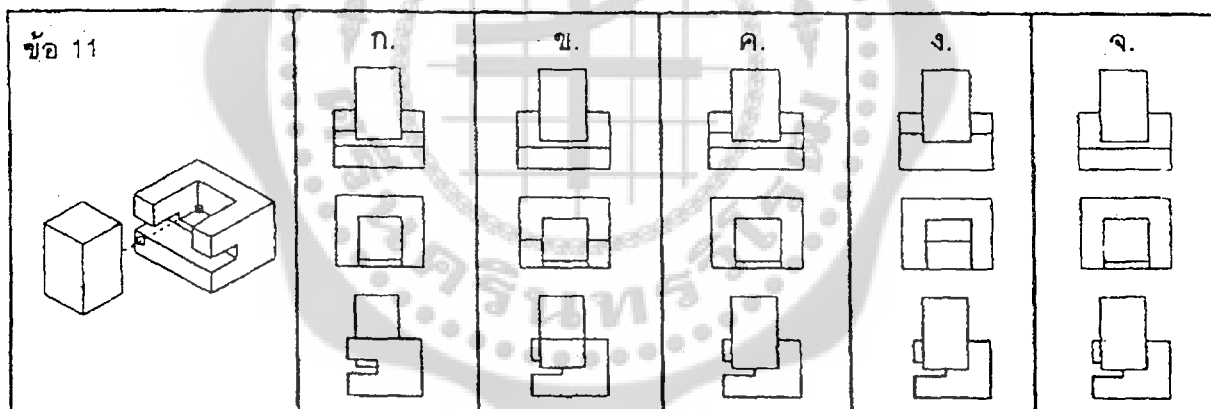
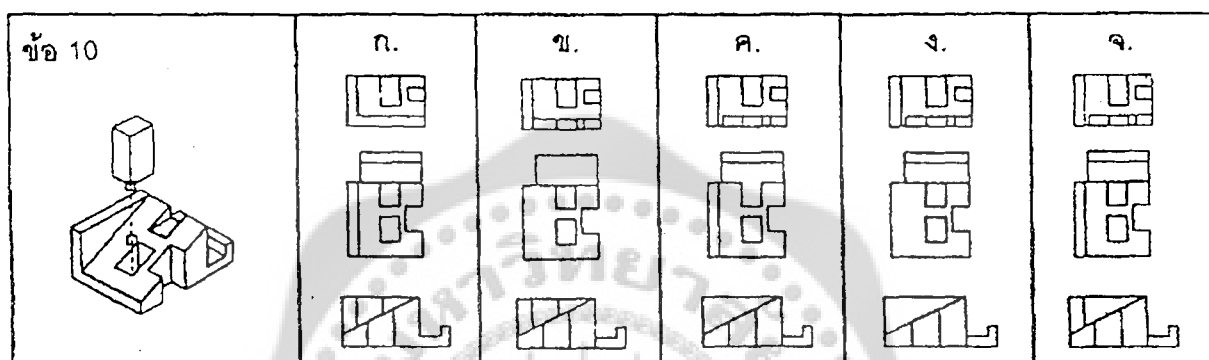
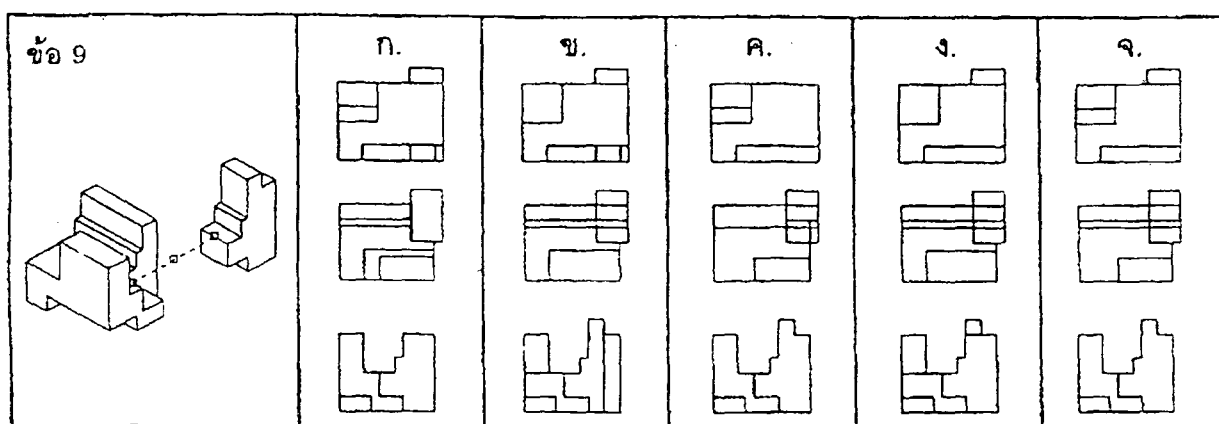
4. การตอบคำถามแต่ละข้อให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. เมื่อเลือกคำตอบใด ให้ใช้ดินสอ 2 B ระบายในช่องคำตอบของกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง ข้อ (0)

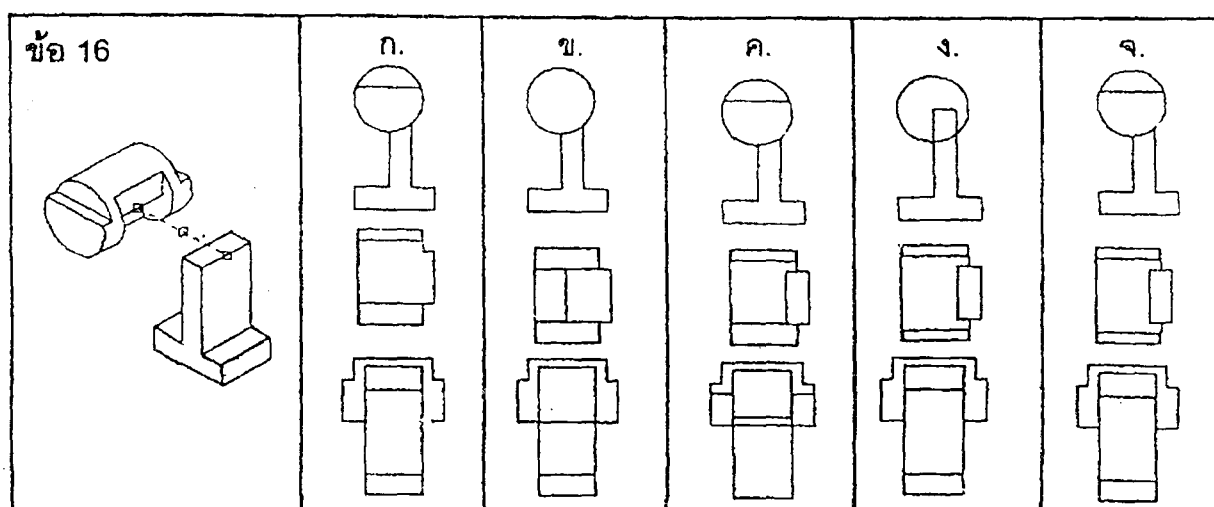
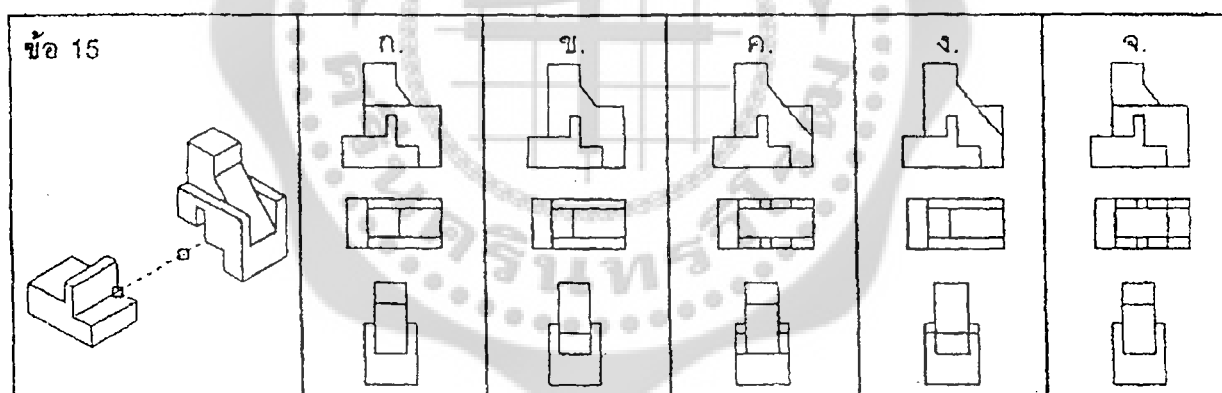
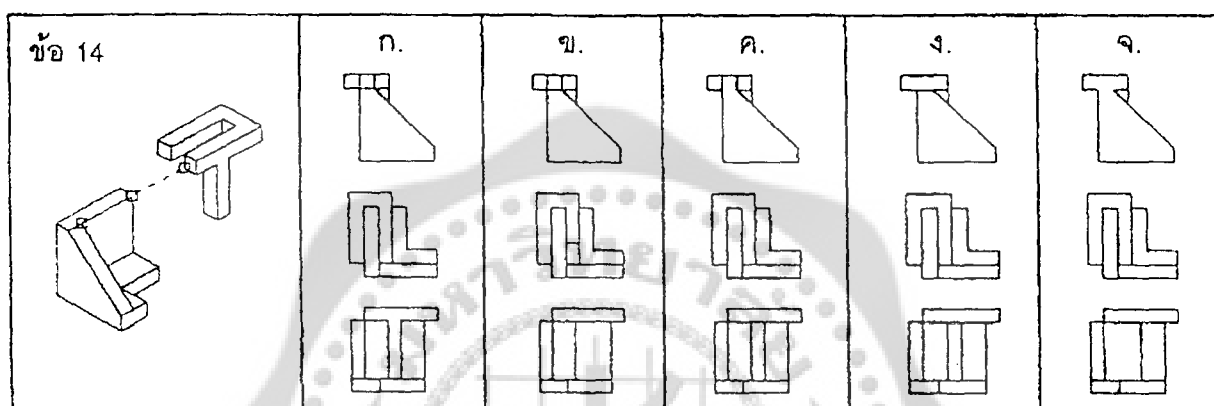
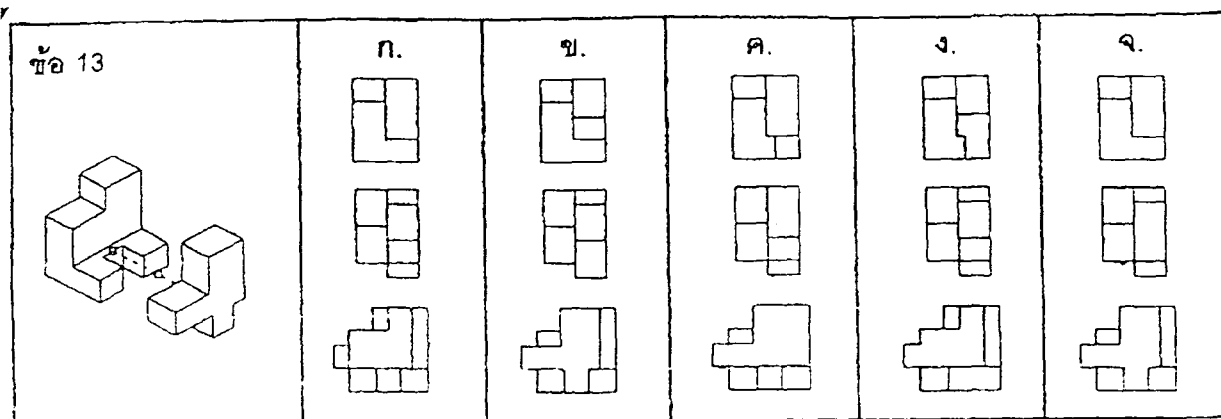
ข้อ (0)    ก.    ●    ค.    ง.    จ.

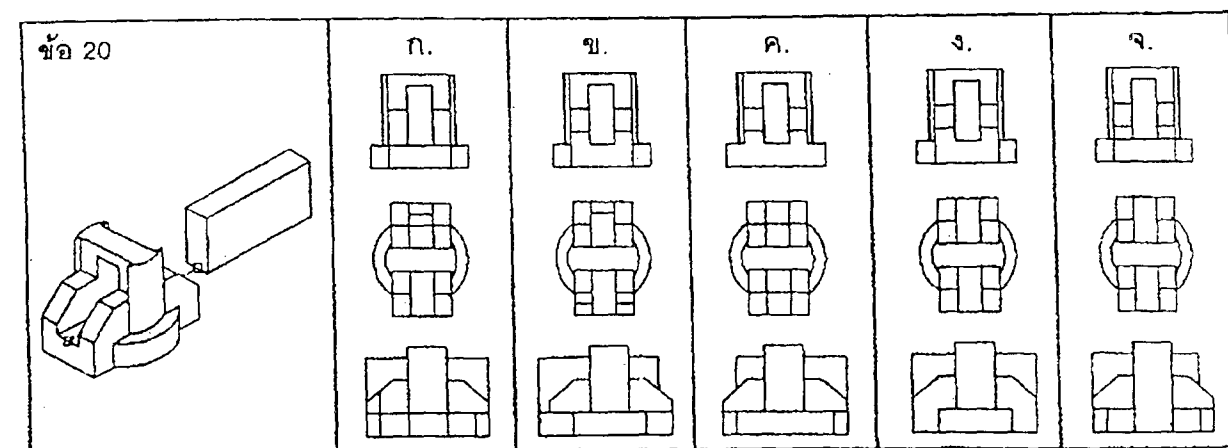
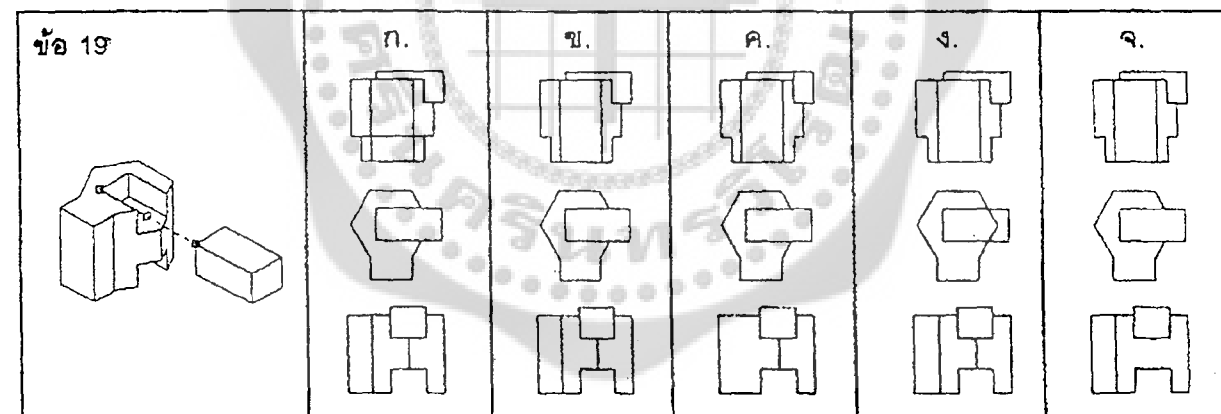
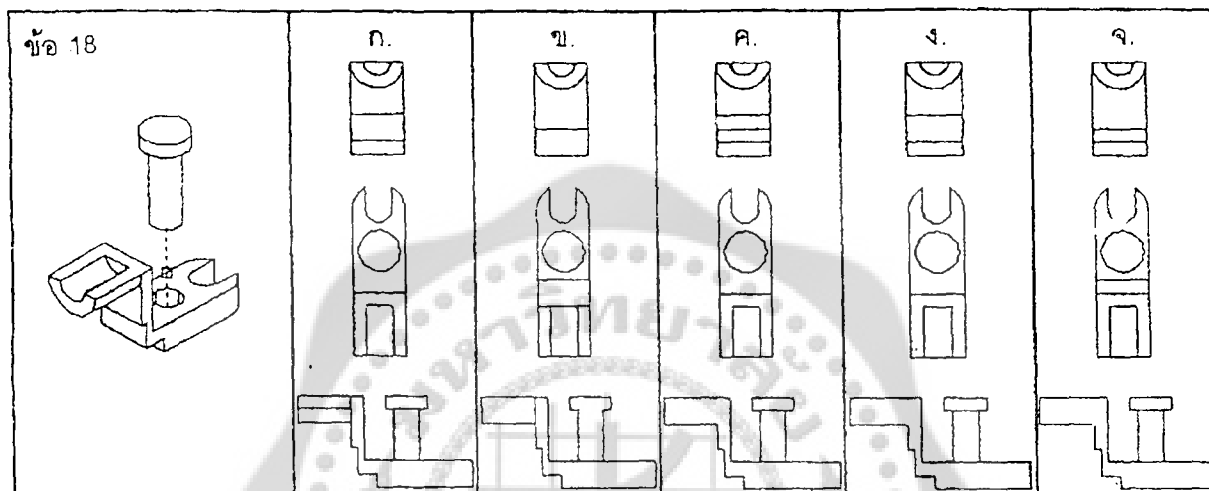
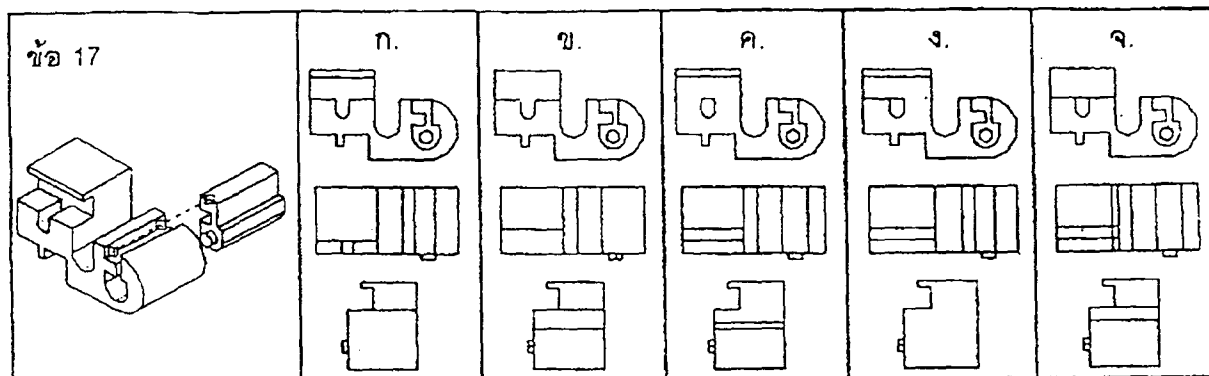
ถ้าระบายคำตอบไปแล้ว หากต้องการจะเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่  
ต้องลบคำตอบเดิมให้สะอาดเสียก่อน แล้วจึงระบายคำตอบใหม่ลงไป

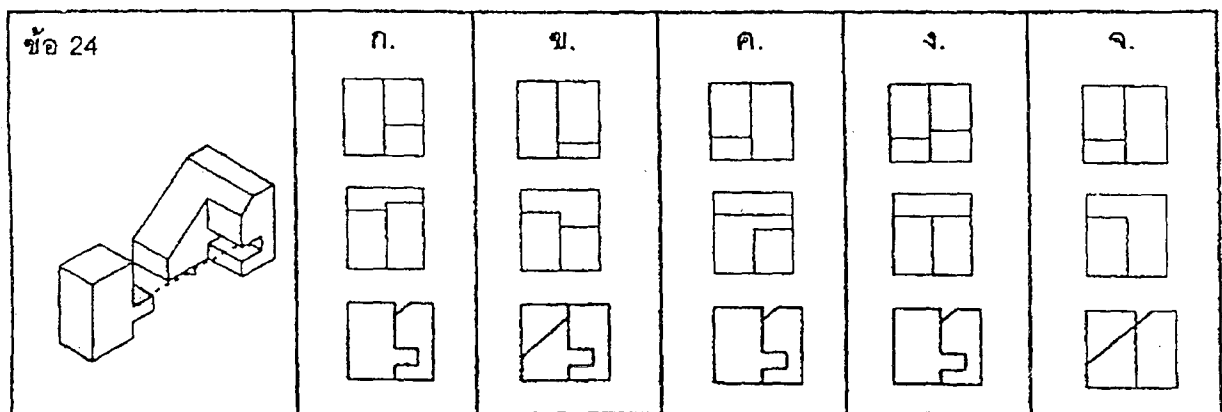
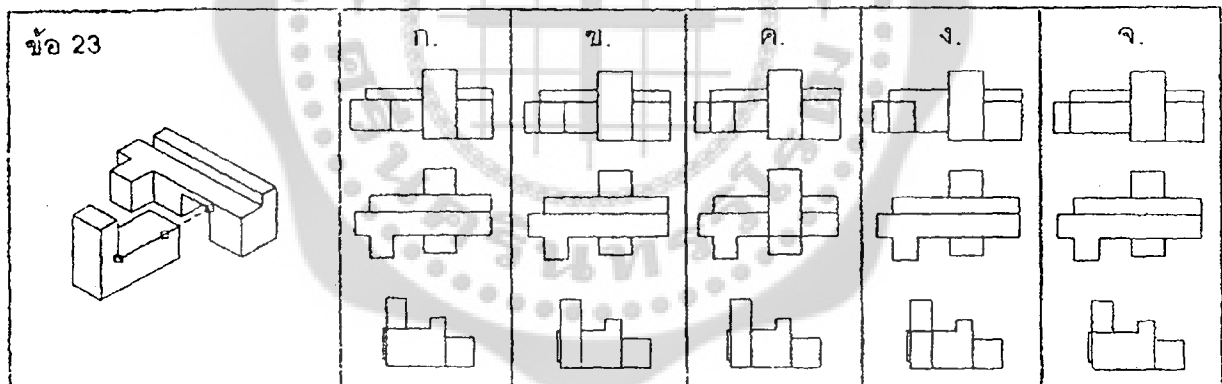
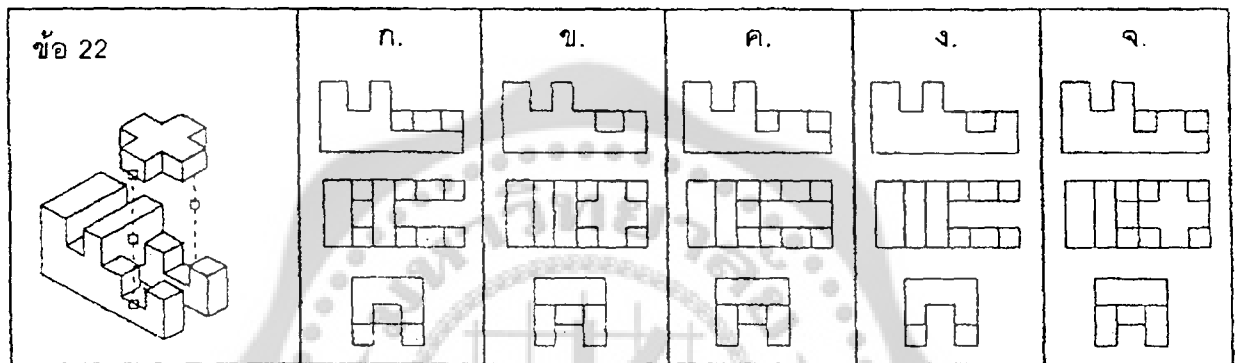
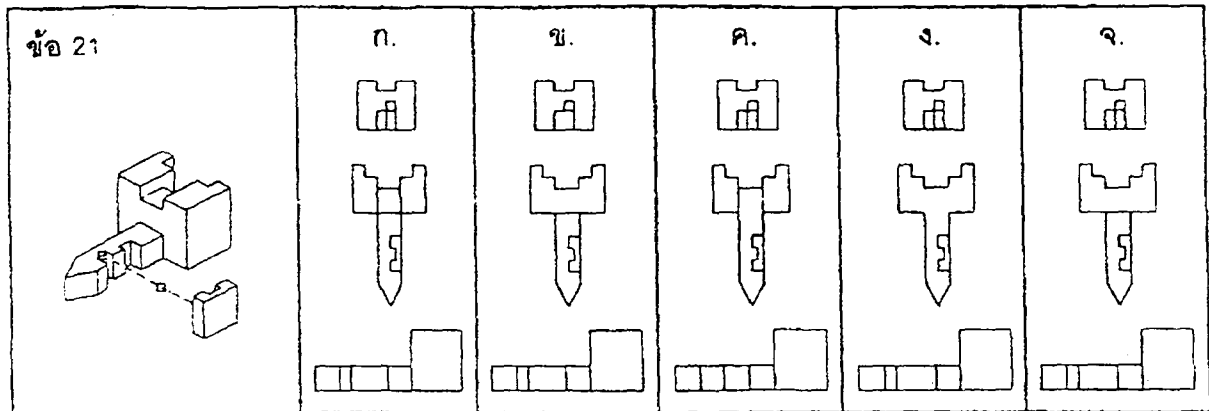


