

371.264
ม 914.ค
8.3

ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ปริญญาโท

ของ

มีดณี อินทนา

22 ส.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2527

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177634

ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

มีณพณี อินทะนา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

มีนาคม 2527

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 10 ฉบับ
คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบต่อภาพ
แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบทาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์
แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ และแบบทดสอบประกอบส่วนย่อย
โดยทดสอบสัมพันธ์เหตุผลระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และหาค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ เป็นนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย และ
สังกัดกรมสามัญ จำนวน 788 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบธรรมดา

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์ของ
ความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.7448 - 0.9045 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างหาโดยวิธีวิเคราะห์
องค์ประกอบ มีค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบมีค่าตั้งแต่ 0.5858 - 0.7132 ยกเว้นแบบทดสอบซ้อนภาพ
มีค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบเท่ากับ 0.4046 แบบทดสอบประกอบภาพมีค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบเท่ากับ
0.2479 แบบทดสอบต่อภาพมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด สหสัมพันธ์เหตุผลระหว่าง
คะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
มีค่า 0.4884 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

THE RELATIONSHIPS BETWEEN SPATIAL RELATION APTITUDE AND ACHIEVEMENT
IN SCIENCES

AN ABSTRACT

BY

MUNTHANEE INTANA

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

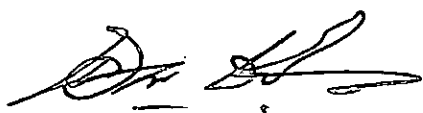
March 1984

The purpose of this study was to construct ten spatial relation aptitude subtests including hidden figure test, pattern synthesis test, intersection test, square completion test, rotate figure test, surface developing test, opposite side test, paper folding test, block counting test and assembly test in order to find the multiple correlation between scores from the ten spatial relation aptitude subtests and the achievement in sciences and to find the reliability and the construct validity of spatial relation aptitude tests. The sample randomly selected for this study consisted of 786 Mathayom Suksa III students of the schools under the Ministry of University Affairs and the General Education Department in the academic year 1982.

The results of this study indicated that the reliability of the ten spatial relation aptitude subtests ranged from 0.7446 to 0.9045, the construct validity of these tests using the factor analysis method and the factor loading ranged from 0.5656 to 0.7132, except the hidden figure test which had factor loading 0.4046, the surface developing test which had factor loading 0.2479 and the square completion test which had maximum validity construct. The multiple correlation between the ten spatial relation aptitude subtests and the achievement in sciences was 0.4834 and statistically significant at the .01 level. The achievement test in sciences that could predict a considerable result was the square completion test of the spatial relation aptitude subtests.

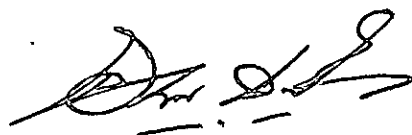
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา



วิมล ฤกษ์

คณะกรรมการสอบ



ประธาน

กรรมการ

วิมล ฤกษ์

วิมล ฤกษ์

ประธาน

กรรมการ

กรรมการ

ประกาศตัญญูประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ล้วน สายยศ และ รองศาสตราจารย์บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์มาโดยตลอด รวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ บุญส่ง ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า ผู้ริช้ยขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ประกิจ รัตนสุวรรณ และ อาจารย์ประ เสงีฐ วิชากิจ ผู้ซึ่งมีส่วนช่วยผู้ริช้ย เป็นอย่างมากทั้งในด้านกำลังใจและกำลังกาย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิสิทธิ์ สารวิจิตร คุณสุชาติ เกษมพล คุณสายสมร ชาติยานนท์ คุณยงยุทธ รัชศาสตร์ ขอขอบคุณ คุณสมศรี เกื้อเกษมบุญ ที่ได้ช่วยให้ คำแนะนำทางวิชาการและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ คณะครู และนักเรียนโรงเรียนใน กลุ่มตัวอย่าง ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณบุญญ อินทนา คุณมาลีณี แห้เตี้ย คุณมัทนา อินทนา คุณโชษา ภูภาคาร คุณธวัช ทิพย์พิทักษ์ คุณเชาวนี ฉะยะวงค์ คุณปัทมา สมพงษ์ คุณธีร พรหมปัทมะ คุณสนั่น งามเนตร คุณสุภาพร เลาศสทิพย์ คุณศศิธร เล็กสุขศรี คุณเกื้อกุล อุดตมากร คุณอารีย์ เรืองแก้ว คุณศิริวรรณ อุกษนิพนธ์ ตลอดจนพี่ เพื่อน ๆ น้อง ๆ นักเรียนชั้น ม.2/8 และม.1/8 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ขอน้อมรำลึกพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่ได้เมตตา เป็นกำลังใจ และกำลังทรัพย์ สนับสนุนการศึกษาของผู้ริช้ยตลอดมา ความดีอันพึงได้จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแก่คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ ทุกคน

มัทนา อินทนา

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	ความหมายของความถนัด	10
	ทฤษฎีของเฮาเวนปัญหาและความถนัด	11
	ประเภทของแบบทดสอบวัดความถนัด	14
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวทฤษฎี หลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน	15
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ภายในประเทศ	17
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ต่างประเทศ	21
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	27
	ประชากร	27
	กลุ่มตัวอย่าง	27
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	30

บทที่	หน้า
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	33
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	36
วิธีจัดกระทำข้อมูล	38
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	41
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	41
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	43
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	63
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	63
กลุ่มตัวอย่าง	63
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	63
การวิเคราะห์ข้อมูล	65
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
อภิปรายผล	69
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษา	72
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย	73
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	80

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามครั้งที่ใช้สอบ	29
2 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ	43
3 รายละเอียดเบื้องต้นของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับจากการทดสอบ	48
4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์กับคะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับ	51
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวพยากรณ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	53
6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β, b) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (SE_b) อันดับค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est}) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)	54
7 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์	58
8 แสดงค่าประมาณ (Communality), ค่าไอเกน (Eigenvalue) และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสมของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ ...	58
9 แสดงน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ซึ่งได้จากการ วิเคราะห์องค์ประกอบ โดยวิธี Principle Factor with Iterations	59
10 แสดงน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ภายหลังจากหมุนแกน โดยวิธี Varimax แล้ว	61

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 ลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 30

ภูมิหลัง

จุดมุ่งหมายที่สำคัญในการจัดการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ทั้งวิชาการและวิชาชีพที่เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ และความถนัด เพื่อให้แต่ละบุคคล เข้าใจและรู้จักเลือกอาชีพที่เป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคมมากที่สุด จึงต้องส่งเสริมให้แต่ละคน เจริญเติบโตตามทางที่ถนัดให้ถึงที่สุด แต่เนื่องจากธรรมชาติของแต่ละคนมีศักยภาพเป็นลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งลักษณะเฉพาะตัวนี้สามารถที่จะตรวจค้นได้โดยใช้แบบทดสอบ และความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คนมีความสำเร็จในการทำงานได้แตกต่างกัน ผู้ที่ทำงานสำเร็จในทางงานคือหรือมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาการสูงได้โดยอาศัยความสามารถอะไรบ้าง จึงเป็นสิ่งที่น่าศึกษา เพื่อใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์หรือความสำเร็จต่อไป

การพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์หรือความสำเร็จนิยมใช้แบบทดสอบความถนัด เพราะแบบทดสอบความถนัดสามารถทำนายความสำเร็จด้านการเรียนรู้ได้ (จำเนียร ช่วงโชติ 2519 : 45) ดังนั้น เรื่องของการวัดความถนัดจึงเข้ามามีบทบาท สวัสดิ์ ประทุมราช (สวัสดิ์ ประทุมราช 2517 : 21) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดความถนัดสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ คนที่มีความถนัดทางใด มีแนวโน้มที่จะเรียนรู้หรือทำงานทางนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพ ดังนั้นแบบทดสอบวัดความถนัดจึงมีความสำคัญในการคัดเลือกบุคคลเข้าเรียนหรือเข้าทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถของเขา ดังคำกล่าวของ กมล สุตประเสริฐ (กมล สุตประเสริฐ 2516 : 73) ที่กล่าวว่าในระดับมัธยมศึกษา การศึกษาควรเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบสิ่งที่ตนถนัดที่สุด แล้วช่วยส่งเสริมความถนัดของแต่ละคนไปให้มากที่สุด เพื่อจะได้นำไปใช้ในการดำรงชีวิตที่ดีในอนาคต ซึ่งความถนัดดังกล่าวนี้สอดคล้องกับแนวทาง

ปกครองในระบอบประชาธิปไตย ที่ให้ทุกคนมีเสรีภาพเต็มที่ในการที่จะเลือกการศึกษาสาขาวิชาตามความสนใจและความถนัดของแต่ละคน ฉะนั้นแบบทดสอบวัดความถนัด จึงเป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถของบุคคล เพื่อนำไปใช้ประกอบทำนายความสำเร็จในการเรียนรู้แนวทางว่า นักเรียนจะมีความสำเร็จในการเรียนหรือการประกอบอาชีพใดมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลซึ่งใช้วัดความสำเร็จในอดีตว่าบุคคลนั้น เรียนรู้มาได้ดีเพียงใด

แบบทดสอบวัดความถนัดที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเบื้องต้น (Primary Mental Abilities or PMA.) ของเทอร์สโตนซึ่งมีใช้หลายชุด สำหรับแบบทดสอบ Differential Aptitude Test หรือ DAT. นั้นใช้พยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนวิชาชีฟต่าง ๆ แบบทดสอบชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ ๘ ชนิด คือ เหตุผลทางภาษา (Verbal Reasoning) ความสามารถทางจำนวน (Numerical Ability) เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) มิติสัมพันธ์ (Space Relations) เหตุผลทางการใช้เครื่องมณฑกลูก (Mechanical Reasoning) การใช้ภาษา (Language Usage) ความคล่องแคล่วทางเสมียน (Clerical Speed) และความแม่นยำ (Accuracy)

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการเรียนวิชาต่าง ๆ นั้น จากการศึกษาค้นคว้าโดยตรงของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ (Mac Farlane. 1964 : 158) โดยศึกษาจากนักเรียนแกรมม่า สกูล (Grammar School) จำนวน 71 คน ที่เรียนวิชาเรขาคณิต วิทยาศาสตร์และศิลปะ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีหนึ่งมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนซึ่งได้จากแบบทดสอบความถนัดที่ใช้คัดเลือกเข้าเรียนทุกฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดสติปัญญาด้านภาษา (Verbal Intelligence) ภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์ จากนั้นสวานสัน (Swanson อ้างจาก Mac Farlane. 1964 : 158) ได้ทำการศึกษาม้าง โดยใช้แบบทดสอบ ๘ ฉบับ คือ มิติสัมพันธ์ ๒ มิติ มิติสัมพันธ์ ๓ มิติ เหตุผลทางภาษา ภาษาอังกฤษ และคณิตศาสตร์

สำหรับพยากรณ์ผลการเรียนวิชาต่าง ๆ พบว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้งที่เป็นแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ต่างก็มีความเที่ยงตรงสูงกับวิชาเรขาคณิต วิทยาศาสตร์ ศิลปะ การเขียนเครื่องแบบกล (Technical Drawing) โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 2 มิติ พยากรณ์ผลการเรียนวิชาเรขาคณิตกับวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการวิจัยของบราวน์และจอห์นสัน (Brown and Johnson. 1952 : 34) ซึ่งใช้แบบทดสอบมาตรฐานหลายชุด ค้นหาเครื่องมือที่ใช้แยกความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ และพบว่า ความสามารถในการมองเห็นรูปทรงในมิติแบบต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบสำคัญอันหนึ่ง ที่ช่วยแยกความถนัดของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

สำหรับในประเทศไทย ได้มีผู้ศึกษาแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่าง ๆ กัน ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2513 : 76 - 78) ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 8 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบตัดกระดาษ ข้อนภาพ ประกอบภาพ นัยลูกบาศก์ ข้อนภาพ ต่อภาพ หาด้านตรงข้าม และแบบหมุนภาพ พบว่านักเรียนชั้น มศ.3 และ มศ.5 มีความสามารถเหนือกว่านักเรียนชั้น ป.7 แต่นักเรียนชั้น มศ.3 และ มศ.5 ไม่แตกต่างกัน และพบว่านักเรียนชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เหนือกว่านักเรียนหญิงในแบบทดสอบทุกชนิด ศิริกร ภูโพลย์ (ศิริกร ภูโพลย์ 2516 : ๖) ศึกษาการใช้ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์และเหตุผลเชิงนามธรรม ทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาเรขาคณิต โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 3 พบว่าความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาเรขาคณิตด้วยขนาด .54 พรทิพย์ ภัทรชาคร (พรทิพย์ ภัทรชาคร 2520 : 39 - 40) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 5 ฉบับ คือแบบทดสอบข้อนภาพ หมุนภาพ ข้อนภาพ ประกอบภาพ เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส และแบบทดสอบนัยลูกบาศก์ พบว่าแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์กับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แต่ละฉบับมีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งยังไม่มีผู้ใดศึกษาความสัมพันธ์

ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เนื่องจาก ปัจจุบันนี้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายหลายประการ ประการหนึ่งบ่งไว้ว่าต้องการให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสสวท. (ศทิเกษม ทองยงค์ และ ลีลา ฉินานูเคราะห์ 2523 : 76 - 77) กำหนดไว้ 8 ข้อ คือ ทักษะในการสังเกต ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ ทักษะในการใช้บันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย ทักษะในการจัดกระทำข้อมูล ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน ทักษะในการออกแบบการทดลอง ทักษะในการคิดคำนวณ และทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ สำหรับทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติหมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่และเวลา เป็นต้น ซึ่งทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิตินี้ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพ ของสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการศึกษาค้นคว้าทาง วิทยาศาสตร์ทุกแขนง (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน วิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 68) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าความสามารถในการมองเห็นรูปทรงในมิติต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งอันหนึ่งที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่เนื่องจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์มีด้วยกันหลายชนิด ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์หลาย ๆ แบบ เพื่อศึกษาว่าการวัด ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพียงใด และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีบิด มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด เพื่อประโยชน์ในการนำแบบทดสอบไปใช้ในการ คัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนไปรแกมวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อหาสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 10 ฉบับ คือ แบบทดสอบ ข้อรูปภาพ แบบทดสอบข้อรูปภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบ หมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบหาคำด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบ ภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ และแบบทดสอบประกอบส่วนย่อย
3. เพื่อหาค่าความ เชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความถนัดด้าน มิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสำคัญของศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้

1. ทราบสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ประโยชน์ในการคัดเลือก นักเรียน เข้าเรียน ไปรแกมวิทยาศาสตร์
2. มีแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (Structure of Intellect Theory) ของเทอร์สโตน อันจะเป็นแนวทางในการ พัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดตามแนวทฤษฎีนี้ต่อไป

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ แต่ละแบบสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ทางบวก
2. ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ มีสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการ

เงื่อนไขวิชาวิทยาศาสตร์ทางบก

3. แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของเทอร์สไตน์ มีค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงสูง

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเขียนชายหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยและสังกัดกรมสามัญ ในเขตกรุงเทพมหานคร
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเขียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยและสังกัดกรมสามัญ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวนต้องเขียน 20 ห้องเรียน 788 คน ซึ่งเลือกสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบธรรมดา ซึ่งแยกเป็นดังนี้
 - 2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อปรับปรุงข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบที่ดี จำนวน 161 คน
 - 2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสอบครั้งที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบที่ดีไว้ตามจำนวนที่ต้องการ จำนวน 249 คน
 - 2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสอบครั้งที่ 3 เพื่อคาคุณภาพของแบบทดสอบ จำนวน 382 คน
3. ตัวแปรที่จะศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่
 - 3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) หรือตัวพยากรณ์ ประกอบด้วย
 - 3.1.1 แบบทดสอบซ้อนภาพ
 - 3.1.2 แบบทดสอบซ้อนภาพ

- 3.1.3 แบบทดสอบแยกภาพ
- 3.1.4 แบบทดสอบต่อภาพ
- 3.1.5 แบบทดสอบหมุนภาพ
- 3.1.6 แบบทดสอบประกอบภาพ
- 3.1.7 แบบทดสอบหาด้านข้างจากลูกบาศก์
- 3.1.8 แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ
- 3.1.9 แบบทดสอบการนับลูกบาศก์
- 3.1.10 แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หรือตัวเกณฑ์ คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หมายถึง คะแนนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบมาตรฐานวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสำนักงานทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2. ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ หรือรูปภาพในมิติต่าง ๆ ประกอบกัน นั่นคือ สามารถจำแนกความแตกต่างได้ว่า อันใดสูงกว่าหรือต่ำกว่า อันใดอยู่ไกลกว่าหรือใกล้กว่ากัน ในพื้นที่เดียวกัน สามารถคิดภาพ (จินตนาการ) ได้ว่าถ้าตากเคลื่อนย้าย หรือ บิด หมุน พลิก สิ่งต่าง ๆ รวมทั้งถ้าจะยกภาพมาประกอบกัน ซ้อนกัน จะมีลักษณะเป็นอย่างไร (บุญชม ศรีสะอาด 2521 : 99)
3. แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์หมายถึง แบบทดสอบที่มีลักษณะโครงสร้างดังต่อไปนี้

3.1 แบบซ่อนภาพ เป็นแบบทดสอบที่ให้ค้นหาภาพที่กำหนดให้ว่าภาพนั้นไปซ่อนอยู่ในภาพใด ทิศทางของภาพที่ซ่อนมี 2 ลักษณะ คือ ทิศทางเหมือนของเดิมทุกประการ หรืออาจจะเปลี่ยนทิศทางก็ได้ แต่ขนาดจะคงเดิมเสมอ ลักษณะของแบบทดสอบจะมีทั้งตัวเลือกที่เป็นตัวเลือกเดียว และตัวเลือกคงที่

3.2 แบบซ้อนภาพ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพทางซ้ายมือมาให้ 2 ภาพ ถ้าเอาภาพ 2 ภาพนี้ซ้อนทับกันสนิทแล้วจะเกิดเป็นภาพเช่นไร

3.3 แบบแยกภาพ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพมาให้ 1 ภาพ พร้อมเส้นประให้ผู้ตอบพิจารณาว่า ถ้าแยกภาพออกตามเส้นประแล้วจะได้ภาพใด

3.4 แบบต่อภาพ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพมาให้ทางซ้ายมืออย่างไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเลือกภาพทางขวามือจาก ก ถึง จ เอามาประกอบหรือต่อ ดูว่าจะเป็นรูปใดจึงจะทำให้ภาพทางซ้ายมือ เป็นรูปที่สมบูรณ์แบบ

3.5 แบบหมุนภาพ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพมาให้ 1 ภาพ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะให้หมุนภาพไปทางใด เช่นตาม เข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา ให้พิจารณาว่าเมื่อหมุนภาพแล้วจะได้ภาพใด

3.6 แบบประกอบภาพ เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือ ซึ่งเป็นระนาบหรือมิติเดียวให้พิจารณา ถ้าให้ลับภาพที่กำหนดให้ขึ้น เป็นกล่องสามมิติ จะได้ภาพเป็นเช่นไร

3.7 แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อจะมีภาพลูกบาศก์กำหนดไว้ให้ 3 ลูก ให้ฝึกเขียนพิจารณาว่า ด้านตรงข้ามกับด้านที่มีเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ไว้ให้ นั้น เป็น เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์อะไร

3.8 แบบภาพตัดกระดาษ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพให้ ถ้าผู้ตอบพับและตัดตามรอย และเมื่อกางแผ่ออก เช่น เดิมแล้วจะมีลักษณะ เป็น เช่นไร

3.9 แบบการนับลูกบาศก์ เป็นแบบทดสอบสามมิติที่เกิดจากการนำเอาลูกบาศก์

มากองซ้อนทับกันโดยให้เด่นบางส่วน แล้วให้พิจารณาโดยนับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง

๑.10 แบบประกอบส่วนย่อย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดส่วนประกอบย่อย ๆ มาให้ ให้พิจารณาเอาส่วนประกอบที่กำหนดให้ มาประกอบรวมกันโดยกฎวิธีแล้วจะได้ภาพเป็นเช่นไร

4. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหมายถึง ความคงที่แน่นอนในการได้คะแนนของนักเรียนจากการตอบแบบทดสอบ ซึ่งคำนวณโดยสูตร คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน 20 (Kuder - Richardson 20 หรือ K - R 20)

5. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบหมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย ในการวิจัยครั้งนี้ ความเที่ยงตรงหมายถึง ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งหาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของความถนัด

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความถนัดไว้หลายประการ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีความหมายคล้ายกัน อาจจะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดเล็กน้อย ดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

วอเรน (Warren. 1939 : 16) ได้ให้คำจำกัดความไว้ในพจนานุกรมทางจิตวิทยา (Dictionary of Psychology) ว่าความถนัดหมายถึงสภาวะหรือกลุ่มคุณสมบัติ ซึ่งแสดงถึงความสามารถของแต่ละบุคคลที่เจริญงอกงาม เมื่อได้มีการปฏิบัติและฝึกฝน จะเป็นไปได้ในทางด้านการเรียนรู้ ทักษะ หรือปฏิบัติการตอบสนองก็ได้ หรือเป็นความสามารถพิเศษทางด้านใดด้านหนึ่ง เช่นทางดนตรี เป็นต้น

บิงแฮม (Bingham. 1937 : 17) อธิบายว่าความถนัดเป็นสภาวะอันแสดงถึงความเหมาะสมของบุคคลที่สำคัญ ประการแรกคือความพร้อมของบุคคลในการเพิ่มพูนความชำนาญชำนาญให้แก่มองเห็น หรือเป็นศักยภาพของบุคคลนั้น หรืออีกนัยหนึ่งคือความพร้อมที่จะสนใจในความสามารถนั้น ๆ

ฟรีแมน (Freeman. 1966 : 15) ได้ให้ความหมายความถนัดไว้ว่าคือผลรวมของคุณลักษณะต่าง ๆ ของบุคคล ที่แสดงว่าบุคคลนั้นมีความสามารถที่จะเรียน รวมถึงการฝึกฝนอบรมเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้เฉพาะอย่าง ทักษะหรือการตอบสนองที่มีแบบแผน

ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล 2517 : 1) ให้ความหมายของความถนัดไว้ว่าหมายถึงความพยายามที่จะคาดคะเนหรือพยากรณ์ทำนายหน้า อันเป็นเรื่องราวของอนาคต โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐานว่าเด็กจะสามารถไปได้ไกลปานใด จะเรียนรู้ถึงขั้นสิ่งนี้ได้เท่าไร ถ้าเขาได้รับการฝึกสอนที่เหมาะสม

จากคำจำกัดความต่าง ๆ ดังกล่าว สรุปได้ว่า ความถนัดคือความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ ทำให้บุคคลนั้นสามารถเรียนและประกอบการทำงานต่าง ๆ ตามความสามารถนั้นจนได้รับผลสำเร็จ

ทฤษฎีของเชาวน์ปัญญาและความถนัด

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni - factor Theory) บางทีทฤษฎีนี้มีผู้เรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือบีเนต์และซิมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียว ไม่แบ่งแยกออกเป็น ส่วนย่อยคล้ายกับ เป็นความสามารถทั่วไป (General Ability) นั่นเอง
2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi - factor Theory) ทฤษฎีนี้นำโดย นักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อสเปียร์แมน (Charles Spearman) เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์องค์ลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ เขาพบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลาย เมื่อวิเคราะห์แล้วมีองค์ประกอบร่วมอันหนึ่ง เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Ability) เรียกย่อ ๆ ว่า G - factor เนื่องจากเขาหาสหสัมพันธ์เกี่ยวพันกันแต่ละแบบทดสอบ (Intercorrelations) มีค่าสูง แต่ก็สูงอย่างไม่สมบูรณ์แบบ เขาให้ชื่อองค์ประกอบย่อยอื่น ๆ นี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) เรียกย่อ ๆ ว่า S - factors แต่ละองค์ประกอบเฉพาะนี้มีกิจกรรมเฉพาะตัวชนิดหนึ่งของมันเอง
3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple - Factor Theory) ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือเทอร์สโตน (L.L. Thurstone) เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างกว้างขวาง และได้ใช้หลักการวิเคราะห์ถดถอยใหม่ ที่เรียกว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) มาใช้ เทอร์สโตนพยายามวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถของมนุษย์ออกมาได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นชัด ๆ และสำคัญ มีอยู่ 7 ประการคือ องค์ประกอบ

ด้านภาษา องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ องค์ประกอบทางด้านจำนวน องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบด้านความจำ องค์ประกอบด้านการสังเกตพิจารณา และองค์ประกอบด้านเหตุผล

4. ทฤษฎีไฮรารคัล (Hierarchical Theories) เบิร์ท (Burt)

เวอร์นอน (Vernon) และฮัมฟรีย์ (Humphreys) ได้จัดรูปแบบการประกอบกันของ องค์ประกอบอีกรูปหนึ่ง โดยเฉพาะเวอร์นอนได้เสนอโครงสร้างของเขาวงกต เริ่มจุดแรกด้วย G - factor ขึ้นต่อไปแบ่งออกเป็นสององค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal - Education (V: ed) และ Practical - Mechanical (k: m) องค์ประกอบใหญ่ สองอันนี้เรียกรวมว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่สองอันนี้ยังแบ่งย่อย ๆ ออกไปอีก ด้านองค์ประกอบ Verbal - Educational แบ่งย่อยเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และองค์ประกอบด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ อีก ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบ Practical - Mechanical แบ่งย่อยออกเป็น Mechanical - Information Spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ อีกแต่ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor Group Factors ระดับที่ต่ำที่สุดของ องค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ ออกไปอีก เรียกว่าองค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ถ้าพิจารณาโครงสร้างอันนี้แล้วก็ไม่ต่างอะไรกับลักษณะต้นไม้แยกกิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ ลำต้นก็เปรียบเสมือน G - factor กิ่งก้านเล็ก ๆ เปรียบเสมือน Specific factors นั่นเอง

5. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model) ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นมาจากกิลฟอร์ด (Guilford) กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะ โดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน แบ่งคุณลักษณะของเขาวงกตเป็น 3 มิติ คือมิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน คือ การรู้การเข้าใจ ความจำ

การคิดอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการคิดแบบประเมินค่า มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่าง ๆ แบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแบ่งออกได้เป็นรูปต่าง ๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่าง คือ หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์

6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two - level Theory of Mental Ability) ทฤษฎีนี้เสนอโดยเจนเซน (Jensen) เจนเซนเสนอทฤษฎีว่า ความสามารถทางสมองมีอยู่สองระดับ ระดับ I (Level I) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือเป็นความสามารถที่จะสะสมหรือเก็บข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ ระดับ II (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมอง เป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ระดับ II นี้ดูไปแล้วก็เหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G - factor) นั้นเอง

