

การศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์
ของ
วรลักษณ์ ลิ้มทองสกุล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
เมษายน 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

15293
2551
0.3

การศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิกอล ระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ
ของ
วรลักษณ์ ลิ้มทองสกุล

15293
2545

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

เมษายน 2545

4 119626

วราลักษณ์ ลิ้มทองสกุล. (2545). การศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล ระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ. รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์และศึกษานำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดปทุมธานี จำนวน 418 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผลและด้านมิติสัมพันธ์กับชุดตัวแปรตามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลสองชุดมีค่าเท่ากับ .618 และ .122 ตามลำดับ ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในชุดแรก และสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในชุดที่สอง

2. คำนำนำหนักความสำคัญของคาโนนิคอลของความสามารถทางสมองที่ส่งผลซึ่งกันและกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองชุดนั้น พบว่า ในชุดแรกค่านำหนักความสำคัญของคาโนนิคอลเกิดจากตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน และด้านเหตุผล ส่งผลซึ่งกันและกันกับชุดตัวแปรตามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ในชุดที่สองนั้นค่านำหนักความสำคัญของคาโนนิคอลของความสามารถทางสมองที่เป็นตัวแปรอิสระสองกลุ่มเป็นไปในสองแบบ คือ แบบที่หนึ่ง ตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ส่งผลซึ่งกันและกันกับตัวแปรตามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และในแบบที่สอง ชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษา ส่งผลซึ่งกันและกันกับตัวแปรตามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

A STUDY OF THE CANONICAL RELATIONSHIP BETWEEN MENTAL ABILITY AND
MATHEMATIC AND SCIENCE ACHIEVEMENT OF STUDENT IN
MATHAYOMSUKSA III

AN ABSTRACT
BY
WARALAK LIMTHONGSAKUL

Presented in partial fulfillment of requirements
for the Master of Education degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University
April 2002

Waralak Limthongsakul. (2002). *A study of the Canonical Relationship between Mental ability and Mathematic and Science achievement of student in Mathayomsuksa III*. Master thesis, M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok : Srinakarinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Aungkana Saiyos , Assoc. Prof. Wanya Wisalaporn.

The purposes of this research were to study the canonical relationship between mental ability and mathematic and science achievement , and to study the canonical weights of mental ability that contribution to mathematic and science achievement. The samples consisted of 418 students who were studying in mathayomsuksa 3 under The department of general education Phatumthani in academic year 2001 and selected by using stratified random sampling technique.

The result were as follow :

1. The canonical correlation between mental ability : number factor , verbal factor , reasoning factor and spatial factor with mathematical and science achievement had 2 functions were equal to .618 and .122 respectively , the first canonical function were significant at .01 level but the second canonical function were not significant.

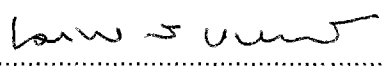
2. The canonical weights for number factor and reasoning factor relative contribution to mathematic and science achievement in the first canonical function , and the second canonical function had two types of canonical weight ; the first type was a reasoning factor relative contribution to mathematic achievement and the second type was a number factor , spatial factor and verbal factor relative contribution to science achievement.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

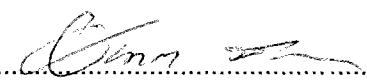
การศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล ระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

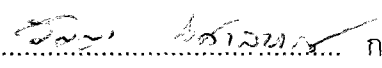
ของ
นางสาววรลักษณ์ ลิ้มทองสกุล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

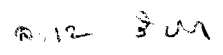

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 30 เดือน เมษายน พ.ศ.2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วัลยา วิศาลาภรณ์)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.ละเอียต รักษ์เฟื้อ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์วิญญา วิชาลาภรณ์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช ดร.ละเอียต รักษ์เผ่า คณะกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาในการให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการปรับปรุงแก้ไข ทำให้การวิจัยในครั้งนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์ ดร.สุพร เข้มเฮง ดร.ละเอียต รักษ์เผ่า อาจารย์สำเร็จ ธิราเพียร อาจารย์ปราณี ไชยวงศ์ อาจารย์ธนวิทย์ แจ่มพุ่ม และ อาจารย์เพ็ญจันทร์ นาคะรังษี ซึ่งบุคคลเหล่านี้ได้ให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจาก ผู้บริหาร ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ และเหล่าคณาจารย์ในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างและเพื่อใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ตลอดจนนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือทุกคน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ นิสิตเอกการวัดผลการศึกษา ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คุณประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบแต่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่ให้คำแนะนำ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง จนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา

วรลักษณ์ ลิ้มทองสกุล

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	2
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	2
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	2
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2	เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
	✓ความหมายของความสามารถทางสมอง.....	4
	ทฤษฎีของความสามารถทางสมอง.....	5
	แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองตามทฤษฎีของเทอร์สโตน.....	10
	หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์.....	15
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	16
	สหสัมพันธ์แบบคาโนนิกอล.....	18
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมอง.....	24
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสหสัมพันธ์คาโนนิกอล.....	29
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	30
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
	ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	31
	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	31
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	32
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ.....	33
	ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	38
	การตรวจให้คะแนน.....	43
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	43
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	43
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
	สัญลักษณ์และอักษรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	49

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	53
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	53
กลุ่มตัวอย่าง.....	53
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	53
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
อภิปรายผล.....	55
ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก.....	62
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	139

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เมตริกซ์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล.....	19
2 เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล.....	20
3 จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	32
4 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.....	49
5 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบธรรมดาระหว่างความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ และ วิทยาศาสตร์.....	50
6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ และค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ.....	50
7 ค่าน้ำหนักของสำคัญคาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมอง ด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.....	51

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โครงสร้างของเขาวนปัญญาของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว.....	6
2 โครงสร้างเขาวนปัญญาตามทฤษฎีสององค์ประกอบ.....	6
3 โครงสร้างเขาวนปัญญาตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน.....	7
4 โครงสร้างของเขาวนปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด.....	9
5 โครงสร้างของเขาวนปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดที่ปรับปรุงใหม่.....	9
6 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง.....	33
7 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	36

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาที่ให้นักเรียน เป็นเพียงการปูพื้นฐานเบื้องต้นที่ให้นักเรียน เพื่อให้มีความรู้ในวิชา การตามความต้องการ สิ่งสำคัญที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียนก็คือ การให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรอบคอบ แต่เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า นักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ดังนั้น การจัดการเรียน การสอนจึงต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนด้วย ดังที่ อนาสตาซี (Anastasi, 1965 : 430) ได้ให้ความเห็นว่า การศึกษามีได้ขึ้นอยู่กับความสามารถทางด้านสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองของแต่ละบุคคล รวมทั้งองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาด้วย การที่ธรรมชาติได้ให้บุคคลแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ก็เพื่อสนองกับงานซึ่งต้องอาศัยความสามารถ ที่แตกต่างกัน ความสามารถที่แตกต่างกันนี้เองเป็นผลทำให้นักเรียนแต่ละคนต้องเลือกเรียนในสาขาวิชาที่ตน มีความถนัด ซึ่งในบางครั้ง ครู ผู้ปกครอง หรือแม้แต่ตัวนักเรียนเอง ก็ไม่ทราบว่าตนมีสมรรถภาพทางสมอง เหนือใคร ในด้านใด ดังนั้น แบบทดสอบสมรรถภาพทางสมองจึงมีความสำคัญในการคัดเลือกบุคคลเข้าเรียน หรือเข้าทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถตนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งถือว่าเป็น การศึกษาเพื่อสำรวจความสามารถ และความถนัดของนักเรียนหากนักเรียนแต่ละคนได้มีโอกาสรู้ล่วงหน้า ว่าตนเองมีความสามารถหรือมีความถนัดด้านใดแล้วจะทำให้เขาได้มีโอกาสเลือกที่จะศึกษาในสาขาวิชาที่ตน เองถนัด และสามารถเรียนจนสำเร็จ เมื่อจบออกมาก็สามารถทำงานได้ตรงกับความรู้ความสามารถของตนเอง เกิดความรักในงานที่ทำ และทำงานได้อย่างมีความสุข อันจะส่งผลถึงการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า ยั่งยืนต่อไป (สุทธิวรรณ พิศัยโสภณ. 2541 : 2)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าปัจจุบันการมัธยมศึกษาจะ มุ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้เจริญงอกงามไปตามความ ถนัดของตนเองแล้วก็ตามแต่ก็มีวิชาบางวิชาที่หลักสูตรกำหนดให้ผู้เรียนต้องรู้และมีความสามารถในวิชานั้นๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการที่ นักเรียนจะออกไปดำรงชีวิตประจำวันได้ อย่างเช่นวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพราะทั้งสองวิชานี้มีความสำคัญกับสภาพสังคมและความก้าวหน้าในโลกปัจจุบันมาก เป็นผลอันเนื่องมาจาก ความเจริญก้าวหน้าของวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้งสองวิชานี้มีความสัมพันธ์กันอย่างแน่นแฟ้น ดังจะเห็นได้จากคำกล่าวที่ว่า คณิตศาสตร์เป็นตัวจัดระเบียบอย่างมีเหตุผลให้แก่วิทยาศาสตร์ ซึ่งเรียกว่า เป็นราชินีแห่งวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการที่จะนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งเรียกว่า เป็นผู้รับใช้ของวิทยาศาสตร์ (สามารถ วีระสัมฤทธิ์. 2512 : 1 ; อ้างอิงจาก Bradfield and Moredock. n.d.)

การเรียนรู้และเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง มีความจำเป็นสำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะว่าการคิดเลขที่ถูกต้อง การวัดที่รอบคอบและความสามารถในการสังเกตอย่างถี่ถ้วนล้วนเป็นรากฐานที่จำเป็น สำหรับการศึกษาศาสตร์ และช่วยให้วิทยาศาสตร์มีความหมายกว้างยิ่งขึ้น และในขณะเดียวกันพื้นฐาน ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้ที่ศึกษาคณิตศาสตร์มองเห็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้กว้าง ขึ้นด้วย

จะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนทั้งสองวิชานี้มีจุดมุ่งหมายไปทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันอย่าง ใกล้ชิด จากการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมา พบว่า การศึกษาหาความสัมพันธ์หรือการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองมักจะแยกสองวิชานี้ออกจากกัน ดังนั้น เพื่อที่จะ พัฒนาและปรับปรุงการศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหวัง ที่จะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ

วิทยาศาสตร์ด้วยสถิติวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลเพราะเป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ที่ร่วมกันมากที่สุด อันจะเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ปรับปรุงการเรียนการสอน การวัดผล และเข้าใจถึงธรรมชาติพื้นฐาน ของวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล ระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษานำหนักความสำคัญแบบคาโนนิคอลของความสามารถทางสมอง ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าความสามารถทางสมองทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตนมีความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อ ผู้บริหาร ครูผู้สอน และครูแนะแนว ในการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ แก่นักเรียนนอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตนต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดปทุมธานี จำนวนโรงเรียน 22 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 5,762 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดปทุมธานี จำนวน 14 ห้องเรียน 418 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้นและมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม
3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
 - 3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความสามารถทางสมอง ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน ประกอบด้วย
 - 3.1.1 ความสามารถทางสมองด้านจำนวน
 - 3.1.2 ความสามารถทางสมองด้านภาษา
 - 3.1.3 ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล
 - 3.1.4 ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
 - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย
 - 3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์

1. ความสามารถทางสมอง

หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่แสดงออกมาจากการได้รับประสบการณ์หรือการเรียนรู้ และมีการสั่งสมไว้มาก จนเกิดเป็นทักษะพิเศษที่เด่นชัด และพร้อมที่จะแสดงออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และชัดเจน ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาความสามารถทางสมอง ดังนี้

1.1 ความสามารถทางสมองด้านจำนวน หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาหาความสัมพันธ์ของกลุ่มของตัวเลขอนุกรมแต่ละชุดที่เรียงกันไว้อย่างมีระบบ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

1.2 ความสามารถทางสมองด้านภาษา หมายถึง ความเข้าใจในความหมายของภาษา ข้อความ หรือเรื่องราวต่าง ๆ และเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง

1.3 ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล หมายถึง ความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณแล้วสามารถจัดประเภท เปรียบเทียบอุปมาอุปไมย และลงสรุปความได้อย่างถูกต้อง

1.4 ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความคิดในการสร้างจินตนาการ ให้เห็นส่วนย่อย และส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ สามารถหาความสัมพันธ์ของรูปทรง เมื่อเปลี่ยนตำแหน่ง หรือหมุนภาพนั้นไปจากเดิม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หมายถึง ความรู้ที่ได้เมื่อสิ้นสุดการเรียนแล้ว ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาต่อไปนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ซึ่งดูจากคะแนนจากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งดูจากคะแนนจากแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)

3. สหสัมพันธ์แบบคาโนนิกอล

หมายถึง การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง กลุ่มของตัวแปรอิสระที่มากกว่า 1 ตัวแปรกับกลุ่มของ ตัวแปรตาม ซึ่งก็คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ทั้ง 4 ด้าน กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 วิชา