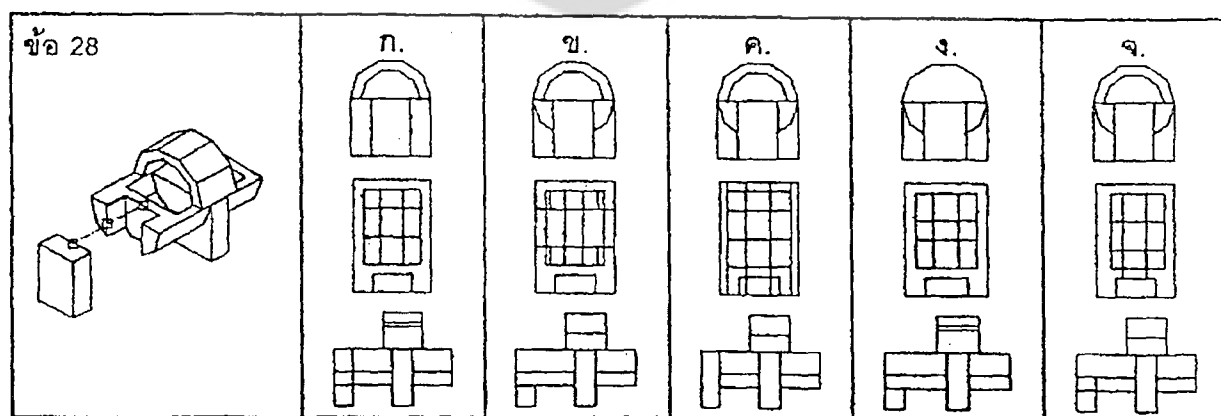
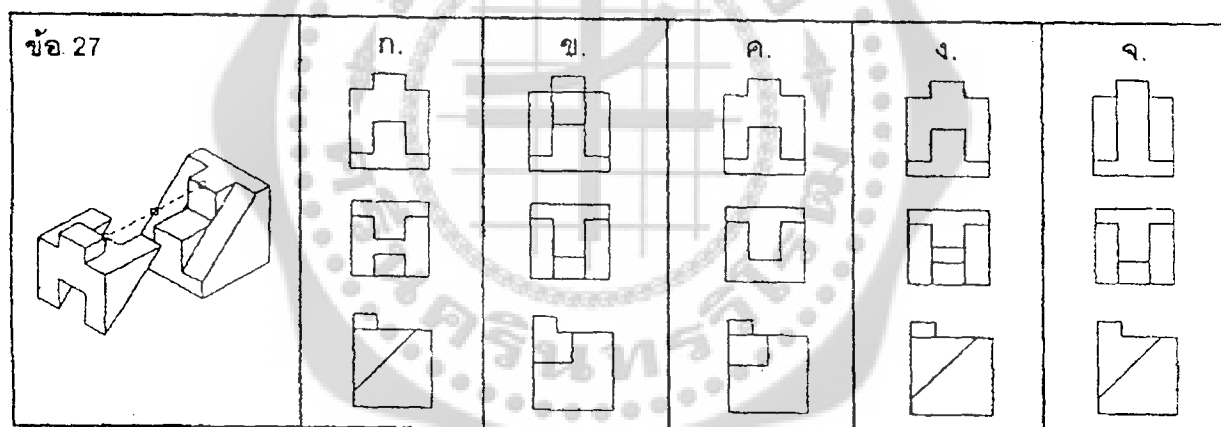
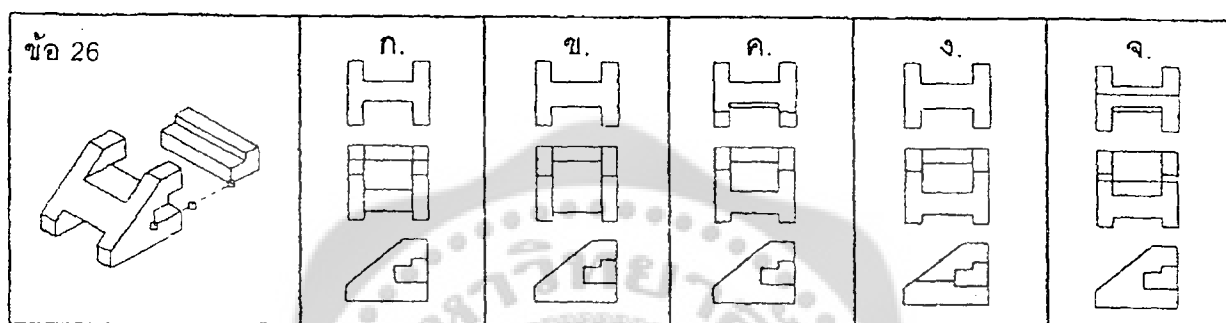
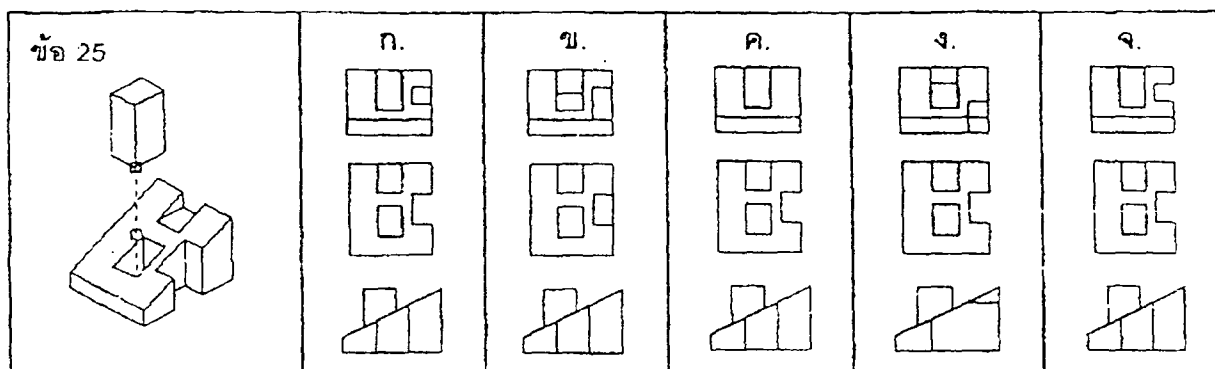


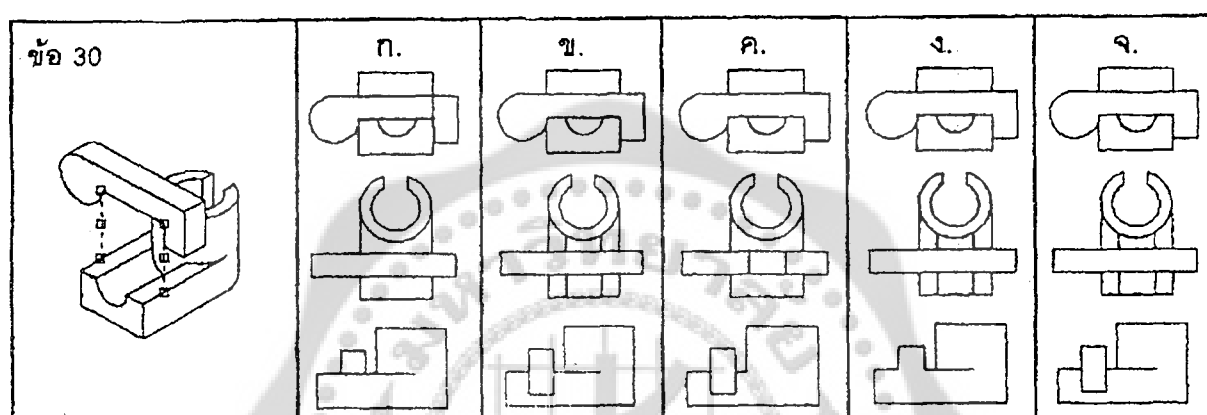
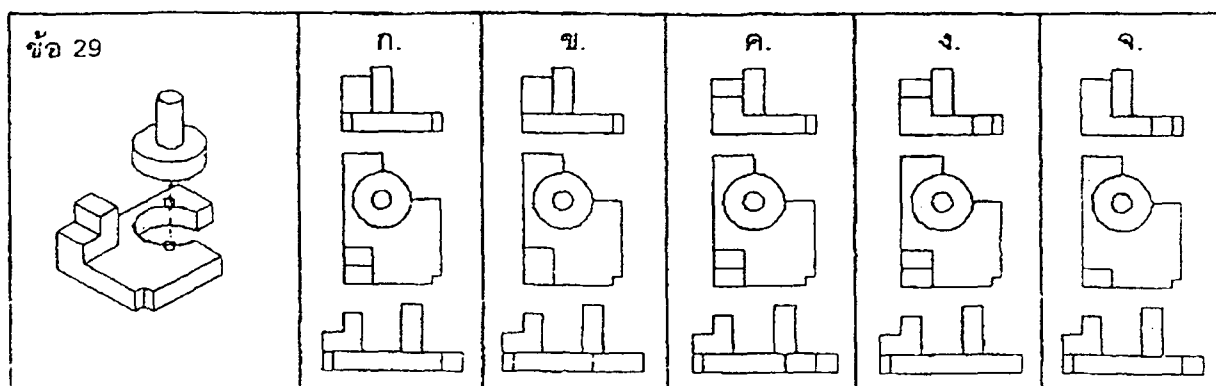








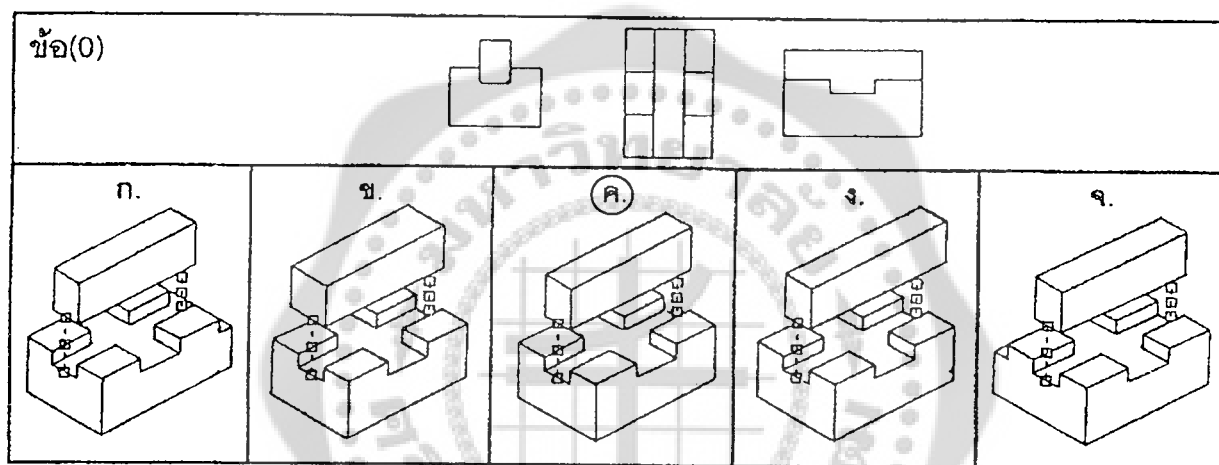




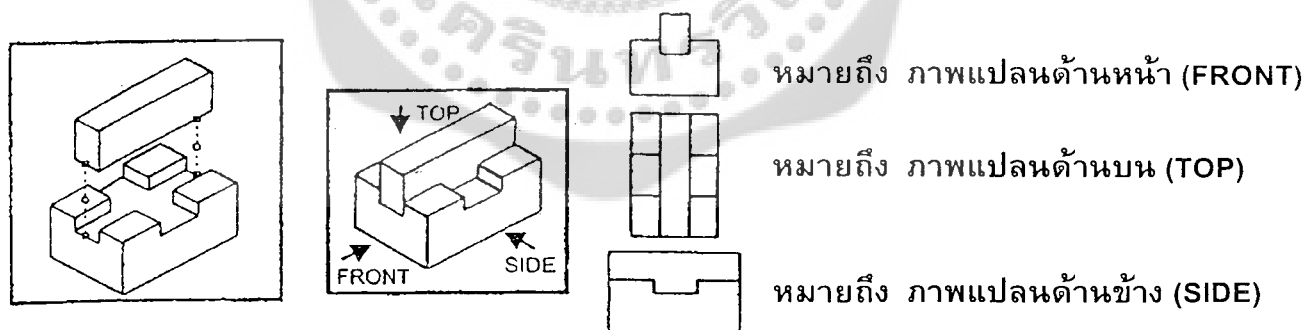
แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบเพิ่มภาพ  
ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
2. ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) มาให้ ให้นักเรียนพิจารณาภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ภาพแปลนด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) ของภาพรูปทรง 3 มิติ ที่เชื่อมภาพต่อกันตามรอยเส้นประเรียบร้อยแล้ว ว่าตรงกับภาพรูปทรง 3 มิติ ข้อใด ในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ทางด้านล่าง



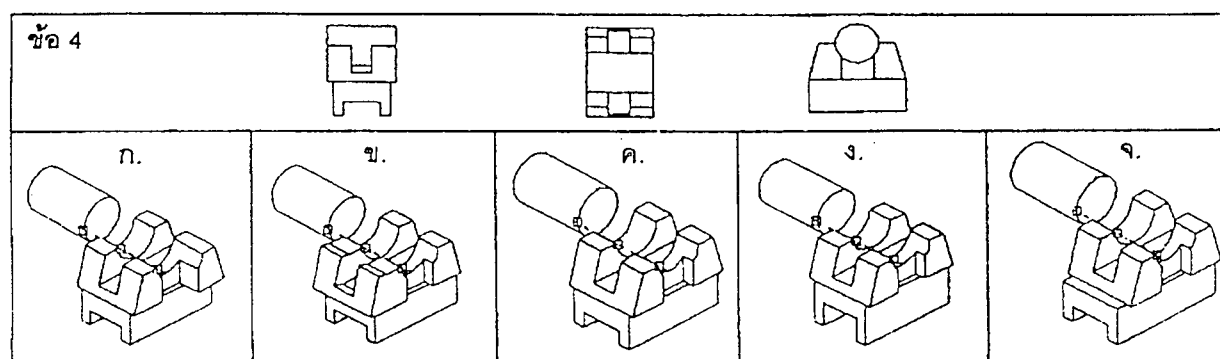
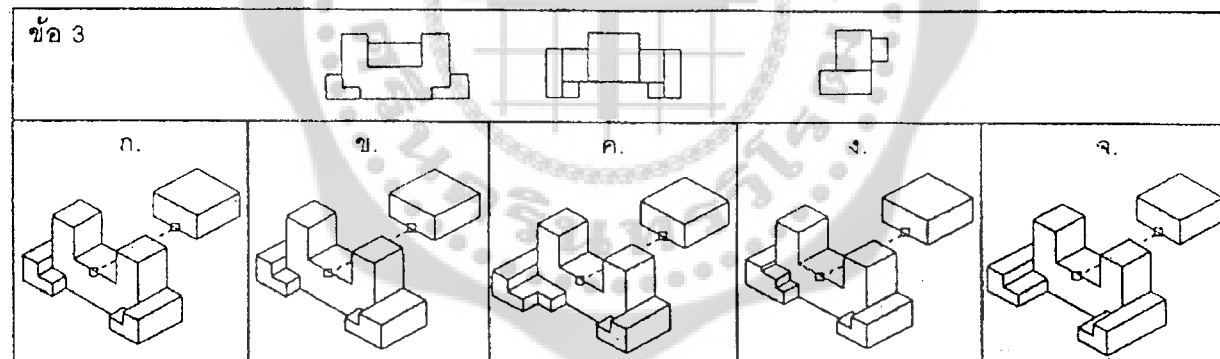
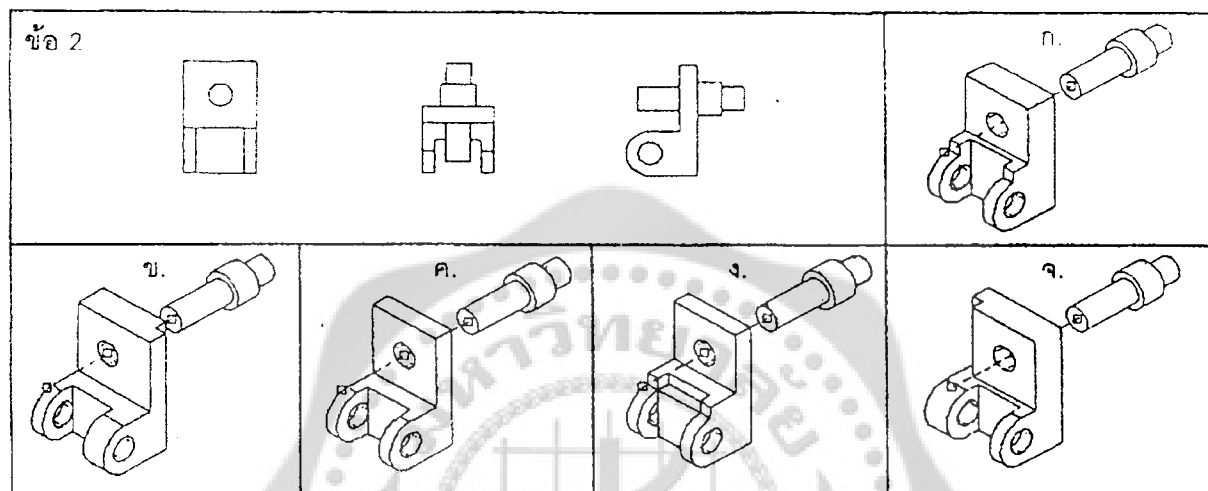
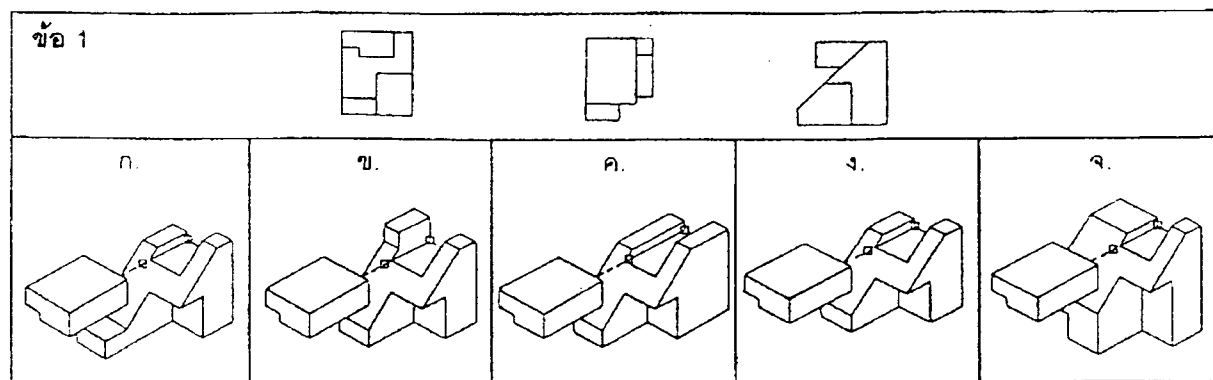
3. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดภาพแปลนจากการมองตามรูปที่กำหนดให้ดังนี้