7. ทฤษฎีปัญญาของแคทเทลล์ ทฤษฎีนี้คิดโดย อาร์ บี แคทเทลล์ (R.B. Cattell) เขาเสนอทฤษฎีปัญญาว่า โครงสร้างเขาวงกตปัญญา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Fluid component เป็นความสามารถทั่วไป ผู้ที่มีปริมาณความสามารถด้านนี้สูง จะสามารถทำงานชนิดต่าง ๆ ได้ดี เช่น ความสามารถด้านเหตุผลเชิงอุปมาและอุปนัย เหตุผลสัมพันธ์ ความสามารถเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมภาพ เป็นต้น Crystallized component เป็นความสามารถที่เชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมอย่างใกล้ชิด สดง่าย ๆ ว่าความสามารถที่จะเข้าใจภาษา ความสามารถที่จะประเมินคุณค่า เป็นต้น (ถ้วน ชายยศ 2522 : 36 - 46) สำหรับทฤษฎีเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์โดยตรงนั้น ยังไม่มีผู้ใดกล่าวไว้ เพราะส่วนใหญ่จะกล่าวรวมไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับความถนัด ดังเช่น ทฤษฎีของเทอร์สโตนและของกิลฟอร์ด เป็นต้น

ประเภทของแบบทดสอบวัดความถนัด

วิลเลียม (William อ้างจาก Garrett, 1958 : 3 - 4) กล่าวว่า
แบบทดสอบความถนัดสามารถแบ่งประเภทได้หลายทางด้วยกัน ซึ่งในที่นี้จะแบ่งแบบทดสอบ
ความถนัดออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบความถนัดทั่วไปเป็นรายบุคคล (Individually Administered Tests of General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้เป็นทั้งตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในอนาคต และเป็นเครื่องมือประเมินผลเชิงคลินิก
 2. แบบทดสอบความถนัดทั่วไปเป็นกลุ่ม (Group Tests of General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในสถาบันการศึกษา ซึ่งใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางกว่าแบบทดสอบรายบุคคล
 3. แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Special Aptitude Test) เป็นความสามารถทางศักยภาพของแต่ละบุคคลในกิจกรรมชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะแบบทดสอบความถนัดพิเศษใช้ช่วยในการตัดสินใจ หรือการพิจารณาเกี่ยวกับการคัดเลือกทางอาชีพและการศึกษา เช่นเดียวกับการศึกษา
 4. แบบทดสอบความถนัดหลายองค์ประกอบ (Multifactor Aptitude Tests) มีนักจิตวิทยาบางคนไม่เห็นด้วยกับโครงสร้างของสติปัญญาที่ยืนยันว่า เซอวาร์ตปัญญาเป็นลักษณะทั่วไป และคะแนนชุดเดียวกันสามารถเป็นตัวแทนเซอวาร์ตปัญญาของบุคคลที่มีอยู่ได้ แต่การวัดทางทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ ทำให้ได้ความหมายตรงกับการทำนายของแบบทดสอบตัวประกอบ เดียว เพิ่มขึ้น เล็กน้อย และอยู่บนพื้นฐานเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ
- ความถนัดทางด้านมิติสัมพันธ์ นับว่าเป็นความถนัดที่สำคัญด้านหนึ่ง (Fruchter, 1954 : 387 - 392) เนื่องด้วยแบบทดสอบวัดสติปัญญาแบบต่าง ๆ (Intelligence Tests) ที่สร้างขึ้นในสมัยเริ่มแรก มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาปะปนอยู่มาก ผู้ที่มีความสามารถทางภาษาสูงจึงมักจะได้เปรียบ นักจิตวิทยาจึงพยายามคิดสร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ไม่ต้อง

การใช้ความสามารถด้านภาษา เพื่อวัดความสามารถทางสมองได้กว้างขวางยิ่งขึ้น สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ไม่ต้องการใช้ความสามารถด้านภาษาชนิดหนึ่ง ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ทั้งในอังกฤษและสหรัฐอเมริกา ระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง ฝ่ายวิจัยทางจิตวิทยาของกองทัพอากาศสหรัฐหลายแห่ง ทำการสร้างและศึกษาแบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากมาย เพื่อที่จะใช้คัดเลือกคนเข้าเป็นนักบิน นอกจากนี้ก็มีผู้สนใจทำการสร้างและศึกษาแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านนี้กันหลายคน จึงมีแบบทดสอบหลายร้อยฉบับ โดยมีแบบ (Styles) ในการวัดต่าง ๆ กันหลายแบบ การวิจัยจะอยู่ในขอบเขตที่ว่า ความสามารถด้านนี้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเขียนวิชาต่าง ๆ หรืออาชีพต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด นั่นคือความสามารถด้านนี้ จะส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาต่าง ๆ และความสำเร็จในการทำงานด้านต่าง ๆ ได้มากเพียงใด มีความแตกต่างกันหรือไม่ระหว่างเพศชายและเพศหญิง แบบทดสอบต่าง ๆ ที่วัดความสามารถด้านนี้มีความสัมพันธ์กันเพียงใด ซึ่งล้วนแต่เป็นสิ่งที่น่าศึกษาอย่างยิ่ง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สไตน์

สำหรับ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์นั้น สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2513 : 37 - 43) ได้กล่าวถึงลักษณะแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 6 แบบ ดังนี้

1. แบบการหมุนภาพบนพื้นระนาบ
2. แบบซ้อนรูป
3. แบบซ้อนภาพ
4. แบบแยกภาพ
5. แบบนับมัลติก

6. แบบ Completing Square เป็นการให้ประกอบภาพให้เป็นจัตุรัส

นอกจากลักษณะแบบทดสอบที่กล่าวมาแล้ว ทองหล่อ วิชาวิน (ทองหล่อ วิชาวิน 2523 : 73 - 81) ได้รวบรวมรูปแบบแบบทดสอบ 8 แบบ ซึ่งแตกต่างจากสมบูรณ์ นิตยงค์ และ สุวีริยา บุญเรืองรัตน์ มี 2 แบบ คือ แบบทดสอบสักรูปและแบบทดสอบภาพตัดกระดาษ บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2521 : 99 - 102) แบ่งลักษณะแบบทดสอบไว้ในลักษณะเดียวกัน มีส่วนที่ต่างออกไปแบบเดียว คือแบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ และ วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2513 : 109 - 124) ก็แบ่งลักษณะแบบทดสอบไว้เช่นเดียวกันนี้ ยี่ที่แตกต่างไปคือแบบทดสอบอนุกรมมิติ

นอกจากนี้แล้ว จรุงนุกการนาและคณะ (จรุงนุกการนาและคณะ 2523 : 74 - 187) แบ่งลักษณะแบบทดสอบออกเป็น 6 แบบ คือ แบบทดสอบลูกบาศก์สัมพันธ์ แบบทดสอบอนุกรมมิติ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ซึ่งเป็นแบบพับกระดาษรูปลักษณะต่าง ๆ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบวัตถุสัมพันธ์ และแบบทดสอบเอกภาพซึ่งเป็นแบบทดสอบลักษณะเดียวกันกับประกอบภาพและแยกภาพนั่นเอง

ล้วน สายยศ (ล้วน สายยศ 2513 : 107 - 117) แบ่งลักษณะแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 10 แบบ คือ

1. แบบทดสอบซ้อนภาพซึ่งแบ่ง เป็นแบบทดสอบซ้อนเดี่ยวและซ้อนคงที่
2. แบบทดสอบซ้อนภาพ
3. แบบทดสอบแยกภาพ
4. แบบทดสอบประกอบภาพ
5. แบบทดสอบทฤษฎีภาพ
6. แบบทดสอบประกอบภาพสามมิติ
7. แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์
8. แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ

๑. แบบทดสอบการนับลูกบาศก์

10. แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ภายในประเทศ

บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2513 : 7๐ - 7๑) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากนักเขียนชั้น ป. 7, มศ. ๓ และ มศ. 5 ปีการศึกษา 2513 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน ๘๘๘ คน ใช้แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ๘ ฉบับ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง 7 ฉบับ คือ แบบทดสอบตัดกระดาษ ช้อนภาพ ประกอบภาพ นับรูปลูกบาศก์ ช้อนภาพ ต่อภาพ ทาด้านตรงข้าม และใช้แบบทฤษฎีภาพของเทอร์สไตน์อีก 1 ฉบับ พบว่าในแบบทดสอบช้อนภาพและนับรูปลูกบาศก์ นักเขียนระดับชั้นสูงกว่าจะมีความสามารถมากกว่า ส่วนแบบตัดกระดาษ ทฤษฎีภาพ ประกอบภาพ ช้อนภาพ ต่อภาพ และทาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์นั้น นักเขียนชั้น มศ. ๓ และ มศ. 5 มีความสามารถเหนือกว่านักเขียนชั้น ป. 7 แต่นักเขียนชั้น มศ. ๓ และ มศ. 5 ไม่แตกต่างกัน และพบว่านักเขียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเขียนหญิงในแบบทดสอบทุกชนิด

นิตดา รัชก์แก้ว (นิตดา รัชก์แก้ว 2514 : ก - ง) และ พูลศิริ แก้วกลางศึก (พูลศิริ แก้วกลางศึก 2514 : ง - จ) ได้แปลและดัดแปลงแบบทดสอบความถนัดคนละ ๓ ชุด โดยนิตดาได้ดัดแปลงแบบทดสอบความสัมพันธ์เชิงมิติ เหตุผลเชิงกล ความเร็วและความถูกต้องของงานเสมือน ส่วนพูลศิริได้ดัดแปลงแบบทดสอบเหตุผลเชิงถ้อยคำ ความสามารถด้านจำนวน และเหตุผลเชิงนามธรรม ซึ่งแบบทดสอบเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบ ดี เอ ที (DAT. Form L) ของเบนเนทท์ ซีฮอร์ และ เวสแมน (Bennett, Seashore and Wesman) นิตดาได้นำแบบทดสอบที่ดัดแปลงแล้วไปทดสอบกับนักเขียนชั้น มศ. 4 สายอาชีพจากโรงเรียนรัฐบาล ในกรุงเทพมหานคร

ได้ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความสัมพันธ์เชิงมิติ เหตุผลเชิงกล ความเร็วและ ความถูกต้องของงานเสมือน เป็น .8875, .7580, .7635 ตามลำดับ แบบทดสอบมี ความเที่ยงตรงในการทำนายผลรวมของวิชาชีวและวิชาสัมพันธ์ (เขียนแบบ ข้างกล กราฟฟิคส์) ได้สูงโดยมีค่าความเที่ยงตรงเป็น .75 และ .35 ส่วนซูลศิริ ให้นำแบบทดสอบ ที่ดัดแปลงแล้ว ไปสอบกับนักเรียน มศ.4 จากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ 8 โรงเรียน ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยปรากฏว่าค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ เหตุผลเชิง ถ้อยคำ ความสามารถด้านจำนวนและเหตุผลเชิงนามธรรม เป็น .75, .04 และ .82 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรงในการทำนายผลสัมฤทธิ์ของแบบทดสอบ เหตุผลเชิงถ้อยคำกับ วิชาภาษาไทยและคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายเท่ากับ .13 กับนักเรียนหญิงเท่ากับ .36 แบบทดสอบความสามารถด้านจำนวนมีความเที่ยงตรงในการทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชา วิทยาศาสตร์เท่ากับ .44 และแบบทดสอบ เหตุผลเชิงนามธรรมมีความเที่ยงตรงในการ ทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายเท่ากับ .22 กับวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ .26

ศิริกร ภูไพบูลย์ (ศิริกร ภูไพบูลย์ 2515 : ง) ได้ศึกษาการใช้ความถนัด ทางด้านมิติสัมพันธ์ และเหตุผลเชิงนามธรรม ทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาเรขาคณิต โดย ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2,3 จำนวน 600 คน จากโรงเรียน เขตจตุจักร แบบทดสอบที่ใช้คือ แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ และเหตุผลเชิง นามธรรม ซึ่งชนิดา รัชนีแก้ว และ ซูลศิริ แก้วกลางก๊ก ดัดแปลงจากแบบทดสอบ ดี เอ ที ฟอร์ดมอด และคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาเรขาคณิต คือคะแนนปลายภาคที่ 2 ปีการศึกษา 2515 พบว่าความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ ในวิชาเรขาคณิตด้วยขนาด .54 เหตุผลเชิงนามธรรมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในวิชา เรขาคณิตอย่างมีนัยสำคัญด้วยขนาด .49

วิบูลย์ บุญสุวรรณ (วิบูลย์ บุญสุวรรณ 2517 : จ) ได้ใช้แบบทดสอบ

ความถนัดและผลสัมฤทธิ์ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา เพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาชั้นสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนในชั้นปีที่ 2 ของหลักสูตร จำนวน 768 คน แบบทดสอบความถนัดที่ใช้มี 7 ฉบับ คือ แบบทดสอบความสามารถด้าน คณิตศาสตร์ แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบความเข้าใจภาษาไทย แบบทดสอบ ความเข้าใจภาษาอังกฤษ แบบทดสอบเหตุผลเชิงนามธรรม แบบทดสอบเหตุผลเชิงถ้อยคำ และแบบทดสอบเหตุผลเชิงภาษา พบว่า

1. กลุ่มวิชาเอกภาษาไทย ตัวทำนายที่ดีได้แก่ คะแนนจากแบบทดสอบความ เข้าใจภาษาไทย ความเข้าใจภาษาอังกฤษ เหตุผลเชิงถ้อยคำ ผลสัมฤทธิ์ในหมวดวิชา ภาษาไทย สังคมศึกษา การศึกษา

2. กลุ่มวิชาเอกภาษาอังกฤษ ตัวทำนายที่ดีได้แก่ คะแนนจากแบบทดสอบความ เข้าใจภาษาอังกฤษ เหตุผลเชิงกล ผลสัมฤทธิ์ในหมวดวิชาภาษาอังกฤษ ภาษาไทย คณิตศาสตร์

3. กลุ่มวิชาเอกคณิตศาสตร์ ตัวทำนายที่ดีได้แก่ คะแนนจากแบบทดสอบความ สามารถทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจภาษาอังกฤษ ผลสัมฤทธิ์ในหมวดวิชาภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์รวมทุกวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

4. กลุ่มวิชาเอกวิทยาศาสตร์ ตัวทำนายที่ดีได้แก่ คะแนนจากแบบทดสอบความ เข้าใจภาษาอังกฤษ ผลสัมฤทธิ์ในหมวดวิชาการศึกษา และผลสัมฤทธิ์รวมทุกวิชา

สมจิตต์ ทิพย์สุวรรณศิริ (สมจิตต์ ทิพย์สุวรรณศิริ 2521 : ข - ค) สร้าง แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ความแนวของแบบทดสอบ ดี เอ ที เป็นแบบทดสอบแบบ ตัวเลือกชนิด 5 ตัวเลือก มีลักษณะเป็นรูปภาพทั้งหมด มีจำนวนข้อสอบ 40 ข้อ กลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,421 คน และนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1,070 คน พบว่า

1. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งสองชั้น เมื่อคำนวณโดยใช้สูตรของ

ดูเตอร์ ริชาร์ดกิน คูตรที่ 20 และคูตรที่ 21 มีค่าตั้งแต่ .700 ถึง .899 และ .774 ถึง .890 ตามลำดับ

2. ค่าความเที่ยงตรงตามภาพของแบบทดสอบ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ในหมวดวิชาภาษาอังกฤษเป็นเกณฑ์ มีค่าต่ำสุดในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ค่าความเที่ยงตรงมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ

3. การวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีค่าความยากตั้งแต่ .181 ถึง .570 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .234 ถึง .696 และสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีค่าความยากตั้งแต่ .191 ถึง .589 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .289 ถึง .791

พรทิพย์ ภักธชาคร (พรทิพย์ ภักธชาคร 2520 : 39 - 40) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา และสังกัดสำนักงานการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้ทดสอบมี 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ ทนุภาพ ซ่อนภาพ ประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และแบบทดสอบนับลูกบาศก์ พบว่า

1. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์จำนวน 6 ฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ กับคะแนนจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แต่ละฉบับมีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์กับคะแนนจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แต่ละฉบับมีค่าแตกต่างกัน กล่าวคือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์กับคะแนนจากแบบทดสอบซ้อนภาพ มีค่าน้อยกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์กับคะแนนจากแบบทดสอบซ่อนภาพ และกับคะแนนจากแบบทดสอบการนับลูกบาศก์ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์กับคะแนนจาก

แบบทดสอบคุณภาพ มีค่าน้อยกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์กับ
คะแนนจากแบบทดสอบนิยรูปภูษาศาสตร์ ส่วนค่าสหสัมพันธ์อื่น ๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ไม่
พบว่า มีความแตกต่างก็อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ
แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และแบบนิยรูปภูษาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน
เป็นเส้นตรง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ต่างประเทศ

เอสเทส (Estes. 1977 : 4314-A - 4315-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผล
จากการตอบแบบทดสอบ ดี เอ ที ของนักเรียนที่เรียนทางด้านวิชาชีพ และนักเรียนที่ไม่ได้
เรียนทางด้านวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ที่เรียนทางด้านวิชาชีพ และนักเรียนที่ไม่ได้เรียนทางด้านวิชาชีพ ของเซาท์เวสต์ แคนซัส
แอเรีย ไวเคชันนอล เทคนิคอล สกูล (Southwest Kansas Area Vocational
Technical School) เมืองดอดจ์ (Dodge City) เมื่อให้กลุ่มตัวอย่างตอบ
แบบทดสอบ ดี เอ ที พบว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนด้านวิชาชีพ ได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่
เรียนทางด้านวิชาชีพ ในด้านต่อไปนี้คือ ด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำ ด้านความสามารถด้าน
จำนวน และด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำรวมกับความสามารถด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ ด้าน
การใช้ภาษา-สะกดคำ ด้านการใช้ภาษา-ไวยากรณ์ และกลุ่มตัวอย่างทั้งสองไม่มีความ
แตกต่างของคะแนนจากแบบทดสอบด้านเหตุผล เชิงนามธรรม ด้านความคล่องแคล่วและความ
ถูกต้องในการทำงานเสมือน และด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียน
เกรด 9 ได้คะแนนสูงกว่านักเรียนเกรด 8 ในด้านความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล
เชิงถ้อยคำรวมกับความสามารถด้านจำนวน ด้านความคล่องแคล่วและความถูกต้องในงาน
เสมือน ด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำและการใช้ภาษา-การสะกดคำ เมื่อพิจารณาภายในกลุ่มของ

นักเรียนที่เรียนวิชาชีพ พบว่านักเรียนที่เรียนอิเล็กทรอนิกส์ได้คะแนนจากแบบทดสอบสูงกว่า
ทุกกลุ่ม

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสำเร็จในอาชีพ
หรือการงานต่าง ๆ นั้น สำนักการบริการด้านการงานในสหรัฐอเมริกา คาดคะเนว่าอาชีพ
ที่ต้องการความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในระดับสูงมีอยู่ ๘4 อาชีพ เป็นอาชีพทาง
วิศวกรรมศาสตร์ 2๘ สาขา ทางแพทย์ 14 สาขา ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ชีววิทยา เคมี
ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ฯลฯ ๘ สาขา ทางการช่างภาพต่าง ๆ (Draughtsman) เช่น การ
ช่างภาพต่อประชุม ช่างภาพเครื่องยนต์ ฯลฯ 14 สาขา ทางออกแบบ เช่น ออกแบบ
ทางอุตสาหกรรม ฯลฯ 7 สาขา และอาชีพอื่น ๆ อีก เช่น เขียนภาพการ์ตูน จิตรกร
 ฯลฯ (Mac Farlane, 1964 : 153 - 154)

ชัตเติลวอร์ซ (Shuttleworth อ้างจาก Mac Farlane, 1964 : 138)
พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของ เอ็น ไอ ไอ พี (N.I.I.P.) ๑ ฉบับ มีความ
เที่ยงตรงในการพยากรณ์คะแนนนักเรียนที่มีอายุ 13 ปีในโรงเรียนอาชีวศึกษาสูงกว่า
แบบทดสอบอื่น ๆ รวมทั้งแบบทดสอบที่ใช้ในการคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนด้วย
เบอร์เนอร์เกอร์ และ กูดมัน (Bernreuter and Goodman, 1941 : 55 - 60) ใช้
แบบทดสอบ พี เอ็ม เอ (PMA) ของเทอร์สโตน พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ
นิสิตวิศวกรรมศาสตร์ปีที่ 1 จำนวน 170 คน ได้ค่าสหสัมพันธ์เชิงพหุคูณ (Multiple
Correlation) ระหว่างแบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนิสิต
เท่ากับ .49 สำหรับคะแนนจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์มีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
เท่ากับ .23

ไมเยอร์ (Myers, 1953 : 596 - 600) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคะแนนใน
การทำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนนายร้อย ๕๑1 คน ในแบบทดสอบ
มิติสัมพันธ์ของ ซี อี อี บี (CEEB.) จำนวน ๑๐ ข้อ เป็นแบบทดสอบแยกภาพ 6๐ ข้อ

ให้ทราบว่าถ้าตัดส่วนของภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ออกในลักษณะต่าง ๆ แล้วจะมีลักษณะเป็น
 เช่นไร อีก 30 ข้อเป็นแบบจำแนกภาพก้อน คือให้หาภาพก้อนที่มีรูปร่างอย่างเดียวกัน
 แต่วางในมุมต่างกัน นำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้ง 90 ข้อนี้ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง
 ตอนต้นปีการศึกษาและตอนสิ้นสุดปีการศึกษา พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบ 2 ครั้งนี้
 มีค่า .84 คะแนนการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นจากครั้งแรกเกือบ 1 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 และจากการศึกษาของโบสม่า (Boersma, 1968 : 555 - 559) เกี่ยวกับความเชื่อมั่น
 ของข้อสอบจากการสอบ 2 ครั้ง ตอนต้นปีการศึกษาและตอนสิ้นสุดปีการศึกษา โดยใช้กลุ่ม
 ตัวอย่างเป็นนิสิตปี 1 มหาวิทยาลัยอัลเบอร์ตา (Alberta) จำนวน 106 คน เป็นชาย
 42 คน หญิง 63 คน แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบซ้อนภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน
 นำทั้งสองส่วนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างสองครั้ง โดยเว้นช่วงห่างกัน 10 อาทิตย์ ผลปรากฏ
 ว่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองส่วนที่สอบครั้งแรกกับครั้งหลังเท่ากับ .63 สหสัมพันธ์
 ระหว่างคะแนนส่วนที่หนึ่งกับส่วนที่สองในการสอบครั้งแรกเท่ากับ .54 และ .58 ในการสอบ
 ครั้งหลัง คะแนนจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นกว่าครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญ แต่จากศึกษา
 ครั้งนี้ไม่ปรากฏความแตกต่างระหว่างเพศ

ชาร์ดและมิลเลน (Charles and Millen, 1985 : 459 - 464) สร้าง
 เกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบ ดี เอ ที 2 ฉบับ คือ มิติสัมพันธ์กับเหตุผลทาง
 เครื่องยนต์กลไก สำหรับนิสิตวิศวกรรมศาสตร์ปี 1 จำนวน 667 คน ที่มหาวิทยาลัยไอโอวา
 แบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้ ต่างก็กำหนดเวลาในการทำ 30 นาที แต่การสร้างเกณฑ์ปกติใน
 ครั้งนี้ เป็นเกณฑ์ปกติเมื่อใช้เวลาคำ 15 นาที ผลปรากฏว่ามีผู้ทำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์เสร็จ
 ทุกข้อเพียง 3 % ส่วนแบบทดสอบเหตุผลทางเครื่องยนต์กลไกมีผู้ทำเสร็จครบทุกข้อ 19 %
 สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับวิชากราฟ มีค่า .39 กับเกรดเฉลี่ย 1
 ปีการศึกษามีค่า .23 ส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบเหตุผลทางเครื่องยนต์กลไกกับ
 วิชากราฟมีค่า .31 กับเกรดเฉลี่ยมีค่า .22

เฮอซเมอร์กและเล็พคิน (Herzberg and Lepken, 1954 : 687 - 689) ศึกษาความแตกต่างของความสามารถของชายและหญิง ในการทำแบบทดสอบ พี เอ็ม เอ ของเทอร์สโตน พบว่า ทางด้านมิติสัมพันธ์นักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิง ทางด้านการศึกษาองค์ประกอบในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แต่ละแบบนั้น มีผู้ศึกษากันหลายคนเช่น ซีเกด (Segel, 1949 : 695 - 705)พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 2 มิติ ซึ่งให้ผู้ตอบทายภาพ 2 มิติที่มีชิ้นส่วนอย่างเดียวกันกับในภาพที่กำหนดให้ กับแบบทดสอบ 3 มิติ แบบประกอบภาพมีค่า .57 คูสซี (Koussy, อ้างจาก Mac Farlane, 1964 : 47 - 59)ใช้แบบทดสอบ 28 ฉบับเป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์และแบบทดสอบเครื่องชนิดกลไก 17 ฉบับ นอกนั้นเป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทั่วไป (General factor) หรือ (g-factor) ทดสอบกับเด็กนักเรียนอายุ 11 ปี ถึง 13 ปี จำนวน 182 คน แล้ววิเคราะห์ด้วยวิธีเดเตรด-ดิฟเฟอเรนซ์ (Tetrad Difference) ของสเปียร์แมน พบว่ามีแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ (k-factor) สูง คืออยู่ระหว่าง .40 ถึง .62 และในจำนวน 8 ฉบับนี้มี 2 ฉบับที่มีน้ำหนักประกอบมิติสัมพันธ์ (k-factor) สูงกว่าน้ำหนักในตัวอย่างประกอบทั่วไป (g-factor) คือแบบทดสอบคอรีเลต อีดูเคชัน ฉบับ A (Correlate Education A) กับแบบทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรง (Form Relations) นอกนั้นมีน้ำหนักตัวอย่างประกอบมากที่สุดในตัวอย่างประกอบทั่วไป (g-factor)

เทอร์สโตน (Thurstone อ้างจาก Mac Farlane, 1964 : 50 - 60) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างประกอบจากผลการสอบของนักเรียนอายุ 16 ถึง 25 ปี จำนวน 218 คน พบว่ามีแบบทดสอบ 13 ฉบับที่มีน้ำหนักตัวอย่างประกอบมิติสัมพันธ์ (Visual Spatial) โดยเฉพาะแบบทดสอบธง (Flags) ซึ่งมีน้ำหนักตัวอย่างประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุด รองลงมาคือแบบทดสอบนับลูกบาศก์

มิเชล, ซิมเมอร์แมน และ กิลฟอร์ด (Michael, Zimmerman and Guilford, 1951 : 107 - 219)ศึกษาองค์ประกอบในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ โดยใช้