4. คำนวณน้ำหนักความสำคัญแบบคาโนนิกอลของแบบทดสอบ

หมายถึง ค่าที่แสดงให้เห็นให้ทราบว่าความสามารถทางสมองในแต่ละด้าน วัดในสิ่งที่ร่วมกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มากน้อยเพียงใด

5. ผู้เชี่ยวชาญ

หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป วิชาเอกการวัดผลการศึกษา มีประสบการณ์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัด จำนวน 3 ท่าน กับผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ วิชาละ 2 ท่าน รวมแต่ละวิชา ๆ ละ 5 ท่าน

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาดังนี้

1. ความหมายของความสามารถทางสมอง
2. ทฤษฎีของความสามารถทางสมอง
3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองตามทฤษฎีของเทอร์สโตน
4. หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมอง
 - 7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสหสัมพันธ์คาโนนิคอล
8. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความหมายของความสามารถทางสมอง

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถทางสมองหรือสมรรถภาพทางสมองไว้มากมายหลายประการซึ่งอาจแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดปลีกย่อยดังนี้

✓ วอร์เรน (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 15 อ้างอิงจาก Warren. 1934 : 18) ให้ความหมายว่า เป็นสภาวะหรือคุณลักษณะกลุ่มหนึ่ง ที่แสดงให้เห็นความสามารถของแต่ละบุคคล อันได้จากการฝึกฝนความรู้ทักษะหรือสิ่งตอบสนองเฉพาะอย่าง

✓ บิงแฮม (Bingham. 1937 : 18) ได้ให้ความหมายว่าเป็นสภาวะอันแสดงความเหมาะสมของบุคคล ที่สำคัญประการแรกคือความพร้อมของบุคคลในการเพิ่มพูนความชำนาญให้กับตนเอง หรือเป็นศักยภาพของบุคคลนั้น และอีกประการหนึ่งคือความพร้อมที่จะสนใจในความสามารถนั้น ๆ

✓ อิงลิช และ อิงลิช (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 15 อ้างอิงจาก English and English, 1961) ให้ความหมายว่า เป็นนิสัยที่เกิดได้จากประสบการณ์จากการฝึกอบรมทั้งในระบบ และนอกระบบ

✓ ครอนบัช (Cronbach. 1970 : 200) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกลุ่มความสามารถทางสมอง ที่ร่วมกันทำงานเพื่อเพิ่มพูนความสำเร็จในกิจกรรมทางปัญญา

✓ ฟรีแมน (Freeman. 1966 : 431) ได้ให้ความหมายว่าเป็นผลของคุณลักษณะต่าง ๆ ที่จะชี้ให้เห็นความสามารถของแต่ละคนในการที่จะได้มาซึ่งความรู้ ทักษะ หรือการตอบสนอง

บราวน์ (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 15 อ้างอิงจาก Brown. 1970) ให้นิยามว่าเป็นพลังในการเรียนรู้ที่จะทำงานหนักได้ และยังเปรียบเทียบว่า ความสามารถ (ability) เกี่ยวข้องกับสภาพปัจจุบัน ส่วนความถนัดมองอิงเรื่องสภาพอนาคต นั่นคือ ความถนัด+การฝึกฝน = ความสำเร็จ

✓ สโนว์ (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 15 อ้างอิงจาก Snow. 1960) มองสมรรถภาพทางสมองว่าเป็นโครงสร้างและเป็นคุณลักษณะทางจิตวิทยาของแต่ละบุคคลที่มีความโน้มเอียงในการพยากรณ์ความแตกต่างผลที่เรียนรู้มาแล้ว ภายใต้เงื่อนไขการเรียนการสอนเฉพาะอย่าง

ชวาล แพร์ตกุล (2513 : 1) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางสมองว่าเป็นขีดระดับความสามารถ

ขั้นสูงสุดของบุคคล ที่เขาอาจมีได้ต่อการเรียนรู้และฝึกฝนในวิทยาการตลอดทักษะต่าง ๆ ถ้าหากเขาได้รับการฝึกและได้รับประสบการณ์ที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังได้เสนอความหมายของสมรรถภาพทางสมองไว้ 5 ประการ

1. สมรรถภาพทางสมองไม่หมายถึงความรู้ คือไม่ต้องการวัดว่าเขาเรียนรู้อะไรมาบ้าง มากน้อยเพียงใด แต่ต้องการวัดว่านักเรียนสามารถนำเอาความรู้มาแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่มีลักษณะแตกต่างแปลกไปจากเดิมหรือไม่
2. สมรรถภาพทางสมองไม่หมายถึงความเร็ว คือ จะมองที่ความยุ่งยากของงานเป็นหลัก ในการพิจารณาตัดสิน คือถ้าใครสามารถทำงานที่ยาก ซับซ้อน ได้ถูกต้องมาก ก็เรียกเจ้าของสมองนั้นว่า เป็นคนฉลาดมาก
3. สมรรถภาพทางสมองไม่หมายถึงกรรมพันธุ์ นั่นไม่ได้หมายความว่าลูกจะต้องเก่ง และมีความสามารถทางสมองสูงเหมือนพ่อแม่เสมอไป พ่อแม่บางคนมีการศึกษาดี แต่ลูกมีพัฒนาการทางสมองต่ำก็มี
4. สมรรถภาพทางสมองไม่หมายถึงความสามารถชนิดเดียว เพราะสมองมนุษย์น่าจะประกอบด้วยความสามารถหลาย ๆ ชนิดอย่างแน่นอน และความถนัดนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับระดับความสามารถแต่ละชนิดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนของความสามารถเหล่านั้นด้วย
5. สมรรถภาพทางสมองไม่หมายถึงพรหมลิขิต นั่นคือ มนุษย์เราสามารถหล่อหลอม ฝึกฝนความสามารถทางสมองของเราได้ สังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม อุปนิสัยขณะเป็นเด็ก และตอนเป็นผู้ใหญ่ เป็นต้น

✓ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541 : 17-18) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางสมองไว้ว่า หมายถึง ความสามารถที่บุคคลได้รับประสบการณ์ ฝึกฝนตนเอง และมีการสั่งสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะพิเศษ แสดงเด่นชัดด้านใดด้านหนึ่ง พร้อมทั้งจะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นได้เป็นอย่างดี

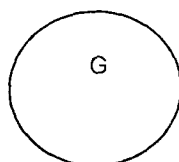
จากความหมายของความสามารถทางสมอง หรือ สมรรถภาพทางสมองดังกล่าว อาจสรุปได้ว่า ความสามารถทางสมองหมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับประสบการณ์ หรือการเรียนรู้ และมีการสั่งสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะพิเศษที่เด่นชัด พร้อมทั้งจะแสดงออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และชัดเจน

2. ทฤษฎีของความสามารถทางสมอง

นักจิตวิทยาได้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความสามารถทางสมองของมนุษย์มาเป็นเวลานาน โดยระยะแรกมีความเชื่อว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์ เป็นหน่วยรวมหน่วยเดียว ตามความคิดของบิเนท์ และซิมอน (Binet and Simon) จึงทำให้แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองในสมัยนั้นออกมาเป็นเลขเพียงจำนวนเดียว ดังจะเห็นได้จากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาของบิเนท์ (Cronbach. 1970 : 199) ต่อมาในปี ค.ศ.1927 สเปียร์แมน ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถทางสมอง พบว่ามีสององค์ประกอบคือ องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) และองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors) แต่ในปี ค.ศ.1933 ได้มีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง เมื่อเทอร์สโตน (Thurstone. 1933 : 371) ค้นพบว่าความสามารถทางสมองมีปลายองค์ประกอบ และในปี ค.ศ.1967 กิลฟอร์ด (Guilford. 1967) ได้นำเสนอโครงสร้างทางสมองของมนุษย์เป็น 3 มิติ หลังจากนั้นได้มีผู้สนใจศึกษาทฤษฎีของความสามารถทางสมองอีกมาก จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นมีรายละเอียดดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 42-52)

2.1 ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-factor Theory)

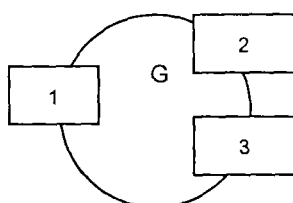
บางทีมีผู้เรียกทฤษฎีนี้ว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บีเนต์และซิมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวของความสามารถทั่วไป (General ability) นั่นเอง ในปี ค.ศ.1905 หรือ พ.ศ.2448 บีเนต์และซิมอนได้สร้างข้อสอบวัดตามความคิดของเขาเป็นครั้งแรก ข้อสอบฉบับนี้สร้างวัดระดับเชาวน์ปัญญาเป็นแบบ Global measure คือวัดออกมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีเชาวน์ปัญญาระดับใด ที่เรียกกันติดปากว่า IQ นั่นเอง IQ ย่อมาจาก Intelligence Quotient ใครมี IQ แปลว่ามีเชาวน์ปัญญาสูง ใครมี IQ ต่ำ แปลว่ามีเชาวน์ปัญญาต่ำ แต่พึงเข้าใจว่า IQ สูงหรือต่ำนั้นขึ้นอยู่กับตัวข้อสอบด้วย ว่าวัดอะไรกันบ้าง และสิ่งที่วัดนั้นครอบคลุมตัวเชาวน์ปัญญาจริงหรือเปล่า



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างของเชาวน์ปัญญาของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว

2.2 ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi-factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นแนวคิดของ สเปียร์แมน (Charles Spearman) ในปี ค.ศ.1927 เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ พบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลายเมื่อวิเคราะห์ดูแล้วพบว่ามีส่วนประกอบร่วมอันหนึ่ง เรียกว่าองค์ประกอบทั่วไป (General factor) เรียกย่อ ๆ ว่า G-factor เนื่องจากเขาหาสหสัมพันธ์เกี่ยวพันกันแต่ละแบบทดสอบมีค่าสูง แต่ก็สูงอย่างไม่สมบูรณ์แบบ จึงให้ชื่อองค์ประกอบย่อย ๆ นี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) เรียกย่อ ๆ ว่า S-factors แต่ละองค์ประกอบเฉพาะนี้มีกิจกรรมเฉพาะตัวชนิดของมันเอง



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีสององค์ประกอบ

2.3 ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-factor Theory)

ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เทอร์สโตน (L.L. Thurstone) เสนอทฤษฎีเมื่อปี ค.ศ.1933 ซึ่งได้ใช้แบบทดสอบ 56 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนหลายร้อยคน แล้วนำผลมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อแยกความสามารถทางสมองของมนุษย์ ได้ผลสรุปว่าความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ (Primary Mental Ability) มี 7 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor หรือ V-factor) เป็นความสามารถในการเข้าใจศัพท์ ข้อความ บทกวี หรือเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา และเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม
2. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor หรือ W-factor) เป็นความสามารถที่เกี่ยวกับการสร้างคำจากอักษรที่กำหนดให้ การใช้ถ้อยคำต่าง ๆ การรู้จัก

จังหวะในการพูด การรู้จักข้อสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

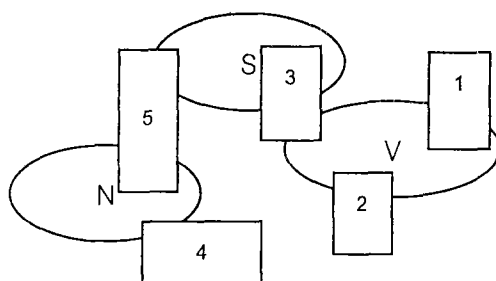
3. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor หรือ N-factor) เป็นความสามารถในการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว สามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวน มีความแม่นยำ คล่องแคล่วในการ บวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้เป็นอย่างดี

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Factor หรือ S-factor) เป็นความสามารถในการมองเห็น หรือโนภาพในการหมุนรูปทรงเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพนั้นไปจากเดิม ซึ่งต้องใช้องค์ประกอบด้านจินตนาการร่วมกัน

5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor หรือ M-factor) เป็นความสามารถด้านการระลึกและจดจำเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

6. องค์ประกอบด้านสังเกตและพิจารณา (Perceptual Speed Factor หรือ P-factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นรายละเอียด ความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor หรือ R-factor) เป็นความสามารถในการจัดประเภท อุปมาอุปไมย และสรุปความได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สตัน

2.4 ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model)

ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นโดยกิลฟอร์ด (Guilford) เมื่อ ค.ศ.1967 มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Structure-of-Intellect Model หรือ Three-Dimensional Model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะโดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเชาวน์ปัญญาเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึงความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และบอกได้ว่า สิ่งนั้น ๆ คืออะไร

2. ความจำ (Memory) หมายถึงความสามารถในการเก็บสะสมความรู้และสามารถระลึกออกมาได้

3. การคิดนอกเนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้บอกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุมีผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบนอกเนกนัย

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดหาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้น คำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

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

1. ภาพ (Figural) หมายถึงสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอน สามารถจับต้องได้ หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกนึกออกได้ตั้งรูปนั้นก็

2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึงข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

3. ภาษา (Semantic) หมายถึงข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูด หรือภาษาเขียนที่มีความหมายสามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านคิด (Verbal Thinking) มากกว่าเขียน คือ มองความหมาย