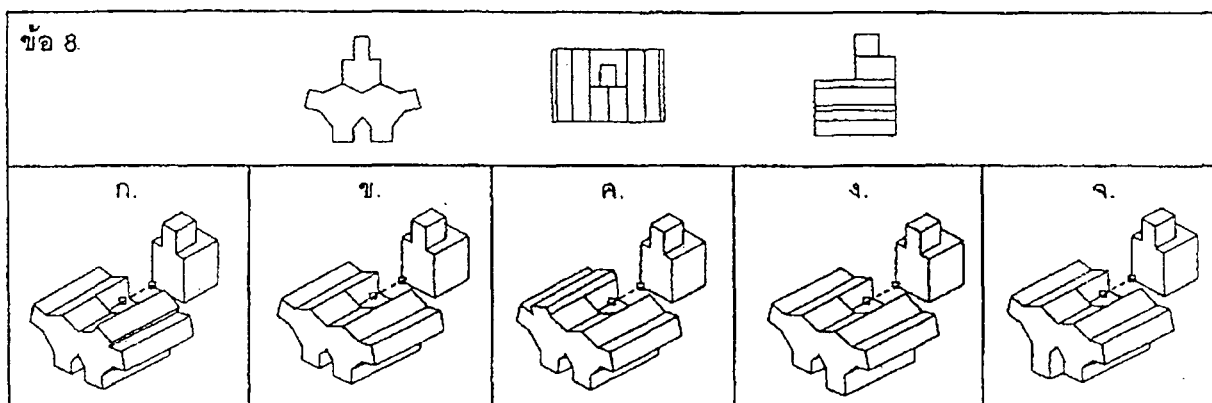
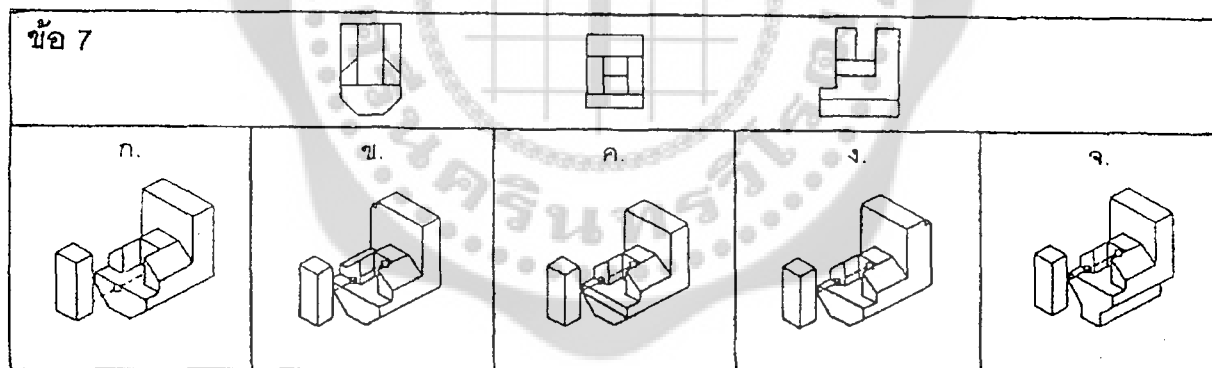
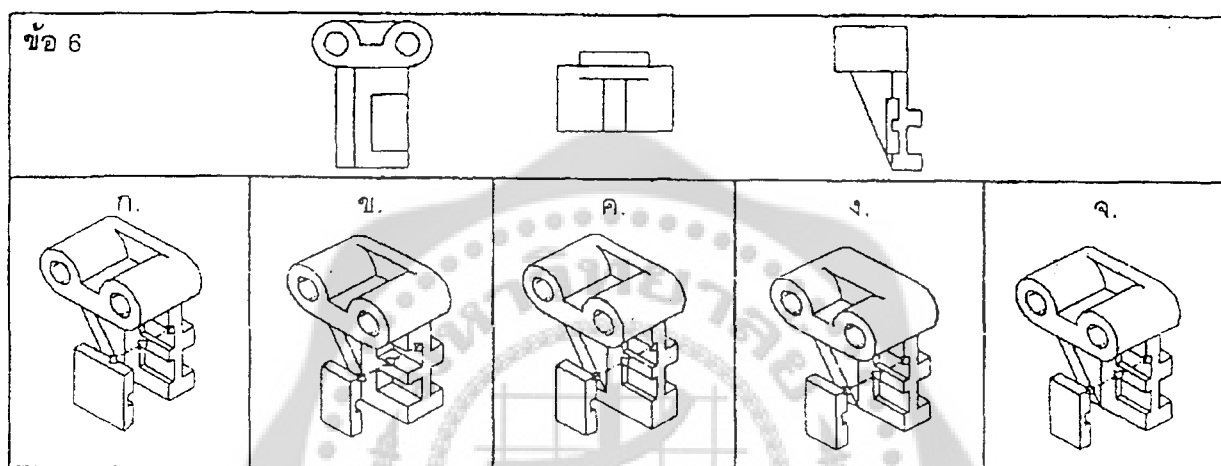
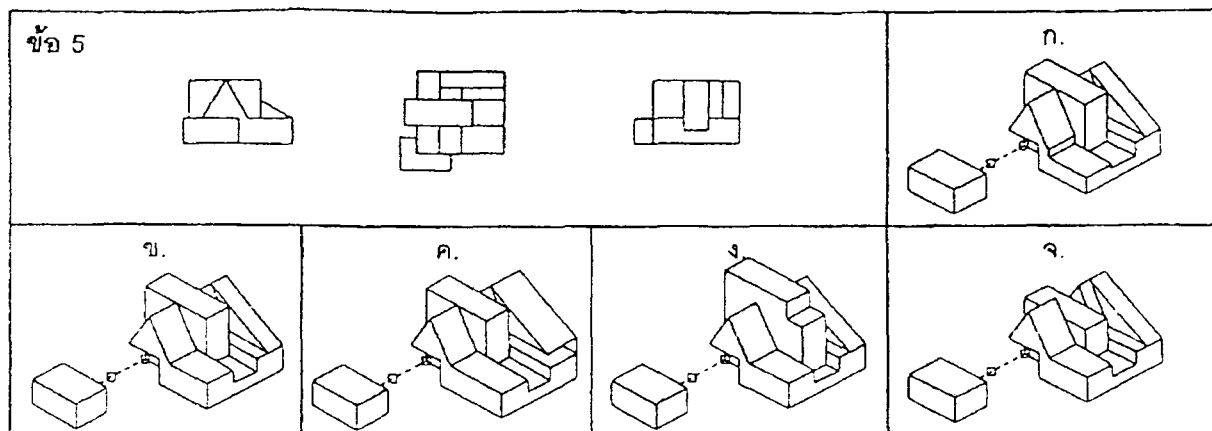


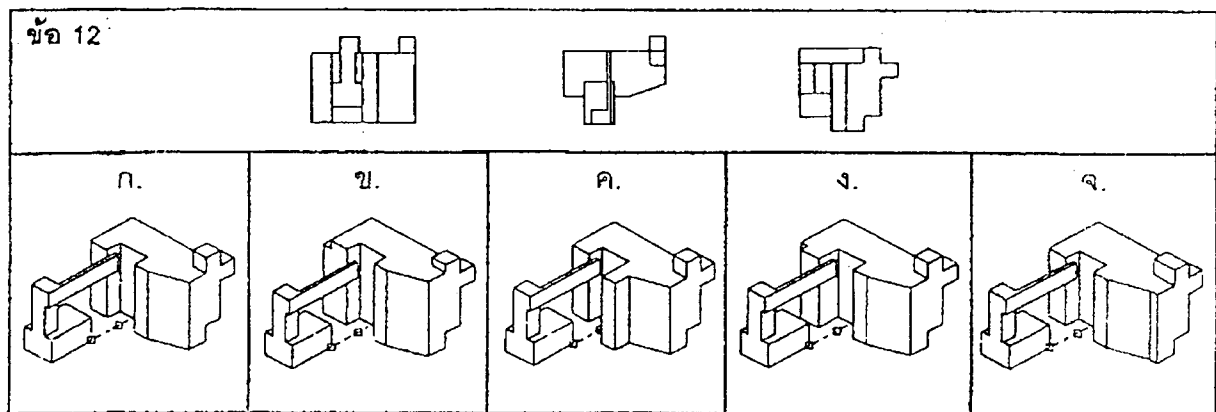
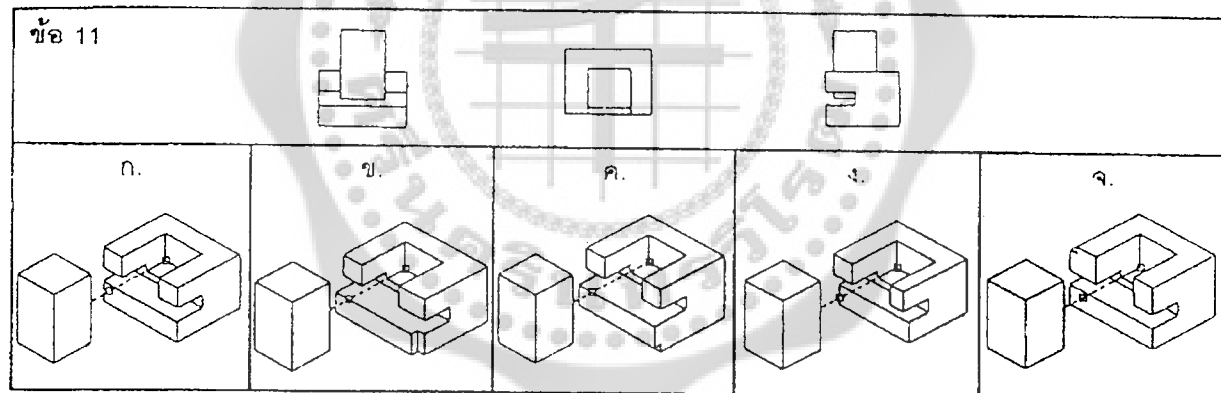
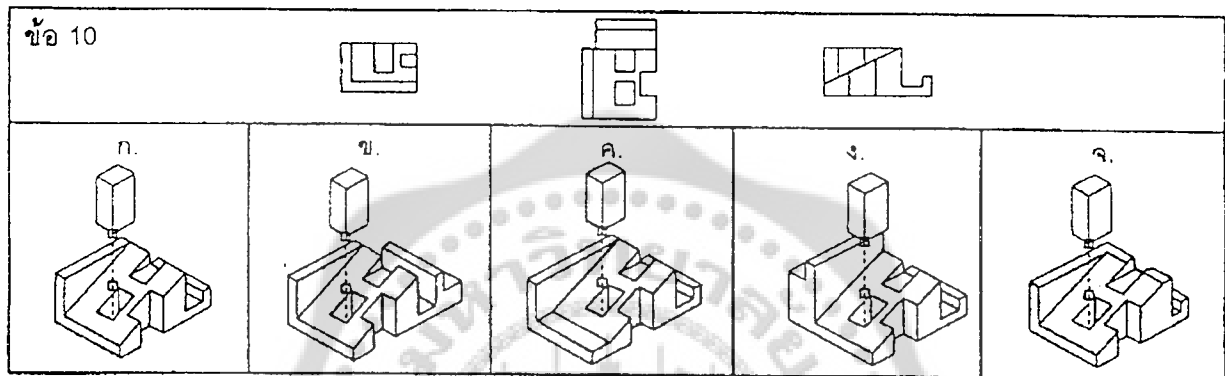
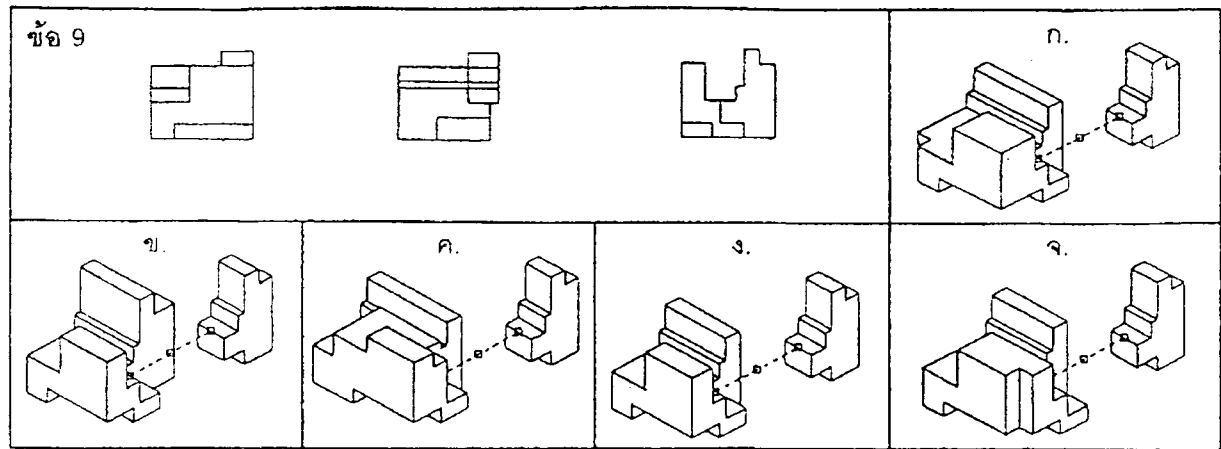
4. การตอบคำถามแต่ละข้อให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. เมื่อเลือกคำตอบใด ให้ใช้ดินสอ 2 B ระบายในช่องคำตอบของกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง ข้อ (0)

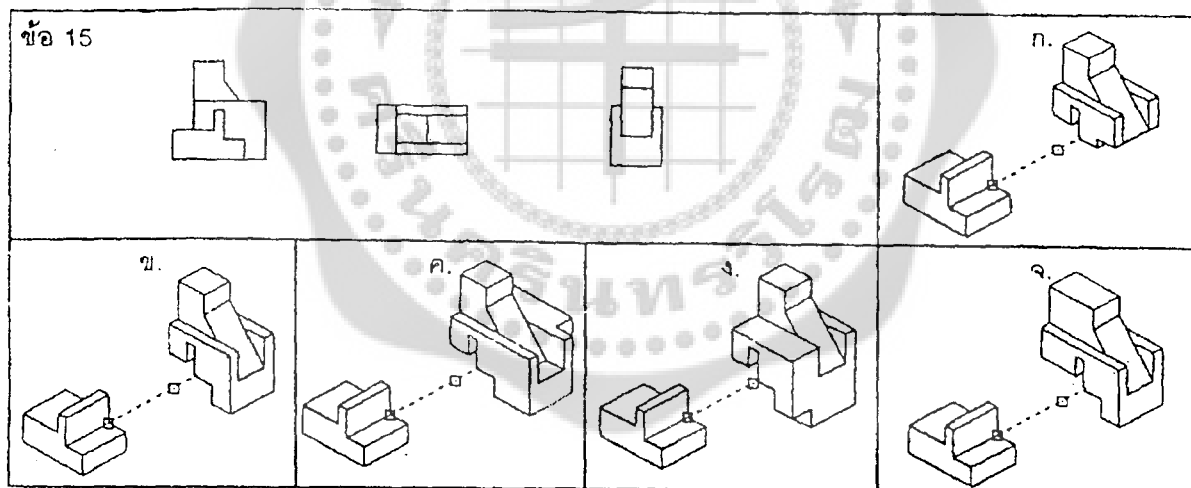
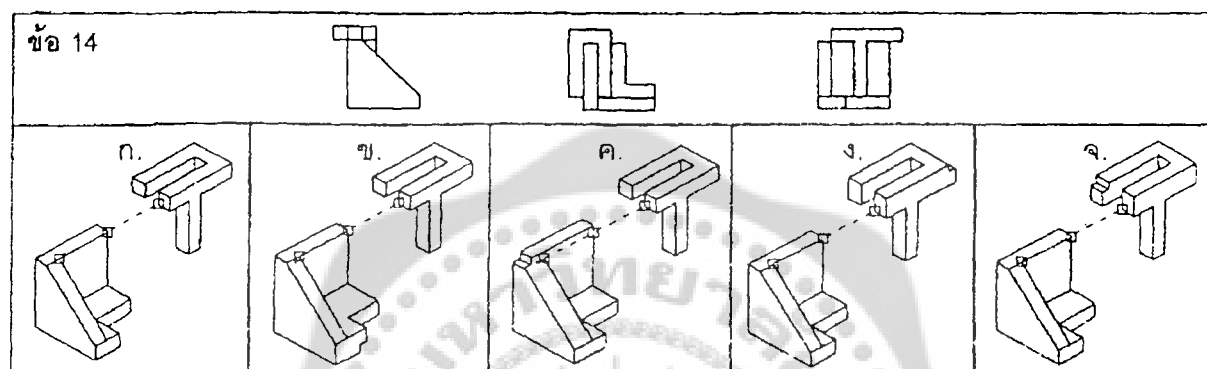
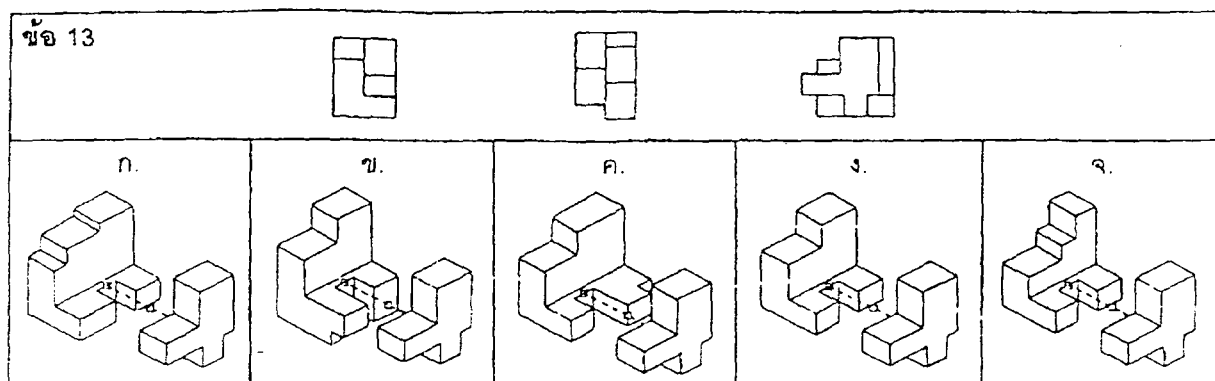
ข้อ (0)    ก.    ข.    ●    ง.    จ.

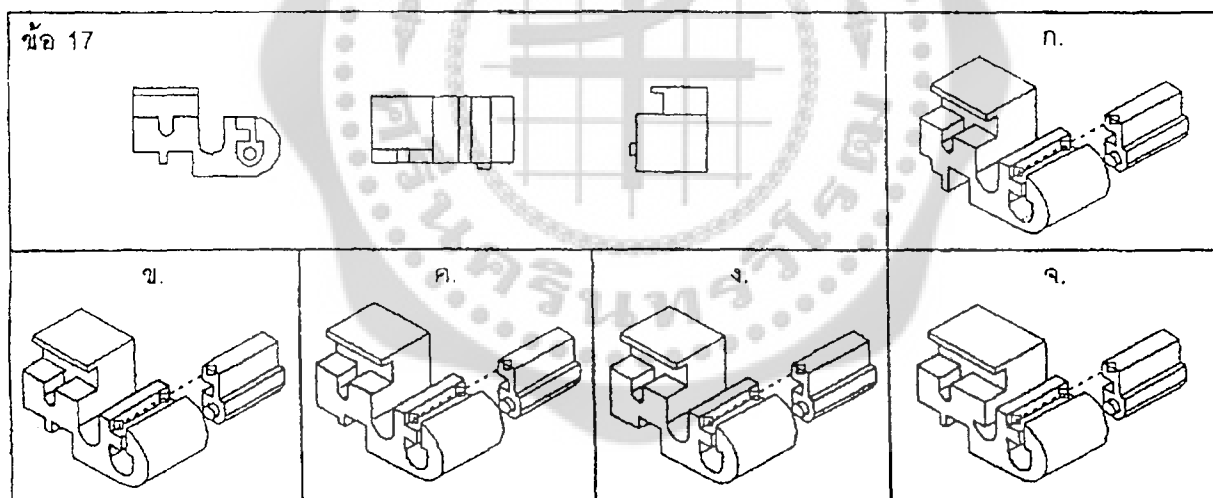
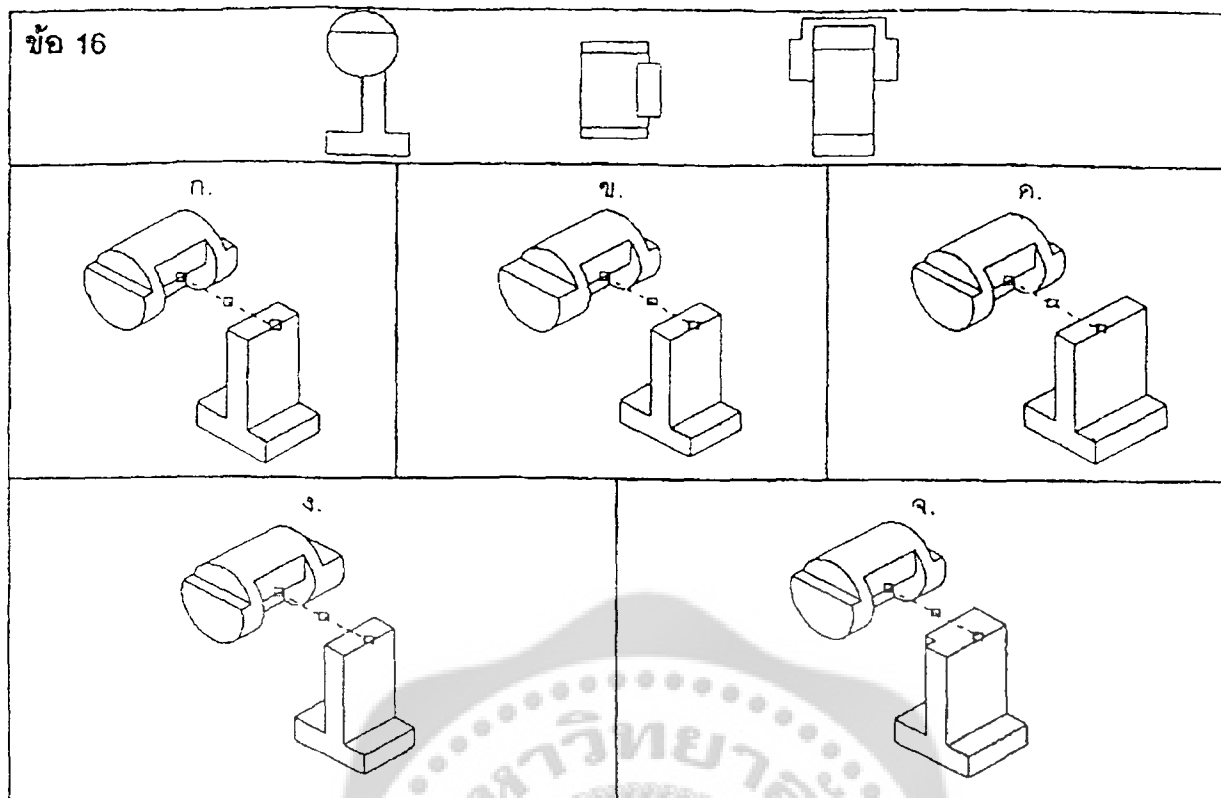
ถ้าระบายคำตอบไปแล้ว หากต้องการจะเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่  
ต้องลบคำตอบเดิมให้สะอาดเสียก่อน แล้วจึงระบายคำตอบใหม่ลงไป







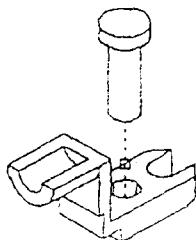




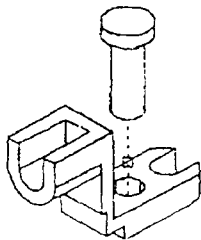
ข้อ 18



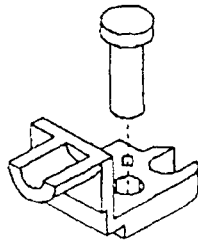
ก.



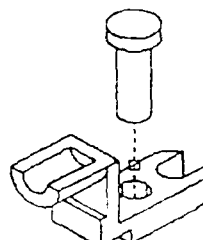
ข.



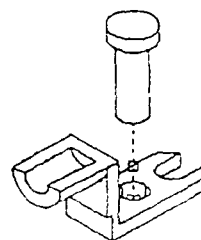
ค.



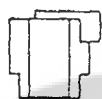
ง.



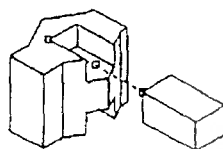
จ.



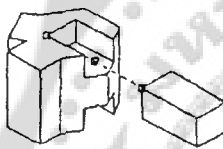
ข้อ 19



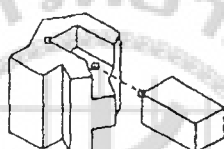
ก.



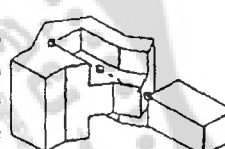
ข.



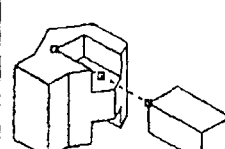
ค.