แบบทดสอบ 14 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ทราบตัวประกอบแน่นอน 8 ฉบับ อันได้แก่
 ตัวประกอบด้านภาษา จำนวน เหตุผล และการรับรู้ทางสายตา อีก 8 ฉบับ เป็น
 แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 360 คน ที่เรียนวิชาจิตวิทยา
 เบื้องต้นในภาคเรียนที่ 2 ที่มหาวิทยาลัยรัฐเพอร์ (Putgers) พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้ง 8 ฉบับมีค่าระหว่าง .35 ถึง .81 จากการวิเคราะห์ตัวประกอบ
 สามารถแยกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็นสองตัวประกอบ คือตัวประกอบสเปเชียล
 รีเลชัน (Spatial Relation) และตัวประกอบริชวลไลเซชัน (Visualization)
 แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบสเปเชียล รีเลชัน มาก ได้แก่ แบบทดสอบลูกบาศก์ของ
 เทอร์สโตน (Thurstone's Cubes) .43 แบบทดสอบธงของเทอร์สโตน
 (Thurstone's Flags) .44 และแบบทดสอบตั้งทิศทาง (Spatial
 Orientation) ของกิลฟอร์ดและซิมเมอร์แมน .56 ส่วนแบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบ
 ริชวลไลเซชันมาก ได้แก่ แบบทดสอบเจาะรูของเทอร์สโตน (Thurstone's Punched
 Holes) .52 แบบทดสอบต่อภาพของเทอร์สโตน (Thurstone's Form Board) .52
 และแบบทดสอบหมุนภาพของกิลฟอร์ดและซิมเมอร์แมน (Spatial Visualization) .62
 จากการวิจัยอีกครั้งโดยใช้กลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยมศึกษา (Michael, Zimmerman
 and Guildford, 1951 : 561 - 577) เป็นนักเรียนเกรด 12 เป็นชาย 151 คน
 หญิง 139 คน อายุระหว่าง 15-20 ปี พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์จาก
 คะแนนนักเรียนชายมีค่าระหว่าง .24 ถึง .83 ของนักเรียนหญิงอยู่ระหว่าง .21 ถึง .81
 หลังจากวิเคราะห์ตัวประกอบสามารถแยกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 2 ตัวประกอบ คือ
 สเปเชียล รีเลชัน และ ริชวลไลเซชันเช่นเดียวกัน ทั้งจากผลการสอบของนักเรียนชาย
 และจากผลการสอบของนักเรียนหญิง ทางด้านความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่านักเรียนชาย
 มีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิงในแบบทดสอบหมุนภาพ ตั้งภาพ มิติสัมพันธ์ของ
 เทอร์สโตน (Space) ลูกบาศก์ และต่อภาพ ส่วนในแบบทดสอบเจาะรูและมิติสัมพันธ์

(Spatial Relation) ไม่ปรากฏความแตกต่าง

เฟรินซ์ (French. 1965 : 9 - 28) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับตัวประกอบในแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบ 15 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนชายเกรด 11 และ 12 จำนวน 177 คน ที่โรงเรียนพรินซ์ตัน (Princeton) ปรากฏว่าแยกตัวประกอบได้ 5 ตัวประกอบ ตัวประกอบที่ 1 เป็นมิติสัมพันธ์ (Spatial Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุด ได้แก่แบบทดสอบประกอบภาพ (Surface Developing) คือมีน้ำหนักตัวประกอบ .80 รองลงไปได้แก่แบบทดสอบจำแนกบัตร (Cards) .57 ลูกบาศก์ .46 ช้อนภาพ .43 เจาะรู .42 อุปมาอุปไมย .40 และเล็งทิศทาง .37 ตัวประกอบที่ 2 เป็นความเข้าใจในภาษา ตัวประกอบที่ 3 เป็นคณิตศาสตร์ และตัวประกอบที่ 4 เป็นเหตุผล ส่วนตัวประกอบที่ 5 ไม่ได้กำหนดชื่อไว้ เพราะมีน้ำหนักตัวประกอบน้อยมาก

จากการศึกษาเอกสารการวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าในแบบทดสอบสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์นี้ มีนักจิตวิทยาหลายท่านได้สร้างแบบทดสอบขึ้นมาหลายชนิด และมีผลการวิจัยที่สนับสนุนว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ เนื่องจากผลการวิจัยที่ได้จะเป็นหลักในการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อหรือเพื่อประกอบอาชีพต่าง ๆ ให้ได้ผลสมความปรารถนา จึงสรุปได้ว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถเฉพาะอย่างตามทฤษฎีลำดับขั้นของเวอร์นอน และเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถพื้นฐานทางสมองตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน จากเอกสารที่ค้นคว้ามา จึงเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในบทนี้ผู้วิจัยได้เสนอตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ประชากร
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์
4. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิธีจัดกระทำกับข้อมูล

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชายหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยและสังกัดกรมสามัญ ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวนโรงเรียนทั้งหมด 101 โรงเรียน จำนวนห้องเรียนทั้งหมด 1048 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 44,320 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยและสังกัดกรมสามัญ ในเขตกรุงเทพมหานคร มีจำนวนโรงเรียนทั้งหมด 13 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 20 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 786 คน หน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) เป็นห้องเรียน และใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) มีลำดับขั้นในการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดด้วยความเชื่อมั่น 99 % ($\alpha = .01$) ซึ่ง
เทียบมาจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่าง (Mercado, 1977 : 54) ปรากฏว่าต้องใช้
กลุ่มตัวอย่าง 786 คน

ขั้นที่ 2 ชุมท้องถิ่นการศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีทั้งหมด 5 ท้องที่การศึกษา
ด้วยวิธีการสุ่มแบบธรรมดา ได้ท้องที่การศึกษา 2

ขั้นที่ 3 สุ่มเขตในท้องที่การศึกษา 2 ซึ่งมีทั้งหมด 6 เขต ด้วยวิธีการสุ่มแบบ
ธรรมดา ได้ 2 เขต คือ เขตปทุมวัน และเขตบางกะปิ

ขั้นที่ 4 ในเขตปทุมวันและเขตบางกะปิ มีโรงเรียนทั้งหมด 13 โรงเรียน สุ่ม
ท้องเรียนด้วยวิธีสุ่มแบบธรรมดา ได้จำนวนท้องเรียน 20 ท้องเรียน และจำนวนนักเรียน
786 คน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 1

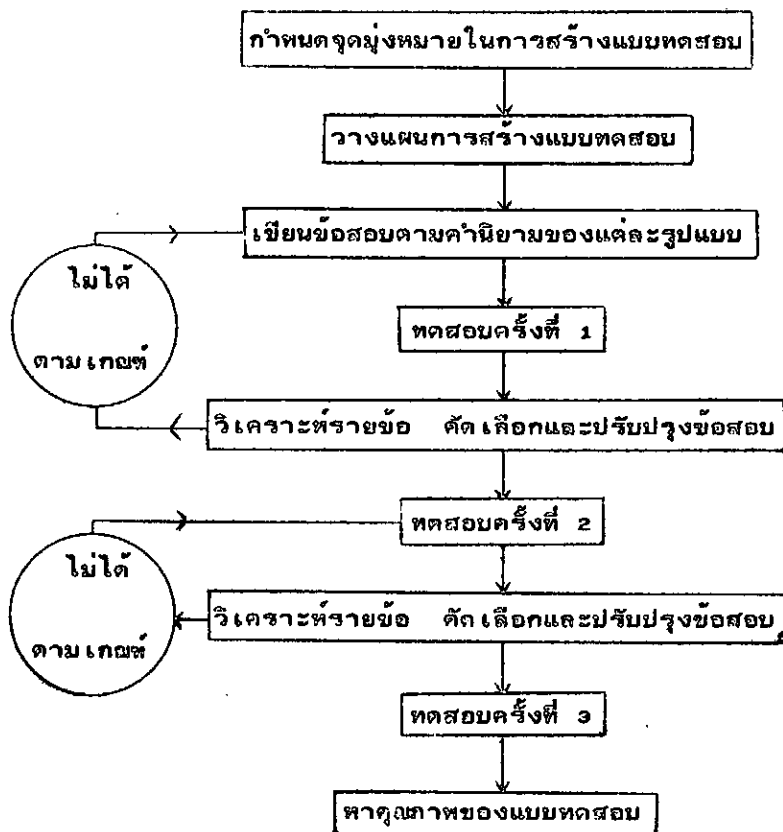
ตาราง 1. รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามครั้งที่ใช้สอบ

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียน					
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	ห้องเรียน	นักเรียน	ห้องเรียน	นักเรียน	ห้องเรียน	นักเรียน
เขตปทุมวัน						
1. ศรีอยุธยา	-	-	1	40	1	40
2. สามเสนวิทยาลัย	1	35	-	-	1	35
3. สันติราษฎร์วิทยาลัย	-	-	1	40	1	40
4. มัธยมศึกษาสันพิทยา	-	-	1	40	-	-
5. มัธยมศึกษาเตรียมทหารวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ปทุมวัน	-	-	-	-	1	40
6. มัธยมศึกษาเตรียมทหารวิทยาลัย	-	-	-	-	1	31
เขตบางกะปิ						
7. เทพศิลา	-	-	-	-	1	40
8. บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	-	-	-	-	1	40
9. ตลาดปลาเคี้ยวพิทยาคม	1	36	-	-	1	36
10. สตรีวิทยา 2	-	-	1	40	1	40
11. บึงทองกลางวิทยา	1	50	1	50	-	-
12. บางกะปิ	1	40	-	-	1	40
13. มัธยมศึกษาเตรียมทหารวิทยาลัยรามคำแหง	-	-	1	33	-	-
รวม	4	161	6	243	10	382

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ตามลำดับขั้น

ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1 ดังนี้



ภาพประกอบที่ 1 ลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ เริ่มด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ วางแผน และสร้างแบบทดสอบ ตลอดจนนำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อรวบรวมผลมาวิเคราะห์ปรับปรุงให้ดีขึ้น จนในที่สุดได้เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพสูง ดังจะได้เสนอขึ้นในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3)

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เกี่ยวกับความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

2. วางแผนการสร้างแบบทดสอบ

2.1 ศึกษาทฤษฎีสมรรถภาพสมองของเทอร์สไตนและของคนอื่น ๆ รวมทั้งแบบทดสอบต่างประเทศ เช่นแบบทดสอบ ดี เอ ที (DAT. : Differential Aptitude Tests) แบบทดสอบ ซี ที เอ็ม เอ็ม (CTMM. : California Test of Mental Maturity) และลักษณะแบบทดสอบความถนัดของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รวมทั้งเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดความถนัด

2.2 กำหนดนิยามของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบ 10 ฉบับ คือ

2.2.1 แบบทดสอบซ้อนภาพ

2.2.2 แบบทดสอบซ้อนภาพ

2.2.3 แบบทดสอบแยกภาพ

2.2.4 แบบทดสอบต่อภาพ

2.2.5 แบบทดสอบหมุนภาพ

2.2.6 แบบทดสอบประกอบภาพ

2.2.7 แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์

2.2.8 แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ

2.2.9 แบบทดสอบการนับลูกบาศก์

2.2.10 แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

3. เขียนข้อสอบตามคำนิยามของแต่ละรูปแบบ

4. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย โรงเรียน-
ลาดปลาเค้าพิทยาคม โรงเรียนบึงทองหลวงวิทยา และโรงเรียนบางกะปิ จำนวน
181 คน

5. วิเคราะห์ข้อผิดพลาดและปรับปรุงข้อสอบที่ได้จากการสอบครั้งที่ 1

5.1 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด,
ตอบเกินกว่า 1 คำตอบ หรือไม่ตอบเลย ให้ 0 คะแนน

5.2 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของ
จุง เทห์ ฟาน

5.3 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก
ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปเอาไว้

5.4 ปรับปรุงข้อสอบ เพื่อนำไปใช้ทดสอบครั้งที่ 2

6. ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จากการทดสอบครั้งที่ 1 ทั้ง 10
ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนศรีอยุธยา โรงเรียนสันติราษฎร์
วิทยาลัย โรงเรียนมีกะสันพิทยา โรงเรียนสตรียุทธยา 2 โรงเรียนบึงทองหลวงวิทยา
และโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏฯ จำนวน 243 คน

7. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 2
นำแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบครั้งที่ 2 มาตรวจสอบให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และ
คัดเลือกข้อสอบไว้สอบครั้งที่ 3

8. ทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จากการทดสอบครั้งที่ 2 ทั้ง 10
ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 382 คน

๑. ทาคูณภาพของแบบทดสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ ๑

๑.1 ทาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ เป็นรายข้อ

๑.2 ทาค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

๑.3 ทาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

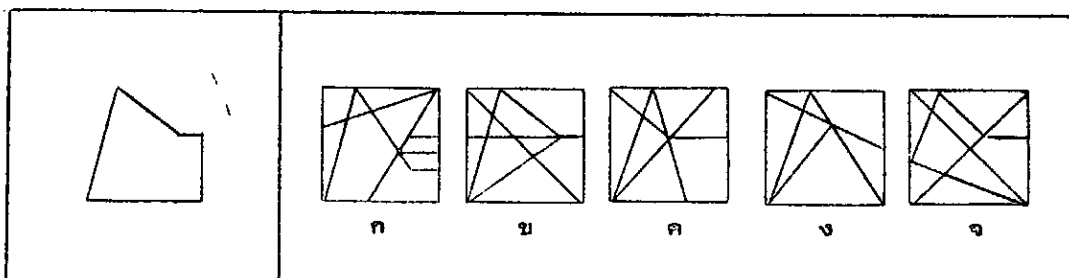
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ขึ้น 10 ฉบับ ซึ่งมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

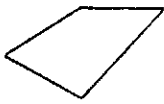
1. แบบทดสอบซ่อนภาพ

แบบทดสอบซ่อนภาพนี้ มีจำนวน 26 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่ให้ค้นหาภาพที่กำหนดให้ว่าไปซ่อนอยู่ในภาพใดจาก ก ถึง จ ทิศทางของภาพที่ซ่อนมี 2 ลักษณะ คือ ทิศทางเหมือนของเดิมทุกประการ หรืออาจจะเปลี่ยนทิศทางก็ได้ แต่ขนาดจะคงเดิมเสมอ ลักษณะของแบบทดสอบจะมีทั้งตัวเลือกที่เป็นตัวเลือกตัวเดียว และตัวเลือกคงที่ ดังตัวอย่าง

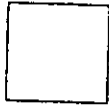
แบบตัวเลือกตัวเดียว



แบบตัวเลือกคงที่



ก



ข



ค



ง



จ

<p>(๐)</p>	<p>(๐๐)</p>
------------	-------------

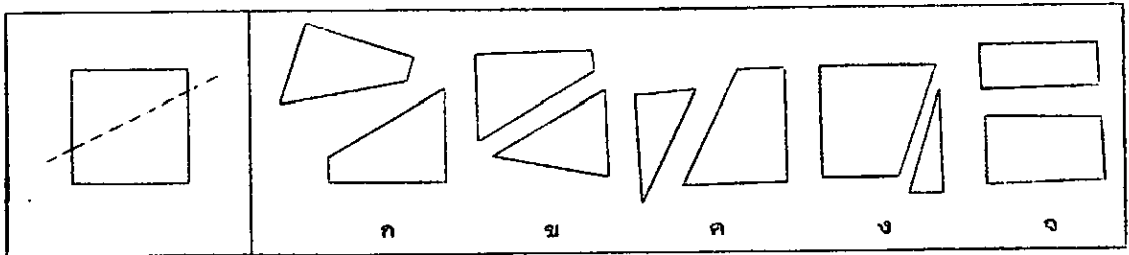
2. แบบทดสอบซ้อนภาพ

มีจำนวน 2๐ ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อจะมีภาพ 2 ภาพอยู่ทางซ้ายมือ ให้ผู้ตอบคิดว่า ถ้ายก 2 ภาพนี้ซ้อนทับกันสนิทแล้ว จะเกิดเป็นภาพเช่นไร ตามภาพ ก ข ค ง และ จ ตามลำดับที่ให้ไว้ ดังตัวอย่าง

	ก	ข	ค	ง	จ

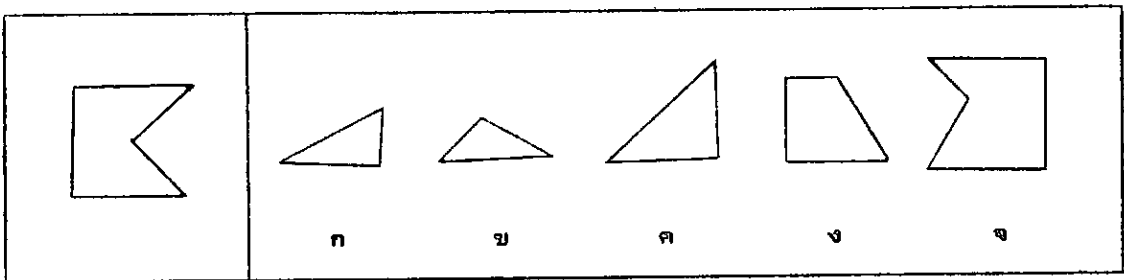
3. แบบทดสอบแยกภาพ

มีจำนวน 22 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 1 ภาพ แล้วลากเส้นประไว้ให้ทราบว่าจะแยกตามเส้นนั้น ตัวเลือก ก ถึง จ จะเป็นส่วนประกอบที่แยกออกวางเรียงให้อยู่ในลักษณะต่าง ๆ กัน ซึ่งจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ ดังตัวอย่าง



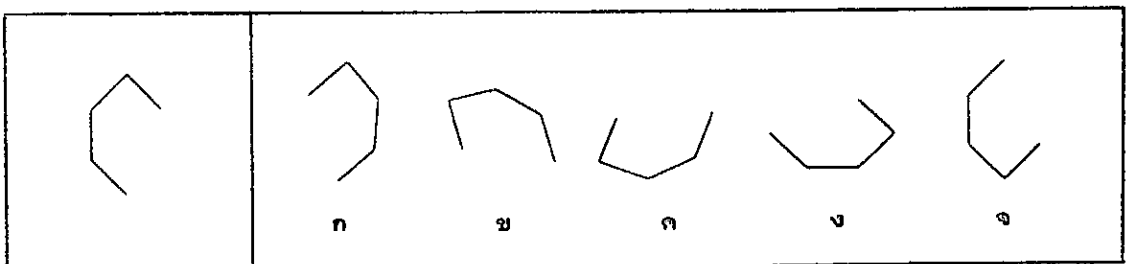
4. แบบทดสอบต่อภาพ

มีจำนวน 27 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือ มาให้ดูก่อน แล้วให้ผู้ตอบคิดว่า จะต้องนำภาพเช่นไรจาก ก ถึง จ มาติดต่อหรือเติม เพื่อให้เกิดเป็นรูปที่สมบูรณ์แบบ ดังตัวอย่าง



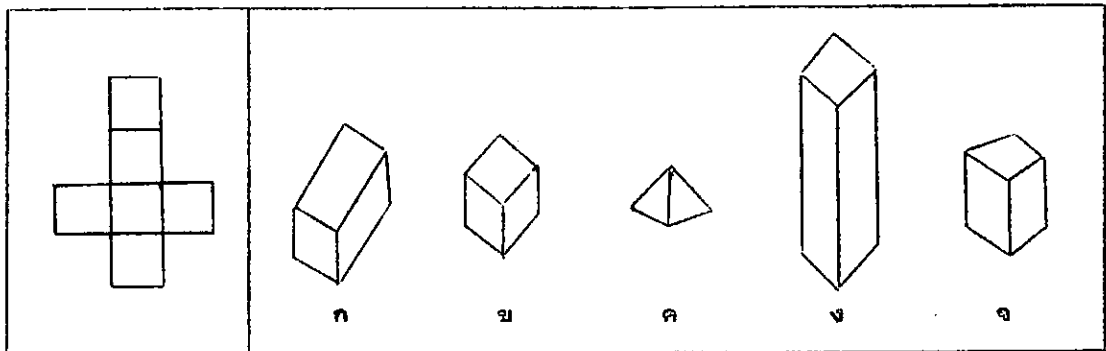
5. แบบทดสอบหมุนภาพ

มีจำนวน 28 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพทางซ้ายมือมาให้ 1 ภาพ ให้ผู้ตอบคิดว่า ถ้าหากหมุนภาพนี้ไปตามแนวเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกาแล้ว จะมีลักษณะเหมือนภาพใดจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง



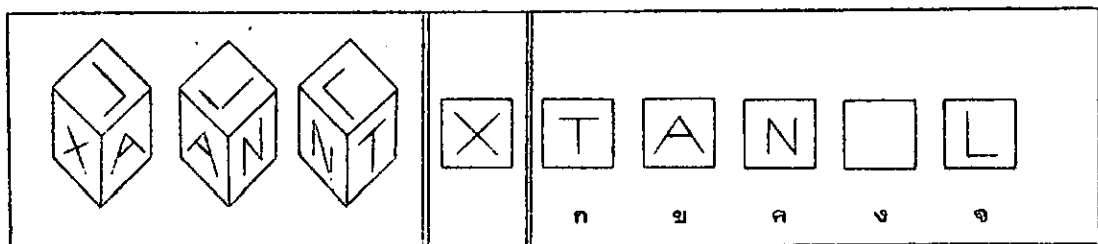
๖. แบบทดสอบประกอบภาพ

มีจำนวน ๒๐ ข้อ เวลา ๑๕ นาที เป็นแบบทดสอบที่เป็นภาพกระดาษ ซึ่งสามารถพับให้เป็นกล่องได้ พับแล้วจะมีลักษณะเป็นเช่นไรจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง



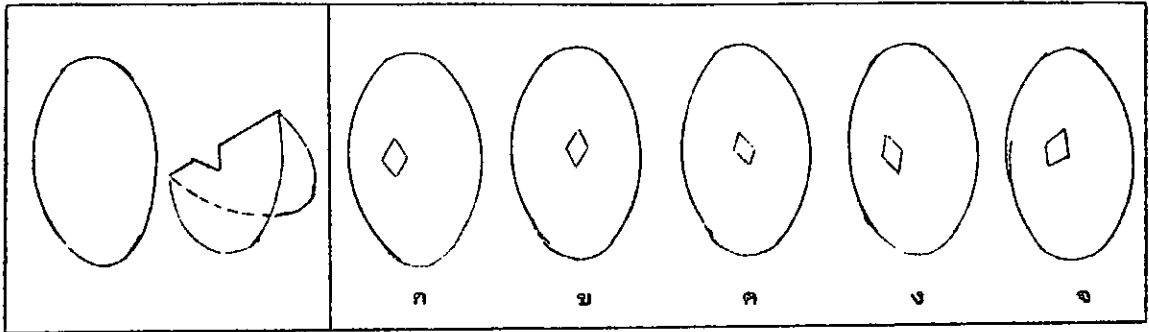
๗. แบบทดสอบทางด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์

มีจำนวน ๒๕ ข้อ เวลา ๑๕ นาที เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อจะมีภาพลูกบาศก์ซึ่งมีด้านทั้งหมด ๖ ด้าน แต่ละด้านมีเครื่องหมายแตกต่างกันไปทั้งสิ้น ๓ ภาพแรกทางซ้ายมือแสดงให้เห็นตำแหน่งของด้านต่าง ๆ ของลูกบาศก์ โดยแสดงให้เห็นทีละ ๓ ด้านให้ผู้ตอบพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของด้านต่าง ๆ แล้วคิดว่าด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่อยู่ในเส้นคู่ จะเป็นด้านใดจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง



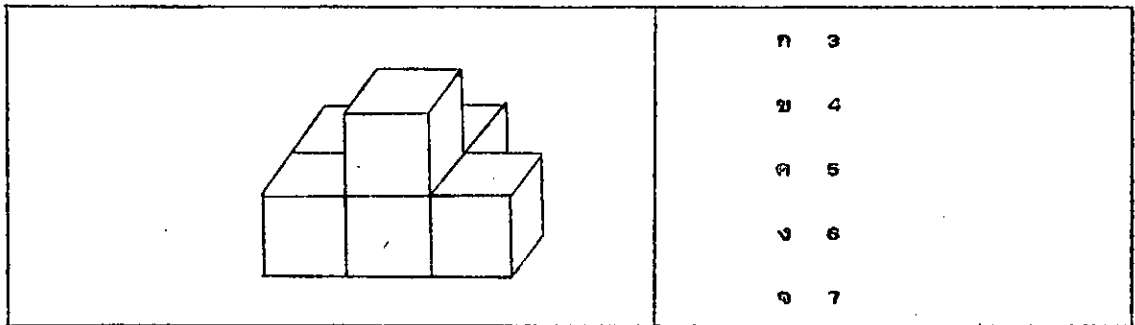
๘. แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ

มีจำนวน ๒๐ ข้อ เวลา ๑๕ นาที เป็นแบบทดสอบที่มีภาพแผ่นกระดาษทางซ้ายมือให้ผู้ตอบพิจารณาว่าถ้าหากพับและตัดตามรอย เสร็จแล้วกางแผ่ออก เช่น เดิม จะมีลักษณะเช่นไรจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง



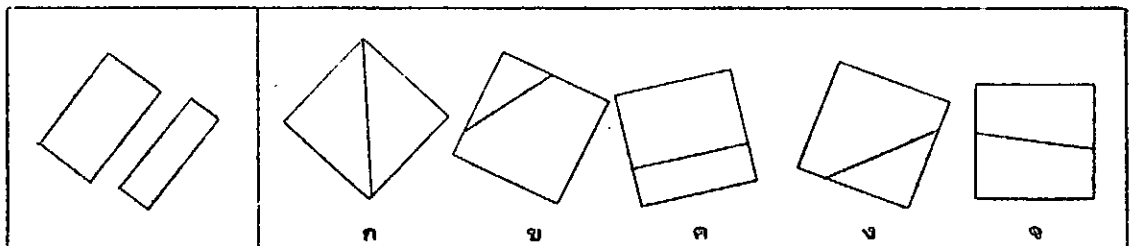
๑. แบบทดสอบการนับลูกบาศก์

มีจำนวน 32 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่มีภาพวัตถุทรงลูกบาศก์วางซ้อนกัน เกลื่อนกัน หรือบังกัน ให้ผู้ตอบนับจำนวนวัตถุในภาพนั้นว่ามีเท่าไร แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง



10. แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

มีจำนวน 25 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่กำหนดส่วนประกอบย่อย ๓ มาให้ ให้พิจารณาเอาส่วนประกอบย่อยที่กำหนดให้ มาประกอบรวมกันโดยดูวิธีแล้ว จะมีลักษณะเป็นเช่นไรจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง



วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียน ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนและนัดหมาย วัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปสอบ
2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่จะทำการทดสอบ วางแผนดำเนินการทดสอบ และผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบ
3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เข้าใจวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
4. นำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง การทดสอบแบ่งเป็น 3 ครั้ง คือ
 - การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ เป็นรายข้อ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ
 - การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ เป็นรายข้อ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ
 - การทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ เป็นรายข้อ และคุณภาพของข้อสอบทั้งหมด

วิธีจัดการข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ค่าความยากเฉลี่ย และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย
2. หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % และเปิดตาราง จุง เทห์ ฟาน (ชวาล แพร์ตกุล 2518 : 295 - 331)
3. คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน

สูตรที่ 20 หรือ K - R 20 (อนันต์ ศศิโสภาน 2520 : 48 - 55)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (1 - p)
	$\sigma^2 x$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด
	$\sum pq$	แทน	ผลบวกของผลคูณสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกและ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

4. คำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ

5. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Intercorrelation) ซึ่งหาแบบ
Pearson Product - Moment Correlation Coefficient (วิเชียร เกตุสิงห์
2521 : 30 - 31)

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

เมื่อ	r	แทน	สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของผลจากการวัดตัวแปร X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของผลจากการวัดตัวแปร Y
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของ X
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของ Y
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

๑. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ซึ่งคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม Stepwise Multiple Regression Analysis

7. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้ F - test (บุษกร เพชรวิจิตรรัตน์ 2523 : 112)

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{N - k - 1}{k}$$

เมื่อ F แทน การแจกแจงของค่า F
 R แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
 k แทน จำนวนตัวแปรอิสระหรือจำนวนตัวพยากรณ์

$$df_1 = k, \quad df_2 = N - k - 1$$

๘. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Science)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏผลดังจะได้นำเสนอต่อไป และเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
X	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S ²	แทน	ความแปรปรวน
SE _{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
Y	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
X ₁	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบประกอบส่วนย่อย
X ₂	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบแยกภาพ
X ₃	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบซ้อนภาพ
X ₄	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบหมุนภาพ
X ₅	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบทางด้านตรงข้ามรูปภาพ
X ₆	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบซ้อนภาพ
X ₇	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบภาพสี่กกระดาษ

X_g	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบต่อภาพ
X_0	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการนับลูกยาส์
X_{10}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบประกอบภาพ
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์
R^2_{change}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เปลี่ยนไปจากเดิม เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ทีละตัว
SE_{est}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
SE_b	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์
β	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
b	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
a	แทน	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
Y	แทน	คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งอยู่ในรูป คะแนนดิบ
Z	แทน	คะแนนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์
df	แทน	ขั้นของความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
F	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ F (F - distribution)

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. ผลการทดสอบ

1.1 การวิเคราะห์รายข้อ

- 1.2 รายละเอียดเบื้องต้นของแบบทดสอบ
2. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์กับคะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับ
3. สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการทดสอบ

1.1 การวิเคราะห์รายข้อเฉพาะตัวถูก

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบมาหาคุณภาพ โดยการวิเคราะห์รายข้อเฉพาะตัวเลือกที่เป็นคำตอบ ดังปรากฏในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ

ข้อที่	แบบทดสอบ									
	ประกอบส่วนย่อย		แยกภาพ		ซ้อนภาพ		หมุนภาพ		หาด้านตรงข้ามลูกบาศก์	
	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D
1	0.74	0.23	0.67	0.54	0.61	0.56	0.78	0.34	0.72	0.47
2	0.77	0.38	0.77	0.33	0.80	0.50	0.81	0.38	0.61	0.61
3	0.61	0.61	0.63	0.44	0.56	0.58	0.68	0.50	0.53	0.64
4	0.61	0.60	0.66	0.52	0.52	0.63	0.73	0.50	0.59	0.69
5	0.68	0.19	0.67	0.57	0.54	0.40	0.73	0.54	0.50	0.72
6	0.62	0.63	0.56	0.43	0.49	0.74	0.63	0.56	0.52	0.76

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อที่	แบบทดสอบ									
	ประกอบส่วนย่อย		แยกภาพ		ซ่อนภาพ		หมุนภาพ		ทางด้านตรงข้าม ถูกมาศกั	
	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D
7	0.57	0.50	0.67	0.57	0.52	0.64	0.66	0.64	0.64	0.55
8	0.74	0.44	0.76	0.45	0.42	0.63	0.65	0.63	0.56	0.58
9	0.67	0.20	0.58	0.66	0.58	0.50	0.66	0.54	0.67	0.49
10	0.57	0.06	0.63	0.45	0.48	0.61	0.69	0.56	0.60	0.67
11	0.73	0.47	0.59	0.55	0.49	0.27	0.93	0.69	0.52	0.87
12	0.45	0.53	0.69	0.60	0.47	0.56	0.66	0.57	0.46	0.67
13	0.51	0.71	0.66	0.44	0.32	0.26	0.69	0.46	0.53	0.71
14	0.50	0.62	0.63	0.66	0.21	0.29	0.57	0.63	0.46	0.91
15	0.64	0.67	0.70	0.46	0.60	0.35	0.61	0.49	0.97	0.47
16	0.64	0.67	0.61	0.61	0.46	0.59	0.61	0.71	0.52	0.44
17	0.48	0.50	0.65	0.62	0.24	0.57	0.61	0.69	0.44	0.74
18	0.63	0.49	0.51	0.56	0.22	0.15	0.63	0.66	0.42	0.45
19	0.57	0.61	0.52	0.51	0.97	0.99	0.70	0.58	0.41	0.45
20	0.46	0.55	0.62	0.59	0.31	0.33	0.59	0.79	0.45	0.57
21	0.42	0.32	0.61	0.64	0.27	0.23	0.59	0.60	0.43	0.36
22	0.49	0.63	0.36	0.47	0.24	0.32	0.65	0.67	0.31	0.32
23	0.36	0.36			0.35	0.26	0.60	0.60	0.36	0.26
24	0.55	0.37			0.27	0.37	0.62	0.63	0.29	0.26
25	0.21	0.25			0.45	0.40	0.55	0.66	0.41	0.31

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อที่	แบบทดสอบ									
	ประกอบส่วนย่อย		แยกภาพ		ซ้อนภาพ		หมุนภาพ		ทางด้านตรงข้าม ลูกบาศก์	
	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D
25	0.21	0.25			0.45	0.40	0.55	0.68	0.41	0.31
26					0.32	0.33	0.55	0.78		
27							0.53	0.75		
28							0.50	0.88		

ข้อที่	แบบทดสอบ									
	ซ้อนภาพ		ตัดกระดาษ		ต่อภาพ		นับลูกบาศก์		ประกอบภาพ	
	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D
1	0.80	0.29	0.66	0.64	0.77	0.46	0.69	0.57	0.70	0.54
2	0.78	0.29	0.69	0.54	0.65	0.69	0.47	0.52	0.69	0.57
3	0.72	0.49	0.69	0.59	0.62	0.62	0.72	0.51	0.67	0.43
4	0.74	0.43	0.69	0.56	0.69	0.59	0.67	0.62	0.77	0.43
5	0.67	0.44	0.68	0.53	0.58	0.67	0.55	0.69	0.60	0.72
6	0.76	0.38	0.64	0.69	0.55	0.56	0.56	0.63	0.66	0.57
7	0.61	0.59	0.70	0.50	0.60	0.59	0.65	0.66	0.63	0.58
8	0.59	0.52	0.76	0.44	0.71	0.52	0.59	0.79	0.63	0.62
9	0.56	0.43	0.63	0.66	0.48	0.44	0.63	0.66	0.64	0.63
10	0.65	0.63	0.67	0.57	0.53	0.57	0.62	0.72	0.61	0.65
11	0.63	0.68	0.61	0.49	0.63	0.57	0.61	0.74	0.62	0.53

ข้อที่	แบบทดสอบ									
	ข้อรูปภาพ		ตัดกระดาษ		ต่อภาพ		นับลูกบาศก์		ประกอบภาพ	
	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D
12	0.51	0.55	0.87	0.57	0.55	0.63	0.68	0.58	0.62	0.64
13	0.63	0.58	0.60	0.71	0.55	0.40	0.67	0.61	0.44	0.59
14	0.57	0.57	0.61	0.71	0.51	0.59	0.54	0.64	0.57	0.63
15	0.64	0.60	0.57	0.63	0.43	0.43	0.50	0.44	0.47	0.47
16	0.33	0.32	0.85	0.53	0.57	0.60	0.65	0.65	0.53	0.44
17	0.48	0.56	0.00	0.62	0.69	0.40	0.57	0.78	0.49	0.22
18	0.51	0.55	0.50	0.62	0.60	0.57	0.52	0.70	0.58	0.54
19	0.80	0.45	0.50	0.39	0.80	0.71	0.59	0.68	0.26	0.22
20	0.34	0.41	0.55	0.69	0.42	0.64	0.62	0.66	0.43	0.47
21	0.41	0.32	0.59	0.60	0.51	0.73	0.55	0.74	0.50	0.41
22	0.41	0.55	0.42	0.47	0.65	0.60	0.58	0.74	0.42	0.62
23	0.20	0.00	0.85	0.51	0.59	0.48	0.48	0.76	0.40	0.42
24	0.41	0.42	0.57	0.63	0.36	0.44	0.64	0.62	0.34	0.35
25	0.50	0.40	0.26	0.06	0.44	0.44	0.50	0.66	0.52	0.60
26	0.47	0.48	0.35	0.30	0.45	0.64	0.58	0.62	0.32	0.20
27			0.56	0.74	0.26	0.10	0.39	0.44	0.30	0.39
28			0.58	0.58			0.56	0.69	0.32	0.47
29							0.48	0.62		
30							0.58	0.62		
31							0.20	0.16		
32							0.37	0.31		

จากตารางจะพบว่าแบบทดสอบประกอบส่วนย่อยมีค่าความยากตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.77 ส่วนค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.71 ยกเว้นข้อ 10 มีค่าเท่ากับ 0.06 แบบทดสอบแยกภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.60 แบบทดสอบข้อรูปภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.61 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.74 ยกเว้นข้อ 18 มีค่าเท่ากับ 0.15 แบบทดสอบทฤษฎีกราฟมีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.61 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.60 แบบทดสอบหาตำแหน่งข้ามลูกบาศก์มีค่าความยากตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.72 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.74 แบบทดสอบข้อรูปภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.60 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.63 ยกเว้นข้อ 23 มีค่าเท่ากับ 0.00 แบบทดสอบภาพตัดกระดาษมีค่าความยากตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.76 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.74 ยกเว้นข้อ 25 มีค่าเท่ากับ 0.06 แบบทดสอบต่อภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.73 ยกเว้นข้อ 27 มีค่าเท่ากับ 0.10 แบบทดสอบการนับลูกบาศก์มีค่าความยากตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.62 ยกเว้นข้อ 31 มีค่าเท่ากับ 0.16 และแบบทดสอบประกอบภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.77 ส่วนค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.72

1.2 รายละเอียดเบื้องต้นของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ

รายละเอียดเบื้องต้นของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับประกอบด้วย เวลาสอบ จำนวนข้อสอบ ค่าเฉลี่ย ค่าความยากเฉลี่ย ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ค่าความ

เบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ดังปรากฏในตาราง 3

ตาราง 3 รายละเอียดเบื้องต้นของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับจากการทดสอบ

แบบทดสอบ	เวลา (นาที)	จำนวน ข้อ	คะแนน เฉลี่ย	ค่าความ ยากเฉลี่ย	ค่าอำนาจ จำแนก	ค่าความ เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าความ เชื่อมั่น	ค่าความ คลาดเคลื่อน มาตรฐาน
ประกอบ- ส่วนย่อย	15	25	13.973	0.558	0.483	4.532	0.748	±2.278
แยกภาพ	16	22	13.348	0.620	0.498	4.024	0.821	±2.039
ซ้อนภาพ	15	26	10.540	0.420	0.441	4.577	0.745	±2.313
หมุนภาพ	15	20	17.970	0.637	0.610	7.045	0.904	±2.102
ทางด้าน- ตรงข้าม- ลูกบาศก์	16	25	12.395	0.491	0.535	5.230	0.814	±2.250
ซ้อนภาพ	16	26	16.226	0.559	0.458	5.057	0.803	±2.247
ภาพตัด- กระดาษ	15	20	17.713	0.487	0.555	6.479	0.876	±2.266
ต่อภาพ	15	27	15.818	0.550	0.644	6.270	0.872	±2.251
ฉับลูกบาศก์	15	32	19.504	0.563	0.620	7.019	0.905	±2.416
ประกอบภาพ	15	20	14.754	0.525	0.498	5.620	0.817	±2.363

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความถนัด
ด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพมีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้
ยากพอสมควร ส่วนแบบทางด้านตรงข้ามลูกบาศก์มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนน
เต็ม เพียงเล็กน้อย แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ค่อนข้างยาก และแบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

แบบทดสอบประกอบภาพมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม เพียงเล็กน้อย แสดงว่าแบบทดสอบประกอบส่วนย่อยและประกอบภาพมีความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนแบบทดสอบอื่น ๆ อันได้แก่ แบบทดสอบแยกภาพ, ทนุภาพ, ข้อภาพ, ต่อภาพ, ตัดกระดาษและนับลูกบาศก์เป็นแบบทดสอบที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าแบบทดสอบเหล่านี้ค่อนข้างง่าย

ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.420 - 0.637 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.441 - 0.620 จะพบว่าทั้งค่าความยากง่ายเฉลี่ยและค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับดีพอสมควร แบบทดสอบประกอบภาพมีค่าความยากเฉลี่ยที่ดีที่สุด คือมีค่าความยากง่ายของข้อสอบพอเหมาะเท่ากับ 0.525 ส่วนแบบทดสอบที่สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนได้ดีที่สุดคือแบบทดสอบนับลูกบาศก์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.620

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ มีค่าพิสัยตั้งแต่ 4.5319 - 7.0107 แบบทดสอบแบบนับลูกบาศก์มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด และแบบทดสอบแบบประกอบส่วนย่อยมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด แสดงว่าแบบทดสอบแบบนับลูกบาศก์สามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนได้ดีกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ และแบบทดสอบประกอบส่วนย่อยจำแนกความสามารถของนักเรียนได้ดีที่สุด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.7446 - 0.9046 แสดงว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูงพอสมควร แบบทดสอบแบบนับลูกบาศก์มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คือมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9046 และแบบทดสอบข้อภาพมีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด คือมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7446

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่าพิสัยตั้งแต่ ± 2.0392 - ± 2.4156 จะเห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แบบทดสอบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดน้อยที่สุด คือแบบทดสอบแยกภาพ แสดงว่าคะแนนที่ได้มา เป็นคะแนนที่

เพียง เบนไปจากคะแนนจริงน้อยกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ

2. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์กับคะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์กับคะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง ๔ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์กับคะแนนแบบทดสอบ
แต่ละฉบับ

แบบทดสอบ	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Y	1.0000	0.3290*	0.2977*	0.1627*	0.3352*	0.3368*	0.3780*	0.3435*	0.4042*	0.3872*	0.1739*
X ₁		1.0000	0.6171*	0.2838*	0.4489*	0.4458*	0.4623*	0.5031*	0.5200*	0.5669*	0.1855*
X ₂			1.0000	0.2473*	0.8527*	0.4048*	0.3973*	0.5642*	0.5620*	0.5661*	0.1822*
X ₃				1.0000	0.3230*	0.4205*	0.2413*	0.3457*	0.3042*	0.2700*	0.2001*
X ₄					1.0000	0.5513*	0.4402*	0.4000*	0.4178*	0.4462*	0.1040*
X ₅						1.0000	0.4230*	0.4679*	0.4870*	0.5223*	0.1961*
X ₆							1.0000	0.3401*	0.5762*	0.4706*	0.2739*
X ₇								1.0000	0.5658*	0.5090*	0.1265*
X ₈									1.0000	0.6135*	0.2636*
X ₉										1.0000	0.2122*
X ₁₀											1.0000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน ระหว่างแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่า เป็นบวกทุกค่า และมีพิสัยตั้งแต่ 0.1255 - 0.6171 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเป็นบวกทุกค่า และมีพิสัยตั้งแต่ 0.1739 - 0.4044 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับนี้ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงด้วย และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ต่ำด้วย แสดงว่าในการพยากรณ์ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอาจพยากรณ์ได้จากความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และพบว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบวิทยาศาสตร์สูงสุด คือแบบทดสอบต่อภาพ (X_0) ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4044 รองลงไปได้แก่แบบทดสอบซ้อนภาพ (X_8) และแบบทดสอบการนับลูกมาศ (X_9) ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.3730 และ 0.3674 ตามลำดับ ส่วนแบบทดสอบประกอบภาพ (X_{10}) มีค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบวิทยาศาสตร์ต่ำสุด กล่าวคือมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.1739

3. สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หตุคูณ

เพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างกลุ่มตัวพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ (แบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ) จึงใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวพยากรณ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

SOURCE OF VARIANCE	DF	SS	MS	F
Regression	9	2029.9595	202.9954	0.0177**
Residual	373	9202.9224	35.2983	
Total	302	12112.0759		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 5 แสดงว่ากลุ่มตัวพยากรณ์และตัวแปรเกณฑ์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์ระดับนี้สามารถสร้างเป็นสมการพยากรณ์ได้ จึงได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ทั้งในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานรวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง ๘ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ
 สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (SE_b) อันดับของการค้นหาตัวพยากรณ์ ค่าสัมประสิทธิ์
 สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est})
 และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)

ตัวพยากรณ์	β	b	SE_b	อันดับที่ของการค้นหาตัวพยากรณ์
X_1	0.0508	0.0750	0.1142	6
X_2	-0.0174	-0.0243	0.1077	9
X_3	-0.0208	-0.0303	0.0903	10
X_4	0.0843	0.0809	0.0678	2
X_5	0.0750	0.0981	0.0877	6
X_6	0.1432	0.1884	0.0944	3
X_7	0.0858	0.0869	0.0800	4
X_8	0.1372	0.1450	0.0670	1
X_9	0.0670	0.0572	0.0675	๖
X_{10}	0.0456	0.0548	0.0890	7

$$R = 0.4834$$

$$R^2 = 0.2338$$

$$SE_{est} = \pm 5.9411$$

$$a = 10.3048$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๘ พบว่าตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อตัวเกณฑ์มากที่สุด คือคะแนนจากแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ (X_6) รองลงมาคือแบบทดสอบคำภาพ (X_0) แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ (X_7) แบบทดสอบหมุนภาพ (X_4) แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (X_5) แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ (X_9)

แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย (X_1) และแบบทดสอบประกอบภาพ (X_{10}) ตามลำดับ
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้ง 10 ฉบับกับตัวเกณฑ์มีค่าเท่ากับ 0.4034
แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้พยากรณ์ในรูปความแปรปรวนร่วมกันได้ 23.38 % และมีความ
คลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์เท่ากับ ± 5.9411 เชื้อมันได้ ๑๖ เปอร์เซ็นต์

การสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังนี้
สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\begin{aligned} \tilde{Y} = & 10.3040 + 0.0750X_1 - 0.0249X_2 - 0.0903X_3 + 0.0809X_4 \\ & + 0.0881X_5 + 0.1004X_6 + 0.0689X_7 + 0.1450X_8 + \\ & 0.0572X_9 + 0.0548X_{10} \end{aligned}$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\begin{aligned} \tilde{Z} = & 0.0500Z_1 - 0.0174Z_2 - 0.0200Z_3 + 0.0843Z_4 + 0.0750Z_5 \\ & + 0.1433Z_6 + 0.0050Z_7 + 0.1372Z_8 + 0.0670Z_9 + \\ & 0.0468Z_{10} \end{aligned}$$

4. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เพื่อที่จะค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จึงใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบเพิ่มตัวแปรเป็นขั้น ๆ (Stepwise Multiple
Regression Analysis) โดยการพิจารณาเลือกตัวพยากรณ์ที่ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับ
เกณฑ์เข้าในการวิเคราะห์เป็นอันดับแรก สำหรับตัวพยากรณ์ตัวต่อ ๆ ไป จะเลือกตาม
ลำดับค่าสหสัมพันธ์ส่วนย่อย (Partial Correlation) ครั้งละหนึ่งตัวในแต่ละขั้นจน
ครบทุกตัว ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเดิมกับค่า
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่เพิ่มตัวพยากรณ์แล้ว โดยทำการทดสอบค่า F (F - test)
ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวพยากรณ์	R	R ²	R ² change	F
X ₀	0.4044	0.1635	0.1635	53.1016**
X ₈ X ₄	0.4440	0.1972	0.0336	33.2780**
X ₉ X ₄ X ₆	0.4834	0.2148	0.0176	24.6175**
X ₀ X ₄ X ₆ X ₇	0.4725	0.2233	0.0065	19.3304**
X ₆ X ₄ X ₆ X ₇ X ₉	0.4773	0.2270	0.0045	15.0109**
X ₀ X ₄ X ₆ X ₇ X ₉ X ₅	0.4800	0.2304	0.0027	13.3247**
X ₆ X ₄ X ₆ X ₇ X ₉ X ₅ X ₁₀	0.4810	0.2321	0.0017	11.4080**
X ₀ X ₄ X ₆ X ₇ X ₉ X ₅ X ₁₀ X ₁	0.4829	0.2332	0.0011	10.0720**
X ₆ X ₄ X ₆ X ₇ X ₉ X ₅ X ₁₀ X ₁ X ₂	0.4832	0.2335	0.0003	8.9350**
X ₀ X ₄ X ₆ X ₇ X ₉ X ₅ X ₁₀ X ₁ X ₂ X ₃	0.4834	0.2336	0.0002	6.0179**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 7 พบว่า ตัวพยากรณ์ที่ดีตัวแรกคือ แบบทดสอบ ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ (X_0) และเมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ตัวต่อไป คือแบบทดสอบ ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ (X_4) แบบซ้อนภาพ (X_5) แบบภาพตัดกระดาษ (X_7) แบบการนับลูกบาศก์ (X_8) แบบทาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (X_9) แบบประกอบภาพ (X_{10}) แบบประกอบส่วนย่อย (X_1) แบบแยกภาพ (X_2) และแบบทดสอบซ้อนภาพ (X_3) ตามลำดับขึ้น พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ดังนั้นกลุ่มตัวพยากรณ์ที่ดี จึงได้แก่ แบบทดสอบทุกฉบับ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้สรุปได้ว่า ตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมาหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และหาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ปรากฏผลดังนี้

5.1 ค่ากระประมาณ (Communality). ค่าไอเกน (Eigenvalue) และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม (Communality Percentage of Variance) แสดงในตาราง 8 ดังนี้

ตาราง ๐ แสดงค่ากะประมาณ (Communality), Eigenvalue และค่าเปอร์เซ็นต์
ความแปรปรวนสะสมของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ

VARIABLE	EST COMMUNALITY	FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VA	CUM PCT
X ₁	0.40963	1	4.10069	41.1	41.1
X ₂	0.42618	2	1.03660	10.4	51.5
X ₃	0.17484	3	0.97737	9.8	61.2
X ₄	0.33604	4	0.70601	7.9	69.1
X ₅	0.36369	5	0.67034	6.7	75.0
X ₆	0.33002	6	0.62733	6.3	82.1
X ₇	0.44720	7	0.53694	5.4	87.4
X ₈	0.47048	8	0.45245	4.5	92.0
X ₉	0.30435	9	0.42493	4.2	96.2
X ₁₀	0.00577	10	0.37053	3.8	100.0

จากตาราง ๐ จะพบว่าค่า Communality (h^2) ซึ่งเป็นผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ของตัวประกอบร่วมในแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.33604 ถึง 0.47048 ซึ่งเป็นสัดส่วนของแบบทดสอบที่แบ่งความแปรปรวนร่วมกันกับองค์ประกอบอื่น ๆ นั่นแปลว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับวัดกลุ่มของตัวประกอบร่วมกันจาก 34 % ถึง 47 % ยกเว้นแบบทดสอบข้อภาพ (X₉) และแบบทดสอบประกอบภาพ (X₁₀) มีค่า Communality เพียง 0.17484 และ 0.00577 แสดงว่าเป็นการวัดตัวประกอบเฉพาะ (Specific Factor) อันเป็นคุณลักษณะประจำตัว

เมื่อพิจารณาค่า Eigenvalue ซึ่งเป็นผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ของตัวประกอบร่วมในแต่ละตัวประกอบร่วม ปรากฏว่ามีค่าตั้งแต่ 0.37053 ถึง 4.10069 Eigenvalue ที่มีค่าเกิน 1 มี 2 ค่า คือ 1.03660 และ 4.10069 แสดงว่า

แบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีองค์ประกอบรวม 2 องค์ประกอบ และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์สะสมของค่าความแปรปรวนเท่ากับ 51.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ มีค่า Eigenvalue น้อยกว่า 1 ซึ่งถือว่ามิต่ำน้อยมาก จนไม่อาจถือว่าเป็นองค์ประกอบที่แท้จริง

5.2 ค่า Factor Matrix โดยวิธี Principle Factor with Iterations แสดงในตาราง 9 ดังนี้

ตาราง 9 แสดงค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ (Factor Loading) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยวิธี Principle Factor with Iterations

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	COMMUNALITY
X ₁	0.64766	-0.24327	0.47864
X ₂	0.65462	-0.22632	0.47975
X ₃	0.40456	0.23304	0.21796
X ₄	0.58173	0.32436	0.46535
X ₅	0.62510	0.37124	0.52857
X ₆	0.58555	-0.11630	0.33364
X ₇	0.70539	0.00356	0.49758
X ₈	0.71325	-0.13658	0.52711
X ₉	0.64705	-0.04735	0.42093
X ₁₀	0.24793	-0.08352	0.06845

จากตาราง 9 จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วยความสามารถที่มีน้ำหนักขององค์ประกอบมากพอ เรียงจากมากไปน้อย คือ แบบทดสอบความตึงเครียดต่อภาพ (X₈) แบบตัดกระดาษ (X₇) แบบแยกภาพ (X₂) แบบประกอบส่วนย่อย (X₁)

แบบผิวลูกบาศก์ (X_9) แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ (X_5) แบบหมุนภาพ (X_4)
 แบบซ้อนภาพ (X_8) แบบซ้อนภาพ (X_3) และแบบประกอบภาพ (X_{10}) ตามลำดับ
 ในองค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยแบบทดสอบเพียง 2 ฉบับที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากพอ
 คือแบบทดสอบความถนัดแบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ (X_5) และแบบหมุนภาพ (X_4)
 นอกนั้นมีน้ำหนักองค์ประกอบน้อย

ค่า Community เป็นค่าที่แสดงว่า แบบทดสอบความถนัดมีองค์ประกอบร่วมกัน
 มากน้อยเพียงใด ในที่นี้จะเห็นว่าแบบทดสอบความถนัดแบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ (X_5)
 และแบบต่อภาพ (X_8) มีค่า Community มากที่สุด ส่วนแบบประกอบภาพ (X_{10})
 มีค่า Community น้อยที่สุด แสดงว่าแบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ (X_5) และแบบ
 ต่อภาพ (X_8) มีองค์ประกอบร่วมกับแบบทดสอบแบบอื่น ๆ มากที่สุด ส่วนแบบประกอบภาพ
 มีองค์ประกอบร่วมกับแบบอื่น ๆ น้อยที่สุด

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบเหล่านี้ยังไม่ได้หมุนแกน จึงไม่อาจ
 ยืนยันได้ว่า การแปลความหมายนี้ถูกต้องชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้หมุนแกนโดยวิธี Varimax
 ได้น้ำหนักองค์ประกอบ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 แสดงน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ภายหลังจากหมุนแกน
โดยวิธี Varimax แล้ว

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2
X_1	0.65894	0.21080
X_2	0.65389	0.22842
X_3	0.17285	0.43370
X_4	0.28305	0.62141
X_5	0.28016	0.67889
X_6	0.51703	0.25782
X_7	0.55115	0.44024
X_8	0.64381	0.33598
X_9	0.53709	0.36398
X_{10}	0.24630	0.08823

จากตาราง 10 จะเห็นได้ว่าการกระจายของน้ำหนักองค์ประกอบมีมากขึ้นใน
องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วยแบบทดสอบความถนัดแบบต่าง ๆ ที่มีน้ำหนักองค์ประกอบ
มากพอ โดยเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย (X_1) แบบ
แยกภาพ (X_2) แบบต่อภาพ (X_3) แบบภาพตัดกระดาษ (X_7) แบบนิบลูกบาศก์
(X_9) และแบบซ้อนภาพ (X_6) ตามลำดับ ส่วนนอกนั้นมีน้ำหนักองค์ประกอบน้อย