4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึงข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึงทัศนคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Product) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่างคือ

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

2. จำพวก (Classes) หมายถึงชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพด กับ มะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนี้ เป็นต้น

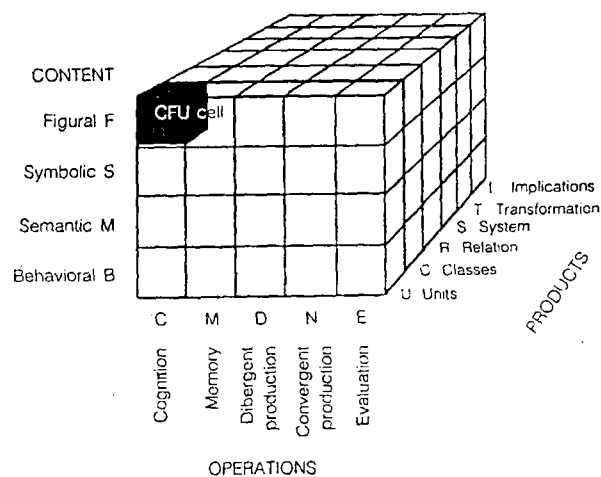
3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึงผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย ดังนี้ เป็นต้น

4. ระบบ (Systems) หมายถึงการจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าอะไรมาก่อนมาหลัง

5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

6. การเกี่ยวพัน (Implications) หมายถึงความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความ เพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท “ถ้า...แล้ว...” ก็เป็นพวกใช้คาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

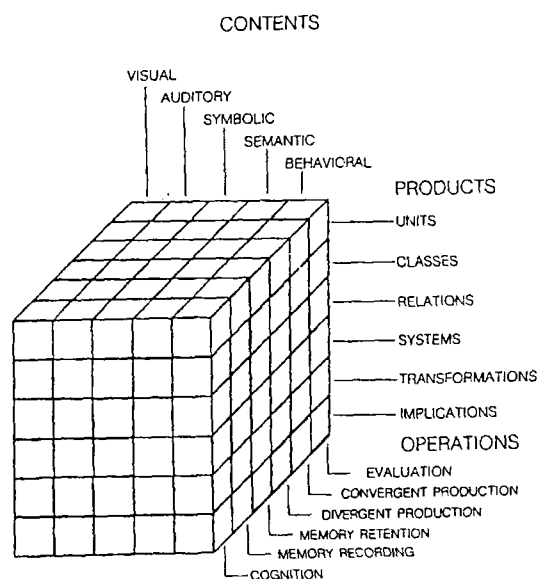
จากนิยามคุณลักษณะของเชาว์ปัญญาทั้ง 3 ด้าน สามารถจัดให้อยู่ในรูปลูกบาศก์ ดังภาพประกอบ ดังนี้



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของเชาวันปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด

จากภาพประกอบ 4 แสดงถึงโครงสร้างของเชาวันปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของการวัดเชาวันปัญญาอันนี้แบ่งออกเป็น $5 \times 4 \times 6 = 120$ ตัว แบบจุลภาค (MicroModel) โดยในแต่ละตัวจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของ 3 มิติ โดยเรียงจาก วิธีการคิด-เนื้อหา-ผลการคิด (Operation-Content-product)

ในปี 1988 กิลฟอร์ด (ลัวน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 51 อ้างอิงจาก Guilford.1988) ได้เสนอบทความ Some changes in the structure-of-intellect Model โดยเพิ่มด้านเนื้อหาเป็น 5 อย่าง และด้านกระบวนการคิดเดิมมี 5 อย่าง เพิ่มใหม่เป็น 6 อย่าง ดังภาพประกอบดังนี้



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างของเชาวันปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดที่ปรับปรุงใหม่

จากภาพประกอบ 5 ด้านเนื้อหา เดิมมีภาพ (Figural) แล้ว แยกเป็น การรับรู้ทางสายตา (Visual) กับ การรับรู้ทางหู (Auditory) การรับรู้ทางสายตา เป็นความสามารถในการมองเห็น ส่วนการรับรู้ทางหู เป็นความสามารถในการรับรู้ทางการได้ยิน ด้านกระบวนการคิด ได้แยกความจำ (Memory) ออกเป็น 2 อย่าง คือ การบันทึกความจำ (Memory Recording) ซึ่งหมายถึงความจำในช่วงสั้น (Short-term memory) นั่นเอง ส่วนความจำอีกอย่างหนึ่งคือ การเก็บรักษาความจำ (Memory Retention) เป็นความจำที่ทิ้งช่วง นั่นคือเป็นการให้เวลาในการจำนาน ๆ นั่นเอง ดังนั้น โครงสร้างเซวาร์ปัญญาตามทฤษฎีกลฟอร์ดอันใหม่ก็จะมีจำนวน $5 \times 6 \times 6 = 180$ หน่วย

3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองตามทฤษฎีของเทอร์สโตน

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตนจะพบว่าเทอร์สโตน ได้วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางสมองว่ามีอยู่ 7 ประการ และได้สร้างแบบทดสอบชุดวัดความถนัดที่ชื่อว่า แบบทดสอบ พีเอ็มเอ หรือ ไพรมารี เมนทัล อะบิลิตี้ (PMA : Primary Mental Ability) ขึ้นในปี ค.ศ.1941 (บุญชม ศรีสะอาด. 2521 : 105-108) เทอร์สโตนได้เลือกแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามตัวประกอบ (factorial validity) สูงสุด วัดแต่ละตัวประกอบ

แบบทดสอบ พีเอ็มเอ ได้แบ่งตามระดับชั้นซึ่งมีตั้งแต่ระดับอนุบาล, ระดับชั้น 2-4, ระดับชั้น 4-6, ระดับชั้น 6-9 และระดับชั้น 9-12 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 65) แบบทดสอบที่ใช้วัดส่วนใหญ่จะวัดตามองค์ประกอบและรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดความหมายทางภาษา (V-Verbal Meaning) เป็นความสามารถที่จะแสดงออกมาด้วยคำศัพท์หรือความหมายทางภาษาทั้งหลาย เช่น คำที่มีความหมายเหมือนกัน คล้ายกัน
2. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ (S-Spatial Perception) เป็นภาพทรงเรขาคณิตอย่างง่าย ๆ หมุนในทิศทางต่าง ๆ เป็นการทดสอบการรับรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่ในมิติ ทดสอบความสามารถในการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในสองหรือสามมิติ
3. แบบทดสอบเหตุผล (R-Reasoning) เป็นความสามารถด้านการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเป็นพื้นฐาน ซึ่งแต่ละข้อจะเป็นชุดของอักษรเรียงตามแบบแผนหรือกฎใดกฎหนึ่ง
4. แบบทดสอบจำนวน (N-Number Facility) เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลขโดยประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับการบวกอย่างง่าย ๆ เป็นการวัดความสามารถในการคิดเกี่ยวกับตัวเลข ปริมาณอย่างรวดเร็วและแม่นยำ การเปรียบเทียบจำนวนปริมาณที่แตกต่างกัน คลุมถึงโจทย์คณิตศาสตร์เหตุผลด้วย
5. แบบทดสอบความไวต่อการรับรู้ (P-Perceptual Speed) เป็นการวัดความสามารถด้านประสาทสายตาที่มองเห็นความเหมือน และความต่างของสิ่งที่กำหนดให้เพียงใด การแยกความแตกต่างของสิ่งเหล่านี้ อาจจะเป็นภาพเหมือนหรือภาพทรงเรขาคณิต และสัญลักษณ์ใด ๆ ก็ได้ จะต้องทำได้รวดเร็วและแม่นยำด้วย

แบบทดสอบ PMA เสนอผลเป็นเส้นภาพพยายามมองว่าเด็กคนใดสูงเด่นด้านใดจะได้รู้ว่า เด็กคนนั้นถนัดด้านใด ระดับต้น ๆ เป็นภาพส่วนใหญ่ พอสูงขึ้นไปเป็นภาพที่มีพวกด้านมิติสัมพันธ์ นอกนั้นมักจะเป็นภาษา

การสร้างแบบทดสอบตามแนวทฤษฎีของเทอร์สโตนได้มีผู้แยกหัวข้อย่อยตามองค์ประกอบทั้ง 7 ประการไว้ มากมาย แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียง 4 องค์ประกอบซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านภาษา

ทองหล่อ วิภาวีน (2523 : 36-41) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบว่า ประกอบด้วย 5 แบบ คือ แบบทดสอบหาคำตรงข้าม แบบความหมายใกล้เคียง คำศัพท์สัมพันธ์ ความเข้าใจทางภาษา

และความเข้าใจภาพ ส่วน บุญชม ศรีสะอาด (2526 : 33-36) ได้เพิ่มเติมลักษณะของแบบทดสอบจากของ ทองหล่อ วิภาวีน อีก 1 แบบ คือ แบบหาที่ผิด นอกจากนี้ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541 : 79-92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบว่าประกอบด้วย 7 แบบ ซึ่งเพิ่มเติมจากของ ทองหล่อ วิภาวีน อีก 2 แบบ คือ แบบผิดความ และ การสังเคราะห์ข้อความ

ตัวอย่างแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 244-262)

คำชี้แจง จงพิจารณาว่าคำศัพท์ที่ขีดเส้นใต้มีความหมายตรงข้ามกับคำใดมากที่สุด

(0) เธอเป็นคนเนื้อหอม

- ก. เลวทราม
- ข. น่าเกลียด
- ค. เกรงขาม
- ง. หวาดเสียว
- จ. ทุรนทุราย

คำตอบคือ ข.

คำชี้แจง จงพิจารณาว่าคำศัพท์ที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับคำใดมากที่สุด

(00) พระภิกษุ

- ก. วัด
- ข. ศีล
- ค. โบสถ์
- ง. วิหาร
- จ. ทำบุญ

คำตอบคือ ข.

คำชี้แจง อ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม

“อะไร ๆ มันก็ต้องฉันทันนั้น หาเลี้ยงลูก หาเลี้ยงผัว ฉันทายากรู้จักถ้าบ้านนี้ไม่มีฉันทเสียคนเดียว คงจะต้องพากันอดตาย เฮอะใคร ๆ ก็จนปัญญาแล้วละซี นั้งซี นอนซี นอนอยู่อย่างนี้แหละ”

(000) ใครขยันที่สุดในครอบครัว

- ก. พ่อ
- ข. แม่
- ค. ลูก
- ง. ลุง
- จ. หลาน

คำตอบคือ ข.

2. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านจำนวน หรือตัวเลข

ทองหล่อ วิภาวีน (2523 : 42-49) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบว่า ประกอบด้วย คณิตศาสตร์ เหตุผลและอนุกรม ซึ่งอนุกรมก็แยกออกเป็น อนุกรมหลายมิติ และอนุกรมหาที่ผิด แต่ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 93-105) ได้แยกลักษณะของแบบทดสอบเป็น 3 แบบ คือตัวเลขอนุกรม คณิตศาสตร์เหตุผล และ แบบเปรียบเทียบปริมาณ ซึ่งในส่วนของตัวเลขอนุกรมายังแบ่งออกเป็น อนุกรมธรรมดา กับอนุกรมหลายชั้น อีกด้วย ส่วนบุญชม ศรีสะอาด (2526 : 37-40) มีลักษณะของแบบทดสอบเพิ่มเติมจากทองหล่อ วิภาวีน อีก 2 แบบ คือ แบบทักษะ และแบบโจทย์ปัญหา

ตัวอย่างแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 97-102)

คำชี้แจง กำหนดชุดของตัวเลขที่เรียงกันในระบบใดระบบหนึ่ง ให้พิจารณาว่าตัวเลขในช่องว่างควรจะเรียงโดยใช้ตัวเลขใด

(0) 3 4 6 9

ก. 12

ข. 13

ค. 15

ง. 16

จ. 17

คำตอบคือ ข.

คำชี้แจง ข้อ (00) และ (000) พิจารณาว่าตัวเลขแต่ละระบบเกี่ยวพันกันอย่างไร แล้วหาค่าที่อยู่ในช่องว่าง

(00)

8	
4	2

4	
2	1

20	
10	?

ก. 2

ข. 4

ค. 5

ง. 6

จ. 7

คำตอบคือ ค.

(000)

1	3	7
2	4	8
5		11

- ก. 5
- ข. 6
- ค. 7
- ง. 9
- จ. 10

คำตอบคือ ค.

3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล

ลักษณะของแบบทดสอบประเภทนี้ จะจำแนกเหมือนกันในส่วนของการจำแนกประเภท

อุปมาอุปไมย อนุกรมภาพ และสรุปความ แต่ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541 : 109-136)

ได้เพิ่มเติมในส่วนของการหาตัวร่วมตัวต่าง และความสามารถด้านการวิเคราะห์ นอกจากนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2526 : 44-51) ยังได้แบ่งลักษณะของแบบทดสอบเพิ่มขึ้นจาก ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ อีก 2 แบบ คือ แบบเรียงลำดับ และแบบแผนภาพทางตรรกศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 117-132)

คำชี้แจง พิจารณาคำที่กำหนดให้นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

แล้วหาคำที่มีความสัมพันธ์กันเหมือนกับความสัมพันธ์ของคำคู่แรก

(0) คน : อาหาร —————> ? : ?