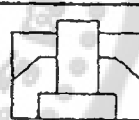
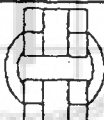
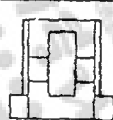
ง.



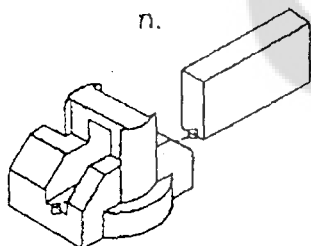
จ.



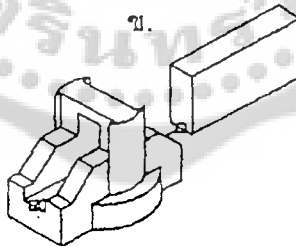
ข้อ 20



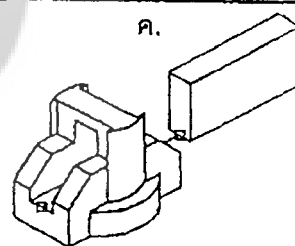
ก.



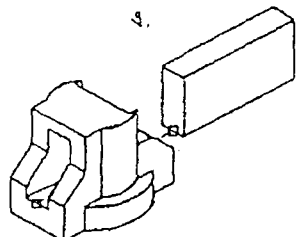
ข.



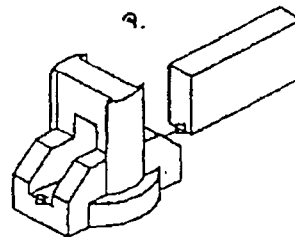
ค.

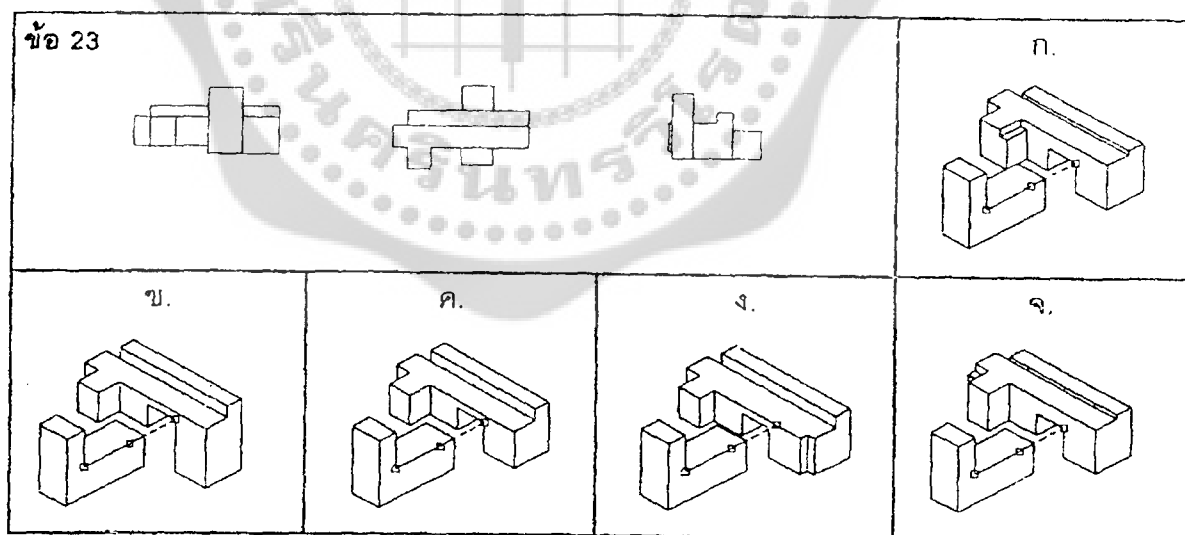
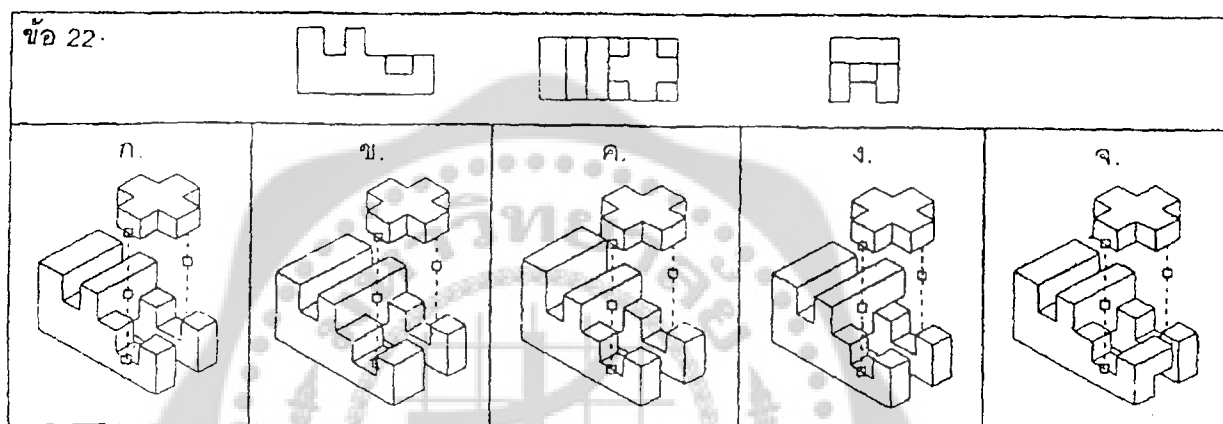
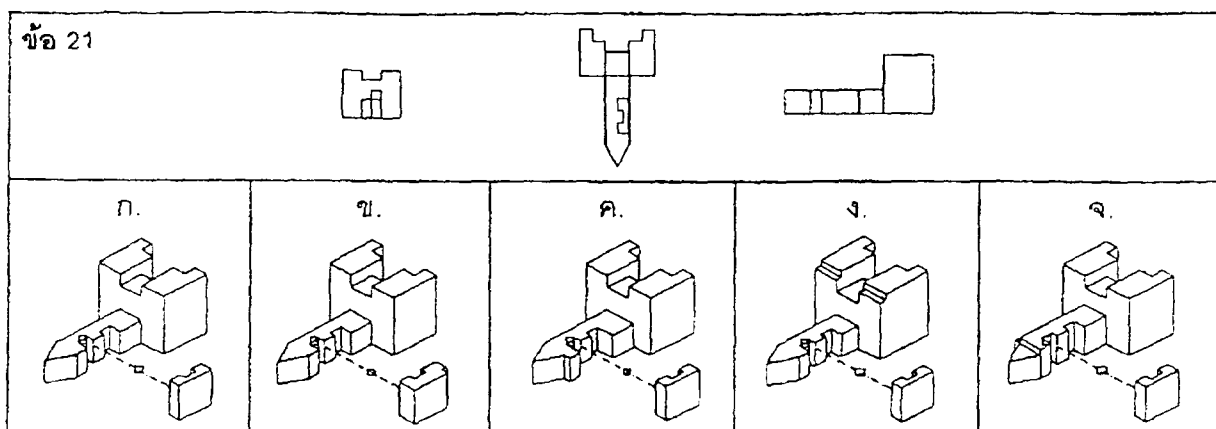


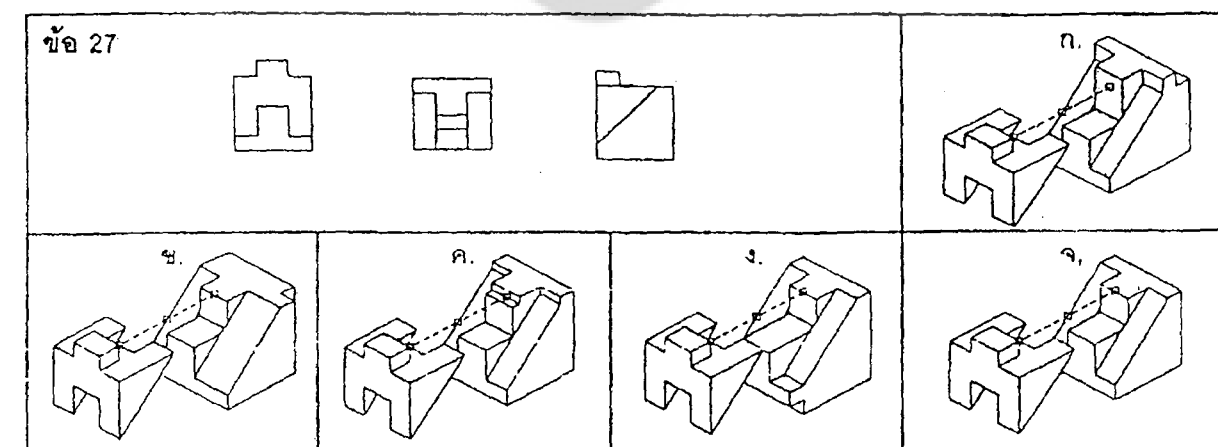
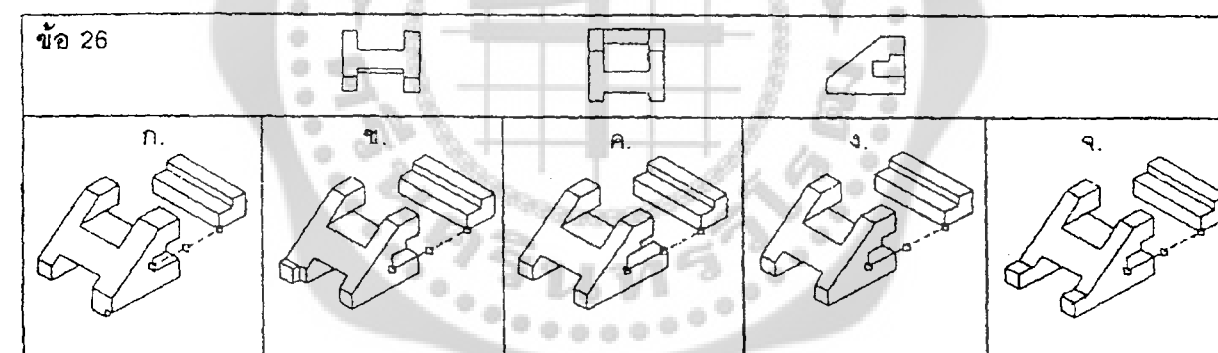
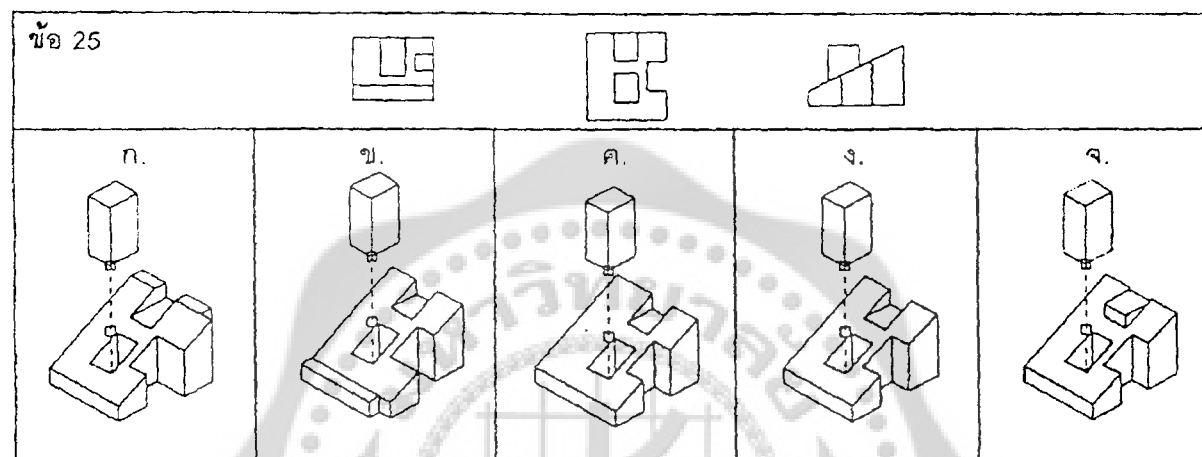
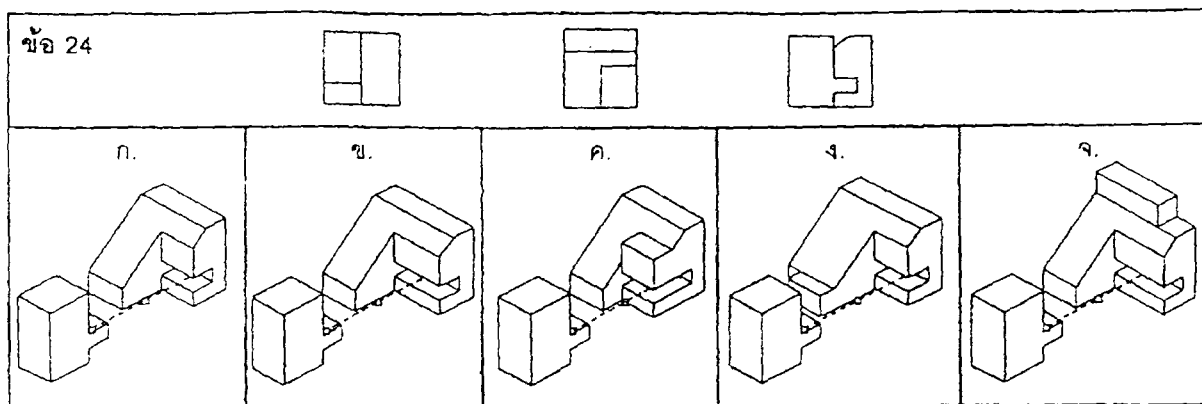
ง.

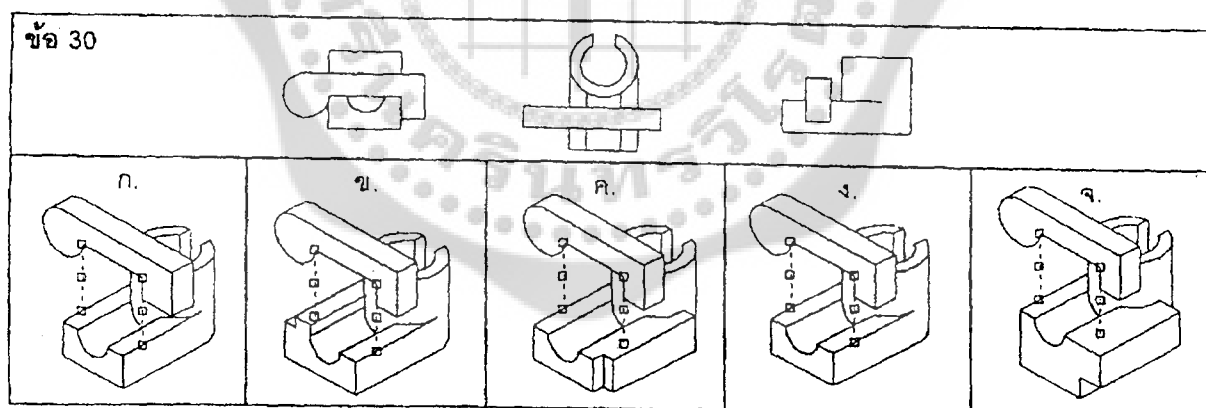
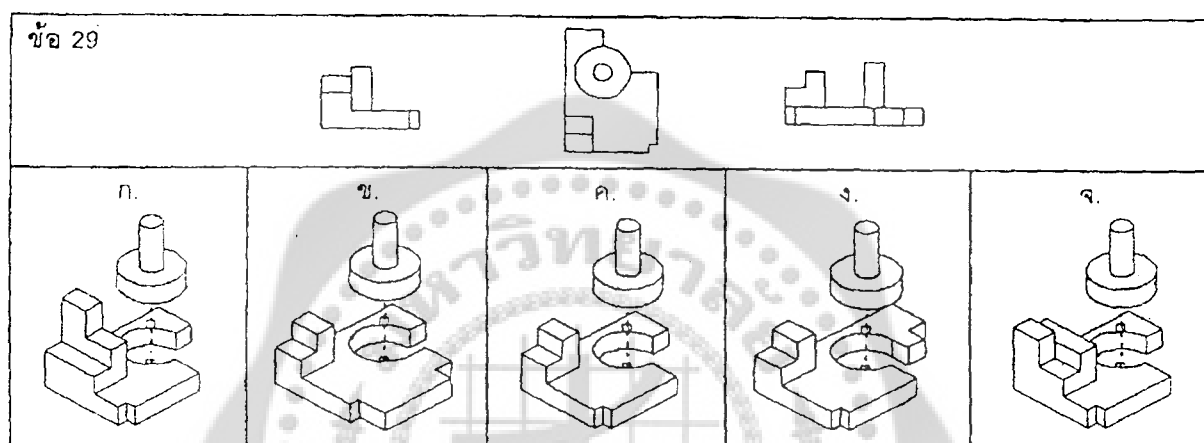
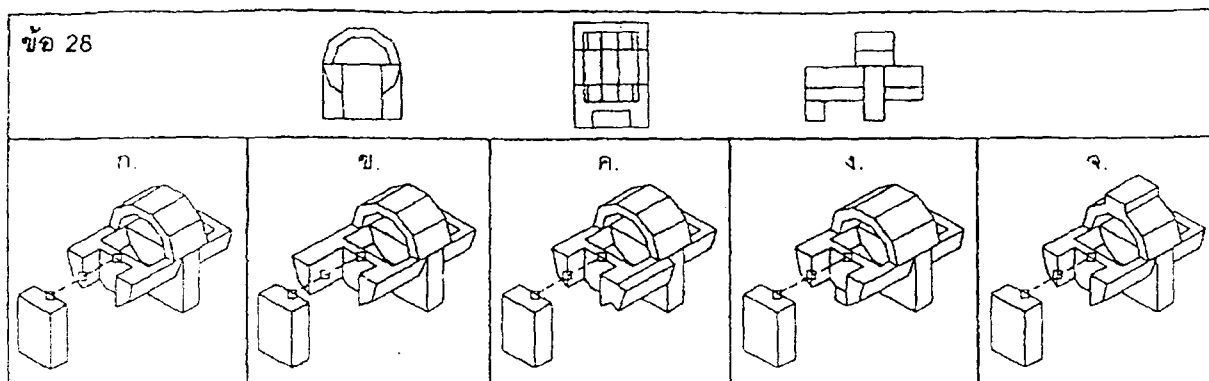


จ.





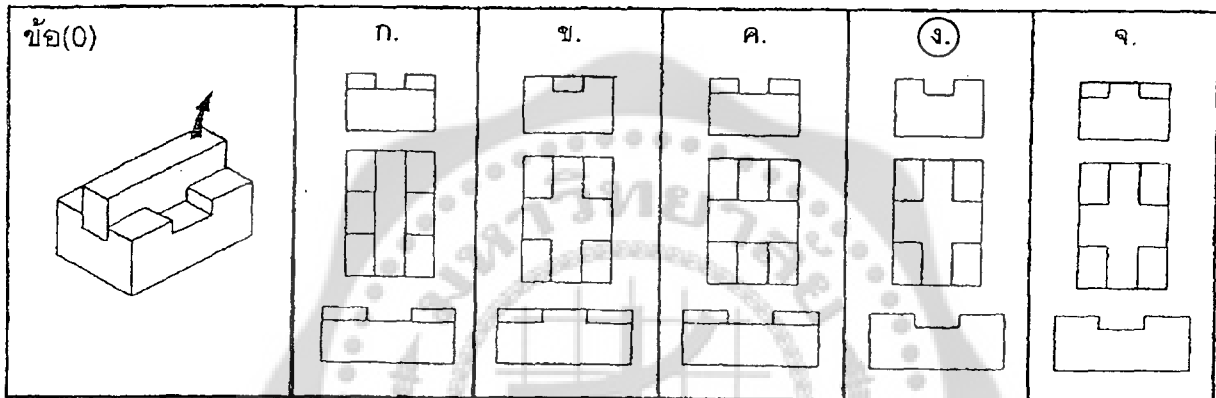




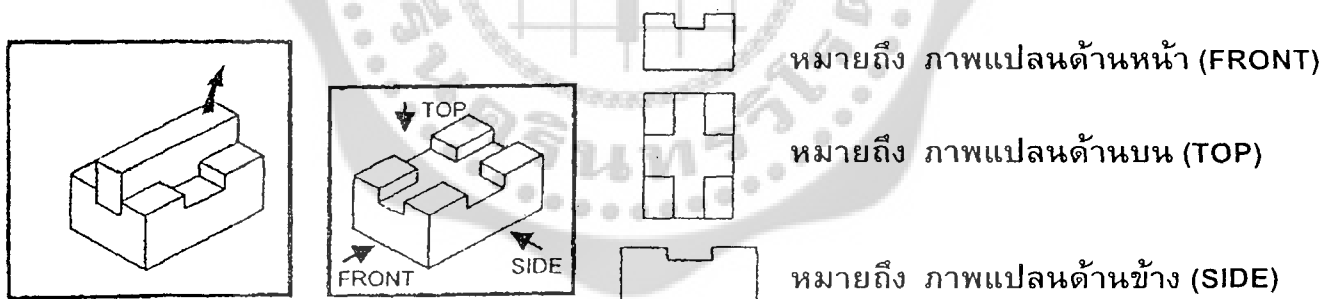
แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ  
ที่มีรูปแบบการมองภาพรวม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
2. ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพรูปทรง 3 มิติ มาให้ ให้นักเรียนพิจารณาภาพทางซ้ายมือ และลดภาพตามลูกศรบังคับ แล้วให้นักเรียนหาภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ภาพแปลนด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) ว่าตรงกับภาพแปลนข้อใด ในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ทางด้านขวา