ในองค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยแบบทดสอบเพียง 2 แบบที่มีน้ำหนัก
องค์ประกอบมากพอ คือ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ (X_5) และแบบหมุนภาพ (X_4)
ส่วนนอกนี้มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อย

นั่นก็คือ แบบทดสอบความถนัดแบบประกอบส่วนย่อย (X_1) แบบแยกภาพ (X_2)
แบบต่อภาพ (X_3) แบบตัดกระดาษ (X_4) แบบจับลูกบาศก์ (X_5) และแบบซ้อนภาพ
(X_6) มีองค์ประกอบที่ 1 มากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ ส่วนแบบทางด้านตรงข้ามลูกบาศก์
(X_7) และแบบหมุนภาพ (X_8) มีองค์ประกอบที่ 2 มากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ทุกประการระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 10 ฉบับ คือ แบบทดสอบข้อรูปภาพ แบบทดสอบข้อรูปภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบวาดด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบการพับลูกบาศก์ และแบบทดสอบประกอบส่วนย่อย
3. เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา ๒๕๒๕ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยและสังกัดกรมสามัญ จำนวน ๗๐๐ คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ แบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมีจำนวน ๑๐ ฉบับ ดังนี้

- 1.1 แบบทดสอบข้อบกพร่องภาพ มีจำนวน 26 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.745
- 1.2 แบบทดสอบข้อบกพร่องภาพ มีจำนวน 26 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.803
- 1.3 แบบทดสอบแยกภาพ มีจำนวน 22 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.821
- 1.4 แบบทดสอบต่อภาพ มีจำนวน 27 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.872
- 1.5 แบบทดสอบหมุนภาพ มีจำนวน 28 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.904
- 1.6 แบบทดสอบประกอบภาพ มีจำนวน 28 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.817
- 1.7 แบบทดสอบหาตำแหน่งตรงข้ามจากลูกบาศก์ มีจำนวน 25 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.814
- 1.8 แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ มีจำนวน 28 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.878
- 1.9 แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ มีจำนวน 32 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.905
- 1.10 แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย มีจำนวน 25 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.748
2. แบบทดสอบมาตรฐานวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสำนักงานทดสอบ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ มีจำนวน 50 ข้อ ให้เวลาทำ 120 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.55

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษารึ้นนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสถิติต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบ

1.1 การวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ทั้ง 10 ฉบับ

1.2 หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ

2. ทาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์กับแบบทดสอบแต่ละฉบับ

3. ทาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. ค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดี ในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5. วิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการทดสอบ

1.1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ ผลปรากฏว่ามีการกระจายดังนี้

แบบทดสอบประกอบด้วยมีค่าความยากตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.77

ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.71

แบบทดสอบแยกภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.68

แบบทดสอบซ่อนภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.61 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.74

แบบทดสอบพหุนภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.81 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.80

แบบทดสอบทางด้านตรงข้ามจากถูกบาทก็มีค่าความยากตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.74

แบบทดสอบซ้อนภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.83

แบบทดสอบภาพตัดกระดาษมีค่าความยากตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.74

แบบทดสอบต่อภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.73

แบบทดสอบการนับลูกบาทก็มีค่าความยากตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.82

แบบทดสอบประกอบภาพมีค่าความยากตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.72

* ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.420 ถึง 0.837 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.441 ถึง 0.820 แบบทดสอบประกอบภาพมีค่าความยากเฉลี่ยที่ดีที่สุด คือมีค่าความยากง่ายของข้อสอบ พอเหมาะ เท่ากับ 0.525 ส่วนแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกดีที่สุดในความสามารถของนักเรียนได้คือแบบทดสอบการนับลูกบาท ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.820

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบพบว่า แบบทดสอบแทบทุกฉบับมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ยกเว้นแบบทดสอบซ้อนภาพ เท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของ คะแนนเต็ม เพียงเล็กน้อย แบบทดสอบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ แบบทดสอบการนับลูกบาท

ค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่าพิสัย

ตั้งแต่ 4.5319 - 7.0107 แบบทดสอบการนับลูกบาศก์มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด
แบบทดสอบประกอบส่วนย่อยมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่า
พิสัยตั้งแต่ ± 2.0382 - ± 2.4156 พอดีจะประมาณได้ว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่เกิดขึ้น
จากการวัดของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ มีช่วงอยู่ระหว่าง 2 - 2.4 คะแนนเท่านั้น

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ มีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.7446 -
0.9045 แบบทดสอบการนับลูกบาศก์มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด แบบทดสอบซ่อนภาพมีค่า
ความเชื่อมั่นต่ำสุด

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับมีค่าเป็นบวกทุกค่า
มีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.1255 - 0.6171 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเป็นบวกทุกค่า มีพิสัยตั้งแต่ 0.1739 - 0.4044 มีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

3. สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบ
ความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์แบบต่อภาพ (X_0) มีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01 สูงสุด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4044 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ทั้งหมดของตัวพยากรณ์ทั้ง 10 ฉบับกับเกณฑ์มีค่าเท่ากับ 0.4034 อำนาจในการพยากรณ์
23.36 % ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ ± 5.9411 ได้สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 10.3040 + 0.0750X_1 - 0.0243X_2 - 0.0303X_3 + \\ & 0.0009X_4 + 0.0991X_5 + 0.1094X_6 + 0.0609X_7 + \\ & 0.1450X_8 + 0.0572X_9 + 0.0548X_{10} \end{aligned}$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\begin{aligned} Z &= 0.0509Z_1 - 0.0174Z_2 - 0.0206Z_3 + 0.0643Z_4 + \\ &0.0750Z_5 + 0.1433Z_6 + 0.0956Z_7 + 0.1372Z_8 + \\ &0.0670Z_9 + 0.0458Z_{10} \end{aligned}$$

4. ค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาลัยการศึกษาระดับมัธยมศึกษา

การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีโดยวิธีการวิเคราะห์ขั้นตอนวิธีแบบเพิ่มตัวแปรเป็นขั้น ๆ

(Stepwise Multiple Regression Analysis) พบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีตัวแรกคือแบบทดสอบต่อภาพ (X_6) และเมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ตัวต่อไป คือแบบทดสอบพจนานุกรม (X_4) แบบข้อคำถาม (X_8) แบบภาพตัดกระดาษ (X_7) แบบการจับลูกบาศก์ (X_9) แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (X_5) แบบประกอบภาพ (X_{10}) แบบประกอบส่วนย่อย (X_1) แบบแยกภาพ (X_2) และแบบข้อคำถาม (X_3) ตามลำดับขั้น ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาลัยการศึกษามากที่สุดคือ แบบทดสอบต่อภาพ

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับจากการวิเคราะห์องค์ประกอบได้องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์สององค์ประกอบ เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยพิจารณาที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้สององค์ประกอบดังนี้

องค์ประกอบที่หนึ่ง ประกอบด้วยแบบทดสอบต่อไปนี้

1. แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย (X_1)
2. แบบทดสอบแยกภาพ (X_2)
3. แบบทดสอบต่อภาพ (X_6)
4. แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ (X_7)

๕. แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ (X_9)

๖. แบบทดสอบช้อนภาพ (X_8)

องค์ประกอบที่สอง ประกอบด้วยแบบทดสอบต่อไปนี้

๑. แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (X_5)

๒. แบบทดสอบหมุนภาพ (X_4)

อภิปรายผล

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลได้ดังนี้

๑. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับ ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทฤษฎี

โครงสร้างทางสมองของเทอร์สไตน์ ซึ่งในการดำเนินการสร้างนั้น ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งชาว แพทย์ตฤล (ชาว แพทย์ตฤล 2518 : 314 - 317) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกดังกล่าว เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพรายข้อดีและเหมาะสม และเมื่อนำแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ปรากฏว่าค่าความยากของแต่ละข้อในทุกฉบับอยู่ในช่วง .20 ถึง .80 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าข้อสอบมีความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนค่าอำนาจจำแนกส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ คือมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีเพียงบางข้อในบางฉบับเท่านั้นที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า .20 และเมื่อเฉลี่ยค่าอำนาจจำแนกทั้ง 10 ฉบับแล้ว ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยมีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.441 - 0.620 ส่วนค่าความยากเฉลี่ยมีค่าพิสัยตั้งแต่ 0.420 - 0.637

๒. ค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทุกฉบับโดยใช้สูตรของคู เคอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) สูตรที่ 20 (K-R 20) ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ซึ่ง 10 ฉบับมีค่าตั้งแต่ 0.7448 - 0.9045 ซึ่งนับว่ามีค่าสูงเมื่อเทียบกับแบบทดสอบมาตรฐาน DAT. (Differential Aptitude Test) และ CTMM. (California Test of Mental Maturity) แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงนั้น หมายถึงการที่นำแบบทดสอบไปวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สองครั้ง จะได้ระดับความคงที่ (Consistency) หรือมีความไม่แปรเปลี่ยนของคะแนนที่ได้สูง (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 42)

ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของเทอร์สโตน ดังนั้นแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับก็ควรจะมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ซึ่งความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างนี้เป็นคุณสมบัติภายใน (Intrinsic Property) ของแบบทดสอบที่ผู้สร้างกำหนดให้แบบทดสอบนั้นวัดคุณสมบัติหรือพฤติกรรมนั้น ๆ เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยวัดความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างคือการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยค่าที่ได้จากน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ที่หนึ่งที่ไม่ได้หมุนแกนเป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (พจน์ สะเพียรชัย 2512 : 20 - 22) และการหาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบนั้นเป็นวิธีการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่ตรงจุดมุ่งหมายที่สุด (บุญเชิด ภัฏญ์อินตพงษ์ 2521 : 358) แบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 10 ฉบับมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งหาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบส่วนใหญ่ได้ค่าความเที่ยงตรงอยู่ในช่วง 0.5858 - 0.7132 ยกเว้น 2 ฉบับ คือแบบทดสอบข้อสภาพ (X_9) และแบบทดสอบประกอบภาพ (X_{10}) เท่านั้นที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.4046 และ 0.2479 ตามลำดับ ส่วนแบบทดสอบข้อภาพมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด (0.7132)

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับ กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ฉะนั้นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือแบบทดสอบ

ค่าสหสัมพันธ์^① (X_8) กล่าวคือมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4044 รองลงไปได้แก่ แบบทดสอบ
 ข้อภาพ^② (X_9) แบบทดสอบการนับลูกบาศก์^③ (X_9) และแบบทดสอบภาพตัดกระดาษ^④ (X_7)
 มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.3780, 0.3674 และ 0.3435 ตามลำดับ แบบทดสอบที่มีค่า
 สหสัมพันธ์ต่ำสุด คือแบบทดสอบประกอบภาพ^⑤ (X_{10}) มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.1739
 ค่าสหสัมพันธ์เหล่านี้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า แต่ที่ไม่สูงมากอาจจะเนื่องมาจาก
 รูปแบบของแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ความไม่ถูกต้องของแบบทดสอบ ความไม่ชัดเจนของ
 แบบทดสอบ เช่น ความบกพร่องในการเขียนแบบทดสอบทำให้การตัดสำเนาไม่ชัดเจน

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แต่ละแบบ
 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่เพิ่มจำนวนตัวพยากรณ์จาก 1 ถึง 10 ตัว
 พบว่ามีค่าเป็นบวก มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.4044 ถึง 0.4634 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 ทุกค่า ซึ่งกล่าวได้ว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง มีแนวโน้มที่จะมี
 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงด้วย แสดงว่าในการพยากรณ์ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียน อาจพยากรณ์ได้จากความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ ปรากฏว่า องค์ประกอบ
 ที่วิเคราะห์ได้มี 2 องค์ประกอบ แสดงว่าแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับ วัดสิ่ง ๆ หนึ่งร่วมกันอยู่
 เพียง 2 องค์ประกอบเท่านั้น เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบขององค์ประกอบทั้งสอง
 โดยพิจารณาที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปแล้ว (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีค่า
 ระหว่าง ± 2.0 ถือว่าไม่มีนัยสำคัญ Fruchter, 1954 : 84) พบว่า

องค์ประกอบที่หนึ่งนั้น แบบทดสอบที่มีค่าน้ำหนักสูงสุด ได้แก่ แบบทดสอบประกอบ
 ส่วนย่อย (X_1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.65894 รองลงมาคือแบบทดสอบแยกภาพ
 (X_2) แบบทดสอบต่อภาพ (X_3) แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ (X_7) แบบทดสอบ
 การนับลูกบาศก์ (X_9) และแบบทดสอบข้อภาพ (X_6) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ
 0.65389, 0.64361, 0.55115, 0.53709 และ 0.51703 ตามลำดับ ผู้วิจัยได้ตั้งชื่อ

องค์ประกอบที่หนึ่งว่า "องค์ประกอบด้านการแยกและรวมภาพ" เพราะแบบทดสอบแยกภาพและแบบทดสอบภาพตัดกระดาษ เป็นแบบทดสอบที่ต้องแยกภาพที่สมบูรณ์ออก ส่วนแบบทดสอบประกอบ-ส่วนย่อย, ต่อภาพ, นับลูกบาศก์ และซ้อนภาพ เป็นแบบทดสอบที่รวมภาพ ๆ หนึ่ง หรือรวมสองภาพ หรือรวมหลาย ๆ ภาพเข้าด้วยกันให้เป็นภาพที่สมบูรณ์

องค์ประกอบที่สอง คำนวณน้ำหนักสูงสุดคือ แบบทดสอบทางด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (X_5) มีน้ำหนักขององค์ประกอบเท่ากับ 0.67889 รองลงมาเป็นแบบทดสอบหมุนภาพ (X_4) มีน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.62141 ผู้วิจัยได้ตั้งชื่อองค์ประกอบที่สองนี้ว่า "องค์ประกอบด้านการเคลื่อนไหวของภาพ" เพราะว่าแบบทดสอบทางด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์และแบบทดสอบหมุนภาพนั้น เป็นแบบทดสอบที่ต้องใช้ความสามารถด้านจินตนาการในการเคลื่อนภาพไปทางซ้าย ขวา บน หรือล่าง

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของเทอร์สโตน จำนวน 10 ฉบับ และทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะสำหรับครูแนะแนว คณาจารย์หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ควรใช้แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 10 ฉบับ เป็นเครื่องมือวัดความถนัดของนักเรียน เพื่อที่จะพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ในกรณีที่มีเงินทุนน้อย ควรใช้แบบทดสอบอย่างน้อย 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ และแบบทดสอบทางด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ เป็นเครื่องมือวัดความถนัดของนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นที่แปลกแตกต่างออกไป เพื่อจะได้รูปแบบต่าง ๆ ที่ชัดเจน ไม่ซ้ำซ้อนกัน
2. ตัวแปรต้นที่ใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเพิ่มตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความมีเหตุผล เกaredเฉลี่ย เป็นต้น
3. ควรศึกษาวิจัยในท่านองเดียวกันนี้กับวิชาอื่น ๆ บ้าง เป็นต้นว่า ศิลป ช่างกล ช่างก่อสร้าง หรือการออกแบบ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมล สุประเสริญ และคณะ จุดยืนและทิศทางของการศึกษาไทย วัฒนาพานิช 2518,

188 หน้า

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนรู้การสอน

สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525, 307 หน้า

จำเนียร ช่วงโชติ เทคนิคการแนะแนว โรงพิมพ์สถานสงเคราะห์หัดหัดปากเกร็ด 2519,

345 หน้า

จรรยา มุ่งการมา และคณะ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนฉบับปรับปรุงใหม่ สำนักพิมพ์

ประสานมิตร มปป., 228 หน้า

ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 6 วัฒนาพานิช 2518, 434 หน้า

_____ การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาศมรรถภาพ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517, 107 หน้า

ทองต่อ วิภาวิน การวัดความถนัด สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2529, 135 หน้า

นิลดา รัชแก้ว การตัดแปลงแบบทดสอบความถนัดเชิงเสมือน การใช้เหตุผลเชิงกลและ

มิติสัมพันธ์ของแบบทดสอบความถนัดทั่วไป ปรินทิพนิพนธ์ คุรุศาสตร์มหาบัณฑิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 80 หน้า

บุญชม ศรีสะอาด การวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัด ศูนย์เอกสารและตำรา มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2521, 145 หน้า

_____ ศึกษาแบบต่าง ๆ ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ปรินทิพนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต

วิทยาลัยวิชาการศึกษา 2513, 107 หน้า

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ การวัดและการประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์

ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2521, 416 หน้า อัดสำเนา

บุษกร เพชรวิจิตรอนันต์ สหสัมพันธ์ ประเภทและวิธีการ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจัดวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 156 หน้า

พจน์ สะเพียรชัย การวิจัยองค์ประกอบของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนสำหรับชั้นประถม
ปีที่ 7 โครงการวิจัยเลือกสรร คณะวิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2512, 50 หน้า

หรรทิพย์ ภัทรชาคร ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเขียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ปรินญาณิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 56 หน้า

ชูศรี แก้วกลางศึก การวัดแปลงแบบทดสอบ เหตุผลเชิงภาษา ความสามารถเชิงตัวเลข
และเหตุผล เชิงนามธรรมจากแบบทดสอบความถนัดทั่วไป ปรินญาณิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2514, 73 หน้า

ล้วน สายยศ การค้นหาดัชนีพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอก
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ปีการศึกษา 2510
ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2511, 107 หน้า

———— หลักการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัด มปป., 184 หน้า

ล้วน-อังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย กองวิจัยการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี 2523, 181 หน้า

———— แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน กองวิจัยการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ สำนักพิมพ์บรรณกิจ 2518, 137 หน้า

วิบูลย์ บุญสุวรรณ การทำนายผลสัมฤทธิ์ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ด้วยคะแนนสอบ
ความถนัดและผลสัมฤทธิ์ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ปรินญาณิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 151 หน้า

ศิริกร ภูโพลย์ การใช้ความถนัดทางมิติสัมพันธ์และเหตุผลเชิงนามธรรมทำนายผลสัมฤทธิ์

ในวิชาเรขาคณิต ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2516.

38 หน้า

ศศิเกษม ทองยงค์ และ สีสลา สีนานุเคราะห์ วิธีสอนวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์ชวนพิมพ์

2523. 145 หน้า

สมจิตต์ หิพย์สุวรรณลลิจิ การพัฒนาแบบสอบชุดความถนัดจำแนกด้านความสัมพันธ์เชิงมิติ

ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521. 72 หน้า

สมบูรณ์ ชิดพงศ์ และ สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ การวัดความถนัด ไทยวัฒนาพานิช 2513.

90 หน้า

สวัสดิ์ ประทุมราช "การเขียนเพื่อรู้" พัฒนาวิถึผล 10 หน้า 10 - 34 โรงพิมพ์

เจริญรัตน์ 2517

อนันต์ ศรีโสภะ การวัดและการประเมินผลการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2520. 261 หน้า

Bingham, Walter Van Dyke. Aptitude and Aptitude Testing. New York, Harper & Brothers, 1937. 390 p.

Bernreuter, R.G. and Goodman, C.H. "A Study of the Thurstone Primary Abilities Test Applied to Freshman Engineering Students," Journal of Educational Psychology. 32 : p. 55 - 60, 1941.

Boersma, Frederic J. "Test - Retest Reliability of the Cf - 1 Hidden Figure Test," Educational and Psychological Measurement. 28 : p. 555 - 559, Summer 1968.

Brown, Kenneth E. and Johnson, Philip G. "Education for the Talented in Mathematics and Sciences," Bulletin Office of Education Washington. 15 : p. 3 - 4, 1952.

- Estes, Eddie Dean. "A Study of Vocational Education Students and Non-Vocational Students in Terms of Scores Achieved on the Differential Aptitude Tests," Dissertation Abstracts International. 37 : 4314-A - 4296-A, January 1977.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, Mc Graw - Hill, 1971. 492 p.
- Freeman, Frank S. Theory and Practice of Psychological Testing. 3 rd., New York, Holt Rinehart and Winston. 1966. 431 p.
- ✓ French, John W. "The Relationship of Problem - Solving Styles to the Factor Composition of Tests," Educational and Psychological Measurement. 25 : p. 9 - 28, Spring 1965.
- ✓ Fruchter, Benjamin. "Measurement of Spatial Abilities History and Background," Educational and Psychological Measurement. 14 : p. 387 - 392, 1954.
- ✓ _____ . Introduction to Factor Analysis. D. Van Nostrand Company, Inc., 1954. 280 p.
- Garrett, Henry E. Testing for Teachers. New York, American Book Company, 1959. 262 p.
- ✓ Herzberg, Frederick and Lepkin, Milton. "A Study of Sex Difference on the Primary Mental Abilities Test," Educational and Psychological Measurement. 14 : p. 687 - 689, 1954.
- ✓ Johnes, Charles W. and Mc Millen, Dan. "Engineering Freshmen Norms for the DAT Mechanical Reasoning and Space Relations Tests Utilizing Fifteen - Minute Time Limits," Educational and Psychological Measurement. 25 : p. 459 - 464, Summer 1965.
- Mercado, Cesar M. How to Conduct Social Science Research. Manila, Sinag - Tala Publishers, Inc., 1977. 88 p.

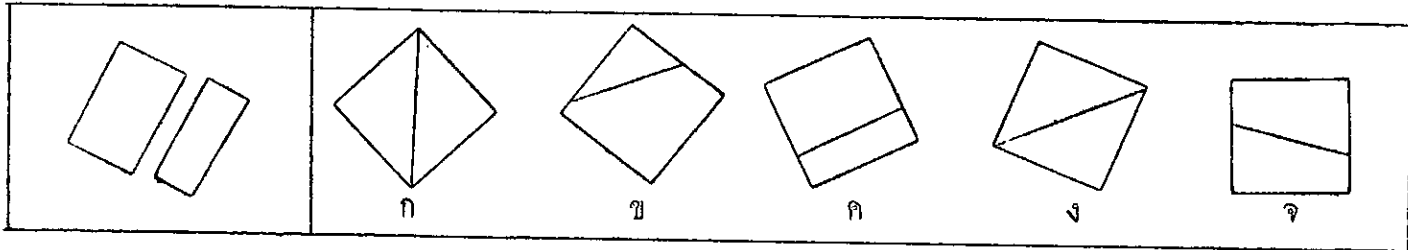
- Michael, William B., Zimmerman Wayne S. and Guilford, J.P.
"An Investigation of the Nature of the Spatial - Relations and
Visualization Factors in Two High School Samples," Educational
and Psychological Measurement. 11 : p. 561 - 577, 1951.
- Myers, Charl T. "A Note on A Spatial Relations Pretest and
Posttest," Educational and Psychological Measurement. 13 :
p. 596 - 600, 1953.
- Segel, Devid. "The Validity of a Multiple Aptitude Test at the
Secondary School Level," Educational and Psychological
Measurement. 7 : p. 695 - 705, 1947.
- Smith, Mac Farlane. Spatial Ability. University of London Press,
Ltd., 1964. 508 p.
- Warren, Howard C. Dictionary of Psychology Cambridge Massachusetts.
Houghton Wiffin, 1939. 372 p.
- William A., Mehrens. Measurement and Evaluation in Education and
Psychology. New York, Rinehart and Winston, Inc., 1973. 718 p.
- Williamson, E.G. "Vocational Counseling : Trait Factor Theory" in
Theories of Conseling. New York, Mc Graw - Hill, 20 : p. 193 -
195, 1965.