- ก. ข้าว : หม้อ
- ข. ครู : เงิน
- ค. ไม้ : ราก
- ง. พืช : ปุ๋ย
- จ. วัว : เกวียน

คำตอบคือ ง.

คำชี้แจง อ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วพิจารณาลงสรุปข้อความนั้น

(00) ทำงานมากเกินไปทำให้สุขภาพไม่ดี นาย ก. ไม่ค่อยทำงาน แต่สุขภาพไม่ดี

เราอาจสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. นาย ก. ไม่ชอบทำงาน
- ข. นาย ก. เพิ่งจะเคยทำงาน
- ค. นาย ก. ทำงานมานานแล้ว
- ง. นาย ก. สุขภาพไม่ดีมาแต่เดิม
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

คำตอบคือ ง.

คำชี้แจง พิจารณาว่าชุดของคำที่กำหนดให้ นั้น มีอะไรเป็นตัวร่วมกัน

(000) เข้า บ่าย เย็น

- ก. เวลา
- ข. นาฬิกา
- ค. แสงสว่าง
- ง. แสงแดด
- จ. ความร้อน

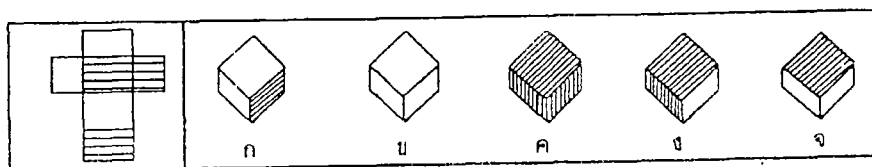
คำตอบคือ ก.

4. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านนี้ส่วนใหญ่แล้วจะแบ่งออกคล้าย ๆ กันจะมีเพิ่มเติมกันบ้างเล็กน้อย ลักษณะของแบบทดสอบของ ทองหล่อ วิภาวิน (2523 : 73-81) จะประกอบด้วยแบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบแยกภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบพับกล่อง (หรือประกอบภาพ 3 มิติ) และแบบตัดกระดาษ ในส่วนของ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541 : 149-160) และบุญชม ศรีสะอาด (2526 : 53-56) ได้เพิ่มเติมในส่วนของ แบบต่อภาพ และแบบหาด้านตรงข้าม แต่บุญชม ศรีสะอาด จะต่างจาก ทองหล่อ วิภาวิน ในส่วนของการพับกล่อง

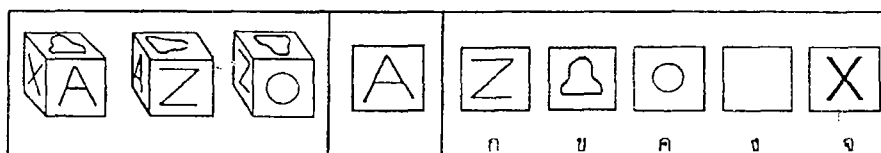
ตัวอย่างแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 157-159)

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพในข้อใดเป็นกล่องที่เกิดจากการพับภาพที่กำหนดให้



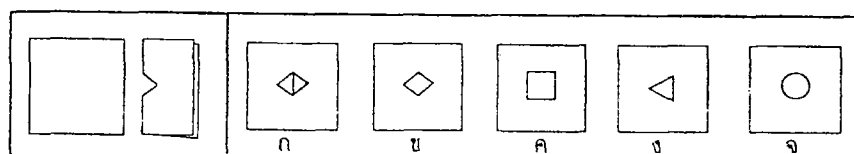
คำตอบคือ ง.

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพใดเป็นภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้



คำตอบคือ ค.

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพใดเป็นภาพที่เกิดจากการพับครึ่งของภาพทางซ้ายมือ



คำตอบคือ ข.

4. หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าการจัดการศึกษาเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในด้านการเรียนได้ดีเท่ากันทุกโรงเรียนจะต้องอาศัยหลักสูตรการศึกษา เพราะหลักสูตรการศึกษา หมายถึง โครงการให้การศึกษ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะสอดคล้องกับความมุ่งหมาย ทางการศึกษา ที่กำหนดไว้ (สมิตร คุณานุกร. 2518 : 2)

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) เป็นหลักสูตร 3 ปี หรือ 6 ภาคเรียน ที่ใช้ในการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2536 มีสาระสำคัญของหลักสูตร คือ *หลักการของหลักสูตร* เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ ผู้เรียนค้นพบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง เป็นการศึกษาทั่วไป เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการประกอบสัมมาชีพ หรือการศึกษาต่อ เน้นการศึกษาที่สนองความต้องการของท้องถิ่นและประเทศชาติ จุดหมายของหลักสูตร มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิตและการศึกษาต่อ ให้สามารถเลือกแนวทางที่จะทำประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตน ในฐานะพลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จุเลือกและตัดสินใจประกอบสัมมาชีพทำงานร่วมกับผู้อื่นได้มีนิสัยในการปรับปรุงงาน ตนเองและสังคม เสริมสร้างอนามัยชุมชนและครองชีพโดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อสังคม นอกจากนี้ในแต่ละวิชายังได้จำแนกจุดประสงค์ทั่วไปอีกซึ่งจะกล่าวถึง 2 วิชาคือ วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

4.1 จุดประสงค์ทั่วไปวิชาคณิตศาสตร์

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ปรากฏในสิ่งแวดล้อม สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระเบียบ ชัดเจน และรัดกุม
2. เพื่อให้มีทักษะในการคิดคำนวณ
3. เพื่อให้เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งที่มีต่อชีวิตประจำวัน และเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้
4. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ ที่อาศัยคณิตศาสตร์

4.2 จุดประสงค์ทั่วไปวิชาวิทยาศาสตร์

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

จากจุดประสงค์ทั่วไปทั้ง 2 วิชาข้างต้นนั้น เราจึงนำไปสร้างตารางวิเคราะห์รายละเอียดเพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ต่อไป

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ต่าง ๆ กัน ซึ่งพอจะยกเป็นตัวอย่างดังนี้
 กูด (Good. 1959 : 7) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จ หรือประสิทธิภาพทางด้านการกระทำในทักษะที่กำหนดให้ หรือในด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

อนาสตาซี (Anastasi. 1970 : 107) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบด้านสติปัญญา และองค์ประกอบด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา ได้แก่ องค์ประกอบด้านเศรษฐกิจ สังคม แรงจูงใจ และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาด้านอื่น ๆ

ชวาล แพรัตกุล (2516 :15) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมอง ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะประกอบไปด้วยสิ่งสำคัญอย่างน้อยสามสิ่ง คือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นความสามารถหรือคุณลักษณะของผู้เรียนอันเกิดจากการเรียนการสอน

อารมณ เพชรชื่น (2527 : 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาแล้วนั้นอาจจะสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้เมื่อสิ้นสุดการเรียนแล้ว

5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ซึ่งแล้วแต่ลักษณะของการจำแนก (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2530 : 20-29)

5.2.1 จำแนกตามลักษณะการสร้าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน

5.2.2 จำแนกตามลักษณะของรูปแบบคำถามและการตอบแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบปรนัย (Objective test) และแบบทดสอบอัตนัย (Essay test) นอกจากนี้แบบทดสอบปรนัยยังแยกย่อยเป็นแบบทดสอบประเภทต่าง ๆ อีกคือ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ และแบบเลือกตอบ

5.2.3 จำแนกตามปริมาณผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น แบบทดสอบรายบุคคล (Individual test) กับแบบทดสอบเป็นกลุ่ม (Group test)

นอกจากการจำแนกตามลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีการจำแนกตามวิธีการปฏิบัติในการสอบ จำแนกตามสิ่งที่ใช้ในการสื่อความหมายในคำถาม จำแนกตามขอบเขตของเวลาที่ให้ทำ จำแนกตามลักษณะของการเปรียบเทียบผลการสอบ จำแนกตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ จำแนกตามขอบเขตของคำตอบ เป็นต้น

5.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อต้องการทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นส่วนรวมนั้น ล้วน สายยศ (2519 :14-15) ได้กล่าวไว้ว่าการออกข้อสอบคณิตศาสตร์ควรแบ่งเป็น 3 ประการ คือ

1. คณิตศาสตร์ทักษะ ซึ่งหมายถึง ความคล่องแคล่วในการคิดเลข การใช้เครื่องหมาย ข้อสอบมีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขหรือตัวแปร ไม่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลความเข้าใจภาษา
2. คณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการถามเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล ขั้นตอนการพิสูจน์ และการประเมินค่า ข้อสอบชนิดนี้ความเข้าใจภาษามีอิทธิพลมาก เพราะคำถามจะต้องใช้อธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่
3. คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา มุ่งตรวจสอบผลสัมฤทธิ์สุดท้ายในการคิด จุดประสงค์ของการออกข้อสอบชนิดนี้เพื่อให้เด็กแก้ปัญหาเป็น สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ข้อสอบชนิดนี้ต้องเกี่ยวข้องกับภาษาเป็นอย่างมาก

5.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การเรียนวิทยาศาสตร์มีความมุ่งหมายสำคัญที่จะให้นักเรียนทราบถึงสาเหตุและผลของปรากฏการณ์และความเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติความรู้สึกรู้สึกนึกคิดในเรื่องนี้ไม่สามารถปลูกฝังให้เกิดขึ้นโดยการพูดหรือการอ่านให้ฟัง แต่จะต้องเกิดจากประสบการณ์ที่ตนเองเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องจริง ๆ หรือได้พบได้กระทำด้วยมือตนเองจริง ๆ จึงจะสำเร็จและทำให้บังเกิดความเชื่อมั่นในเรื่องราวและหลักการนั้น ๆ ด้วย ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการทดลองควบคู่ไปด้วยกันเสมอ ๆ คล้ายกับการทดลองเป็นเครื่องพิสูจน์เรื่องราวตามที่กล่าวไว้ในตำราตนเอง จากการที่ให้นักเรียนทำการทดลองบ่อย ๆ นี้จะมีผลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อพฤติกรรมอื่น ๆ หลายด้านหลายชนิด เช่น ทำให้เกิดและเสริมให้กล้าในความสังเกต วิจารณ์ญาณ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์คณะกรรมการโครงการวิจัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างชาติ (อังกะ จรรจา สุวรรณทัต และดวงเดือน ศาสตรภักดิ์. 2517 : 11-12) ได้วางจุดประสงค์ในการสร้างข้อสอบวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กในบางระดับอายุ เพื่อทราบความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ของเด็กชาติต่าง ๆ ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คือ เมื่อสังเกตเห็นสิ่งใดแล้ว สามารถอธิบายได้ด้วยภาษาของตนเอง ชัดเจน เป็นต้น
2. การตีความหมายทางวิทยาศาสตร์ คือ การจัดระเบียบความรู้ การตีความหมาย และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การสร้างทฤษฎี คือ การสะสมเพิ่มพูนความรู้ การวางกฎเกณฑ์ การใช้และแก้ไขกฎเกณฑ์
4. การใช้ทฤษฎีให้ได้ประโยชน์ การรู้จักใช้ข้อวินิจฉัยตามหลักทฤษฎีมาช่วยสังเกต และในการทดลอง การรู้จักประเมินและตีความหมายของผลการทดลองด้วยหลักทฤษฎี
5. การเข้าใจความ เมื่อได้รับความรู้ใหม่ ๆ จากข้อความหรือเรื่องราวใด ๆ ไม่ว่าจะได้รับโดยประสบการณ์ตรง หรือจากแหล่งแทนประสบการณ์ตรงก็ตาม ก็สามารถเทียบเคียง เข้าใจความและเห็นนัยสำคัญทางวิทยาศาสตร์ในข้อความหรือเรื่องราวนั้น ๆ ได้
6. การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปดัดแปลงใช้ในด้านอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง
7. จุดประสงค์ทางส่วนบุคคลและทางสังคม

8. ทางปรัชญา การใช้คำอธิบายและวิธีการอย่างมีหลักเกณฑ์ อิทธิพลของความคิดทางวิทยาศาสตร์ต่อปรัชญาทั่ว ๆ ไป

6. สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล

6.1 ความหมายและจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล (Canonical Correlation Analysis) เป็นเทคนิคทางสถิติที่คิดขึ้นโดย Hotelling เมื่อปี ค.ศ.1935 (วรรณดี แสงประทีปทอง, 2536 : 3 ; อ้างอิงจาก Hotelling n.d.) เป็นเทคนิคทางสถิติที่ช่วยให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป กับกลุ่มตัวแปรตามตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยศึกษาและเก็บข้อมูลการวัดตัวแปรเหล่านั้นมาครั้งเดียวกัน และวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวพร้อมกันหมด เทคนิควิเคราะห์ชนิดนี้ แตกต่างจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ตรงที่ การถดถอยพหุคูณมีตัวแปรตามหรือตัวเกณฑ์เพียงตัวเดียวแต่การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลมีตัวแปรตามมากกว่าหนึ่งตัว