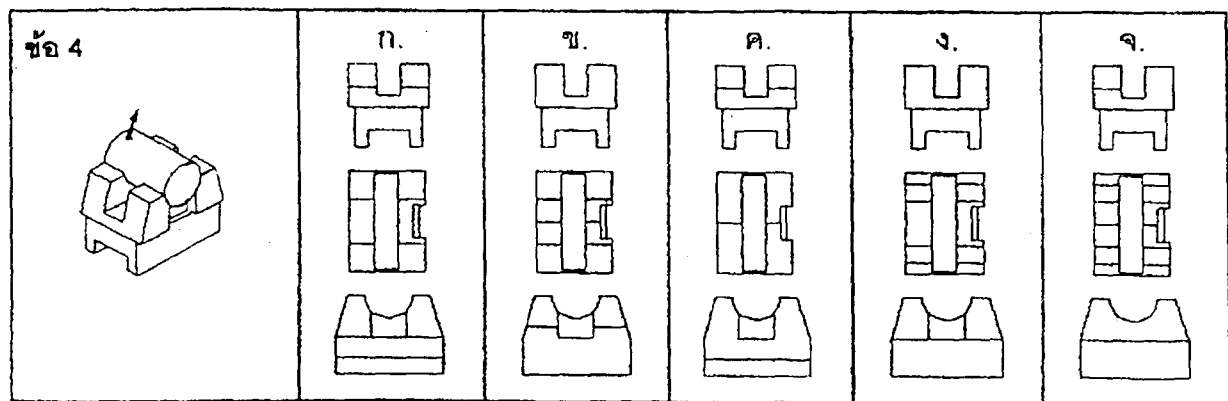
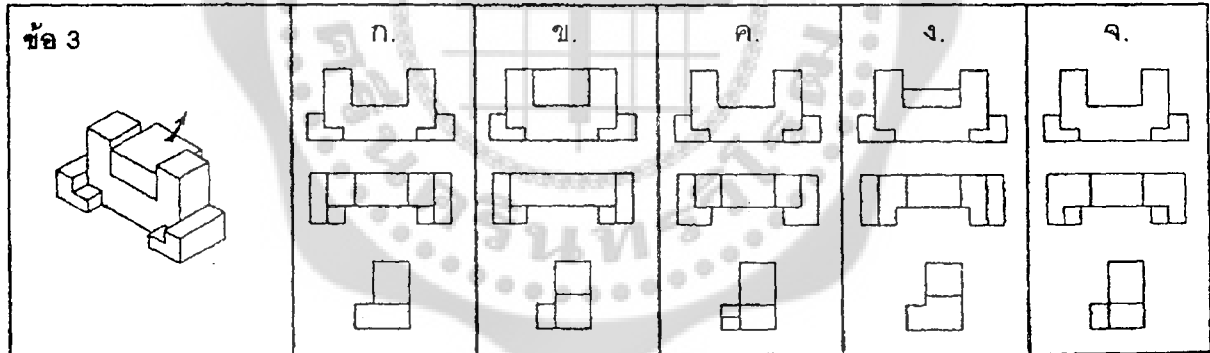
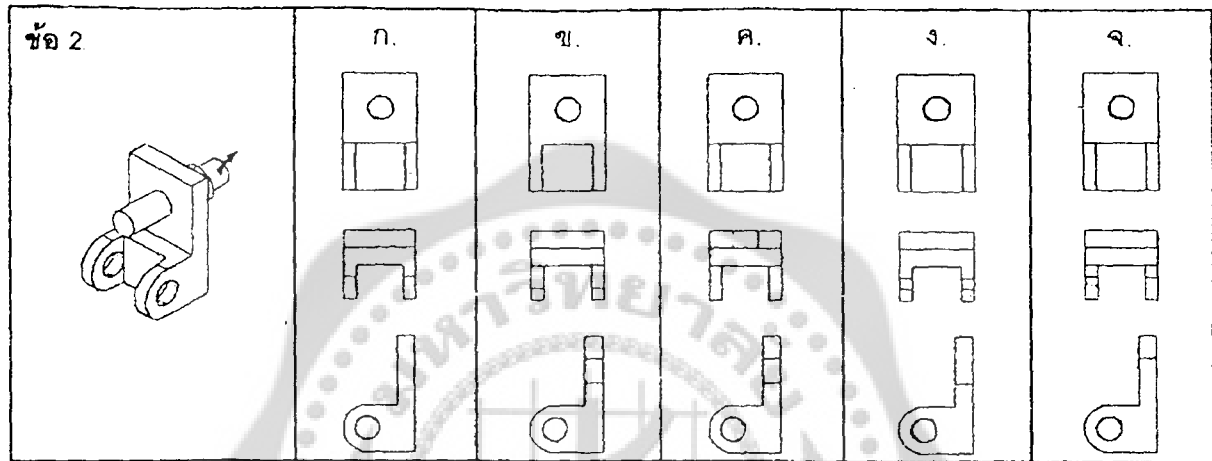
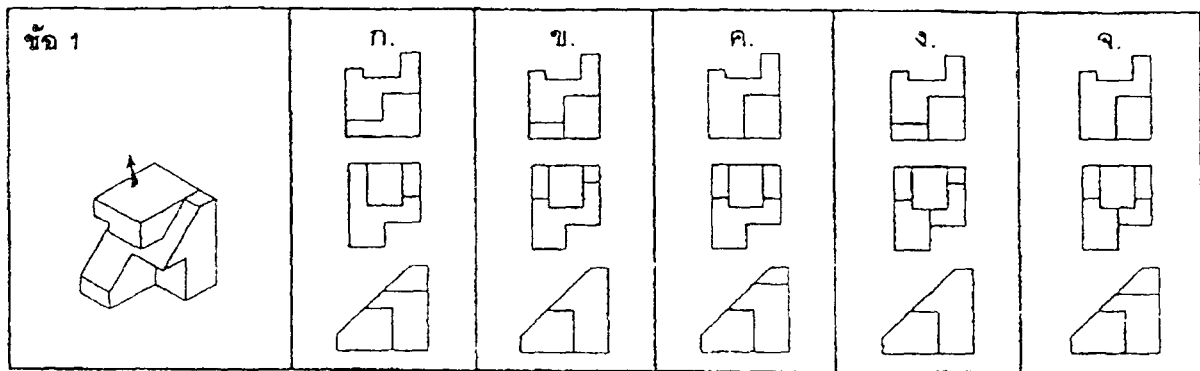
3. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดภาพแปลนจากการมองตามรูปที่กำหนดให้ดังนี้

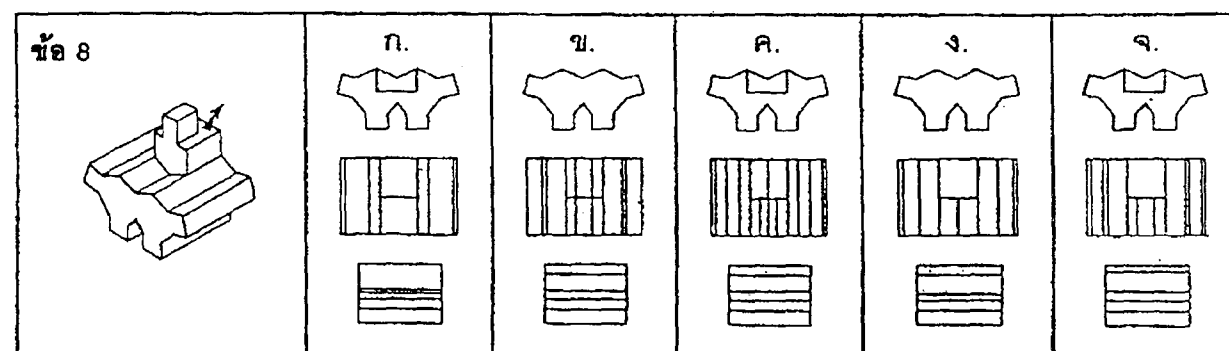
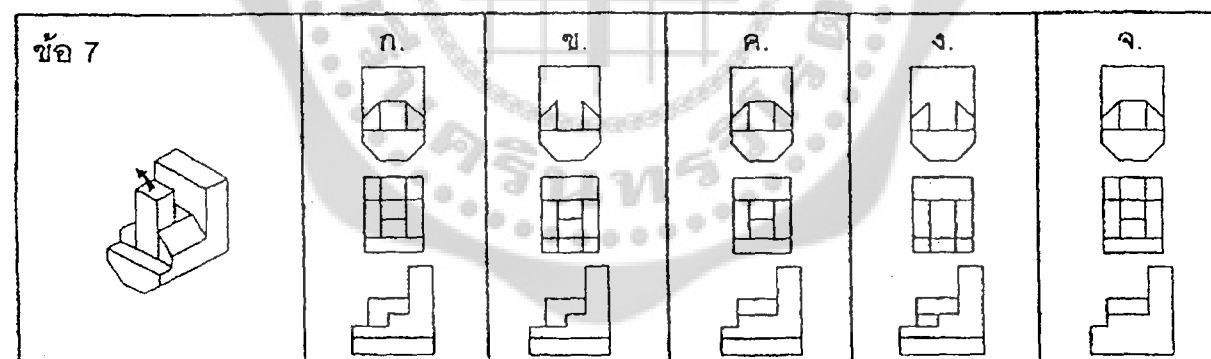
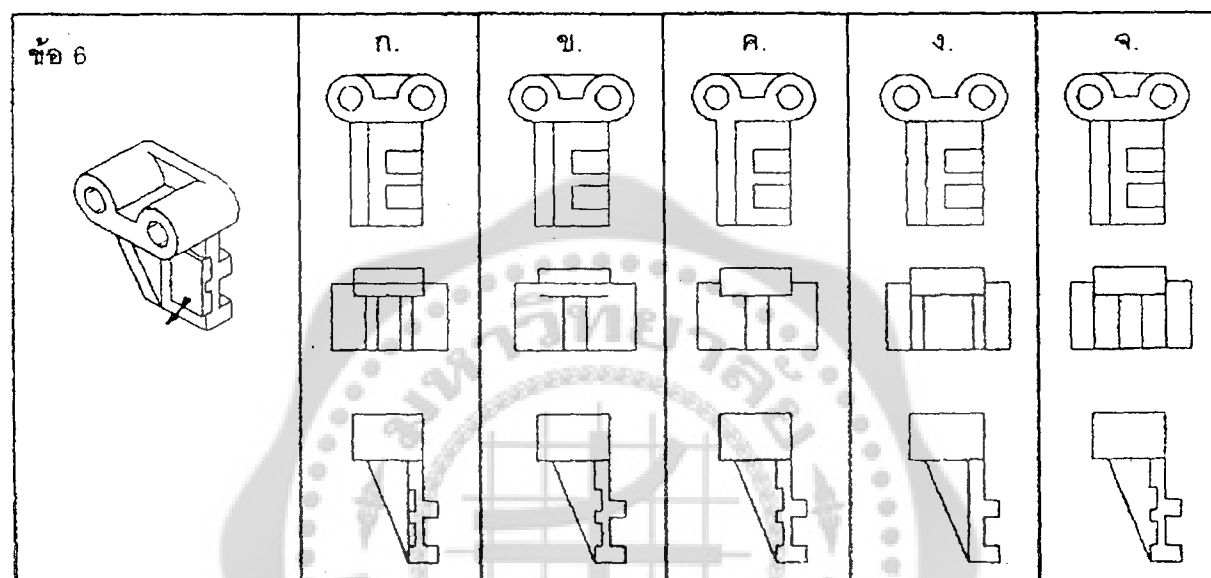
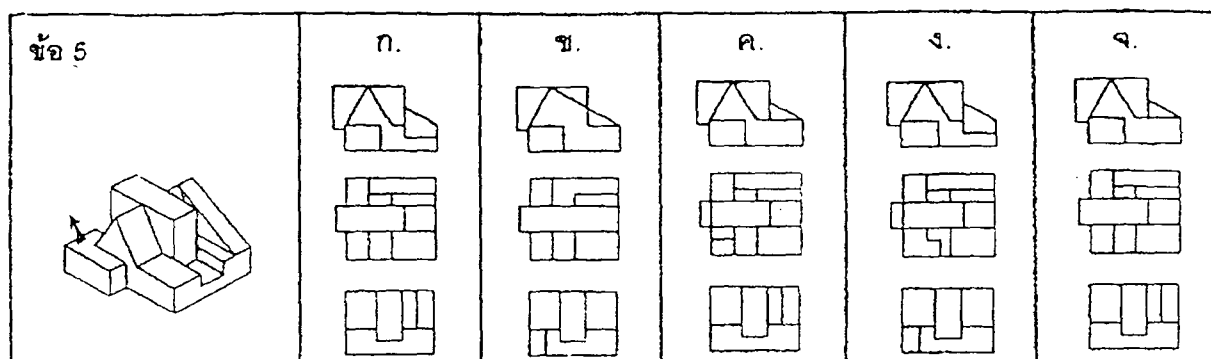


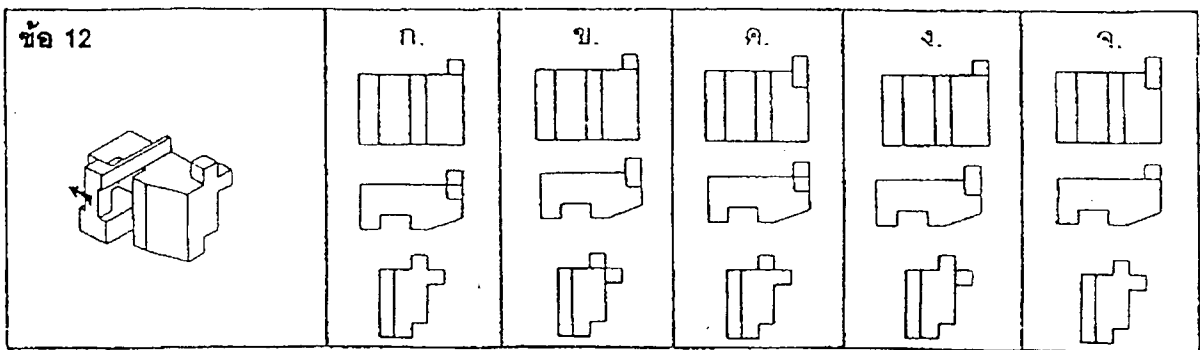
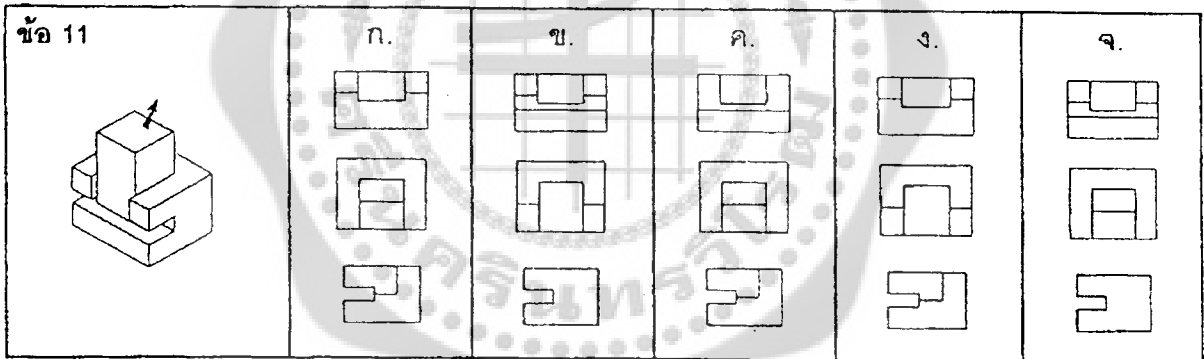
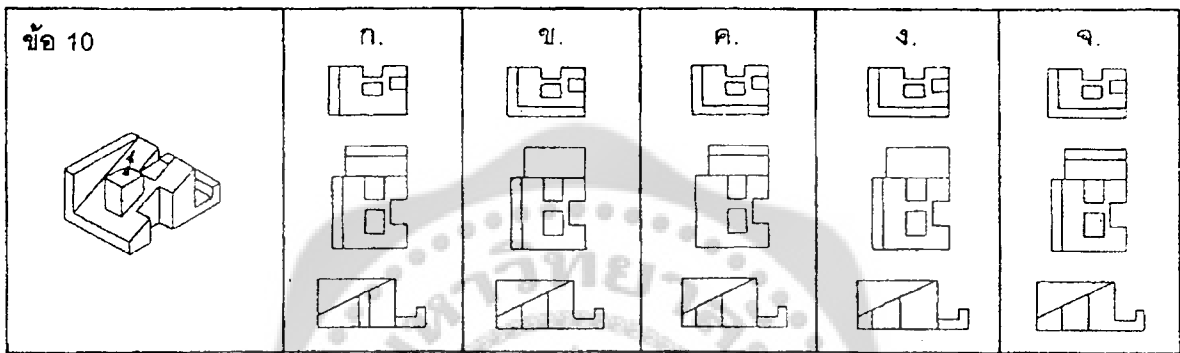
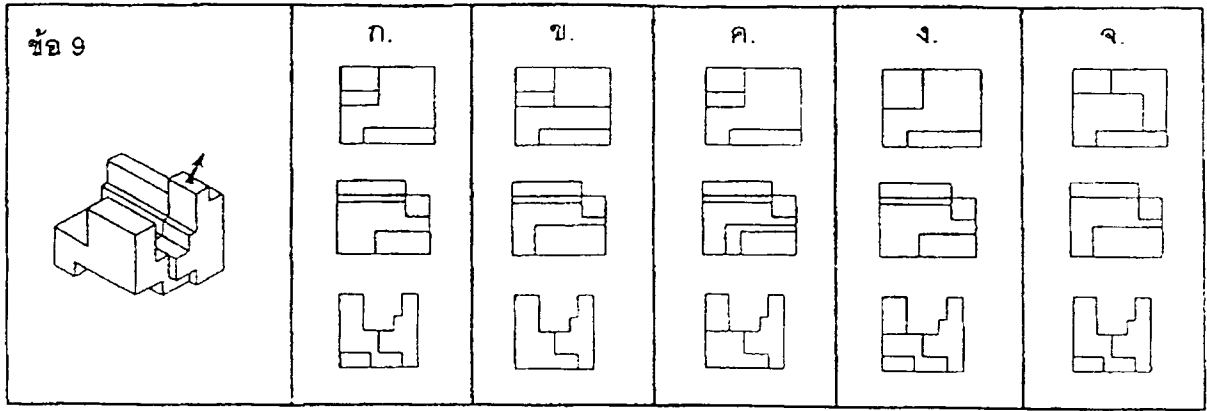
4. การตอบคำถามแต่ละข้อให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. เมื่อเลือกคำตอบใด ให้ใช้ดินสอ 2 B ระบายในช่องคำตอบของกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง ข้อ (0)

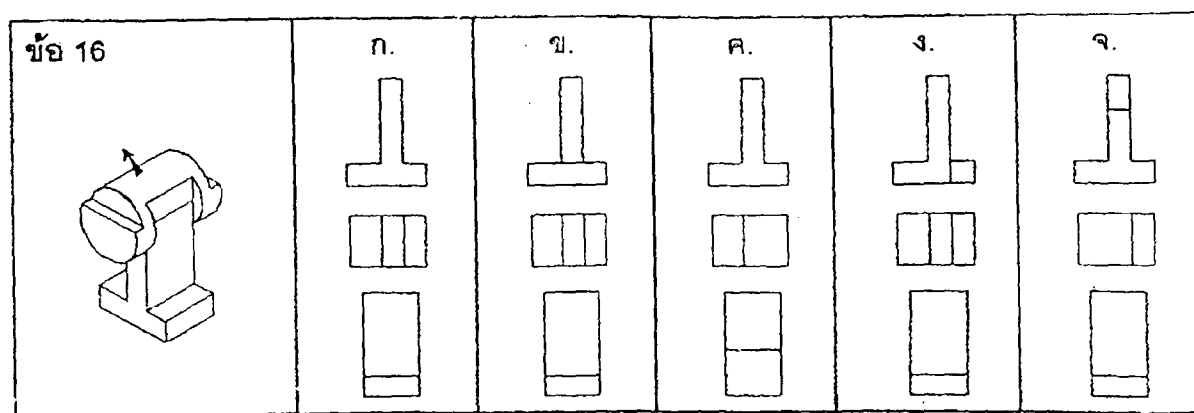
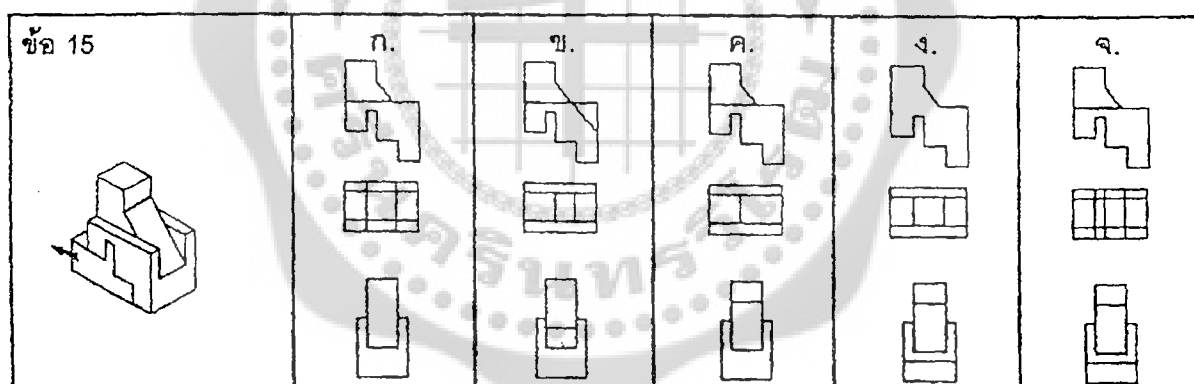
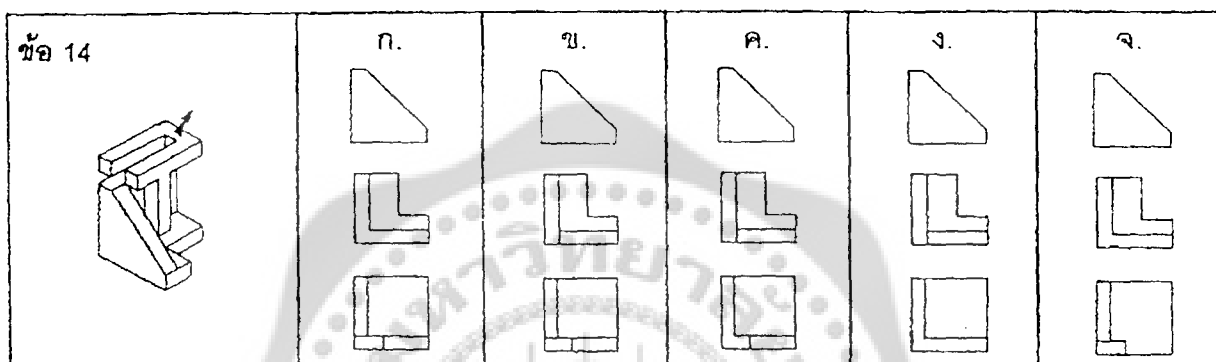
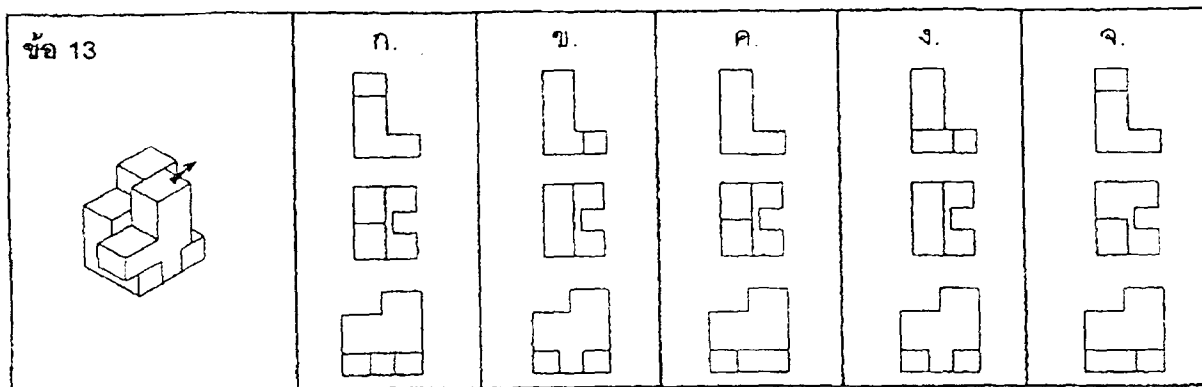
ข้อ (0)    (ก.)    (ข.)    (ค.)    (ง.)    (จ.)