ภาคผนวก


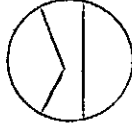
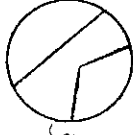
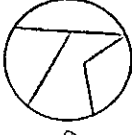
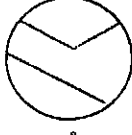
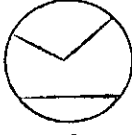


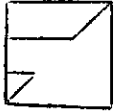

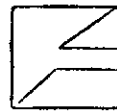


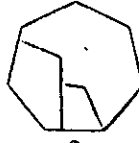


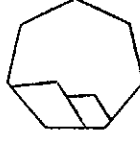


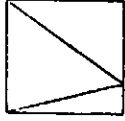
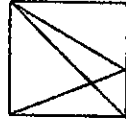
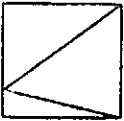
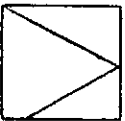
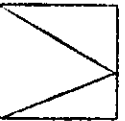

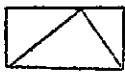
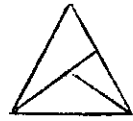
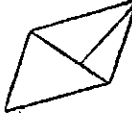


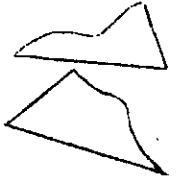
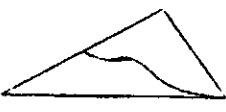




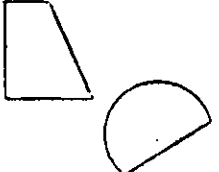
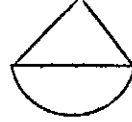
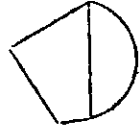
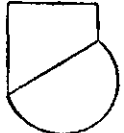


แบบทดสอบ วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

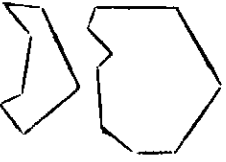
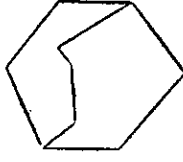
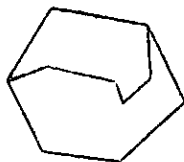

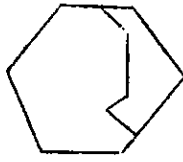
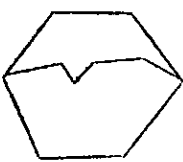

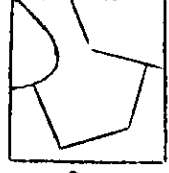
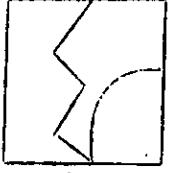
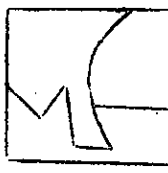
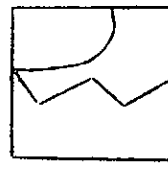
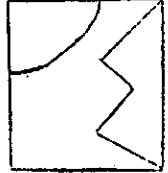
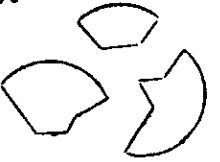
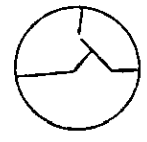

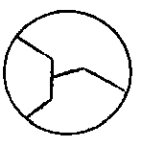
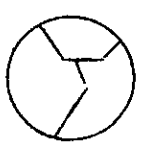
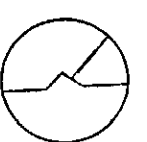






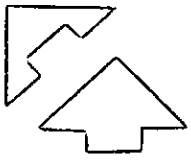
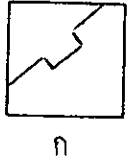
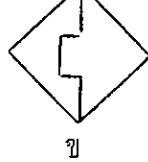
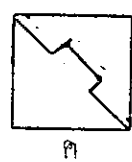

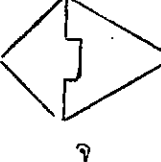
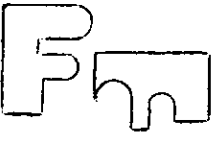
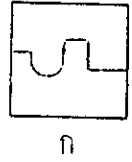
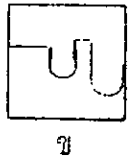
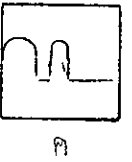
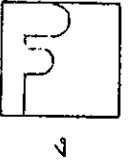
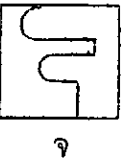

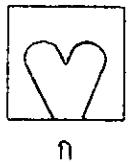
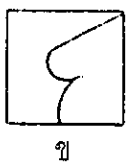
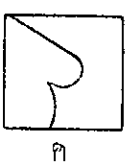
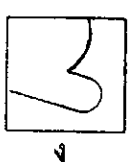
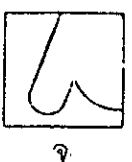
แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

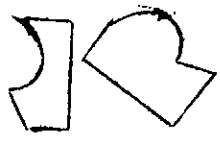

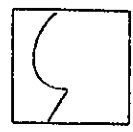
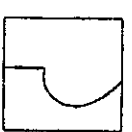
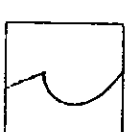
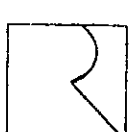
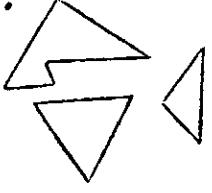
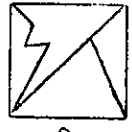
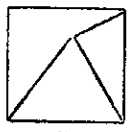
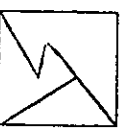
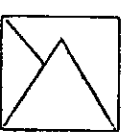
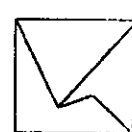
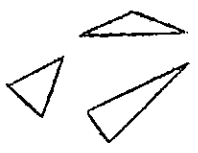

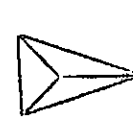
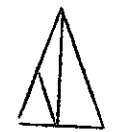
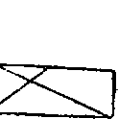
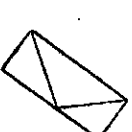
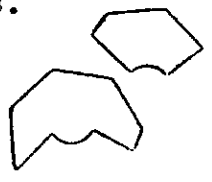
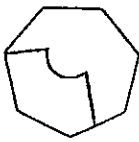
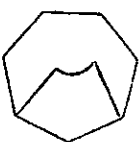

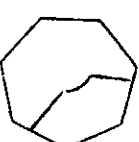

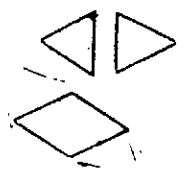
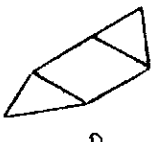
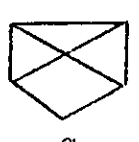



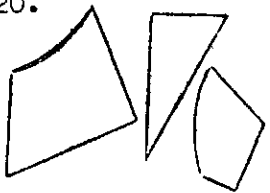

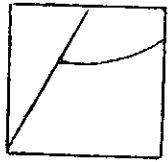
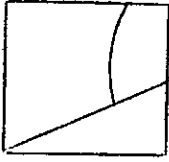
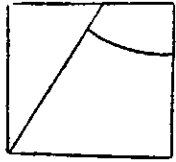
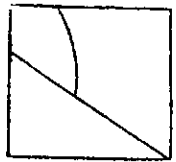
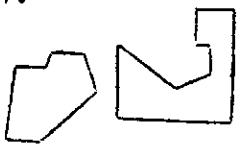
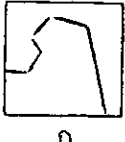
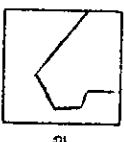
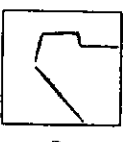
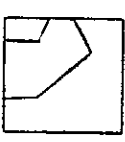

มีจำนวน 25 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่กำหนดส่วนประกอบย่อยมาให้
ให้พิจารณาเอาส่วนประกอบย่อยที่กำหนดให้มาประกอบรวมกันโดยดูวิธีแล้ว จะมีลักษณะเป็นเช่นไร
จาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง



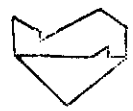



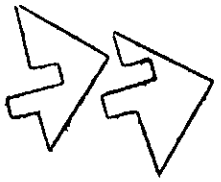
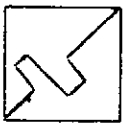

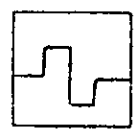
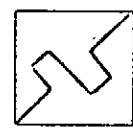
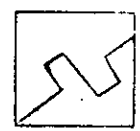



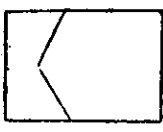

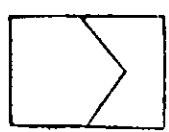
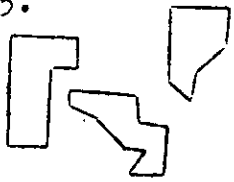
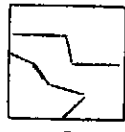
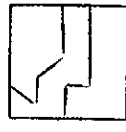

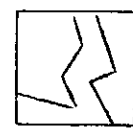
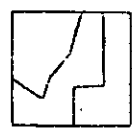


(เฉลย ข้อ ค)

<p>1.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>2.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>3.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>4.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>5.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>6.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>7.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ

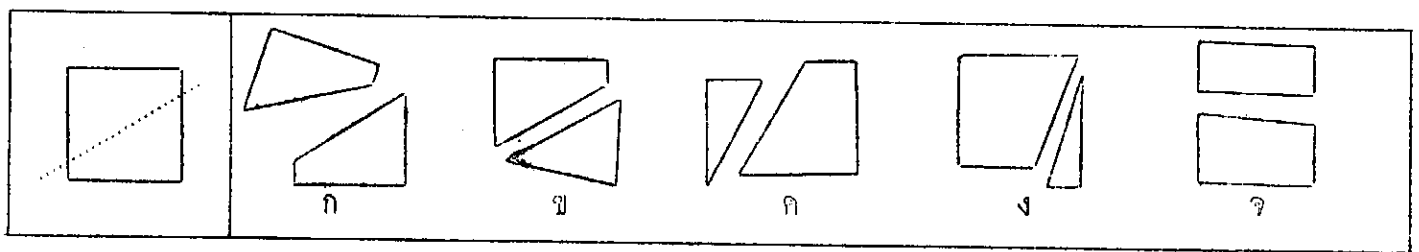
<p>8.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>9.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>10.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>11.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>12.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>13.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>14.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ

<p>15.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>16.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>17.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>18.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>19.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>20.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>21.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ

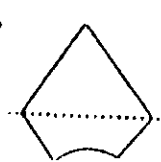
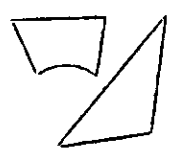



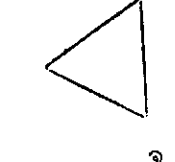
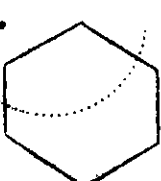
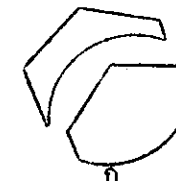
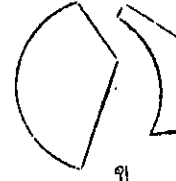
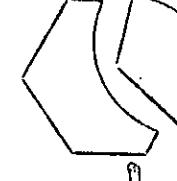


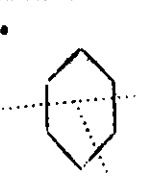
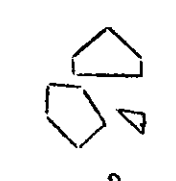
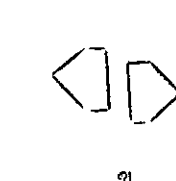


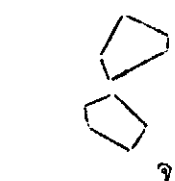
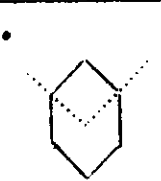
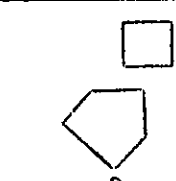
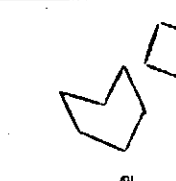



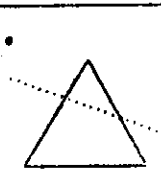
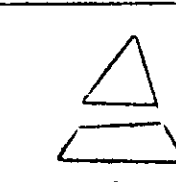
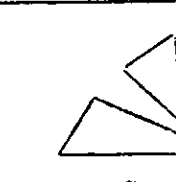
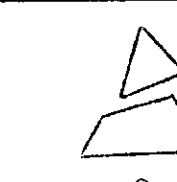
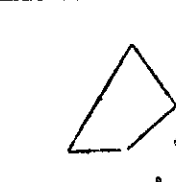
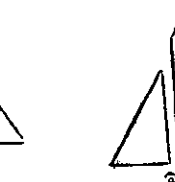
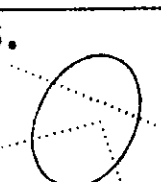
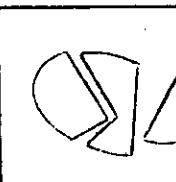

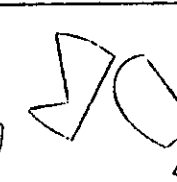
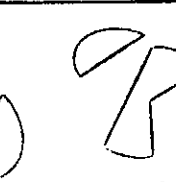

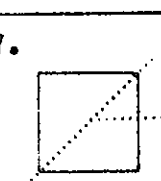
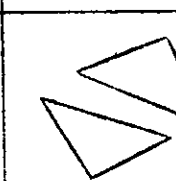
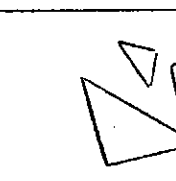
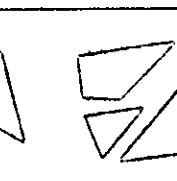
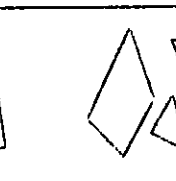
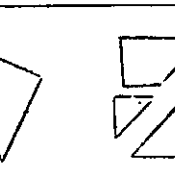
<p>22.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>23.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>24.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>25.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>

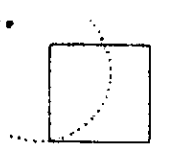


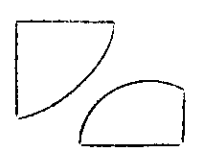

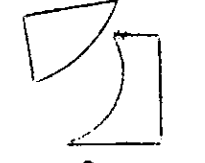
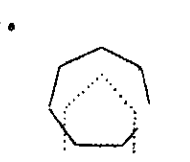
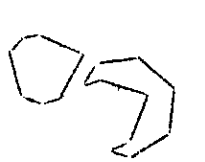


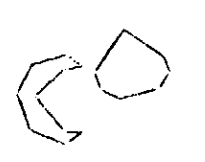

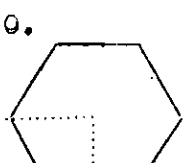

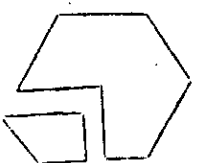
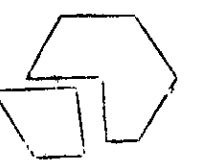
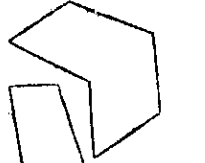

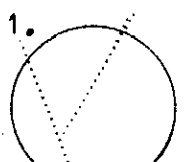





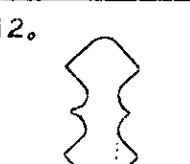

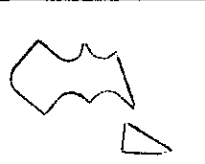


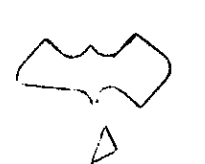
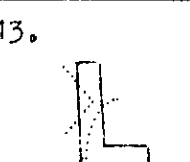
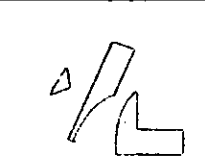
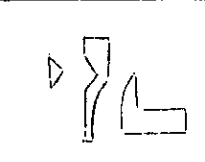

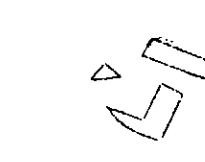
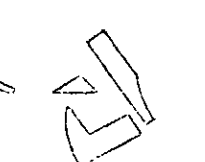
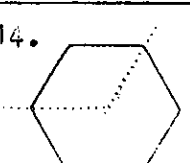
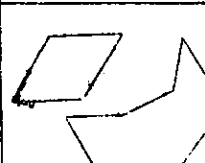

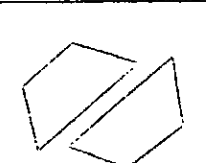

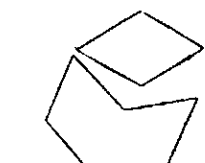
แบบทดสอบแยกภาพ

มีจำนวน 22 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพทางซ้ายมือมาให้ 1 ภาพ แล้วลากเส้นประไว้ให้ทราบว่า จะแยกตามเส้นนั้น ตัวเลือก ก ถึง จ จะเป็นส่วนประกอบที่แยกออกวางเรียงให้อยู่ในลักษณะต่างๆกัน ซึ่งจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ กังตัวอย่าง

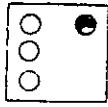
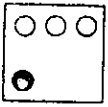


(เฉลยข้อ ก)

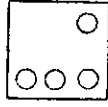
<p>1.</p> 	 <p>ກ</p>	 <p>ຂ</p>	 <p>ຄ</p>	 <p>ງ</p>	 <p>ຈ</p>
<p>2.</p> 	 <p>ກ</p>	 <p>ຂ</p>	 <p>ຄ</p>	 <p>ງ</p>	 <p>ຈ</p>
<p>3.</p> 	 <p>ກ</p>	 <p>ຂ</p>	 <p>ຄ</p>	 <p>ງ</p>	 <p>ຈ</p>
<p>4.</p> 	 <p>ກ</p>	 <p>ຂ</p>	 <p>ຄ</p>	 <p>ງ</p>	 <p>ຈ</p>
<p>5.</p> 	 <p>ກ</p>	 <p>ຂ</p>	 <p>ຄ</p>	 <p>ງ</p>	 <p>ຈ</p>
<p>6.</p> 	 <p>ກ</p>	 <p>ຂ</p>	 <p>ຄ</p>	 <p>ງ</p>	 <p>ຈ</p>
<p>7.</p> 	 <p>ກ</p>	 <p>ຂ</p>	 <p>ຄ</p>	 <p>ງ</p>	 <p>ຈ</p>

<p>8.</p> 	<p>а</p> 	<p>б</p> 	<p>в</p> 	<p>г</p> 	<p>д</p> 
<p>9.</p> 	<p>а</p> 	<p>б</p> 	<p>в</p> 	<p>г</p> 	<p>д</p> 
<p>10.</p> 	<p>а</p> 	<p>б</p> 	<p>в</p> 	<p>г</p> 	<p>д</p> 
<p>11.</p> 	<p>а</p> 	<p>б</p> 	<p>в</p> 	<p>г</p> 	<p>д</p> 
<p>12.</p> 	<p>а</p> 	<p>б</p> 	<p>в</p> 	<p>г</p> 	<p>д</p> 
<p>13.</p> 	<p>а</p> 	<p>б</p> 	<p>в</p> 	<p>г</p> 	<p>д</p> 
<p>14.</p> 	<p>а</p> 	<p>б</p> 	<p>в</p> 	<p>г</p> 	<p>д</p> 

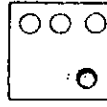
15.



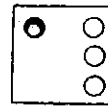
ก



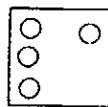
ข



ค



ง



จ

16.



ก



ข



ค

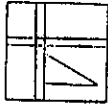


ง

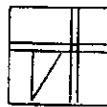


จ

17.



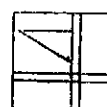
ก



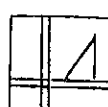
ข



ค

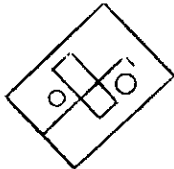
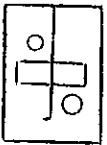


ง

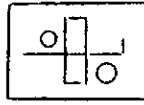


จ

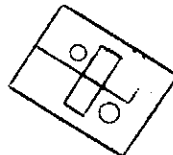
18.



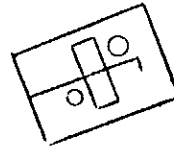
ก



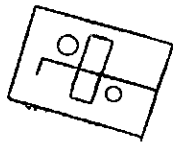
ข



ค

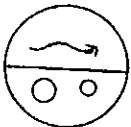


ง



จ

19.



ก



ข



ค



ง



จ

20.



ก



ข



ค

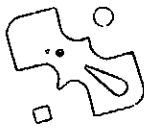


ง



จ

21.



ก



ข









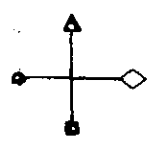
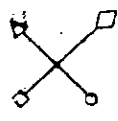
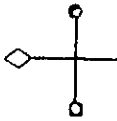
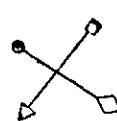

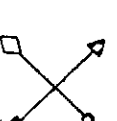
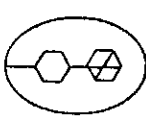
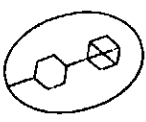
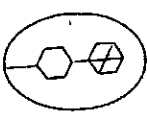
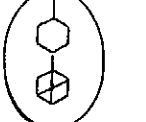
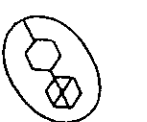

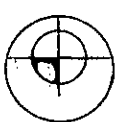
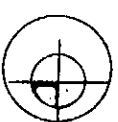
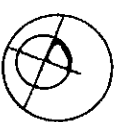
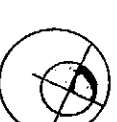






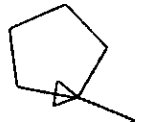

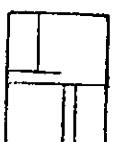
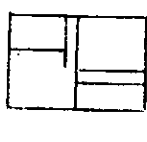
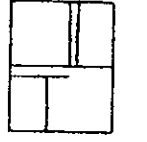
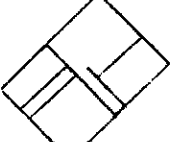
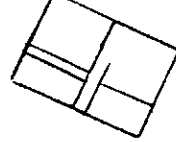
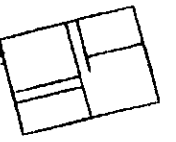



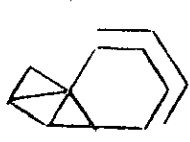
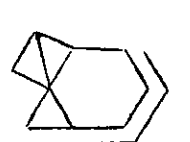
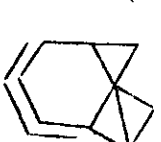
ค



ง












จ

<p>22.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>23.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>24.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>25.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>26.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>27.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>28.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ

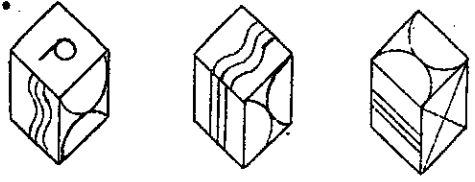


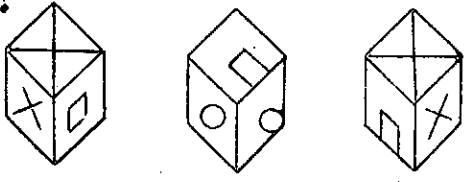


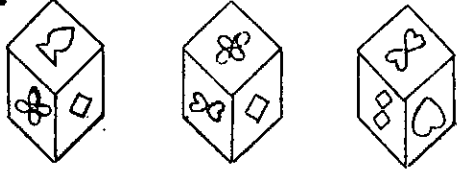

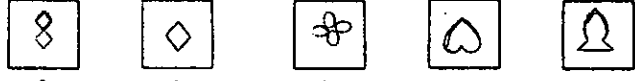
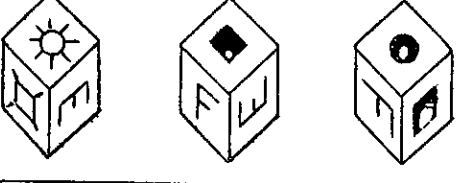


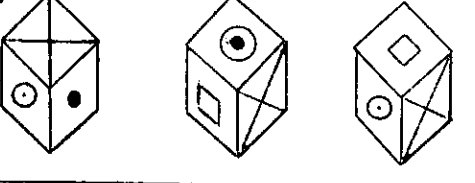


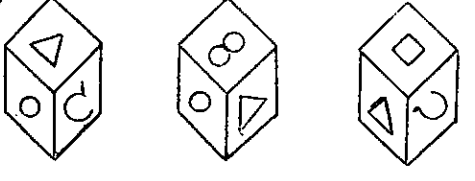


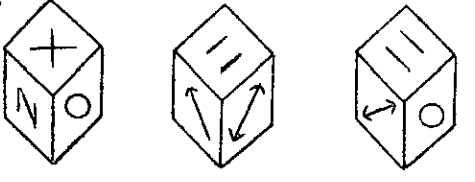


แบบทดสอบหาคำตรงข้ามลูกบาศก์

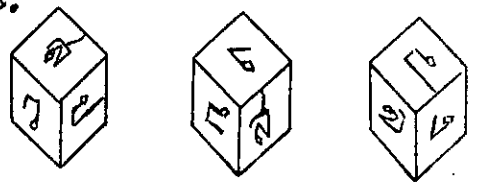

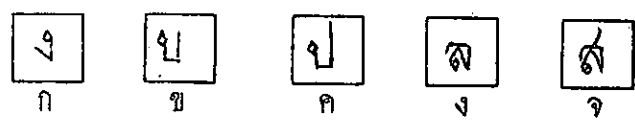
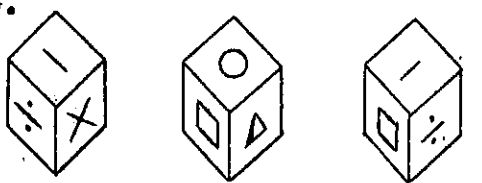

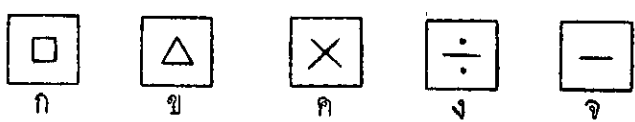
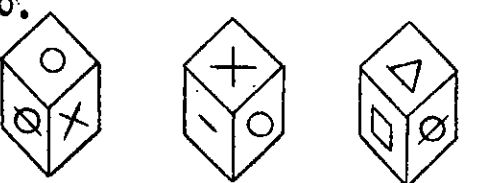

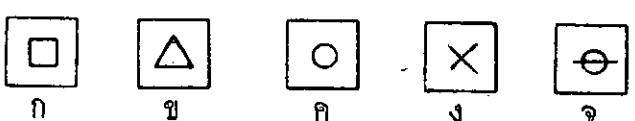
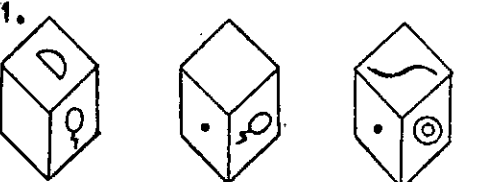

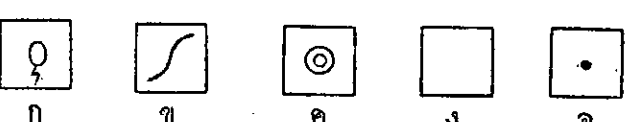
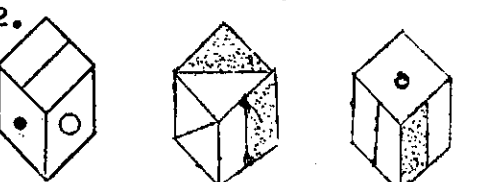

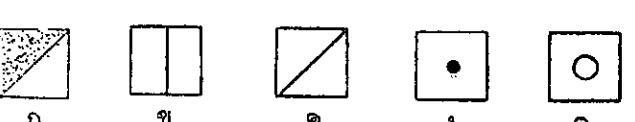
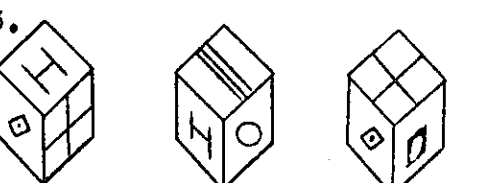

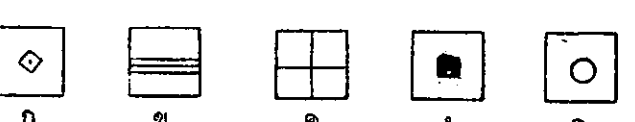
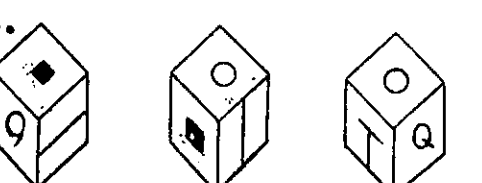

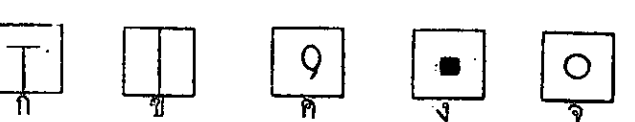
มีจำนวน 25 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อจะมีภาพลูกบาศก์ซึ่งมีคำ
ทั้งหมด 6 คำ แต่ละคำมีเครื่องหมายแตกต่างกันไปทั้งสิ้น 3 ภาพแรกทางซ้ายมือแสดงให้เห็น
ตำแหน่งของคำต่างๆของลูกบาศก์ โดยแสดงให้เห็นทีละ 3 คำ ให้ผู้ตอบพิจารณาความสัมพันธ์
ระหว่างตำแหน่งของคำต่างๆ แล้วสังเกตดูว่าคำที่อยู่ตรงข้ามกับคำที่อยู่ในเส้นคู่ จะเป็น
คำใดจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง

								
				ก	ข	ค	ง	จ

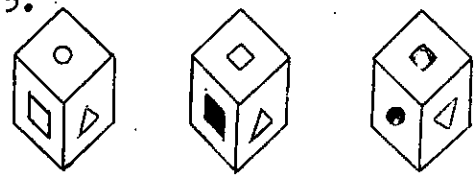

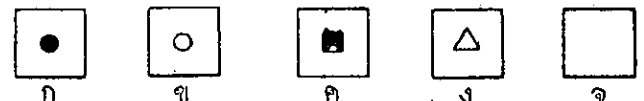
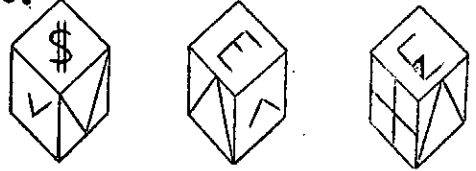