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนสหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลมีหลายอย่าง เช่น R_c , r_c , r_{zw} เป็นต้น แต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้ R_c

ข้อดีของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลก็คือ ช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวทำนาย (Predictor Variables) กับตัวแปรตามหรือตัวเกณฑ์ (Criterion Variables) ได้ชัดเจนและแม่นยำขึ้น เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงทั้งภายใน (Internal Validity) และภายนอก (External Validity) เพราะสามารถศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ทั้งที่เป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตามฝ่ายละหลาย ๆ ตัว ไปพร้อม ๆ กัน สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติของปรากฏการณ์ ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกันระหว่างตัวแปรต่าง ๆ หลายตัว (บุญชม ศรีสะอาด 2532:31)

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล มีจุดมุ่งหมายในการหาแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองกลุ่มที่ทำให้ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด ซึ่งก็เป็นการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุด ระหว่างกลุ่มของตัวแปรอิสระ หรือตัวพยากรณ์ กับกลุ่มของตัวแปรหรือตัวเกณฑ์ พร้อมทั้งทราบอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล อิทธิพลดังกล่าวพิจารณาจากสัมประสิทธิ์คาโนนิคอล หรือน้ำหนักการถดถอย (Regression Weights) ซึ่งเป็นน้ำหนักแสดงถึงความสำคัญของตัวแปรนั้นที่มีส่วนช่วยให้ได้สหสัมพันธ์สูงสุดดังกล่าวค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล และข้อมูลที่เป็นน้ำหนักแสดงถึงความสำคัญของตัวแปรต่าง ๆ จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนตัวพยากรณ์หรือตัวเกณฑ์ที่มีจำนวนน้อยกว่า เช่น ถ้าตัวพยากรณ์มี 10 ตัว ตัวเกณฑ์มี 2 ตัวค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์คาโนนิคอลและข้อมูลที่เป็นน้ำหนักแสดงถึงความสำคัญของตัวแปรต่าง ๆ จะมีจำนวน 2 ชุด เท่ากับจำนวนตัวเกณฑ์ (ซึ่งน้อยกว่าจำนวนตัวพยากรณ์) เป็นต้น

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล นอกจากจะใช้ในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวแปรตามแล้ว ยังใช้กับกรณีที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่มใด ๆ ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้จัดว่าเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตามเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่าง “กลุ่มตัวแปรทางซ้ายมือ” หรือกลุ่มที่ 1 (กลุ่ม X) กับ “กลุ่มตัวแปรทางขวามือ” หรือกลุ่มที่ 2 (กลุ่ม Y) (Pedhazur, 1997 : 925)

โดยทั่วไปตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์มักมีลักษณะที่สัมพันธ์เกี่ยวกันอย่างไม่แยกไม่ออก จึงยากที่จะควบคุมตัวแปรตามเพียงตัวเดียว ดังนั้น เทคนิคการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล จึงมีประโยชน์ต่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์อย่างมาก (วรรณดี แสงประทีปทอง, 2536 : 3)

6.2 หลักการของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล

หลักการสำคัญของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล คือกลุ่มของตัวแปรอิสระ และกลุ่มของตัวแปรตาม แต่ละกลุ่มจะถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกันในเชิงเส้นตรง ซึ่งจะให้ค่า ตัวแปรคาโนนิคอล หลังจากนั้น นำตัวแปรคาโนนิคอลจากตัวแปรทั้งสองกลุ่มมาหาสหสัมพันธ์ โดยให้ความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด

การจัดรูปข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ ซึ่งหลังจากที่ได้รับรวบรวมข้อมูลที่เป็นค่าของตัวแปรต่าง ๆ ทั้งตัวแปรอิสระ (X) ซึ่งมี p ตัว ($X_1, X_2, \dots, X_p$) และตัวแปรตาม (Y) ซึ่งมี q ตัว ($Y_1, Y_2, \dots, Y_q$) ตามหลักการของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล กลุ่มตัวแปรแต่ละกลุ่มจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปการรวมกันเชิงเส้นตรง (Linear combination) ซึ่งจะได้สมการเชิงเส้นตรงของกลุ่มตัวแปรมากมายหลายสมการ สมการเชิงเส้นตรงที่ได้มีรูปทั่วไป ดังนี้

$$Z = u_1X_1 + u_2X_2 + \dots + u_pX_p$$

$$W = v_1Y_1 + v_2Y_2 + \dots + v_qY_q$$

โดยที่ Z และ W เรียกว่า ตัวแปรคาโนนิคอล

U' และ V' เรียกว่าน้ำหนักการถดถอย หรือสัมประสิทธิ์คาโนนิคอล หรือ

ไอเกนเวกเตอร์ (eigen vector) โดยที่ $U' = (u_1, u_2, \dots, u_p)$

และ $V' = (v_1, v_2, \dots, v_q)$

สหสัมพันธ์ระหว่าง Z กับ W เรียกว่าสหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล และข้อมูลที่จะนำมาใช้กับหลักการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลได้ จะต้องวัดในระดับอันตรภาค (Interval scale) หรือ เป็นตัวแปรทวิ (Bivariates) ที่มีค่าเป็น 1 หรือ 0 ข้อมูลที่ใช้จริงในขั้นการวิเคราะห์คือเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละกลุ่ม

ค่าสหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลและข้อมูล ที่เป็นน้ำหนักแสดงความสำคัญของตัวแปรต่าง ๆ แต่ละชุดนั้น ชุดแรกจะเป็นชุดที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลนี้เกิดจากการรวมกันเชิงเส้นตรง (Linear combination) ของตัวแปรต่าง ๆ ตามค่าน้ำหนักการถดถอย (ซึ่งเป็นน้ำหนักแสดงถึงความสำคัญของตัวแปรเหล่านั้น) ในชุดแรก ในชุดที่สอง จะให้ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลที่ไม่สัมพันธ์กันกับชุดแรก และจะเป็นค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลเหล่านี้ เกิดจากการรวมกันเชิงเส้นตรง ของตัวแปรต่าง ๆ ตามค่าน้ำหนักการถดถอยชุดที่สอง การวิเคราะห์จะดำเนินในลักษณะเช่นนี้จนกว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลที่ เหลือไม่มีความสำคัญ หรือจนกว่าจะครบจำนวนตัวแปรในกลุ่มที่มีจำนวนน้อยกว่า ค่าเหล่านั้นเป็นค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด N คน เรียกว่าข้อมูลเบื้องต้น นำข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าวมาจัดให้อยู่ในรูปเมตริกซ์

ตาราง 1 แสดงเมตริกซ์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล

สมาชิกกลุ่ม ตัวอย่าง	ตัวแปรอิสระ (X)						ตัวแปรตาม (Y)					
	X_{11}	X_{12}	.	.	.	X_{1p}	Y_{11}	Y_{12}	.	.	.	Y_{1q}
2	X_{21}	X_{22}	.	.	.	X_{2p}	Y_{21}	Y_{22}	.	.	.	Y_{2q}
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	X_{N1}	X_{N2}	.	.	.	X_{Np}	Y_{N1}	Y_{N2}	.	.	.	Y_{Nq}

จากเมตริกซ์ข้อมูลเบื้องต้นในตาราง 1 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายโดยจับคู่ระหว่างตัวแปรทุกตัวเป็นคู่ ๆ ไป แล้วนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งหมดมาจัดเป็นรูปเมตริกซ์ โดยแบ่งส่วนเป็น 4 ส่วน ดังแสดงในตาราง

ตาราง 2 แสดงเมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล

	ตัวแปรอิสระ (X)						ตัวแปรตาม (Y)					
ตัวแปรอิสระ (X)	1	2	.	.	.	p	1	2	.	.	.	q
1												
2												
.												
.												
.												
p												
ตัวแปรตาม (Y)	1	2	.	.	.	q	1	2	.	.	.	q
1												
2												
.												
.												
.												
q												

จากตาราง 2 เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน ซึ่งสามารถเขียนเป็นภาพจำลองโดยย่อได้ว่า

$$R = \begin{bmatrix} R_{xx} & R_{xy} \\ R_{yx} & R_{yy} \end{bmatrix}$$

6.3 การคำนวณค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล

จากสมการเชิงเส้นตรงในรูปทั่วไปของกลุ่มตัวแปร X และกลุ่มตัวแปร Y ดังนี้

$$Z = u_1X_1 + u_2X_2 + \dots + u_pX_p$$

$$W = v_1Y_1 + v_2Y_2 + \dots + v_qY_q$$

ตามนิยามของสหสัมพันธ์ สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรคาโนนิคอล Z และ W ดังนี้

$$R_c = \frac{\sum ZW}{\sqrt{(\sum Z^2)(\sum W^2)}} \dots\dots\dots (1)$$

การคำนวณค่าสหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลสามารถคำนวณจากข้อมูลในรูปของสหสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละกลุ่มจากสมการ

$$R_c = \sqrt{\lambda_1} \dots\dots\dots (2)$$

เมื่อ R_{cl} แทน ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล
 λ แทน ค่าไอเกน โดยหาจาก

$$|R_{yy}^{-1} R_{yx} R_{xx}^{-1} R_{xy} - \lambda I| = 0 \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ R_{yy}^{-1} แทน อินเวอร์สเมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างกันของกลุ่มตัวแปรตาม
 R_{yx} แทน เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามแต่ละตัวกับตัวแปรอิสระแต่ละตัว
 R_{xx}^{-1} แทน อินเวอร์สเมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างกันของกลุ่มตัวแปรอิสระ
 R_{xy} แทน เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัวแปรตามแต่ละตัว
 I แทน เมตริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix)

ตัวอย่างการคำนวณสหสัมพันธ์คาโนนิคอล

สมมติว่ามีข้อมูลของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ดังตาราง จงคำนวณหาสหสัมพันธ์คาโนนิคอล (N=300) (วรรณดี แสงประทีปทอง. 2536 : 7-10)

	X_1	X_2	Y_1	Y_2
X_1	1.00	.60	.45	.48
	(R_{xx})		(R_{xy})	
X_2	.60	1.00	.40	.38
Y_1	.45	.40	1.00	.70
	(R_{yx})		(R_{yy})	
Y_2	.48	.38	.70	1.00

ขั้นที่ 1 คำนวณค่า R_{yy}^{-1} , R_{xx}^{-1}

จากการหาอินเวอร์สของเมตริกซ์ A-
 เมื่อ

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

อินเวอร์สของเมตริกซ์ A เท่ากับ

$$A^{-1} = \frac{1}{|A|} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

จะได้

$$|R_{yy}| = \begin{vmatrix} 1.00 & .70 \\ .70 & 1.00 \end{vmatrix} = .51$$

ดังนั้น

$$R_{yy}^{-1} = \frac{1}{.51} \begin{bmatrix} 1.00 & -.70 \\ -.70 & 1.00 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.96078 & -1.37255 \\ -1.37255 & 1.96078 \end{bmatrix}$$

ในทำนองเดียวกัน จะได้อินเวอร์สของ R_{xx} เท่ากับ

$$R_{xx}^{-1} = \frac{1}{.64} \begin{bmatrix} 1.00 & -.60 \\ -.60 & 1.00 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.56250 & -.93750 \\ -.93750 & 1.56250 \end{bmatrix}$$

ขั้นที่ 2 คำนวณค่า $R_{yy}^{-1}R_{yx}R_{xx}^{-1}R_{xy}$

$$R_{yy}^{-1}R_{yx} = \begin{bmatrix} 1.96078 & -1.37255 \\ -1.37255 & 1.96078 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} .45 & .40 \\ .48 & .38 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .22353 & .26274 \\ .32353 & .19608 \end{bmatrix}$$

$$R_{yy}^{-1}R_{yx}R_{xx}^{-1} = \begin{bmatrix} .22353 & .26274 \\ .32353 & .19608 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.56250 & -.93750 \\ -.93750 & 1.56250 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .10295 & .20097 \\ .32169 & .00307 \end{bmatrix}$$

$$R_{yy}^{-1}R_{yx}R_{xx}^{-1}R_{xy} = \begin{bmatrix} .10295 & .20097 \\ .32169 & .00307 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} .45 & .40 \\ .48 & .38 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .12672 & .12578 \\ .14599 & .15558 \end{bmatrix}$$

ขั้นที่ 3 คำนวณค่า λ จากสมการที่ 3

$$\begin{bmatrix} .12672 & .12578 \\ .14599 & .15558 \end{bmatrix} - \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .12672 - \lambda & .12578 \\ .14599 & .15558 - \lambda \end{bmatrix}$$

$$\lambda^2 - .28230\lambda + .00136 = 0$$

$$\lambda = .27740 \text{ , } .00490$$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่า R_{ci} จากสมการที่ 2

$$R_{ci} = \sqrt{\lambda_i}$$

$$R_{c1} = \sqrt{.27740} = .52669$$

$$R_{c2} = \sqrt{.00490} = .07000$$

ดังนั้น สหสัมพันธ์คาโนนิกอลมี 2 ค่า คือ .52669 และ .07000

6.4 การทดสอบนัยสำคัญของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลจะได้ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล (R_c) r ค่า และตัวแปรคาโนนิคอล r คู่ การทดสอบนัยสำคัญของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลควรจะได้ทดสอบทั้งนัยสำคัญทางสถิติ และนัยสำคัญทางปฏิบัติ

6.4.1 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะทดสอบนัยสำคัญจะทดสอบได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

6.4.1.1 การทดสอบว่าโดยทั่วไปมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างกลุ่มตัวแปรทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานที่ว่า

$$H_0(1): R_{c1} = R_{c2} = \dots = R_{cd} = 0$$

ถ้าผลการทดสอบมีนัยสำคัญ แสดงว่าอย่างน้อยค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลค่าแรก (R_{c1}) จะมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะดำเนินการทดสอบตามข้อ 6.4.1.2 ต่อไป

6.4.1.2 การทดสอบว่ามีตัวแปรคาโนนิคอลกี่คู่ที่มีนัยสำคัญเป็นการทดสอบสมมติฐานที่ว่า

$$H_0(2): R_{c2} = R_{c3} = \dots = R_{cd} = 0$$

$$H_0(3): R_{c3} = R_{c4} = \dots = R_{cd} = 0$$

.