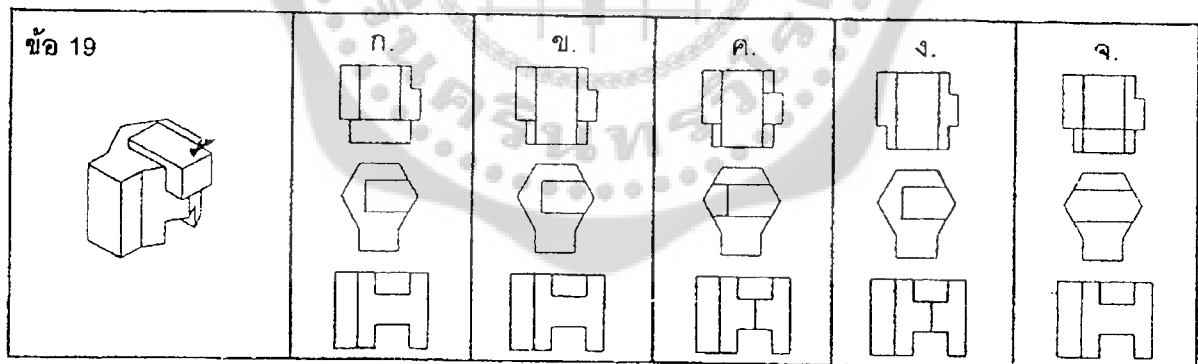
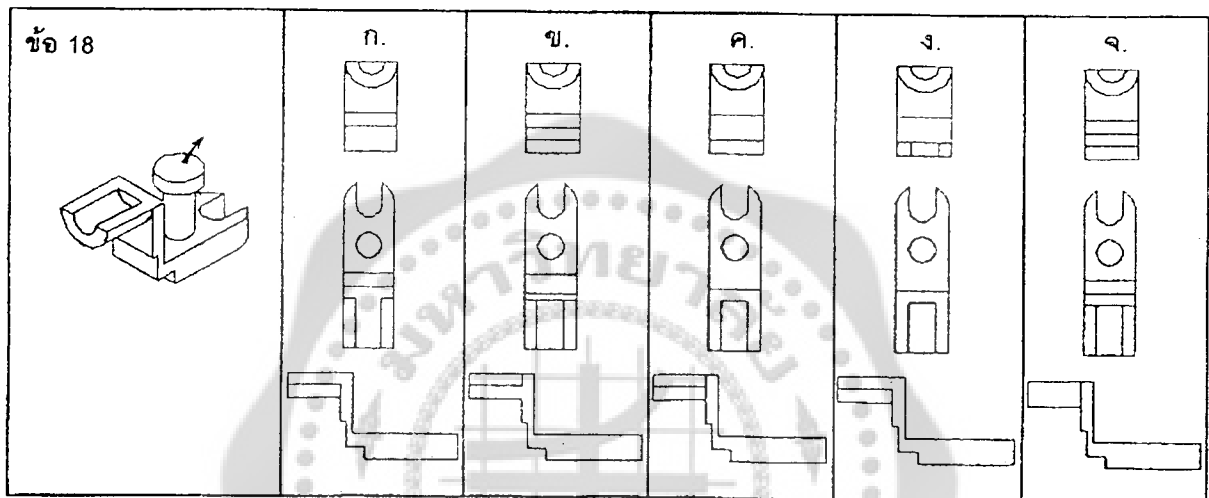
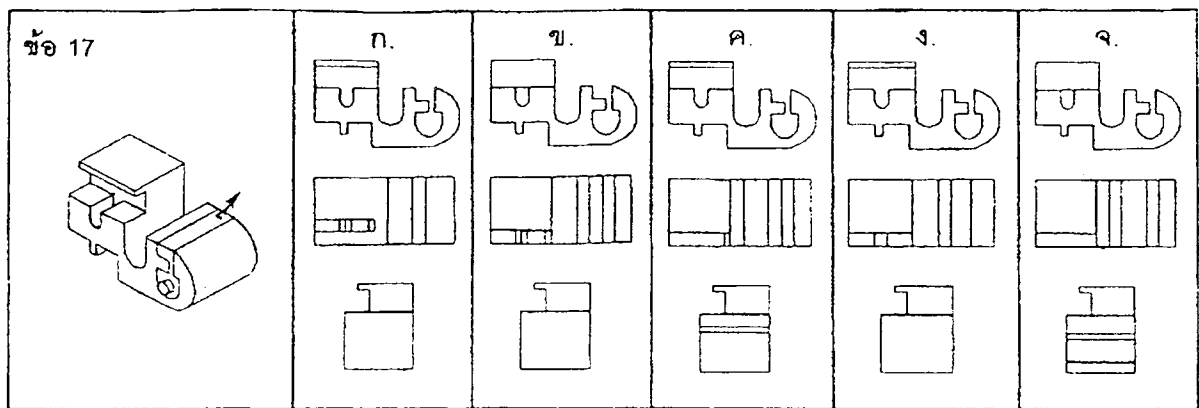
ถ้าระบายคำตอบไปแล้ว หากต้องการจะเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่  
ต้องลบคำตอบเดิมให้สะอาดเสียก่อน แล้วจึงระบายคำตอบใหม่ลงไป

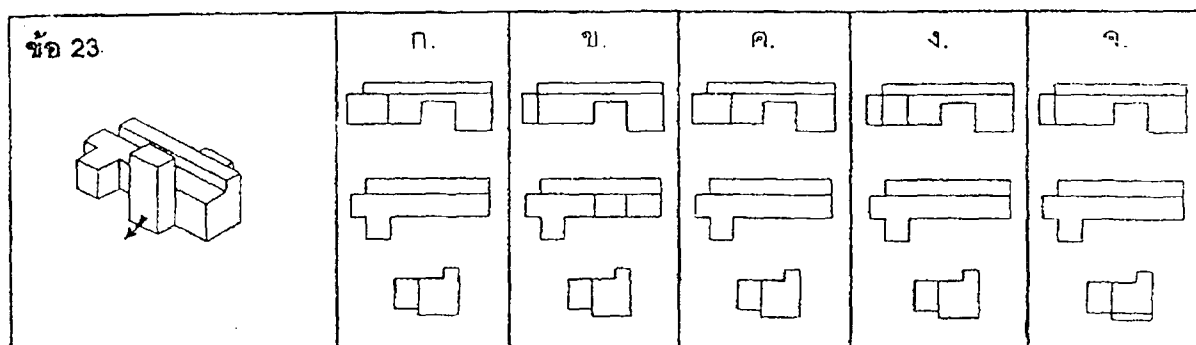
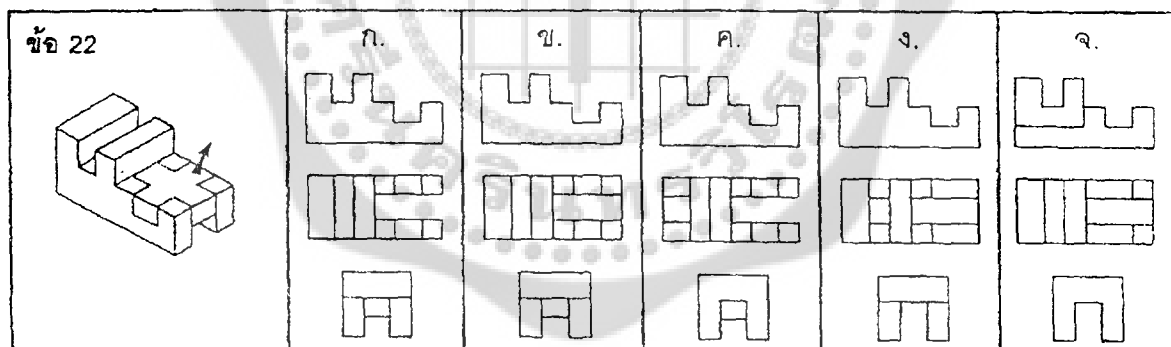
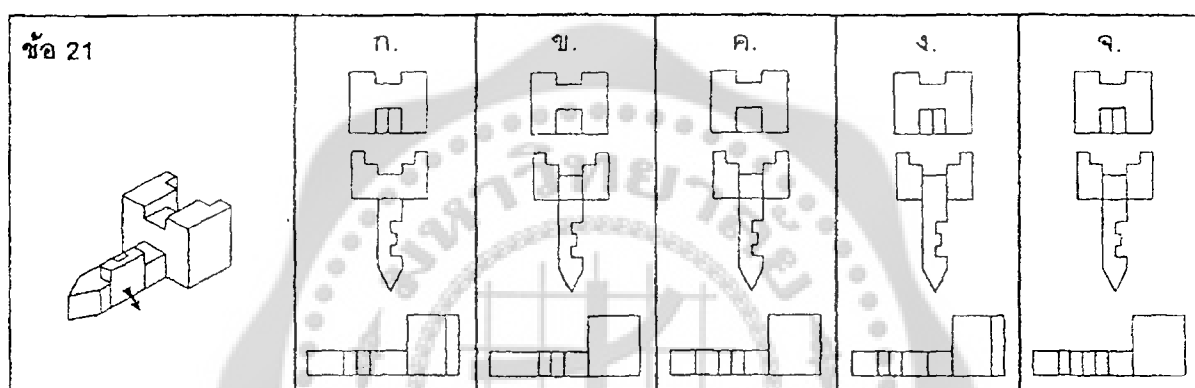
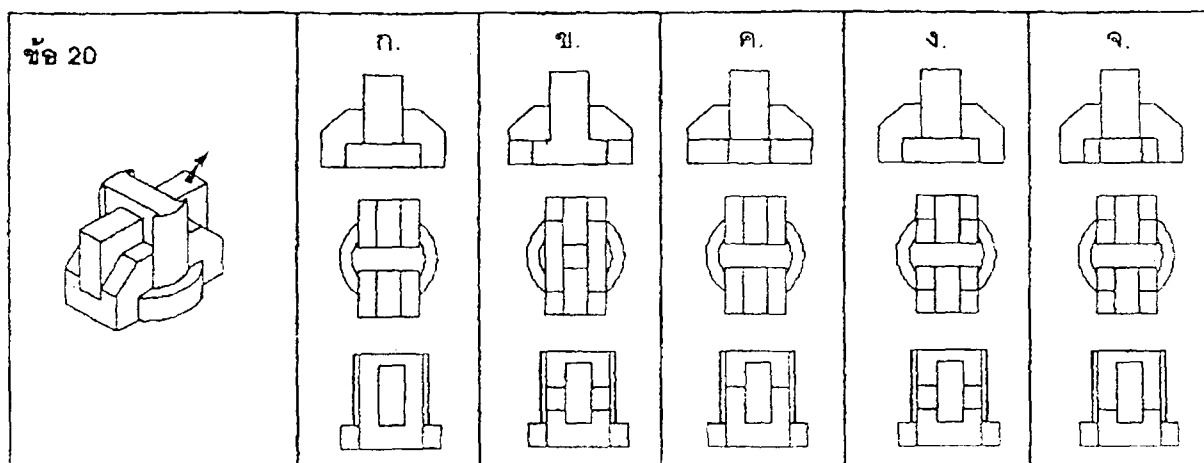


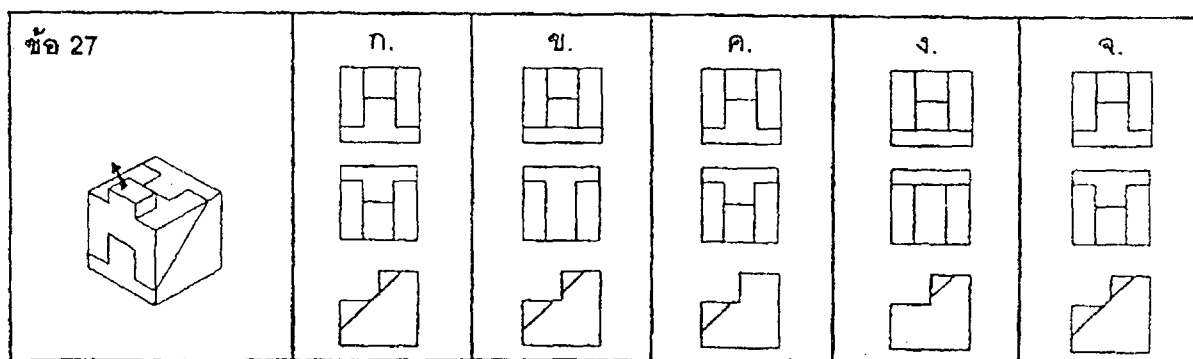
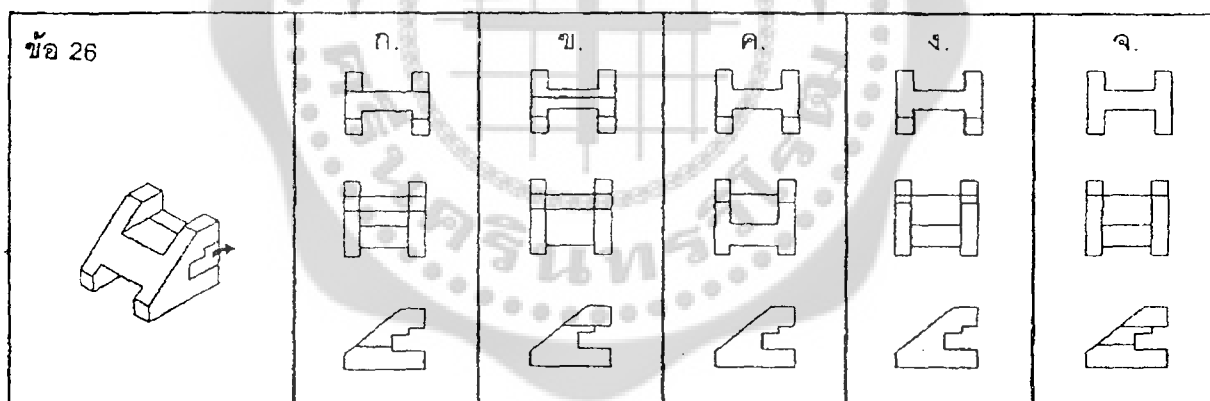
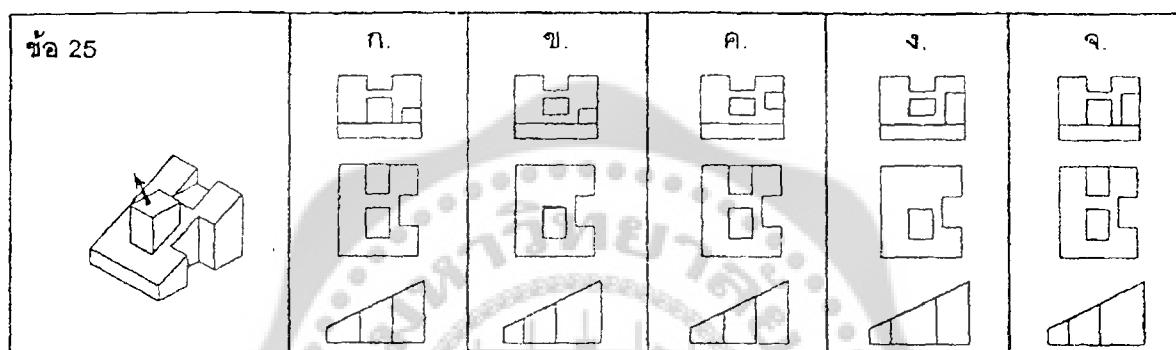
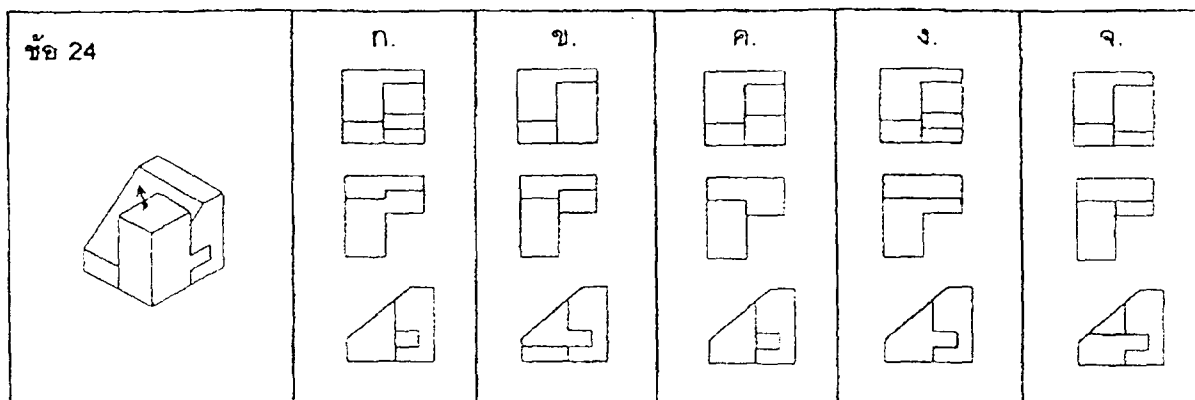


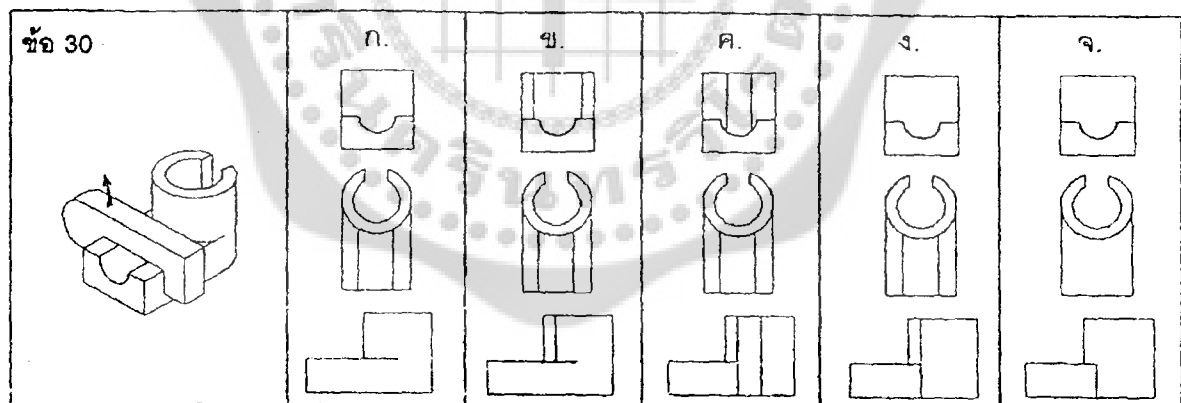
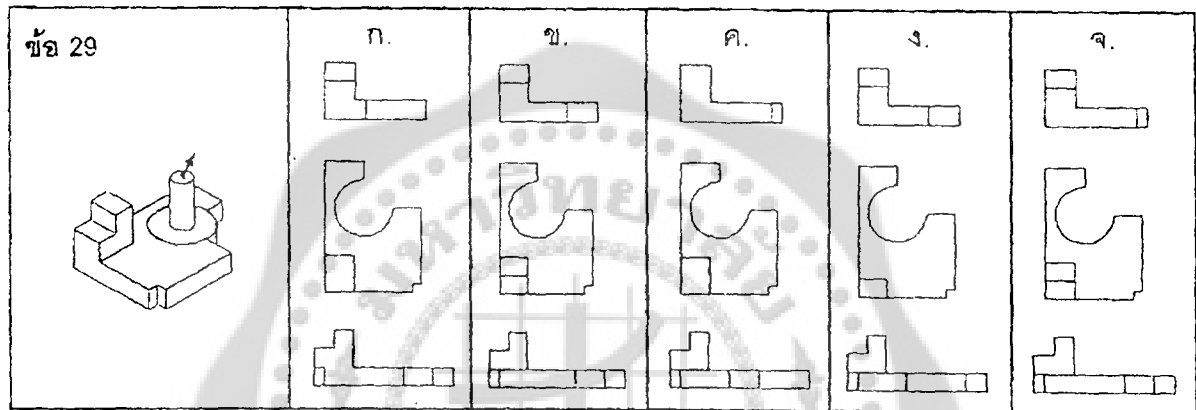
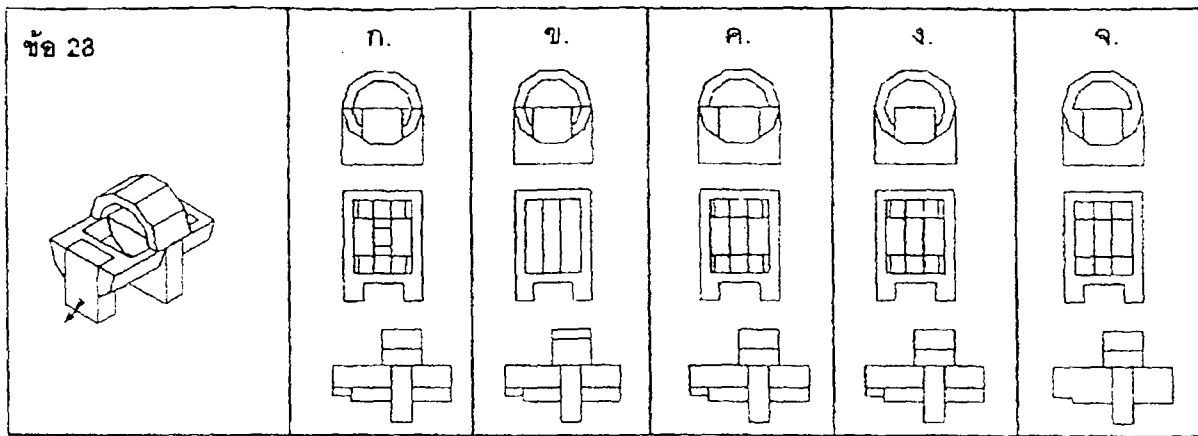