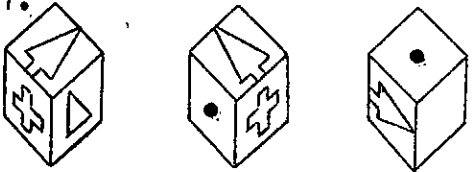

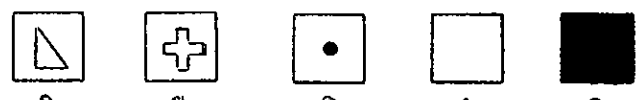
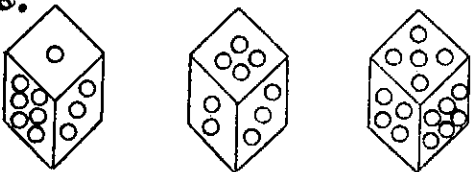

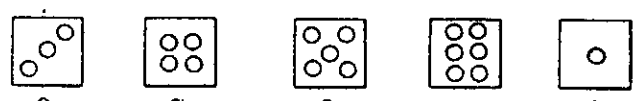
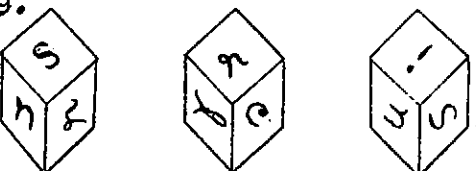

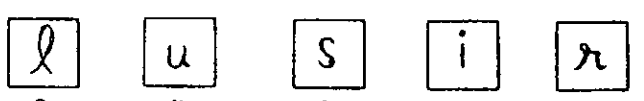
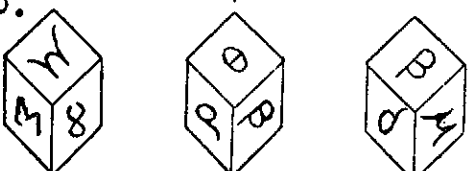

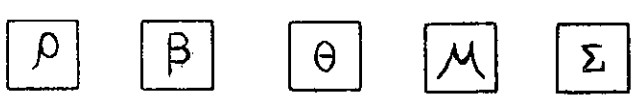
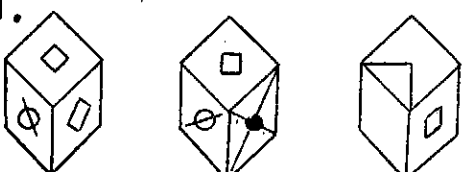

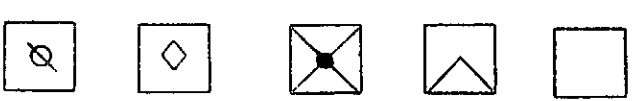
(เผลย ข้อ ก)

หาคำตรงข้ามลูกบาศก์ 1

<p>1.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>2.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>3.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>4.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>5.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>6.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>7.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>

<p>8.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>9.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>10.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>11.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>12.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>3.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>4.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>

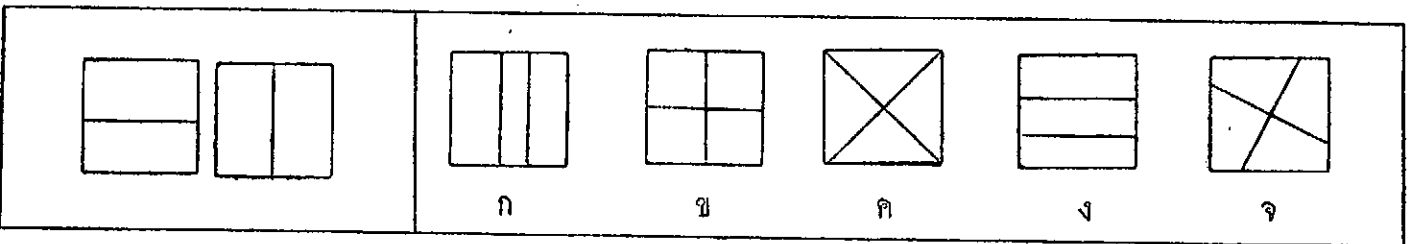
หาคำตรงข้ามลูกบาศก์ 3

<p>15.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>16.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>17.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>18.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>19.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>20.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>21.</p> 		 <p>ก ข ค ง จ</p>

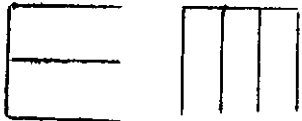
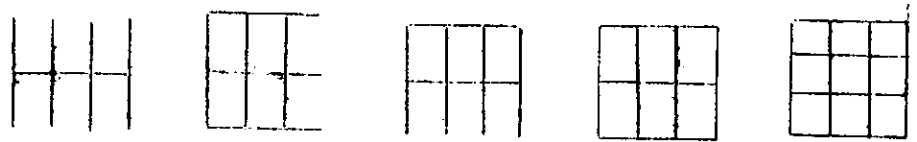

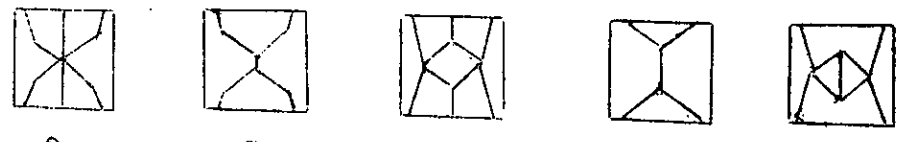
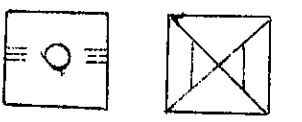
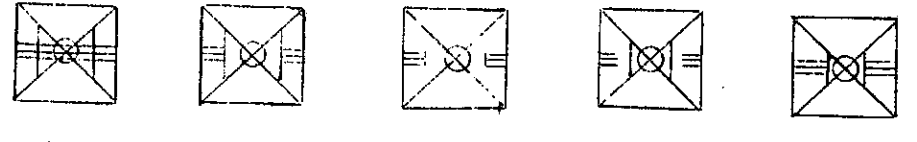
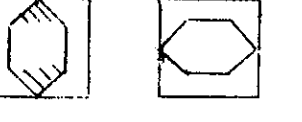
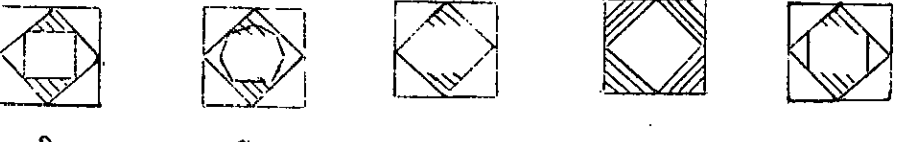
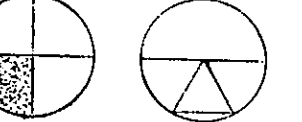
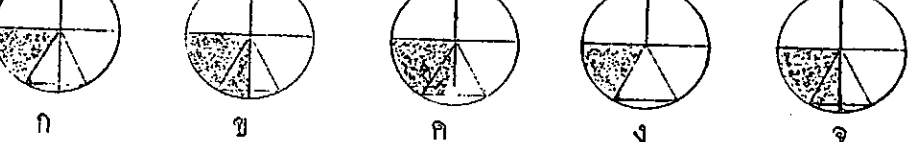
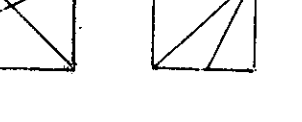
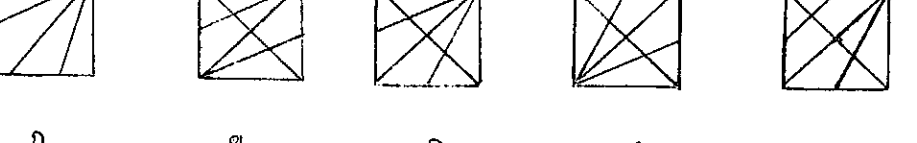

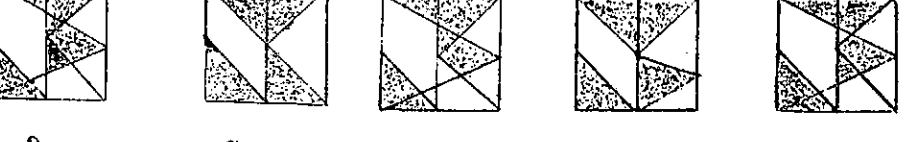
หาคำตรงข้ามลูกบาศก์ 4

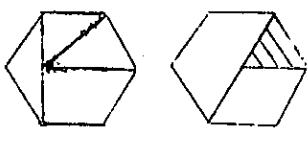
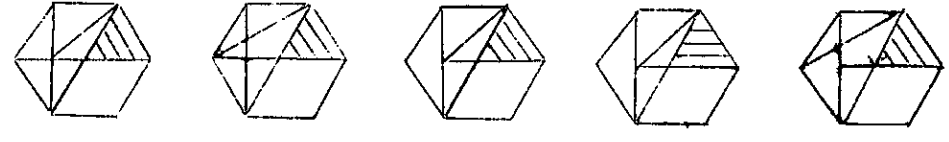
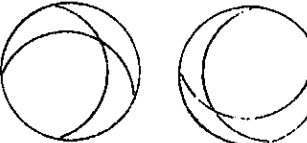
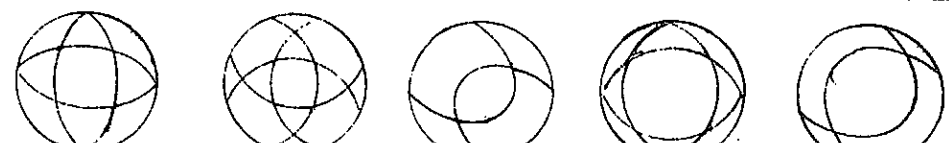
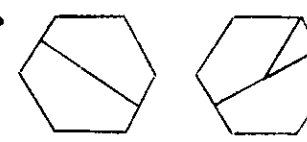
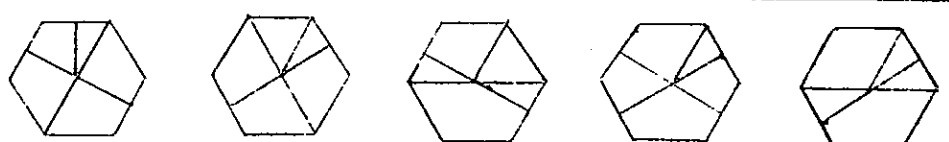
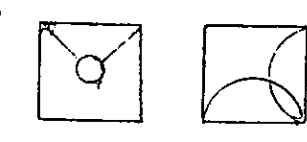
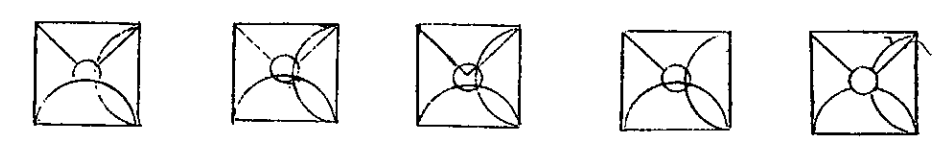
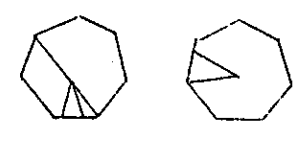

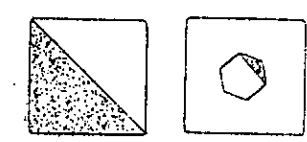

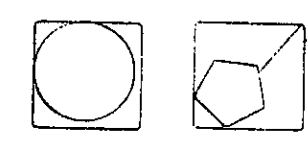
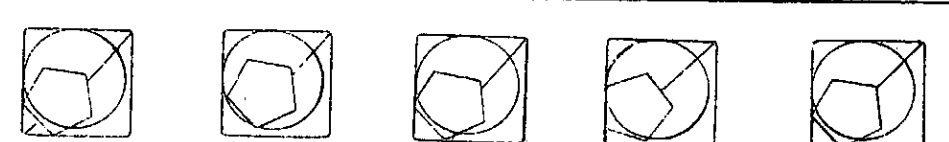
แบบทดสอบข้อภาพ

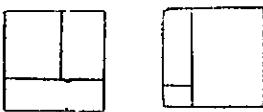
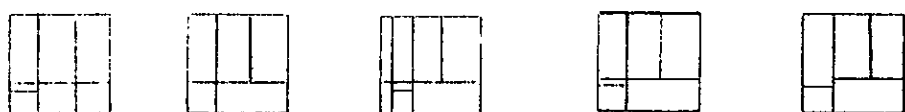
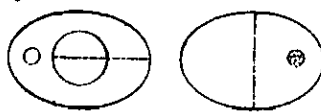
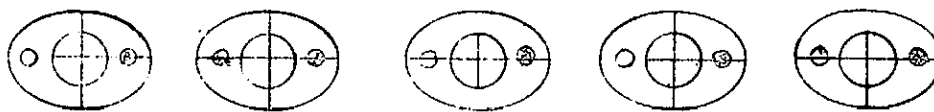

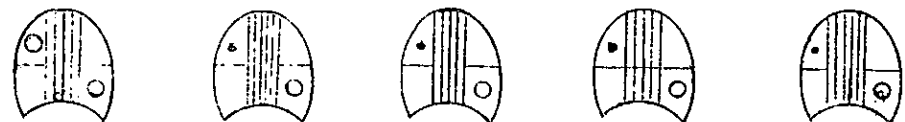

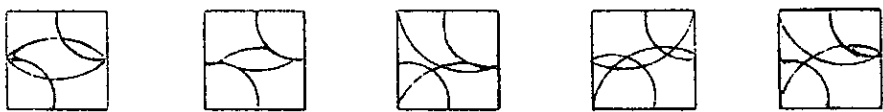
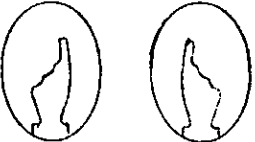

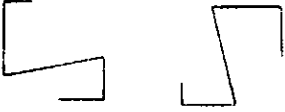
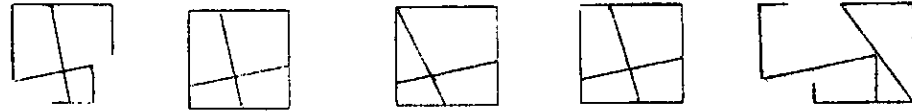
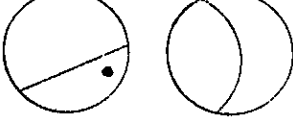

มีจำนวน 26 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อจะมีภาพ 2 ภาพอยู่ทาง
ซ้ายมือ ให้ผู้ตอบนึกดูว่า ถ้ายก 2 ภาพนี้ซ้อนทับกันสนิทแล้ว จะเกิดเป็นภาพเช่นไรตามภาพ ก ข
ค ง และ จ ตามลำดับที่ให้ไว้ คึงตัวอย่าง



(เฉลย ข้อ ข)

<p>1.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>2.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>3.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>4.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>5.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>6.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>7.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>

<p>8.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>9.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>10.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>11.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>12.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>13.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>14.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>

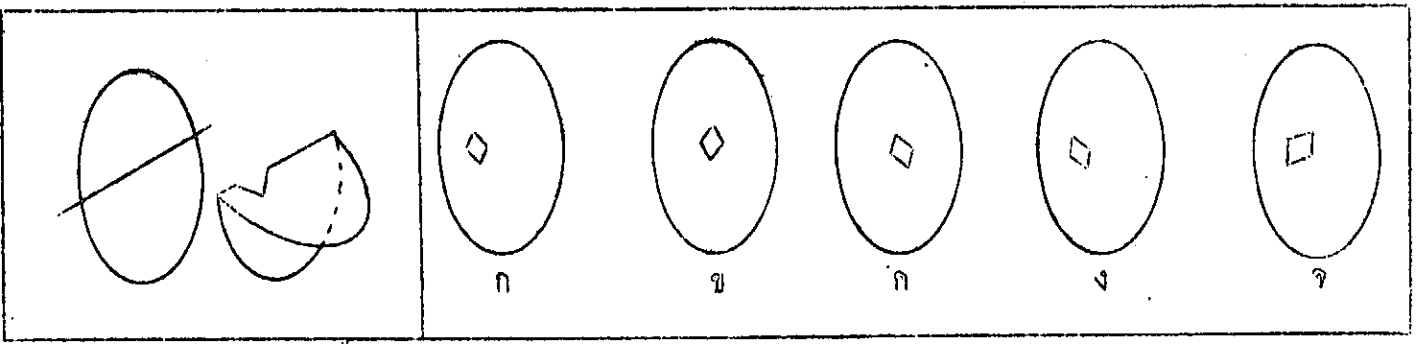
<p>15.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>16.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>17.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>18.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>19.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>20.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>21.</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>

<p>2.</p>	<p>ก ข ก ง จ</p>
<p>3.</p>	<p>ก ข ก ง จ</p>
<p>4.</p>	<p>ก ข ก ง จ</p>
<p>5.</p>	<p>ก ข ก ง จ</p>
<p>6.</p>	<p>ก ข ก ง จ</p>

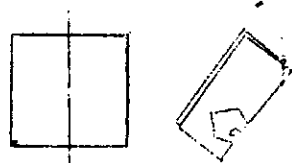
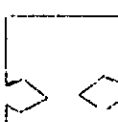
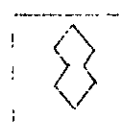

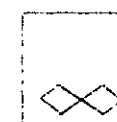
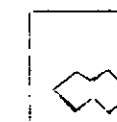
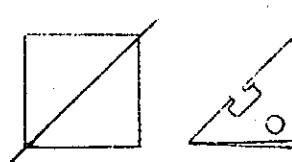
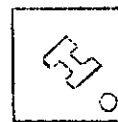
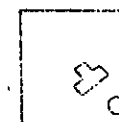
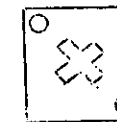
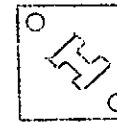

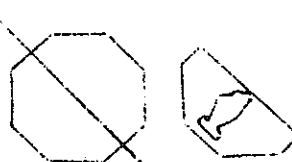





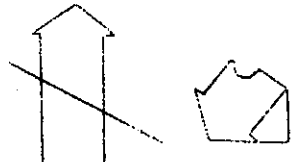
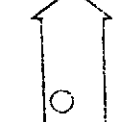

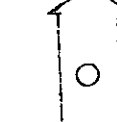

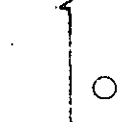
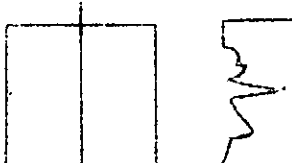



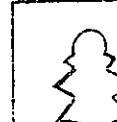

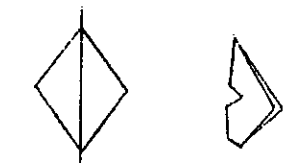





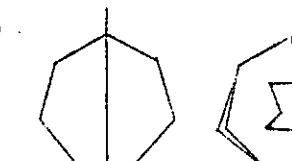


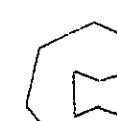


แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ

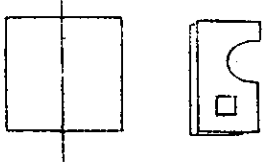
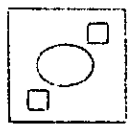
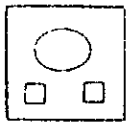
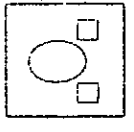
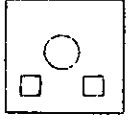
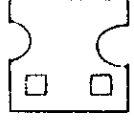
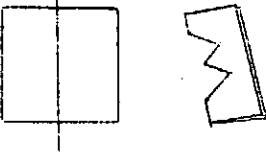
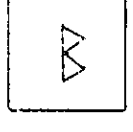
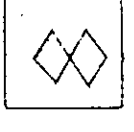
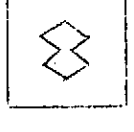
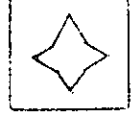
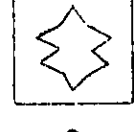
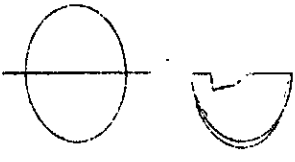
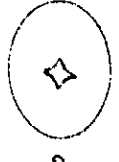
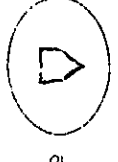

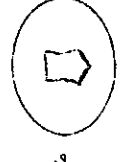
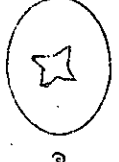
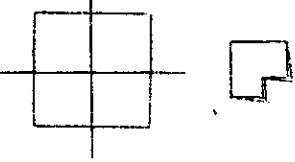
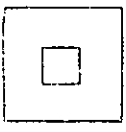
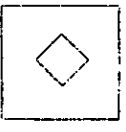
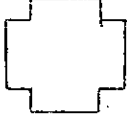
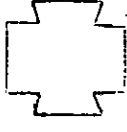
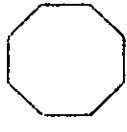
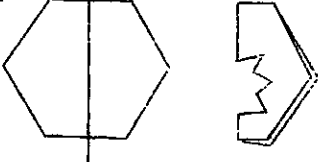
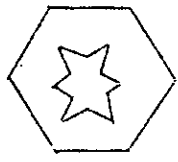
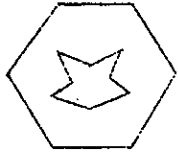
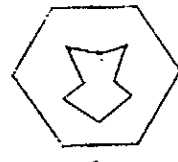
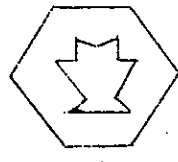
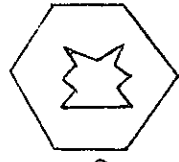
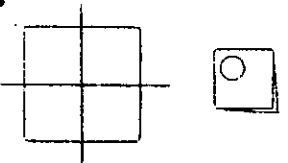
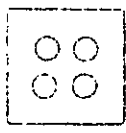
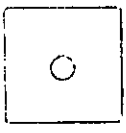
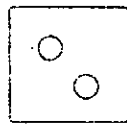
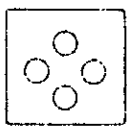
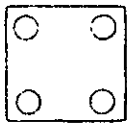
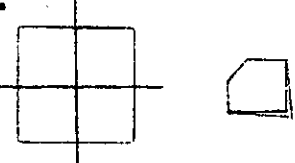
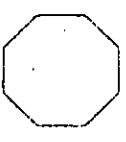

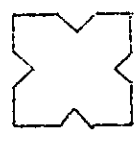
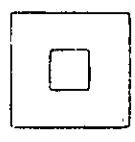
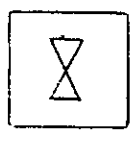
มีจำนวน 28 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่มีภาพแผ่นกระดาษทางซ้ายมือ ให้ผู้

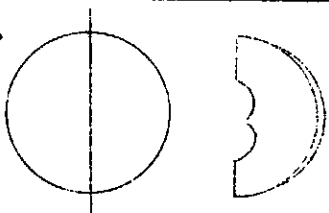
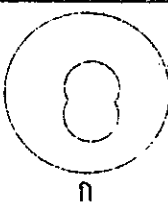
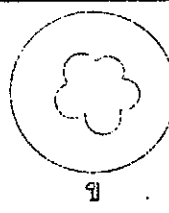
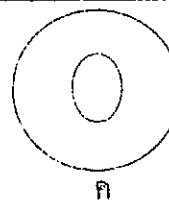

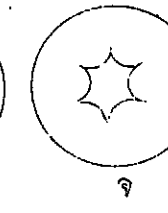
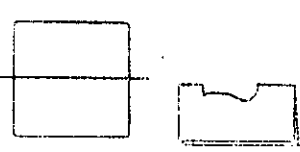





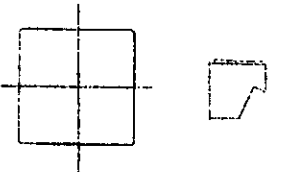

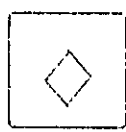



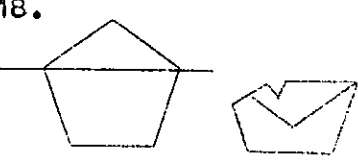





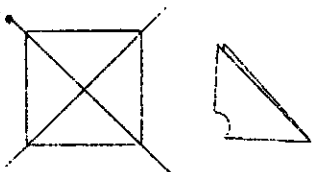
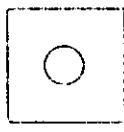


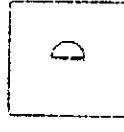

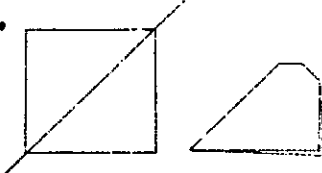





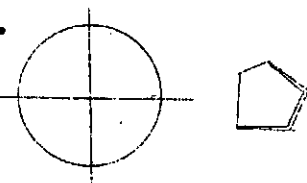
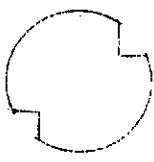

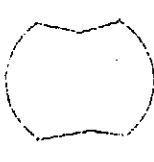
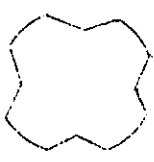
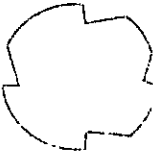
ตอบพิจารณาว่าถ้าหากพับและตัดตามรอย เสร็จแล้วกางแผ่ออกตามเดิม จะมีลักษณะเช่นไรจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง

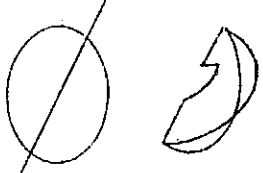






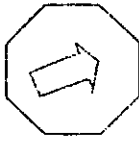



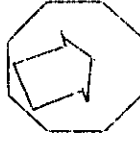
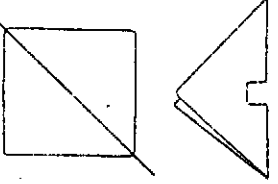
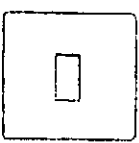
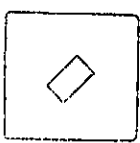
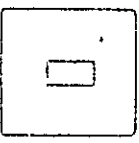
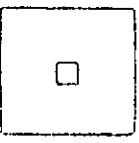
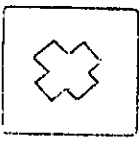
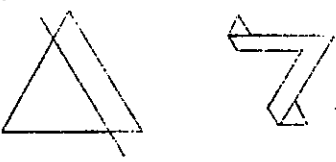





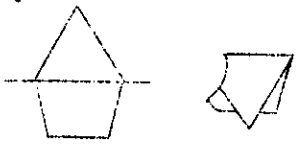





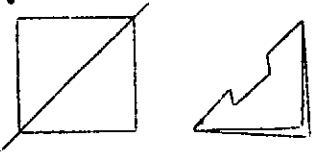
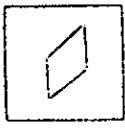
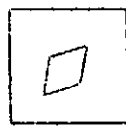
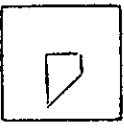
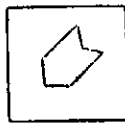

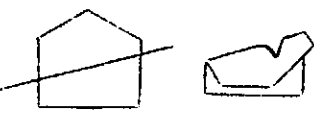







(เฉลย ข้อ ง)