.

.

$$H_0(i): R_{ci} = 0$$

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติอาจใช้ 1) วิธีการทดสอบโดยใช้การแจกแจงแบบไคสแควร์ ของ Bartlett หรือ 2) วิธีการทดสอบโดยใช้การแจกแจงแบบ เอฟ ของ Rao แต่โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีการของ Bartlett

6.4.2 การทดสอบนัยสำคัญทางปฏิบัติ ซึ่งเป็นการทดสอบโดยอาศัยหลักการของ “เกณฑ์แห่งความหมาย” (criterion of meaningfulness) ในการทดสอบนัยสำคัญทางปฏิบัตินี้ คูเลย์และโลนส์ แนะนำว่า สหสัมพันธ์คาโนนิคอลที่มีขนาด .30 หรือเล็กกว่าถือได้ว่าเป็นขนาดที่เล็กเกินไปเป็นค่าที่ไม่มี ความหมายในทางปฏิบัติ ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์ เป็นค่าที่ไม่มี ความหมายใน ทางปฏิบัติไม่น่าจะนำไปทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติถ้าปรากฏว่าค่าสถิติทดสอบมีนัยสำคัญก็สรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรทั้งสองกลุ่มนั้น แต่ถ้าค่าสถิติทดสอบไม่มีนัยสำคัญแสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง อย่างมีนัยสำคัญระหว่างตัวแปรทั้งสองกลุ่มนั้น

จากตัวอย่างข้างต้น $R_{c1}=.52669$ และ $R_{c2}=.07000$ ดังนั้นเราจะทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธีไคสแควร์

$$\chi^2 = -[N - 1 - .5(p + q - 1)] \log_e \Lambda$$

$$\text{เมื่อ } \Lambda = (1 - R_{c1}^2)(1 - R_{c2}^2) \dots (1 - R_{cj}^2)$$

$$\text{และ } df = p + q - (2j - 1)$$

การทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์คาโนนิคอลค่าแรก (R_{c1})

$$\Lambda_1 = (1 - .27740) = .7226$$

$$\chi^2 = -[300 - 1 - .5(2 + 2 + 1)] \log_e .7226$$

$$\chi^2 = -[296 .5](-.3249)$$

$$\chi^2 = 96.3327$$

ค่าวิกฤตของตารางไคสแควร์ เมื่อ $df = 2+2-(2)(1)-1 = 3$ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 พบว่าค่าวิกฤตกรณีสองทางเท่ากับ 11.345 แสดงว่าค่า R_{c1} ซึ่งเท่ากับ .52669 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์คาโนนิคอลค่าที่สอง (R_{c2}) ก็ทำในทำนองเดียวกัน ซึ่งค่า χ^2 ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 1.4564 และจากค่าวิกฤตของตารางไคสแควร์ เมื่อ $df = 1$ ที่ระดับ .01 พบว่าค่าวิกฤตเท่ากับ 6.635 และที่ระดับ .05 ค่าวิกฤตเท่ากับ 3.841 แสดงว่าค่า R_{c2} ซึ่งเท่ากับ .07000 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมอง

7.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ

✓ มิทเชล (Mitchell. 1955 : 487-490) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่างๆ ระดับมัธยมศึกษา โดยใช้แบบทดสอบโฮลซิงเกอร์-คราวเดอร์ ยูนิแฟกเตอร์ (Holzinger-Crowder Uni-Factor Test) ทั้ง 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านตัวเลข และด้านเหตุผล พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณวิชาต่าง ๆ อยู่ระหว่าง .518-.780 และในปี 1957 โกรเดอร์ (Growder. 1957 : 521-527) ได้ใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันนี้ ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ด้านตัวเลข ด้านภาษา และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .60, .53, .51 และ .49 ตามลำดับ

✓ เบนเนต และคณะ (Bennet and others. 1956 : 81-91) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบ ดีเอที (DAT : Differential Aptitude Test) พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทางด้านภาษา ด้านตัวเลขและด้านมิติสัมพันธ์กับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .70, .65 และ .53 ตามลำดับ

✓ ฮิลล์ (Hill. 1957 : 618-622) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย โดยศึกษากับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ จำนวน 148 คน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ด้านตัวเลข และด้านภาษา กับผล การเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ .58, .44 และ .28 ตามลำดับ และในปีเดียวกัน เวลแมน (Wellman. 1957 : 512-517) ได้ใช้แบบทดสอบ โอติส แกมมา (Otis Gamma) และแบบทดสอบ พีเอ็มเอ (PMA : Primary Mental Ability) 2 ฉบับ คือ พีเอ็มเอ-มิติสัมพันธ์ (PMA-Space) กับ พีเอ็มเอ-ตัวเลข (PMA-Number) เพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง แบบทดสอบ โอติส แกมมา พีเอ็มเอ-มิติสัมพันธ์ และพีเอ็มเอ-ตัวเลข กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ .67, .70 และ .75 ตามลำดับ

✓ กูดแมน (Goodman. 1961 : 436) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเคมี โดยศึกษากับนักเรียนระดับวิทยาลัย จำนวน 113 คน

ปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิชาเคมี กับความสามารถด้านเหตุผล เท่ากับ .43 ด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ .25 ด้านภาษา เท่ากับ .28 และด้านความจำ เท่ากับ .25

เวอร์เดลลิน (Smith. 1964 : 115 ; citing N.D.Verdellin. 1956 : 13. *Aptitudes and Aptitude Testing*) ได้ศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านใดส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า สมรรถภาพสมองที่สามารถพยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีคือ สมรรถภาพสมองด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านอนุमान และด้านเหตุผล

สมิธ (Smith. 1963 : 39-42) ได้ใช้แบบทดสอบ เอสซีเอที (SCAT : School and College Ability Test Battery) และแบบทดสอบ ซีทีบี (CTB : California Test Battery) ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองชุด ต่างก็มีความสามารถทางสมองทางด้านภาษา และตัวเลข เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบ ซีทีบี-ตัวเลข เอสซีเอที-ตัวเลข เอสซีเอที-ภาษา และ ซีทีบี-ภาษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .74, .46, .43 และ .34 ตามลำดับ

7.1.2 งานวิจัยในประเทศ

ล้วน สายยศ (2511 : 77) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีการศึกษา 2510 ผลการศึกษาพบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษา แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล กับเกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .6974

สุนันท์ ศลโกสุม (2516 : 175-178) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ในจังหวัดพระนคร จำนวน 753 คน แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบมาตรฐานของสำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการประสานมิตรจำนวน 4 ฉบับ ซึ่งใช้วัดสมรรถภาพด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านวิจารณ์ญาณ ผลการศึกษาพบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ มีความสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .47, .62, .54 และ .57 ตามลำดับ และมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .714

ต่าย เชียงฉวี (2519 : 62-69) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ ประเภทสหศึกษาในส่วกลาง จำนวน 318 คน พบว่า ตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเลข-พีชคณิต ได้แก่ สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลข เหตุผล และภาษา ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .5851, .5487, และ .4823 ตามลำดับ และตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต ได้แก่สมรรถภาพสมองด้านเหตุผล ภาษา จำนวนตัวเลข และมิติสัมพันธ์ มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .5803, .5084, .5451 และ .5294 ตามลำดับ ส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .5671, .4950, .5644 และ .4987 ตามลำดับ

พรทิพย์ ภัทรชาคร (2520 : 37-40) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 217 คน ผลการศึกษาพบว่า สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แต่ละด้านมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และแบบทดสอบที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ได้ดีคือ แบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์ และแบบทดสอบซ้อนภาพ มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .4623 และ .4191 ตามลำดับ

✕ อนุสรณ์ สกุลคู (2520 : 43-45) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์มี 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านจำนวน

นคร เทพวรรณ (2521 : 32-33) ได้ศึกษาสมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี จำนวน 233 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 4 ฉบับ ประกอบด้วย แบบทดสอบสรุปความวัดด้านเหตุผล แบบทดสอบศัพท์สัมพันธ์วัดด้านภาษา แบบทดสอบเรียงลำดับวัดด้านตัวเลข และแบบทดสอบซ่อนรูปวัดด้านมิติสัมพันธ์ ผลการศึกษาพบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน มีความสัมพันธ์กับวิชาเรขาคณิตเท่ากับ .3676, .1297, .6167 และ .1873 ตามลำดับ และมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .6350

✕ สานนท์ ฉายศรีศิริ (2522 : 45-49) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในจังหวัดนครปฐม จำนวน 354 คน พบว่า แบบทดสอบวัดความถนัดสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ โดยเรียงลำดับคือ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลข แบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านภาษา มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .7856, .7601, .5911 และ .5863 ตามลำดับ

✕ พิกุล เกตุประดิษฐ์ (2522 : 69-71) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ มี 3 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบด้านเหตุผล ด้านจำนวน และด้านมิติสัมพันธ์

วิรัช ธรรมทินนะ (2524 : 76-81) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในจังหวัดสงขลา จำนวน 628 คน โดยสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดจำนวน 10 ฉบับ และวิเคราะห์แล้วได้แบบทดสอบวัดความถนัดจำนวน 6 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบความถนัดอนุกรมตัวเลข การยู่ติอธิบาย ทักษะเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การพับ-ตัดกระดาษ และความเข้าใจภาษาไทย

ทองสุข วันแสน (2524 : 123-129) ได้ศึกษาสมรรถภาพทางภาษาห้าด้านตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ซึ่งได้สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง จำนวน 30 ฉบับ แยกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ แบบทดสอบวัดการรู้และเข้าใจภาษา วัดการจำทางภาษา วัดการคิดอเนกนัยทางภาษา วัดการคิดเอกนัยทางภาษา วัดการประเมินค่าทางภาษา ผลการวัดพบว่า สมรรถภาพทางภาษาทั้ง 5 ด้านมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกด้วย

✕ สมชัย วงษ์นายะ (2524 : 90-93) ได้ศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 542 คน และใช้แบบทดสอบมาตรฐานวัดความถนัดทางการเรียน ของสำนักทดสอบและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 4 ฉบับ ประกอบด้วย แบบทดสอบศัพท์สัมพันธ์วัดด้านภาษาแบบทดสอบอุปมาอุปไมยวัดด้านเหตุผล แบบทดสอบเรียงอันดับวัดด้านตัวเลข และแบบทดสอบซ่อนรูปวัดด้านมิติสัมพันธ์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ทั้ง 4 ฉบับ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .3974, .6344, .7629 และ .4880 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

สุธน สิทธิวิชาพร (2532 : 68-74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในจังหวัดตรัง จำนวน 382 คน ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 7 ฉบับ คือ แบบทดสอบแบบประกอบภาพ แบบทดสอบแบบหารูปทรง 3 มิติ จากแปลน แบบทดสอบแบบหาด้านต่าง ๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบแบบหารูปทรงเมื่อมองซึ่งลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบแบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบแบบรวมองค์ประกอบ และแบบทดสอบแบบจำแนกรูปบล็อก มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 และมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .6042, .5721, .5137, .6259, .6362, .6018 และ .6180 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

✕ สาน แก้วกันหา (2534 : 56-60) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอุปมาอุปไมยด้านภาษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 396 คน พบว่า คะแนนจากแบบทดสอบอุปมาอุปไมยด้านภาษา ทั้ง 5 แบบ ได้แก่ แบบทดสอบอุปมาอุปไมยด้านภาษาแบบตรงข้าม แบบคล้ายคลึง แบบบทบาท แบบเรียงลำดับ และแบบจัดประเภทสมาชิก มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .359, .316, .461, .486 และ .441 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

✕ ยรรยง ปกป้อง (2534 : 113-121) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดยโสธร จำนวน 400 คน ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ในกลุ่มนักเรียนหญิง และกลุ่มนักเรียนทั้งหมด ส่วนในกลุ่มนักเรียนชายสามารถพยากรณ์ได้ดีเพียง 4 แบบ โดยยกเว้นแบบทดสอบแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่