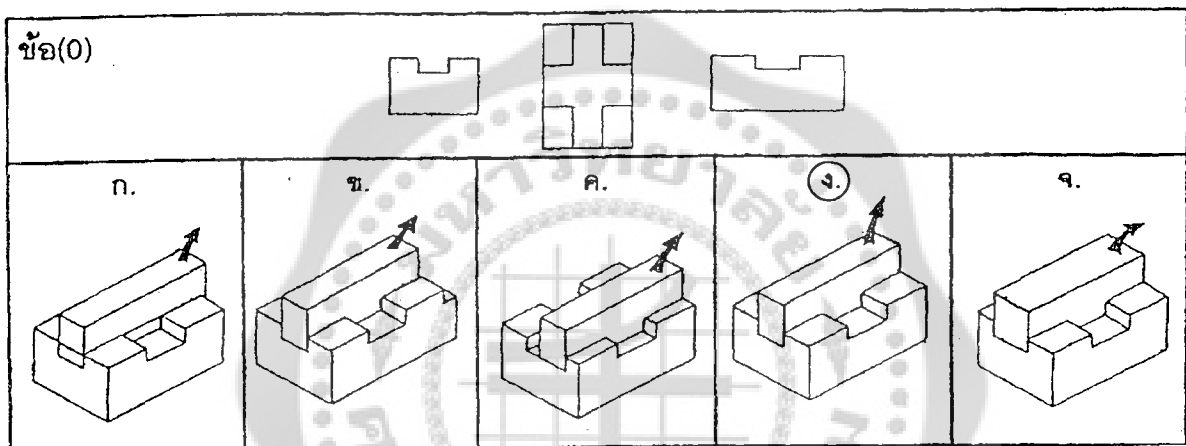




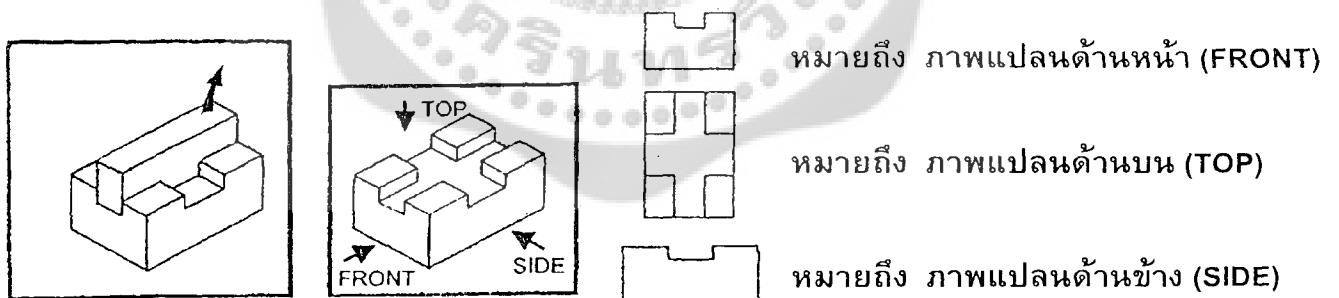
แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบมองรูปทรง 3 มิติ มีลักษณะภาพแบบลดภาพ  
ที่มีรูปแบบการมองภาพส่วนประกอบย่อย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
2. ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) มาให้ ให้นักเรียนพิจารณาภาพแปลนด้านหน้า (FRONT) ภาพแปลนด้านบน (TOP) และภาพแปลนด้านข้าง (SIDE) ของภาพรูปทรง 3 มิติ ที่ลดภาพตามลูกศรบ่งชี้แล้ว ว่าตรงกับภาพรูปทรง 3 มิติ ข้อใดในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ทางด้านล่าง



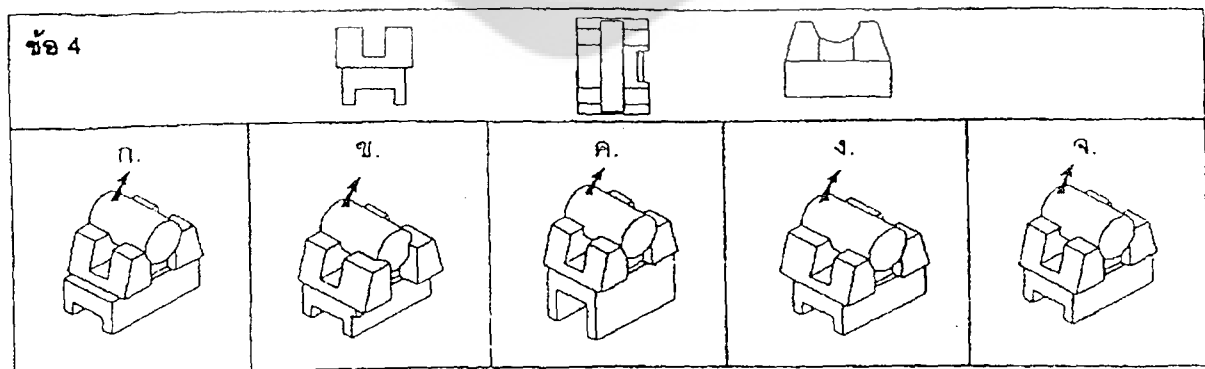
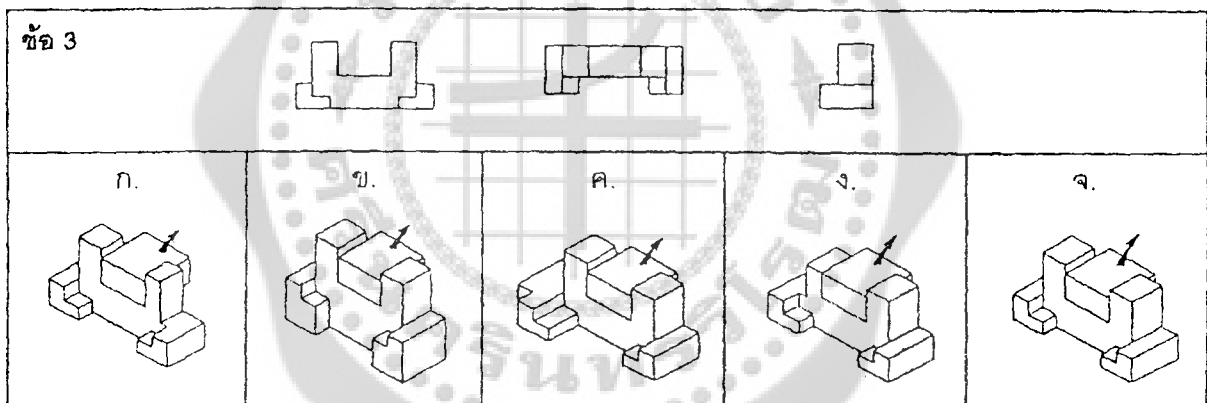
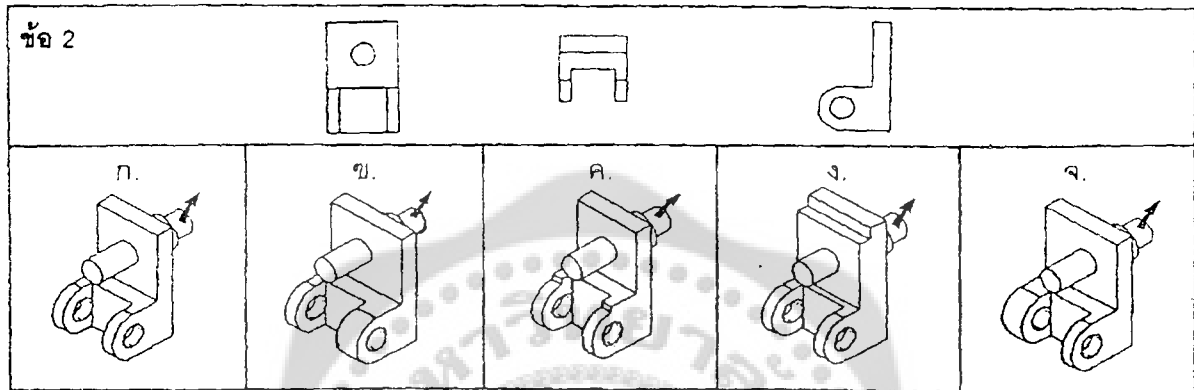
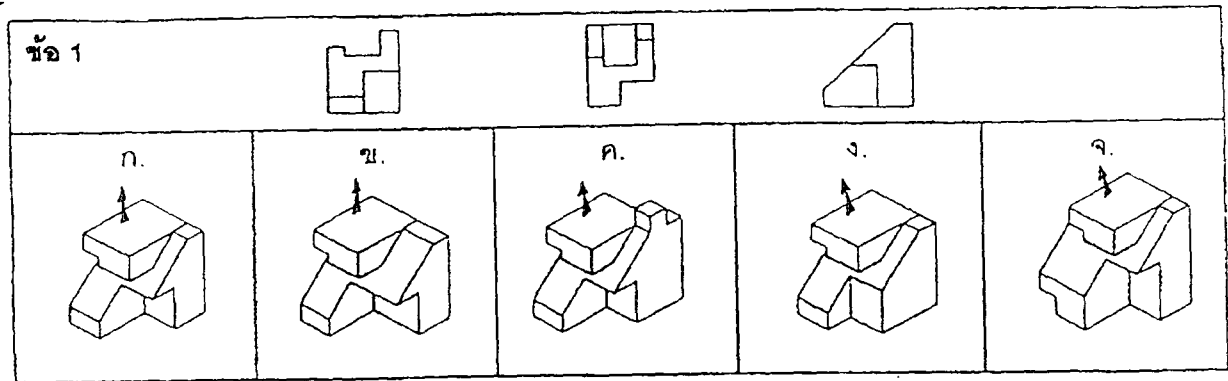
3. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดภาพแปลนจากการมองตามรูปที่กำหนดให้ดังนี้

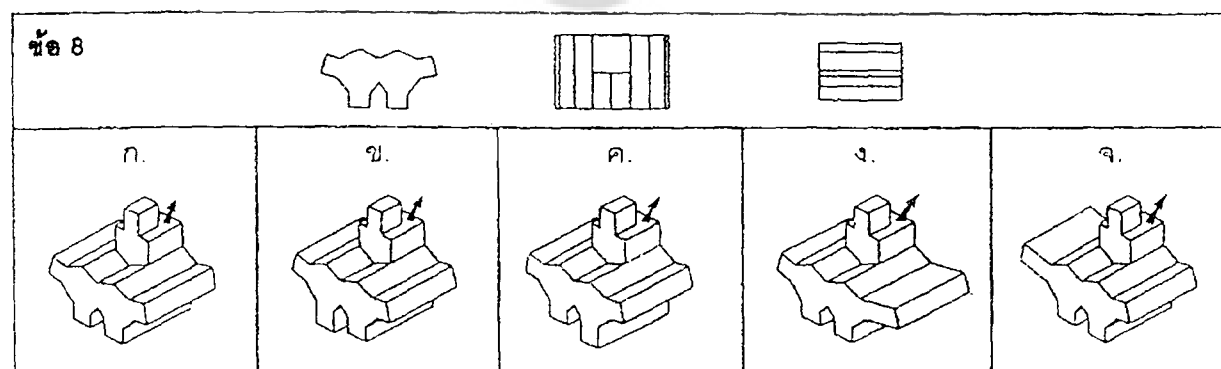
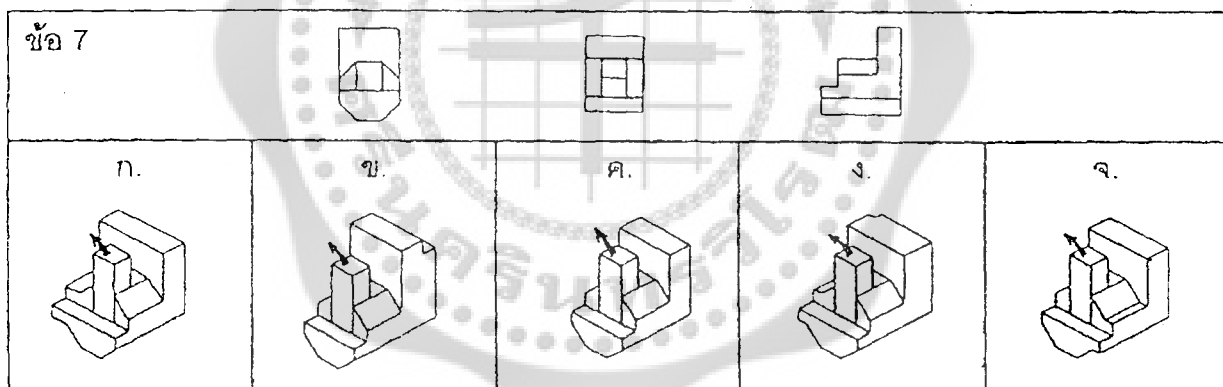
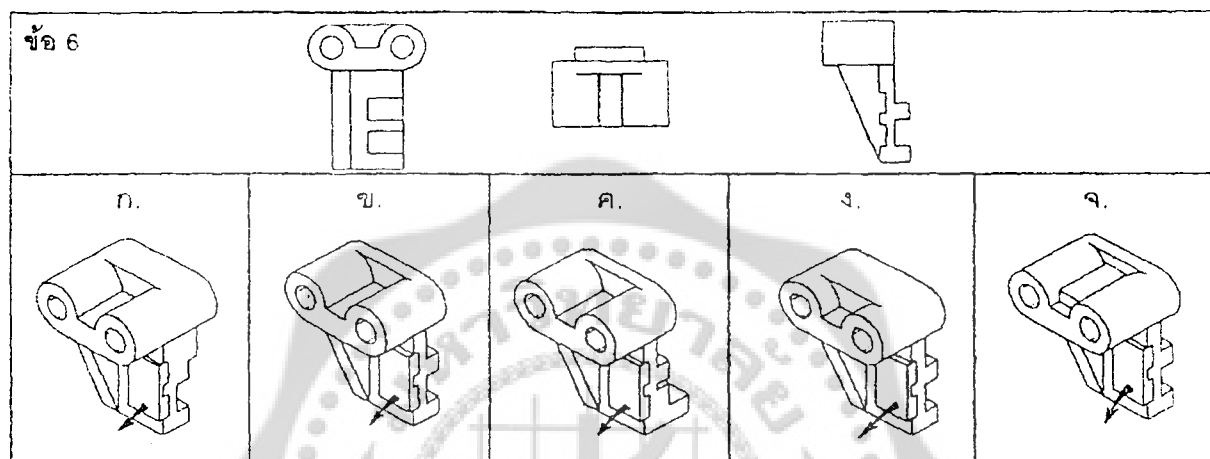
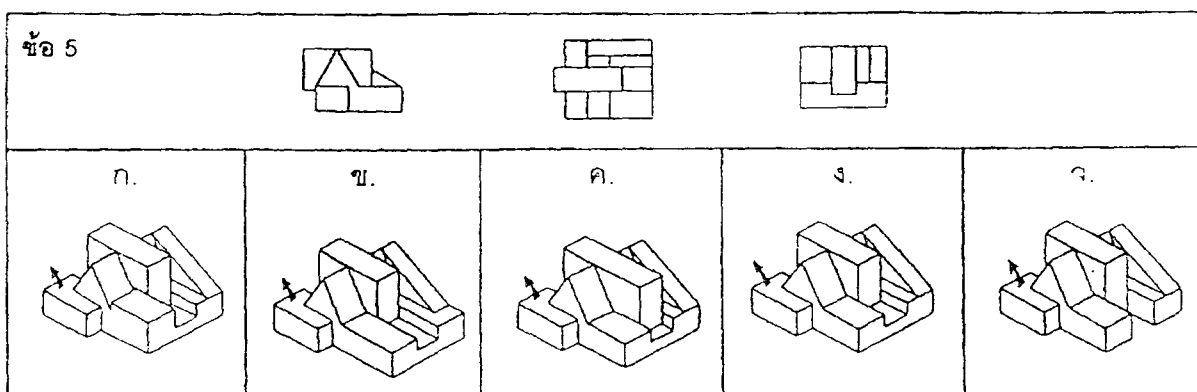


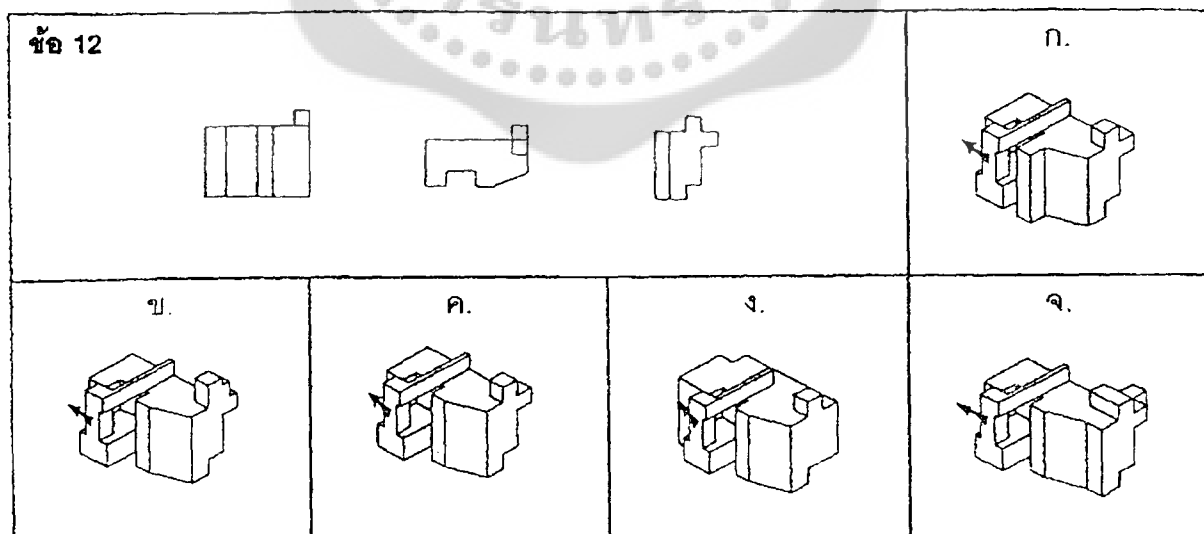
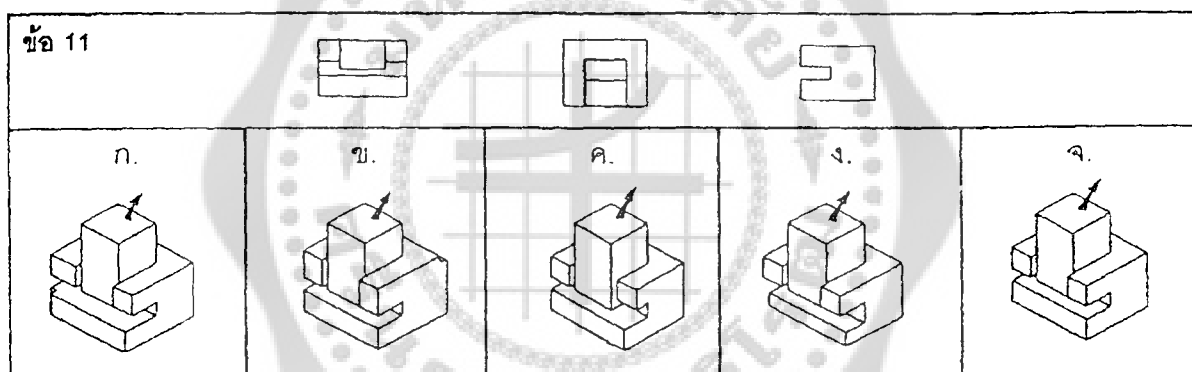
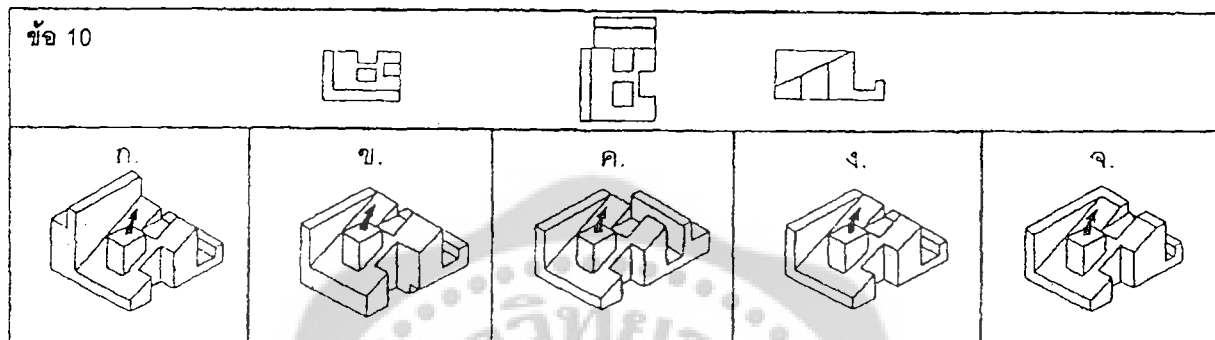
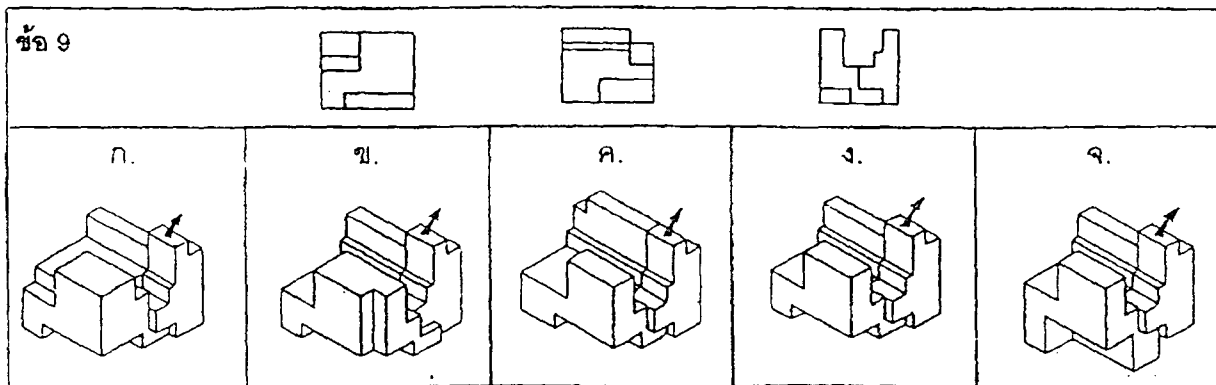
4. การตอบคำถามแต่ละข้อให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. เมื่อเลือกคำตอบใด ให้ใช้ดินสอ 2 B ระบายในช่องคำตอบของกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง ข้อ (0)