	 ก  ข  ค  ง  จ
	 ก  ข  ค  ง  จ
	 ก  ข  ค  ง  จ
	 ก  ข  ค  ง  จ
	 ก  ข  ค  ง  จ
	 ก  ข  ค  ง  จ
	 ก  ข  ค  ง  จ

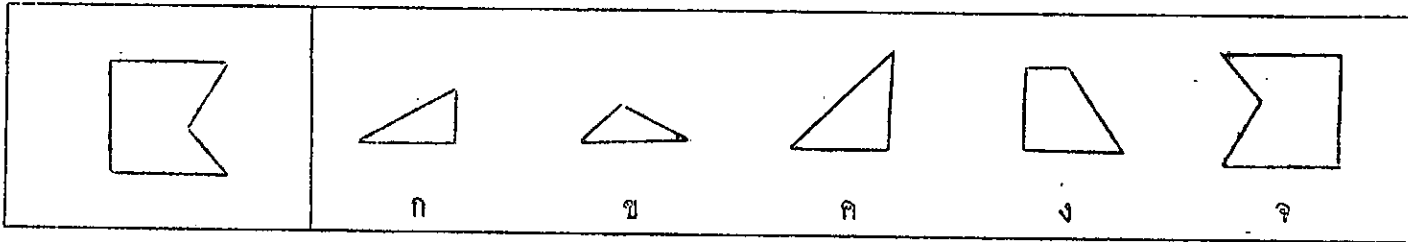
<p>8.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>9.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>10.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>11.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>12.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>13.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>14.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>

<p>15.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>16.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>17.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>18.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>19.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>20.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>21.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>


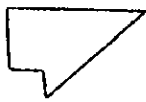



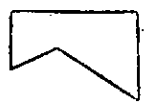
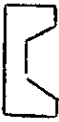
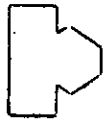



















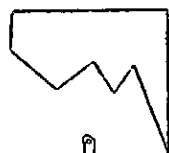
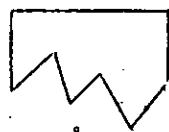



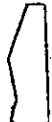




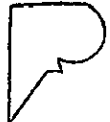




<p>22.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>23.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>24.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>25.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>26.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>27.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>
<p>28.</p> 	 <p>ก</p>  <p>ข</p>  <p>ค</p>  <p>ง</p>  <p>จ</p>

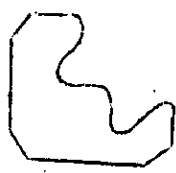


















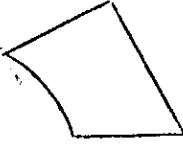




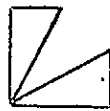
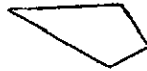
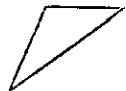

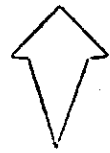







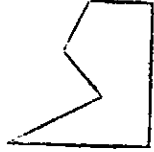
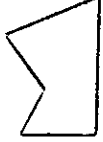



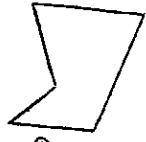
แบบทดสอบต่อภาพ

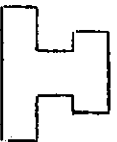
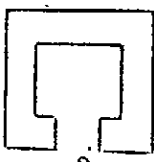
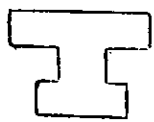


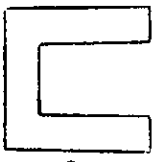
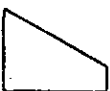





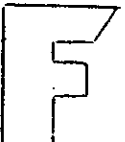

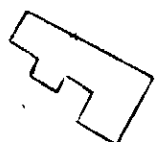

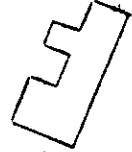


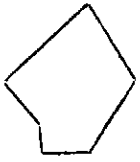
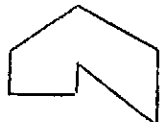















มีจำนวน 27 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือมาให้ดูก่อน แล้วให้ผู้ตอบนึกดูว่า จะต้องนำภาพเช่นไรจาก ก ถึง จ มาติดต่อหรือเติมเพื่อให้เกิดเป็นรูปที่สมบูรณ์แบบ ดังตัวอย่าง



(เฉลย ข้อ ข)

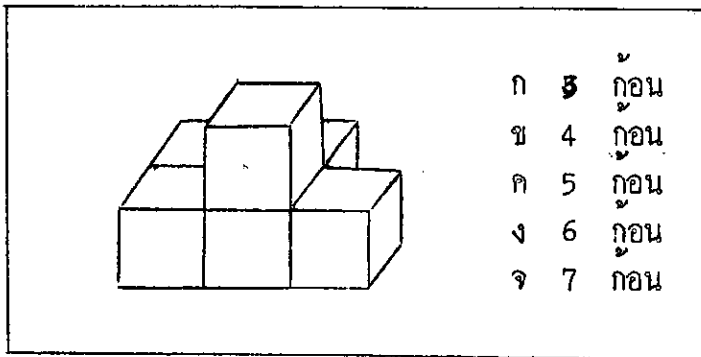
<p>1.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>2.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>3.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>4.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>5.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>6.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>7.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ

<p>15.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>16.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>17.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>18.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>19.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>20.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>21.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ

<p>22.</p> 	 <p>ก</p>	 <p>ข</p>	 <p>ค</p>	 <p>ง</p>	 <p>จ</p>
<p>23.</p> 	 <p>ก</p>	 <p>ข</p>	 <p>ค</p>	 <p>ง</p>	 <p>จ</p>
<p>24.</p> 	 <p>ก</p>	 <p>ข</p>	 <p>ค</p>	 <p>ง</p>	 <p>จ</p>
<p>25.</p> 	 <p>ก</p>	 <p>ข</p>	 <p>ค</p>	 <p>ง</p>	 <p>จ</p>
<p>26.</p> 	 <p>ก</p>	 <p>ข</p>	 <p>ค</p>	 <p>ง</p>	 <p>จ</p>
<p>27.</p> 	 <p>ก</p>	 <p>ข</p>	 <p>ค</p>	 <p>ง</p>	 <p>จ</p>

แบบทดสอบการนับลูกบาศก์

มีจำนวน 32 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่มีภาพวัตถุทรงลูกบาศก์วางซ้อนกัน
เหลื่อมกันหรือบังกัน ให้ผู้ตอบนับจำนวนวัตถุในภาพนั้นว่ามีเท่าไร แล้ว เลือกคำตอบที่ถูกต้อง
ออกจาก ก ถึง จ ทั้งตัวอย่าง



(เฉลย ข้อ ง)

1.

ก	15	ก้อน
ข	16	ก้อน
ค.	17	ก้อน
ง	18	ก้อน
จ	19	ก้อน

2.

ก	31	ก้อน
ข	29	ก้อน
ค	28	ก้อน
ง	26	ก้อน
จ.	25	ก้อน

3.

ก	20	ก้อน
ข	24	ก้อน
ค	32	ก้อน
ง	36	ก้อน
จ	38	ก้อน

4.

ก	12	ก้อน
ข	15	ก้อน
ค	21	ก้อน
ง	24	ก้อน
จ	28	ก้อน

5.

ก	23	ก้อน
ข	25	ก้อน
ค	26	ก้อน
ง	27	ก้อน
จ	28	ก้อน

6.

ก	18	ก้อน
ข	20	ก้อน
ค	22	ก้อน
ง	24	ก้อน
จ	30	ก้อน

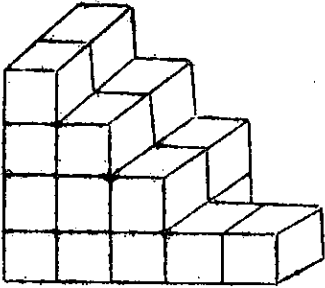
7.

ก	16	ก้อน
ข	17	ก้อน
ค	18	ก้อน
ง	19	ก้อน
จ	20	ก้อน

8.

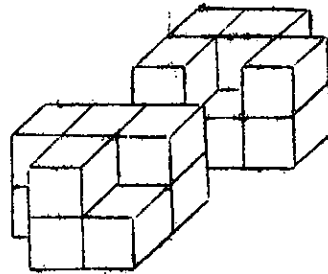
ก	16	ก้อน
ข	17	ก้อน
ค	18	ก้อน
ง	19	ก้อน
จ	20	ก้อน

9.



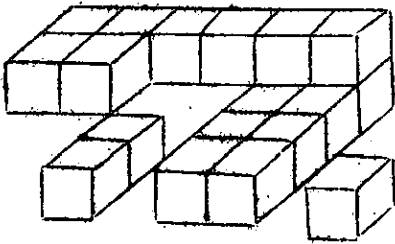
- ก 18 ก้อน
- ข 19 ก้อน
- ค 20 ก้อน
- ง 21 ก้อน
- จ 22 ก้อน

10.



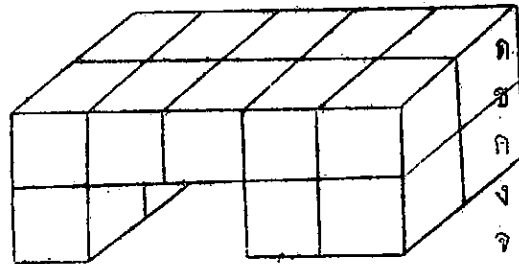
- ก 16 ก้อน
- ข 17 ก้อน
- ค 18 ก้อน
- ง 19 ก้อน
- จ 20 ก้อน

11.



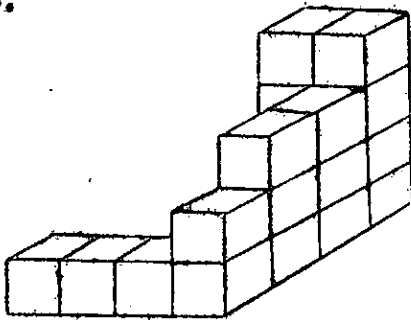
- ก 16 ก้อน
- ข 17 ก้อน
- ค 18 ก้อน
- ง 19 ก้อน
- จ 20 ก้อน

12.



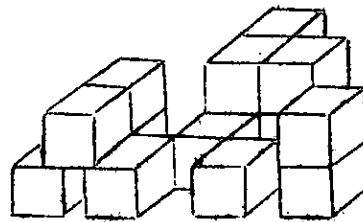
- ก 16 ก้อน
- ข 17 ก้อน
- ค 18 ก้อน
- ง 19 ก้อน
- จ 20 ก้อน

13.



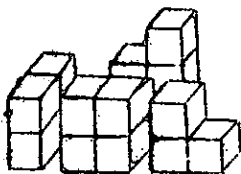
- ก 17 ก้อน
- ข 18 ก้อน
- ค 19 ก้อน
- ง 20 ก้อน
- จ 23 ก้อน

14.



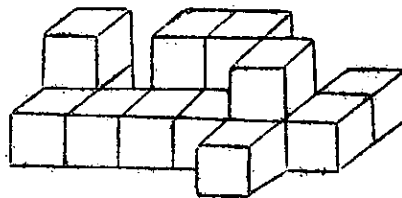
- ก 11 ก้อน
- ข 12 ก้อน
- ค 14 ก้อน
- ง 15 ก้อน
- จ 17 ก้อน

15.



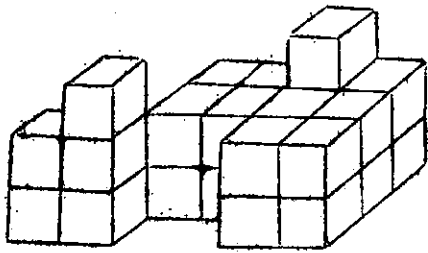
- ก 14 ก้อน
- ข 16 ก้อน
- ค 17 ก้อน
- ง 18 ก้อน
- จ 19 ก้อน

16.



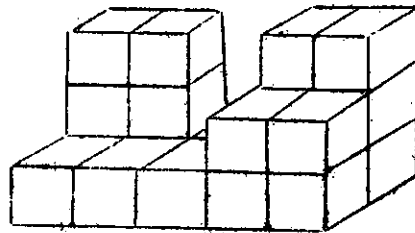
- ก 13 ก้อน
- ข 15 ก้อน
- ค 16 ก้อน
- ง 17 ก้อน
- จ 18 ก้อน

17.



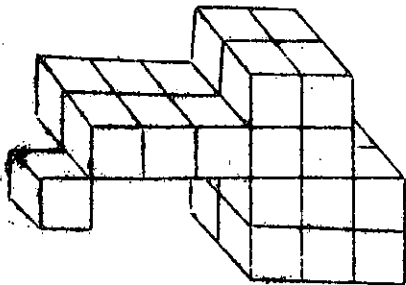
- ก 20 ก้อน
- ข 22 ก้อน
- ค 24 ก้อน
- ง 26 ก้อน
- จ 28 ก้อน

18.



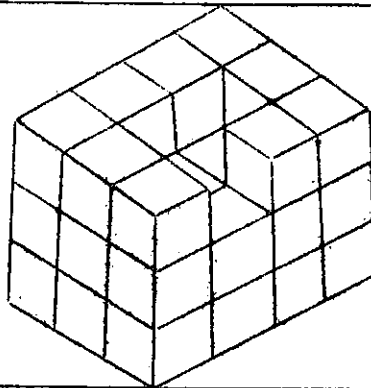
- ก 18 ก้อน
- ข 20 ก้อน
- ค 22 ก้อน
- ง 24 ก้อน
- จ 26 ก้อน

19.



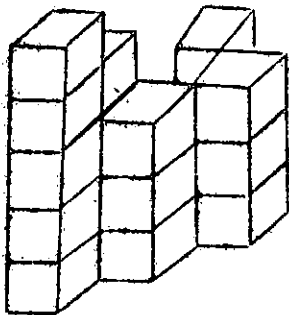
- ก 23 ก้อน
- ข 25 ก้อน
- ค 27 ก้อน
- ง 29 ก้อน
- จ 30 ก้อน

20.



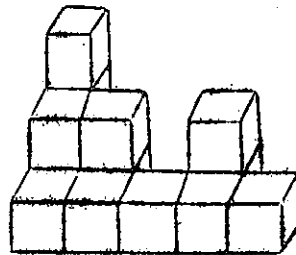
- ก 12 ก้อน
- ข 24 ก้อน
- ค 33 ก้อน
- ง 36 ก้อน
- จ 40 ก้อน

21.



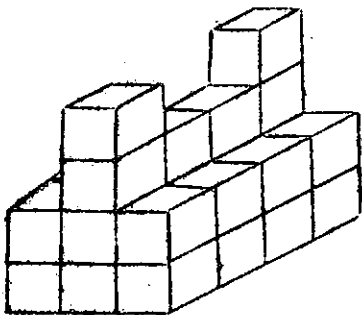
- ก 15 ก้อน
- ข 16 ก้อน
- ค 17 ก้อน
- ง 18 ก้อน
- จ 19 ก้อน

22.



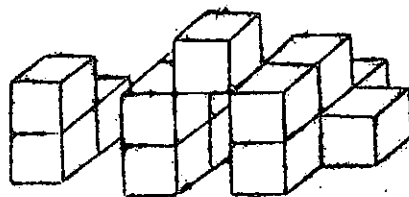
- ก 11 ก้อน
- ข 12 ก้อน
- ค 13 ก้อน
- ง 14 ก้อน
- จ 15 ก้อน

23.



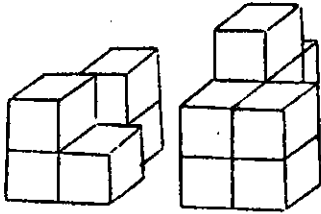
- ก 18 ก้อน
- ข 20 ก้อน
- ค 24 ก้อน
- ง 26 ก้อน
- จ 30 ก้อน

24.



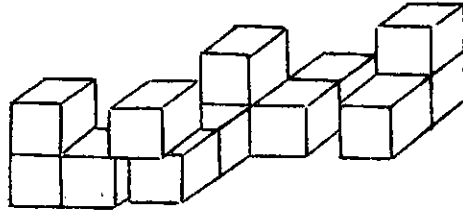
- ก 10 ก้อน
- ข 11 ก้อน
- ค 12 ก้อน
- ง 13 ก้อน
- จ 14 ก้อน

25.



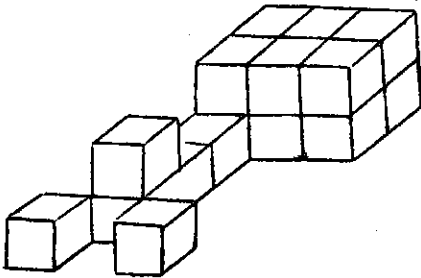
- ก 12 ก้อน
- ข 14 ก้อน
- ค 15 ก้อน
- ง 16 ก้อน
- จ 17 ก้อน

26.



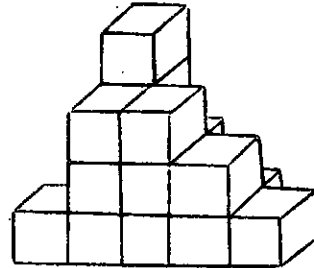
- ก 12 ก้อน
- ข 13 ก้อน
- ค 14 ก้อน
- ง 15 ก้อน
- จ 16 ก้อน

27.



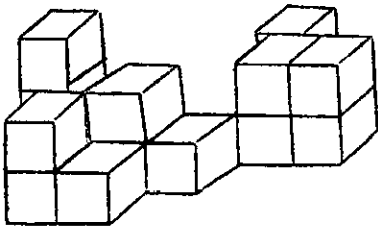
- ก 14 ก้อน
- ข 15 ก้อน
- ค 16 ก้อน
- ง 17 ก้อน
- จ 18 ก้อน

28.



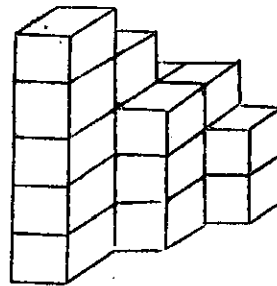
- ก 14 ก้อน
- ข 17 ก้อน
- ค 18 ก้อน
- ง 19 ก้อน
- จ 20 ก้อน

29.



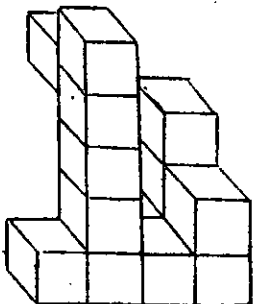
- ก 12 ก้อน
- ข 13 ก้อน
- ค 14 ก้อน
- ง 15 ก้อน
- จ 16 ก้อน

30.



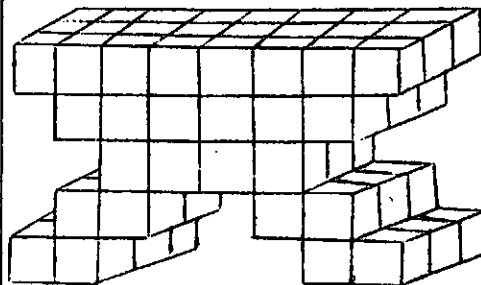
- ก 13 ก้อน
- ข 15 ก้อน
- ค 17 ก้อน
- ง 18 ก้อน
- จ 20 ก้อน

31.



- ก 10 ก้อน
- ข 11 ก้อน
- ค 12 ก้อน
- ง 13 ก้อน
- จ 14 ก้อน

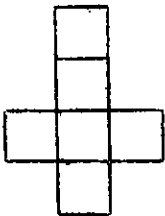
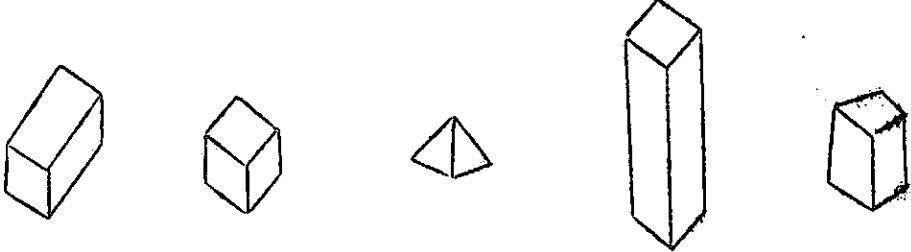
32.



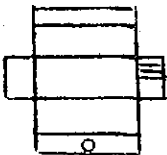
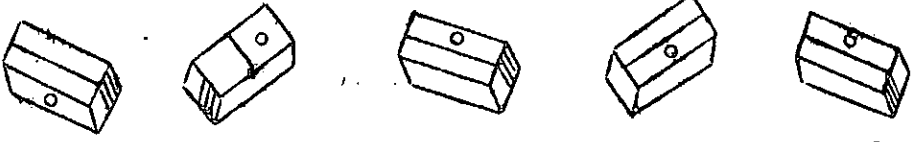
- ก 82 ก้อน
- ข 80 ก้อน
- ค 78 ก้อน
- ง 76 ก้อน
- จ 74 ก้อน

แบบทดสอบประกอบภาพ

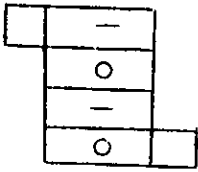
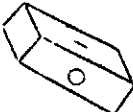




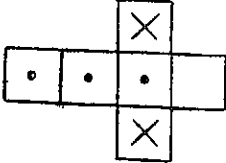
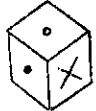
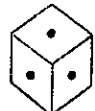


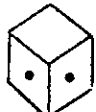
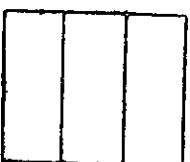
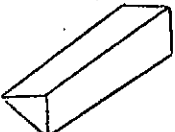



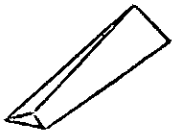
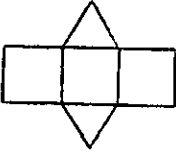





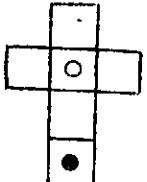





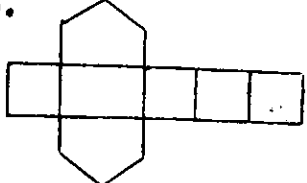





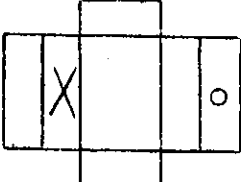
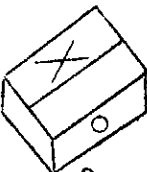
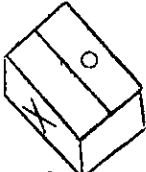
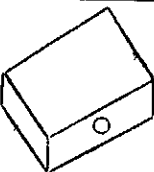
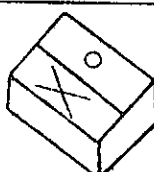
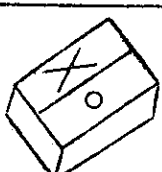
มีจำนวน 28 ข้อ เวลา 15 นาที เป็นแบบทดสอบที่เป็นภาพกระดาษ ซึ่งสามารถพับให้เป็นกล่องได้ พับแล้วจะมีลักษณะเป็นเช่นไรจาก ก ถึง จ ดังตัวอย่าง

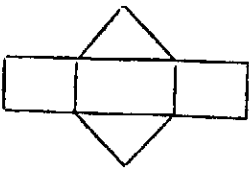





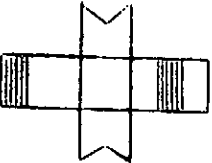
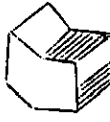




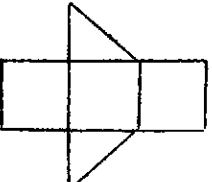
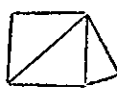
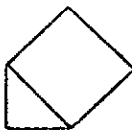
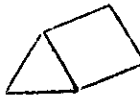


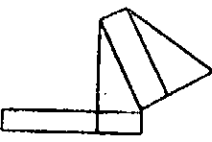




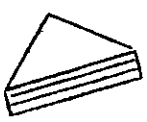
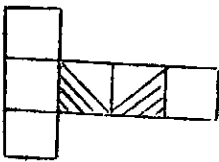
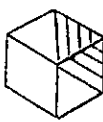
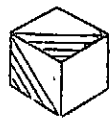


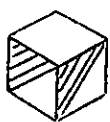
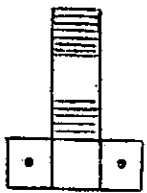





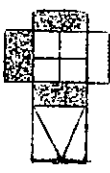
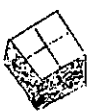



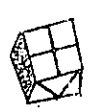
<p>(๐)</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
--	---

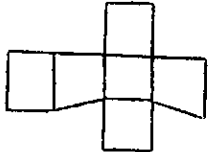
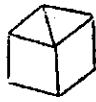



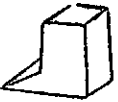












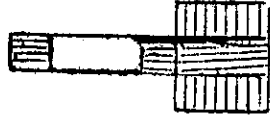
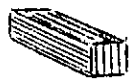

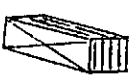


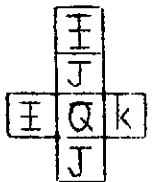





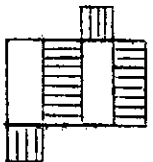



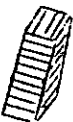
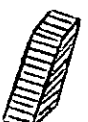
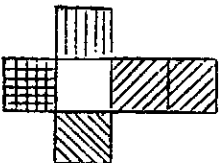

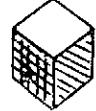



(เฉลย ข้อ ข)

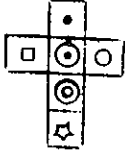





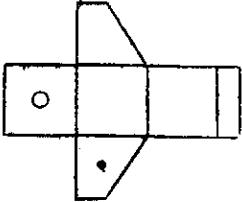
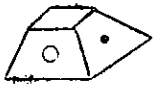


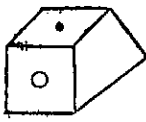
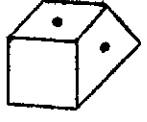
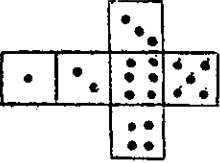





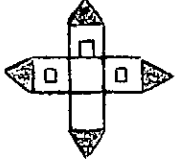





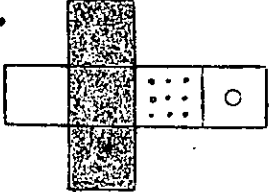


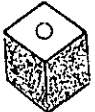


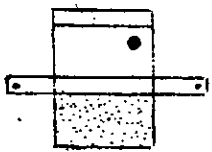
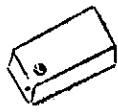
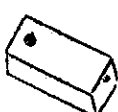


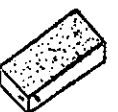
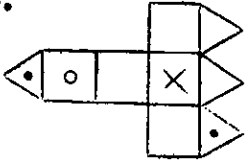
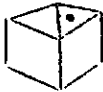
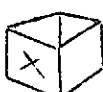



<p>(๐๐)</p> 	 <p>ก ข ค ง จ</p>
---	---

(เฉลย ข้อ ง)

<p>1.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>2.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>3.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>4.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>5.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>6.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>7.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>

<p>8.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>9.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>10.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>11.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>12.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>3.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>4.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>

<p>15.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>16.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>17.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>18.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>19.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>20.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ
<p>21.</p> 	 ก  ข  ค  ง  จ

<p>22.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>23.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>24.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>25.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>26.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>27.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>
<p>28.</p> 	     <p>ก ข ค ง จ</p>