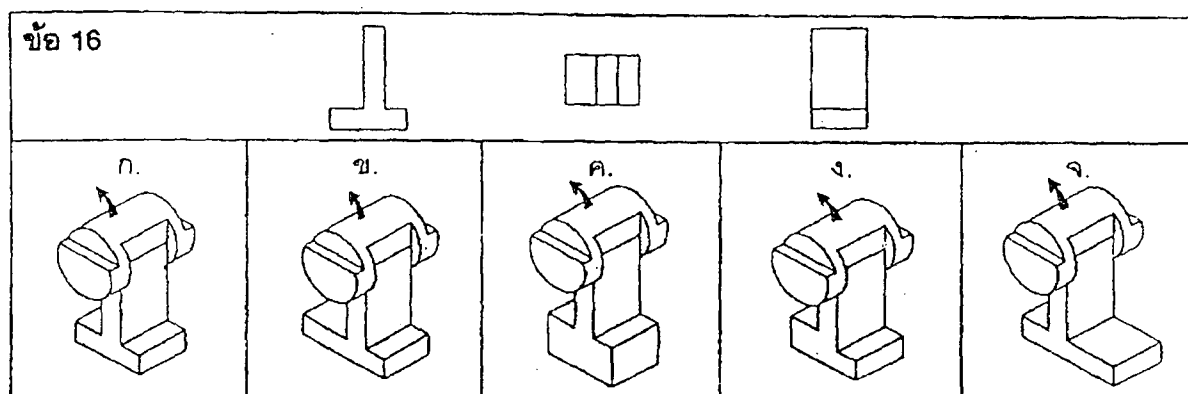
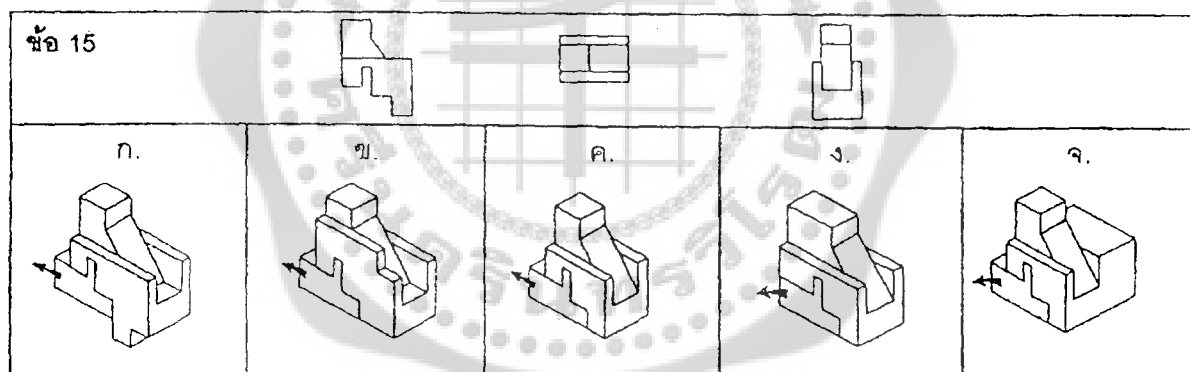
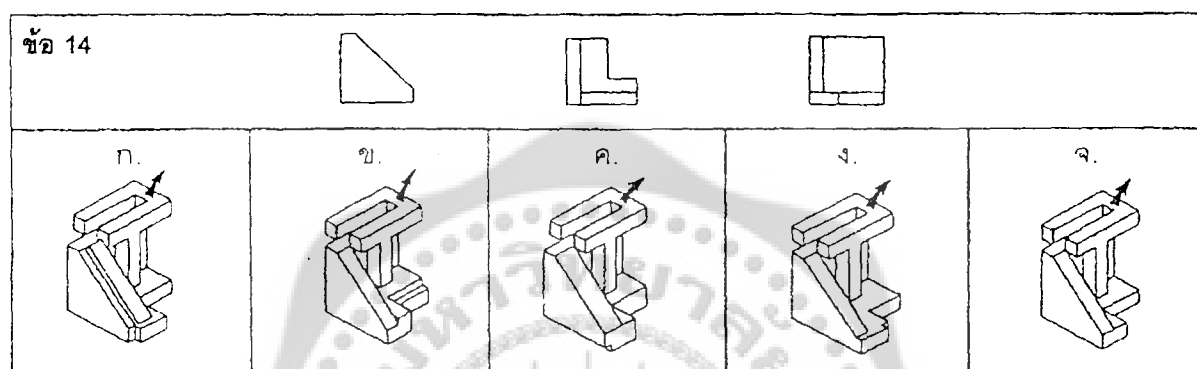
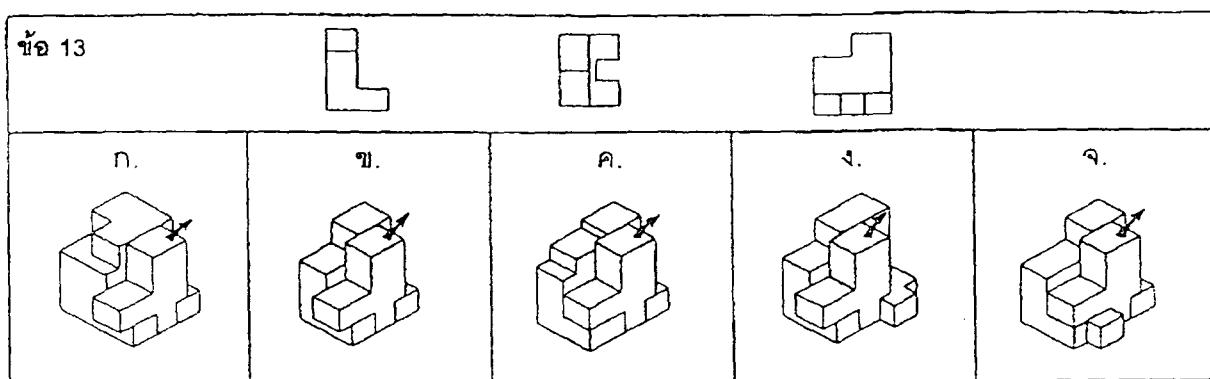
ข้อ (0)    (ก.)    (ข.)    (ค.)    (ง.)    (จ.)

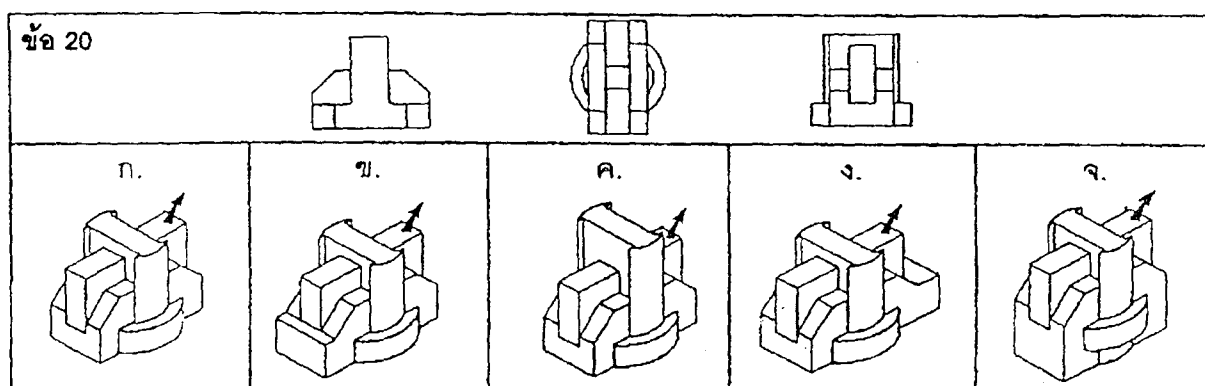
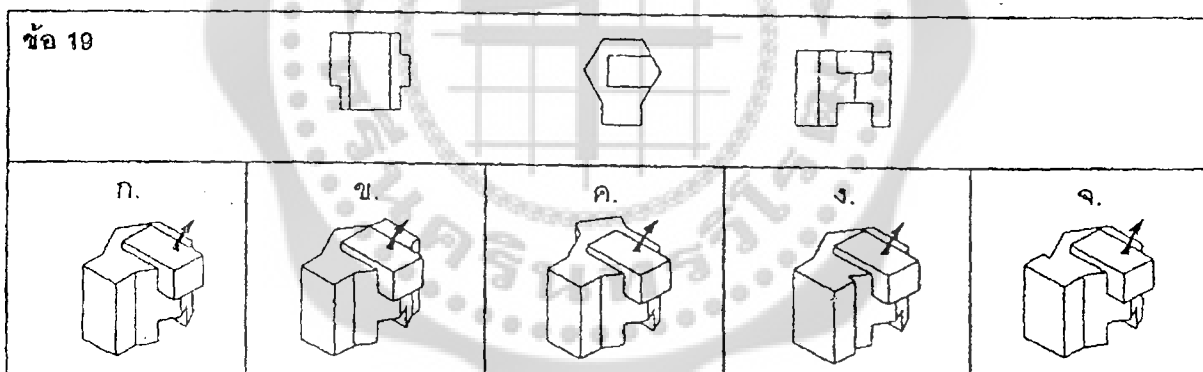
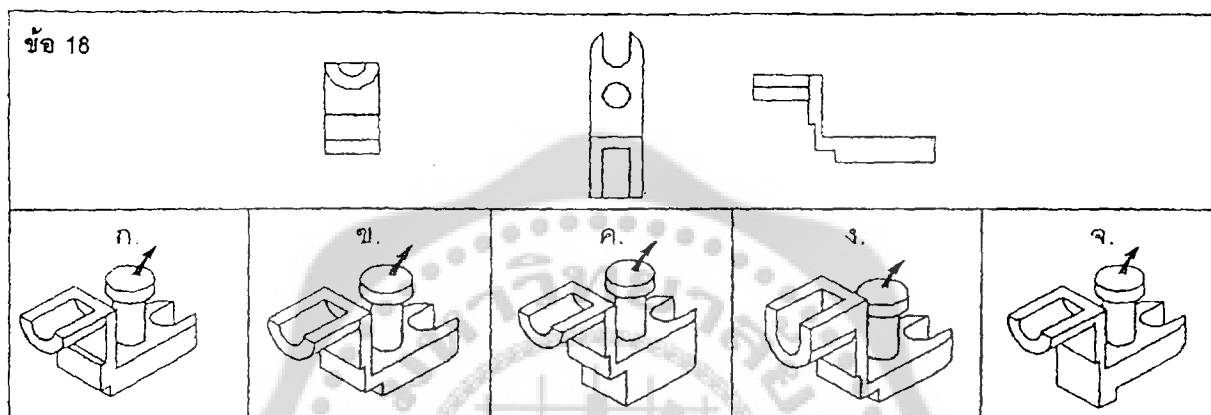
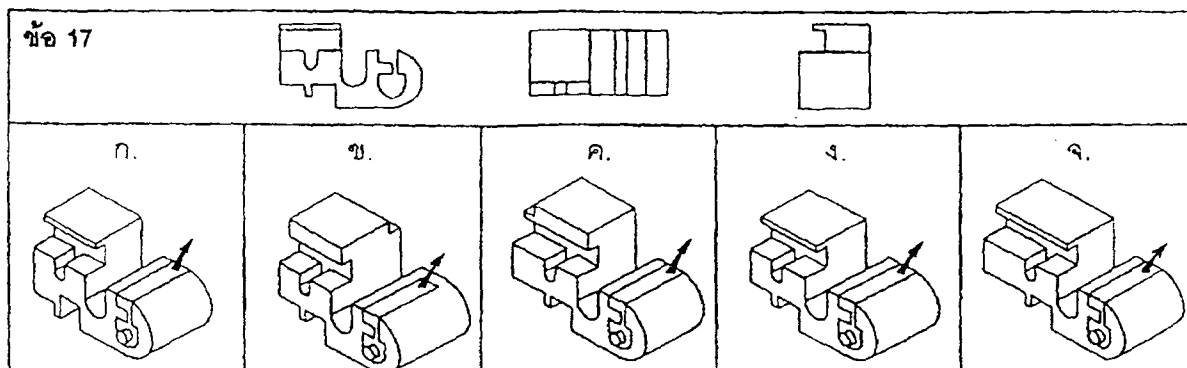
ถ้าระบายคำตอบไปแล้ว หากต้องการจะเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่  
ต้องลบคำตอบเดิมให้สะอาดเสียก่อน แล้วจึงระบายคำตอบใหม่ลงไป



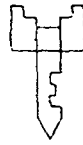




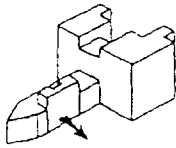




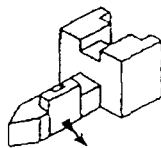
ข้อ 21



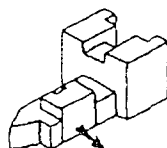
ก.



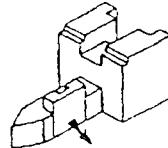
ข.



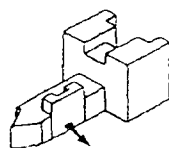
ค.



ง.



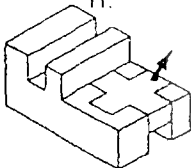
จ.



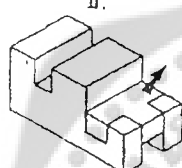
ข้อ 22



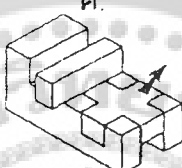
ก.



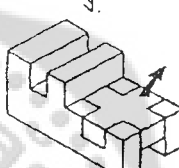
ข.



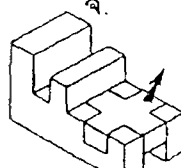
ค.



ง.



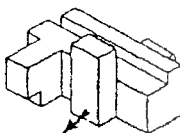
จ.



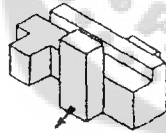
ข้อ 23



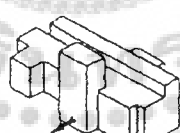
ก.



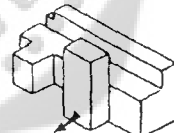
ข.



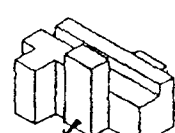
ค.



ง.



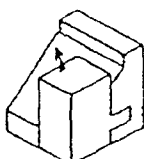
จ.



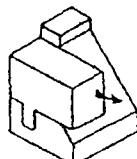
ข้อ 24



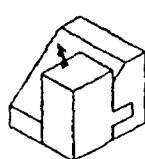
ก.



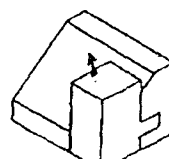
ข.



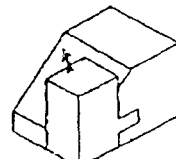
ค.

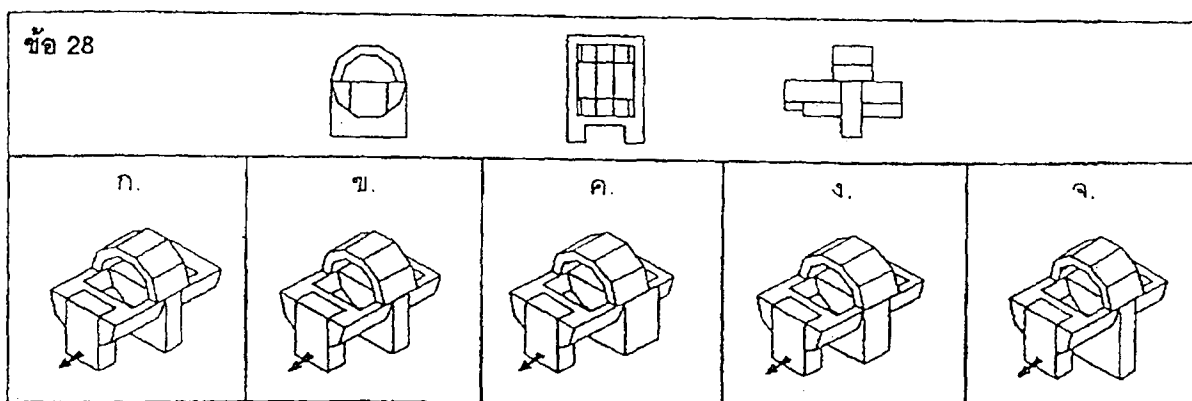
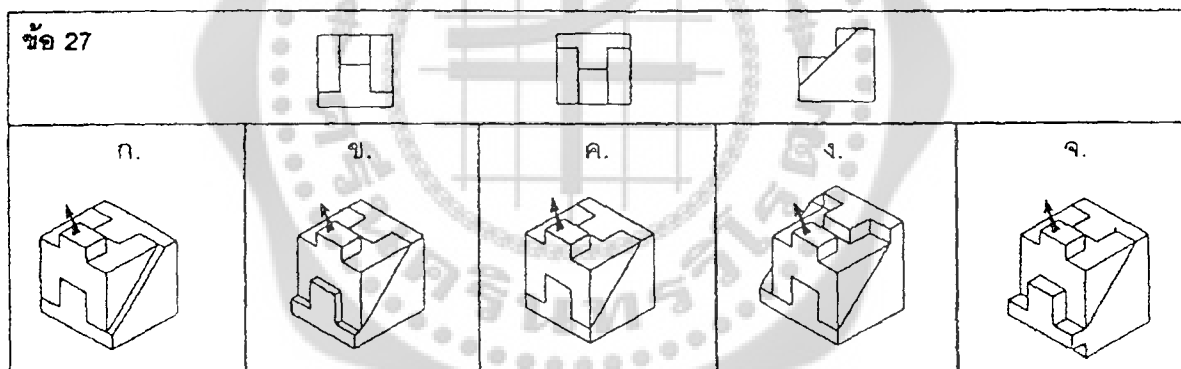
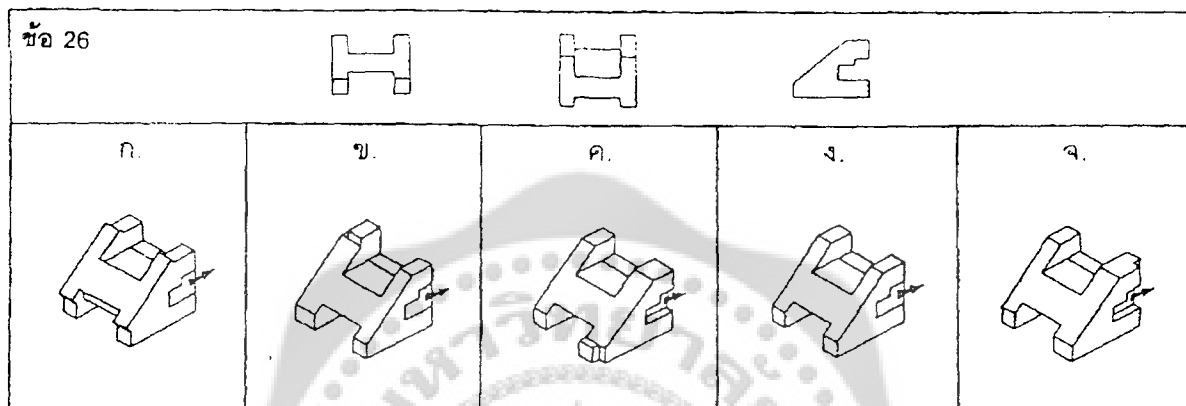
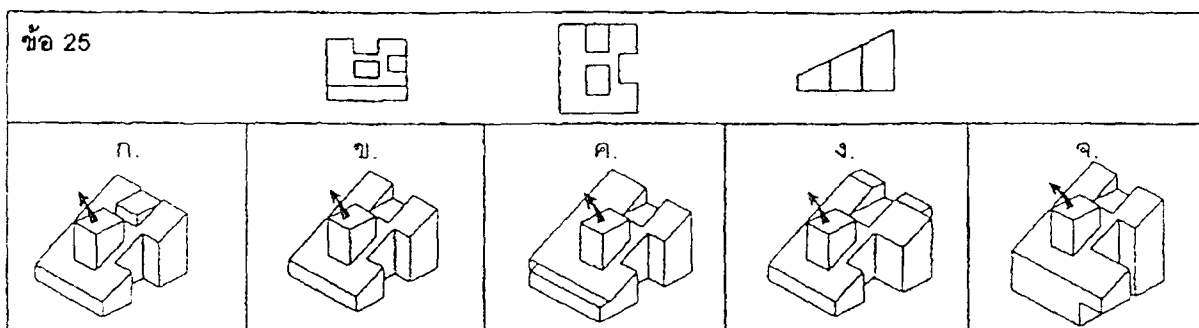


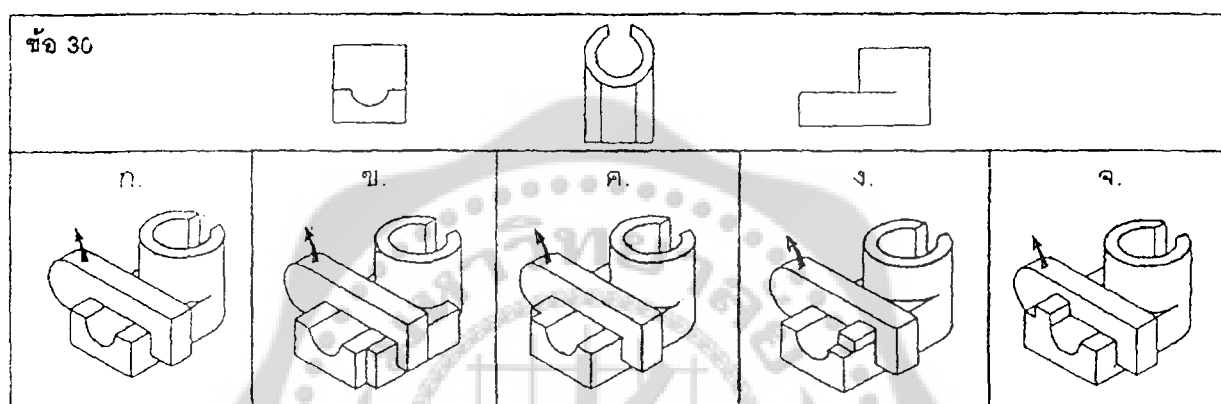
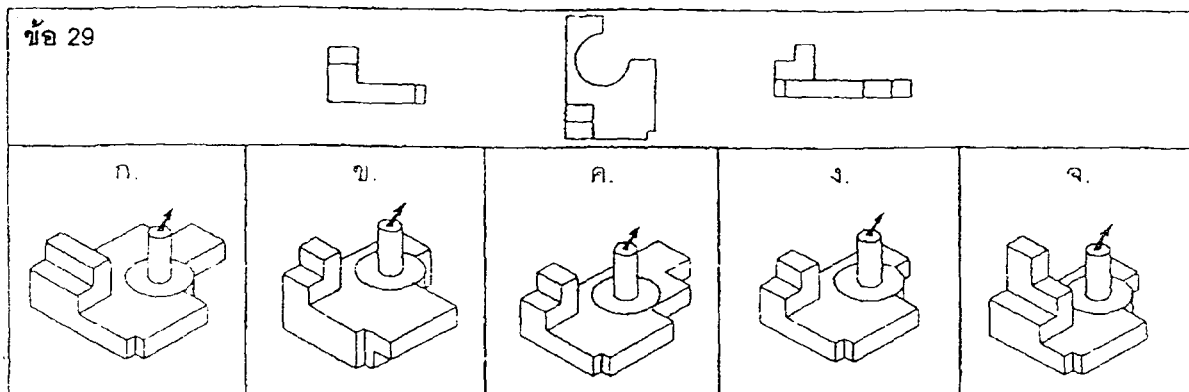
ง.



จ.









## ประวัติย่อผู้วิจัย

|                                |                                                                         |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ ชื่อสกุล                  | นางสาววิไลพร ศีลังาม                                                    |
| วันเดือนปีเกิด                 | วันที่ 12 เดือน มกราคม พุทธศักราช 2515                                  |
| สถานที่เกิด                    | อำเภอยานนาวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร                                       |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน            | 22/1 หมู่ที่ 11 ซ.บางบอน 4 แขวงบางบอน เขตบางบอน<br>จังหวัดกรุงเทพมหานคร |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน | ครูวัดผล                                                                |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน           | โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี แขวงบางไผ่ เขตภาษีเจริญ<br>จังหวัดกรุงเทพมหานคร |
| ประวัติการศึกษา                |                                                                         |
| พ.ศ. 2528                      | ประถมศึกษา<br>โรงเรียนวัดด่าน                                           |
| พ.ศ. 2534                      | มัธยมศึกษาตอนต้น – ป้าย<br>โรงเรียนนนทรีวิทยา                           |
| พ.ศ. 2538                      | ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวัดผลการศึกษา<br>สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา     |
| พ.ศ. 2546                      | การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวัดผลการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ       |