✕ ทิพวรรณ วังเย็น (2541 : 49-52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 607 คน พบว่า ความสามารถทางสมองทั้ง 4 ด้าน คือ ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางจำนวน ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ และความสามารถทางการรับรู้อย่างรวดเร็ว มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .7303, .6702, .6907 และ .7312 ตามลำดับ

✕ สวรรค์ อ่อนนาค (2511 : 17) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล และความเชื่อในคติชาวบ้านของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 824 คน แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองประกอบด้วย แบบทดสอบวัดการจัดเข้าพวก อุปมาอุปไมย และสรุปความ ซึ่งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล เท่ากับ .3873

มณฑณี อินทะนา (2527 : 63-69) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 786 คน ผลการศึกษาพบว่า สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีค่า 0.4834 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ แบบทดสอบชุดต่อภาพ

✕ สุวิมล มาลีสัย (2532 : 67-70) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสกลนคร จำนวน 400 คน โดยใช้แบบทดสอบอนุกรมมิติมาตรฐาน จำนวน 6 ฉบับ ประกอบด้วย

ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ความสามารถด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ และความสามารถทางสมองที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์คือ ความสามารถด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ แต่ยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 วิชาไปพร้อมกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาในเรื่องดังกล่าวนี้

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสหสัมพันธ์คาโนนิคอล

การวิจัยโดยใช้สถิติวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลนั้น สำหรับในด้านการศึกษาล้วน ยังไม่มีการนำสถิติตัวนี้มาใช้อย่างชัดเจนนัก แต่จะมีมากในด้าน วิทยาศาสตร์ ด้านการแพทย์ ด้านธุรกิจ และด้านการพยากรณ์อากาศ เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมมาเป็นตัวอย่าง ดังนี้

7.2.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

ในปี 1992 มิง (Ming, 2001 : abstract) ได้ใช้สถิติสหสัมพันธ์คาโนนิคอลอธิบายแรงขับในด้านโครงสร้างการใช้ที่ดินที่ ยูริน (Yulin Prefecture) โดยผลรวมของแต่ละแรงขับในด้านโครงสร้างการใช้ที่ดินอธิบายในเชิงปริมาณ และในขณะเดียวกัน การทดสอบก็ใช้สถิติสหสัมพันธ์คาโนนิคอล และการวิเคราะห์แบบซ้ำ

ไดริแมน มอร์เทนเซ่น และเบอร์เลอ (Dieleman , Mortensen and Buhler, 2001 : abstract) ได้ใช้สถิติสหสัมพันธ์คาโนนิคอลศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความไม่สม่ำเสมอของธาตุพืช กับความแปรปรวนของดิน การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์คือเพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความอุดมสมบูรณ์ของดินกับธาตุพืช โดยใช้วิธีการทางสถิติที่ไม่มีช่องว่างนั้นก็คือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลนั่นเอง ได้รวบรวมข้อมูลจาก 2 แหล่ง คือ ที่ เชลตัน (Shelton) ในปี 1994-95 และที่ แอลดา (Alda) ในปี 1995-96 โดยใช้การแบ่งเป็นแปลงสาธิตบนท้องนาที่มีการทำนาจริง ความอุดมสมบูรณ์ของดินวัดจากปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน และอื่น ๆ เช่น ความลึกของดิน เมล็ดธัญพืชถูกนำไปปลูกระหว่างแถวของข้าวโพด ซึ่งเกิดความหนาแน่นสูง การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลได้มาจากการรวบรวมเชิงเส้นตรงของแต่ละชุดของตัวแปร (คือดินและธาตุพืช) และการค้นหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล ระหว่าง 2 กลุ่ม คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลที่ เชลตัน คือ 0.23 และที่ แอลดา คือ 0.55 ความลึกของพื้นดินหรือทรายมีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณสารอินทรีย์ แต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับธาตุพืชที่ถูกปกคลุมด้วยหญ้า และพืชใบกว้างจะพบในพื้นที่ที่มีสารอินทรีย์สูง

ฮอว์วาทท์ และออตเตอร์ (Horvath and otter, 2001 : abstract) ได้ศึกษารูปแบบของตัวแปรเชิงพลวัต (Dynamic multivariate models) ที่กลายมาเป็นสิ่งที่นิยมกันมากในการวิเคราะห์พฤติกรรมการแข่งขันทางตลาด ซึ่งหลายคนจะใช้วิธี แบบเวกเตอร์ ออโต้เรเกรสซีฟ (Vector Autoregressive model) เพราะว่ามันจัดการการประมาณการเชิงเส้นตรงเต็มมาตรวัดของสิ่งแวดล้อมทางการตลาดเชิงพลวัตได้ กล่าวคือ ในเรื่องของผลตอบสนองของการขาย ปฏิกริยาการแข่งขันสะท้อนกลับ ผลจากแรงกระตุ้นในการซื้อ แต่ข้อบกพร่องของ วิธีนี้คือต้องเป็นการประมาณการกลุ่มพารามิเตอร์ขนาดใหญ่ ในการศึกษานี้จึงใช้สถิติสหสัมพันธ์คาโนนิคอล ซึ่งวิธีนี้จะจัดหาเครื่องมือที่จะทดสอบความเป็นอยู่ของโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้บริโภคที่ตอบสนองต่อเครื่องมือทางการตลาด สหสัมพันธ์คาโนนิคอล และวิธีการทดสอบสามารถประยุกต์ข้อมูลประกอบเข้ากับส่วนแบ่งทางการตลาด เครื่องมือทางการตลาด และตลาดของสินค้าที่ไม่คงทนถาวร

ซาลมี และคณะ (Salmi and others, 2000 : abstract) ได้ใช้สถิติสหสัมพันธ์คาโนนิคอลศึกษาธรรมชาติของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางบัญชีกับฐานทางการตลาด ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยหน่วยงาน

ใน NYSE และ AMEX ในช่วงปี 1976-1993 ความชัดเจนระหว่างความสัมพันธ์ของหน่วยทางบัญชี กับตลาดหุ้นได้ถูกสำรวจ การวิเคราะห์การสลายตัวของความสัมพันธ์ มีข้อสังเกตว่าอัตราขยายตัวของฐานทางการเงินจะรุนแรง สำหรับการวิเคราะห์ด้านความมั่นคง อัตราของฐานของกระแสเงินสดแสดงให้เห็นการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การลดลงของตัวแปรทางบัญชีได้ถูกสังเกตในลักษณะอัตราทางการเงิน 6 ประการ ความแปรปรวนร่วมของหุ้นไปสู่ตัวแปรของฐานทางการเงินตลาด พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างผิดปกติ วิสัยในเชิงความสัมพันธ์

บอห์เอค และ จอร์แฮร์ (Bohacek and Jonckheere, 1998 : 188-195) ได้ศึกษาตัวแปรในการวิเคราะห์โครงข่ายการทำงานของกระดูกสันหลัง โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์คาโนนิคอลแบบ เอซีอี (ACE: Alternating Conditional Expectation) โดยการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของอิเล็กโตรไมโอกราฟฟิค (electromyographic) โดยใช้สถิติที่ไม่เป็นเส้นตรง (non-linear) ซึ่งได้รับสัญญาณมาจากโครงข่ายการทำงานของกระดูกสันหลัง ข้อมูลซึ่งไม่มีการกรองจะถูกสะสมอยู่บนความถี่ในช่วง 10-500 Hz และบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ ขั้วไฟฟ้าถูกวางอยู่เป็นลำดับชั้น และความต่างศักย์ ถูกบันทึกไว้ในช่วงที่สามารถทนได้ ซึ่งก็คือคลื่น Somatopsychic การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเบื้องต้นคือ เพื่อสังเกตปรากฏการณ์ของคลื่นที่ไวระเบียนหรือเป็นธรรมชาติของคลื่นที่ไม่เป็นเส้นตรง สหสัมพันธ์คาโนนิคอลที่ใช้ในการศึกษามีทั้งแบบที่เป็นเชิงเส้นตรง และไม่เป็นเส้นตรง ผลการศึกษาเบื้องต้น พบว่า การคาดการณ์โดยใช้ ACE แบบไม่เป็นเส้นตรง จะมีความผิดพลาดน้อยกว่าการใช้การวิเคราะห์เชิงเส้นตรง เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับพบว่า ในลำดับที่ 4 สหสัมพันธ์คาโนนิคอลแบบไม่เป็นเส้นตรง สามารถทำนายผลได้ดีกว่าแบบเชิงเส้นตรง ถึง 20% และในลำดับที่ 10 แบบไม่เป็นเส้นตรง สามารถทำนายผลได้ดีกว่าแบบเชิงเส้นตรง ถึง 30%

7.2.2 งานวิจัยในประเทศ

บุญชม ศรีสะอาด (2524 : 174-204) ศึกษารูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียนโดยใช้สถิติคาโนนิคอล พบว่า ความถนัดเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนมาก โดยมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งโดยตรงและทางอ้อมต่อผลการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 : 168-181) ได้ร่วมกับมูลนิธิโพล์สวาเกน ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 8 ตัวแปรซึ่งเป็นตัวแปรต้น กับตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งแยกเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำโดยใช้สถิติคาโนนิคอล ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า กลุ่มของตัวแปรต้นและกลุ่มตัวแปรตามมีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลเท่ากับ 0.83 ซึ่งเป็นค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่า สถิติวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระ กับกลุ่มตัวแปรตาม และเป็นวิธีที่ทำให้ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ร่วมกันมากที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำสถิติสหสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลนี้มาศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

8. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถทางสมองทั้ง 4 ด้าน มีความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถทางสมองอย่างน้อยหนึ่งด้าน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดปทุมธานี จำนวน 22 โรงเรียน แบ่งออกเป็น 4 ขนาด คือโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 3 โรงเรียน 42 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 5 โรงเรียน 44 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 8 โรงเรียน 40 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 6 โรงเรียน 14 ห้องเรียน รวมจำนวนห้องเรียน 140 ห้อง และ จำนวนนักเรียน 5,762 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดปทุมธานี จำนวนนักเรียน 418 คน ซึ่งประมาณความเชื่อมั่น 95% (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2538 : 297 อ้างจาก Yamane, Taro. 1967 : 886-887) จากโรงเรียนทั้งหมด 22 โรงเรียน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม มีลำดับขั้นในการสุ่ม ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่มประชากรออกเป็นชั้น ตามขนาดของโรงเรียน คือ ขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ตามเกณฑ์การแบ่งขนาดของโรงเรียน ของกรมสามัญศึกษา

ขั้นที่ 2 คำนวณห้องเรียนที่จะนำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าตามสัดส่วนของแต่ละระดับชั้น (Proportional Stratified Random sampling) ตามชั้นที่แบ่งไว้ในขั้นที่ 1 จำนวน 8 เปอร์เซนต์ ของห้องเรียนทั้งหมดในแต่ละขนาด จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนดังแสดงในตาราง

ตาราง 3 จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้องเรียน)	จำนวนนักเรียน (คน)
ใหญ่พิเศษ	ธัญบุรี	1	41
	ธัญรัตน์	2	98
ใหญ่	มัธยมวัดหัตถสารเกษตร	1	42
	สายปัญญารังสิต	2	75
	เทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี	1	27
กลาง	ปทุมธานี "นันทมนิบำรุง"	1	31
	ลำลูกกา	1	42
	ชัยสิทธาวาส "พัฒนสายบำรุง"	1	36
เล็ก	สิงห์ปทุมราษฎร์วิทยา	1	26
	รวม	11	418

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

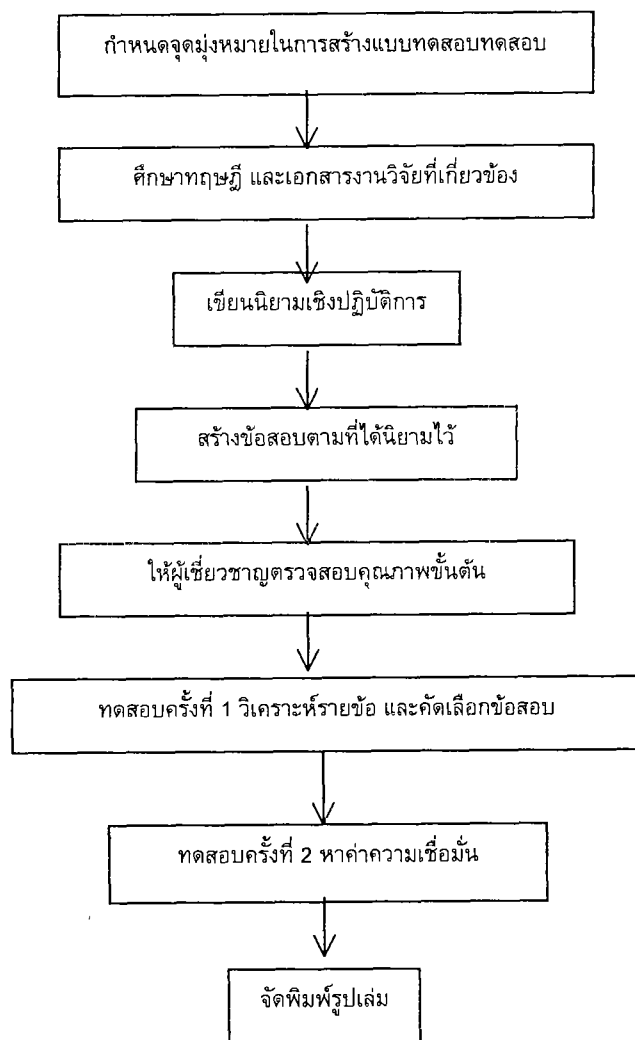
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบ 2 ประเภท
คือแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน มีจำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ ดังนี้
 - 1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน
 - 1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา
 - 1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล
 - 1.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) มีจำนวน 2 ฉบับ
ฉบับละ 40 ข้อ ดังนี้
 - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012
 - 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

การดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง

การดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้น ดังนี้



ภาพประกอบ 6 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังภาพประกอบ 6 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน
จำนวน 4 ฉบับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย
2. ศึกษาทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน
3. เขียนนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ทั้ง 4 ด้าน คือ
ด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์
4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ตามที่ได้นิยามไว้ โดยแบบทดสอบ
เป็นแบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ ดังนี้
 - 4.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน
 - 4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา
 - 4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล
 - 4.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองทั้ง 4 ฉบับ ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน
ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องทางด้านเนื้อหาตาม
นิยามปฏิบัติการ ซึ่งผลจากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบรายข้อ แต่ละฉบับ
มีดังนี้
 - 5.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน จำนวน 60 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง
0.33 ถึง 1.00 และคัดเลือกไว้จำนวน 55 ข้อ โดยมีค่า IOC ระหว่าง .67 ถึง 1.00
 - 5.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา จำนวน 60 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0
ถึง 1.00 และคัดเลือกไว้จำนวน 54 ข้อ โดยมีค่า IOC ระหว่าง .67 ถึง 1.00
 - 5.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล จำนวน 60 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0
ถึง 1.00 และคัดเลือกไว้จำนวน 47 ข้อ โดยมีค่า IOC ระหว่าง .67 ถึง 1.00
 - 5.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 ข้อ มีค่า IOC
อยู่ระหว่าง 0.33 ถึง 1.00 และคัดเลือกไว้จำนวน 57 ข้อ โดยมีค่า IOC ระหว่าง .67 ถึง 1.00
6. นำแบบทดสอบไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปทุมวิไล จำนวน
80 คน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัยปทุมธานี จำนวน 80 คน และ โรงเรียนมัธยมสังคีต
วิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน รวมทั้งหมด 200 คน นำข้อมูลมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาคุณภาพ
ของแบบทดสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CTIA และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย
ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผลจากการวิเคราะห์แต่ละฉบับ มีค่าดังนี้
 - 6.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน จำนวน 55 ข้อ มีค่าความยากง่าย
ระหว่าง .080 ถึง .869 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง -.046 ถึง .382 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์
คัดเลือกได้ 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .283 ถึง .739 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .209 ถึง .382
 - 6.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา จำนวน 54 ข้อ มีค่าความยากง่าย
ระหว่าง .133 ถึง .768 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .079 ถึง .411 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์
คัดเลือกได้ 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .261 ถึง .768 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .200 ถึง .411
 - 6.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล จำนวน 47 ข้อ มีค่าความยากง่าย
ระหว่าง .132 ถึง .833 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง -.009 ถึง .355 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์
คัดเลือกได้ 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .213 ถึง .686 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .209 ถึง .355

6.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 57 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .041 ถึง .716 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง -.051 ถึง .390 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ คัดเลือกได้ 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .216 ถึง .675 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .200 ถึง .390

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม จำนวน 120 คน และโรงเรียนสวนกุหลาบ วิทยาลัย รังสิต จำนวน 80 คน รวมทั้งหมด 200 คน และขณะทำการสอบได้หาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบแต่ละฉบับด้วย นำข้อมูลมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีหาความสอดคล้อง ภายในของแบบทดสอบจากสูตร KR-20 และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด ซึ่งผลจากการ วิเคราะห์แต่ละฉบับมีค่าดังนี้

7.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน มีค่าความเชื่อมั่น .832 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน $\pm .435$

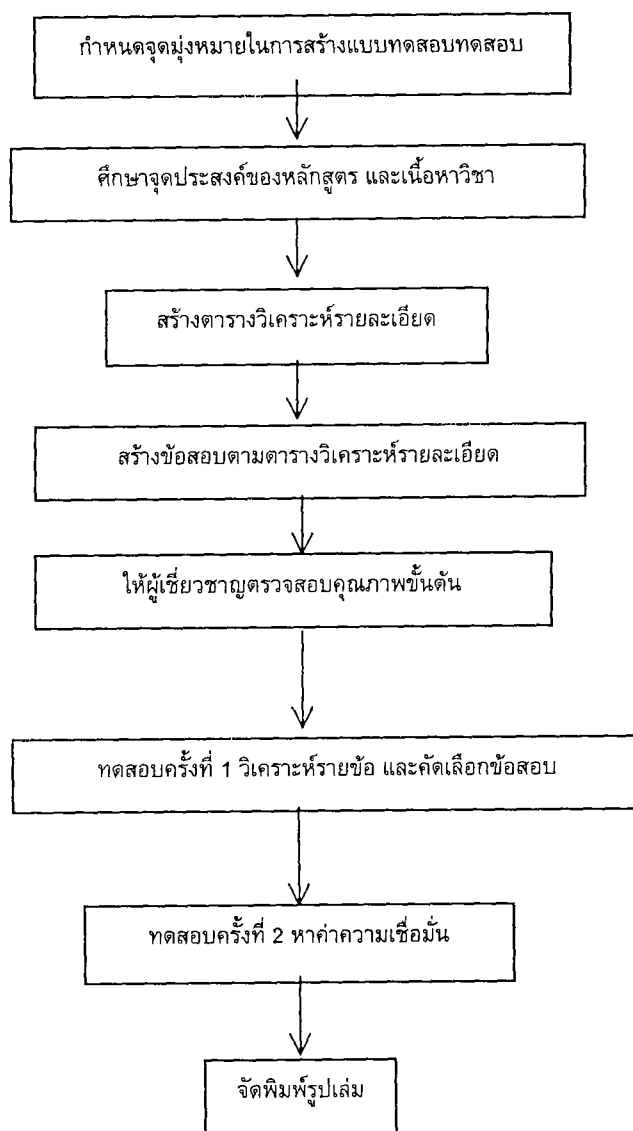
7.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา มีค่าความเชื่อมั่น .901 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน $\pm .525$

7.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล มีค่าความเชื่อมั่น .890 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน $\pm .487$

7.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าความเชื่อมั่น .810 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน $\pm .406$

8. นำแบบทดสอบที่ได้มาจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

การดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 การดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้น ดังนี้



ภาพประกอบ 7 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังภาพประกอบ 7 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
 - 1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012
 - 1.2 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306
2. ศึกษาจุดประสงค์ของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 และวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306
3. สร้างตารางวิเคราะห์รายละเอียดจากเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด โดยสร้างเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ ดังนี้
 - 4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012
 - 4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306
5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ฉบับ ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ดังรายชื่อในภาคผนวก) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) และปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องทางด้านเนื้อหาตามนิยามปฏิบัติการ ซึ่งผลจากการพิจารณาคำตัดสินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบรายข้อ แต่ละฉบับ มีดังนี้
 - 5.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 1.00 และคัดเลือกไว้จำนวน 54 ข้อ โดยมีค่า IOC ระหว่าง .60 ถึง 1.00
 - 5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00 และคัดเลือกไว้จำนวน 51 ข้อ โดยมีค่า IOC ระหว่าง .60 ถึง 1.00
6. นำแบบทดสอบไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปทุมวิไล จำนวน 80 คน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัยปทุมธานี จำนวน 80 คน และโรงเรียนมัธยมสังคีตวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คนรวมทั้งหมด 200 คน นำข้อมูลมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CTIA และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผลจากการวิเคราะห์แต่ละฉบับ มีค่าดังนี้
 - 6.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 54 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .072 ถึง .614 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง -.014 ถึง .353 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกได้ 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .203 ถึง .614 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .204 ถึง .353
 - 6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 51 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .095 ถึง .759 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง -.052 ถึง .332 เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกได้ 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .256 ถึง .759 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .200 ถึง .332
7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม จำนวน 120 คน และโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต จำนวน 80 คน รวมทั้งหมด 200 คน และขณะทำการสอบได้หาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบแต่ละฉบับด้วย นำข้อมูลมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีหาความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบจากสูตร KR-20 และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด ซึ่งผลจากการวิเคราะห์แต่ละฉบับมีค่าดังนี้
 - 7.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น .859 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± 0.502

7.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น .829 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± 460

8. นำแบบทดสอบที่ได้มาจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังรายละเอียด

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สตัน จำนวน 4 ด้าน ดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านอนุกรมตัวเลข ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ข้อสอบจะกำหนดชุดของตัวเลขที่เรียงกันในระบบใดระบบหนึ่งให้พิจารณาว่าตัวเลขใน □ ควรจะเรียงโดยใช้ตัวเลขใด ดังตัวอย่างข้อ 0.) ดังนี้

ข้อ 0.) 21 26 24 29 27 □ 30

ก. 25

ข. 29

ค. 30

ง. 32

จ. 34

คำตอบคือ ง. เพราะระบบคือ +5, -2, +5, -2

คำชี้แจง พิจารณาว่าตัวเลขแต่ละชุดเกี่ยวข้องกับกันอย่างไร แล้วหาค่าที่อยู่ในช่องว่าง ดังตัวอย่างข้อ 00.) และข้อ 000.) ดังนี้

ข้อ 00.)

42	
3	15
14	

ก. 3

ข. 4

ค. 7

ง. 9

จ. 10

21	
7	4
?	

36	
4	10
9	

คำตอบคือ ก. เพราะเลขชุดที่ 1 คือ $14 \times 3 = 42$, เลขชุดที่ 3 คือ $9 \times 4 = 36$ ดังนั้น เลขชุดที่ 2 คือ $3 \times 7 = 21$

ข้อ 000.)

5	7	-
-	8	10
7		11

- ก. 7
- ข. 8
- ค. 9
- ง. 10
- จ. 11

คำตอบคือ ค. เพราะระบบคือ

5	$5+2=7$	$7+2=9$
$5+1=6$	$6+2=8$	$8+2=10$
$6+1=7$	$7+2=9$	$10+2=11$

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านความเข้าใจในความหมายของภาษา ดังตัวอย่าง

ตอนที่ 1 ความหมายของคำศัพท์ ประกอบด้วย การหาคำตรงข้าม และศัพท์สัมพันธ์

คำชี้แจง พิจารณาคำศัพท์ที่ขีดเส้นใต้ มีความหมายตรงข้ามกับคำใดมากที่สุด ดังตัวอย่างข้อ 0.) ดังนี้
ข้อ 0.) เพื่อน ๆ เขา ไว้ใจ ฉัน เลยให้ฉันเป็นคนจัดการเรื่องเงินของห้อง

คำที่ขีดเส้นใต้ตรงข้ามกับคำใด

- ก. จับผิด
- ข. ระแวง
- ค. หนักใจ
- ง. แคลงใจ
- จ. ชะล่าใจ

คำตอบคือ ข.

คำชี้แจง พิจารณาคำศัพท์ที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับคำใดมากที่สุด ดังตัวอย่างข้อ 00.) ดังนี้
ข้อ 00.) พัน

- ก. ลั่น
- ข. กิน
- ค. พุด
- ง. กลืน
- จ. เคี้ยว

คำตอบคือ จ.

ตอนที่ 2 ความเข้าใจในการอ่าน

คำชี้แจง อ่านข้อความ หรือบทประพันธ์ ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม ดังตัวอย่างข้อ 0.) และข้อ 00.) ดังนี้

ไอ้..อนิจจาตัวเรายามเฒ่าแล้ว
หูกี่หนวดตาก็บอด ชมซานมา
มีไม้เท้าอันเดียวที่ยาวเรื้อรอน
ยามมีทุกข์โศกครวญกลางฝุ่นดิน

พวกลูกแก้วทอดทิ้งไม่เหลียวหา
ถือกะลาสีซอขอเขากิน
วังก้นอนกลางถนนบนกรวดหิน
ยามจะกินอาหารเศษ ทุเรศทรวง

0.) โคลงนี้กล่าวถึงอะไร

- ก. มีลูกไม่ดี
- ข. ความพิการ
- ค. ความยากจน
- ง. อาชีพยามแก่
- จ. ไม้เท้าอันหนึ่ง

คำตอบคือ ก.

00.) โคลงนี้ต้องการกล่าวเตือนสติใคร

- ก. พ่อ
- ข. แม่
- ค. ลูก
- ง. คนแก่
- จ. คนจน

คำตอบคือ ค.

1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการคิดพิจารณาหาความสัมพันธ์ แล้ววินิจฉัยลงข้อสรุป อย่างมีหลักการ ได้แก่ แบบทดสอบอุปมาอุปไมยแบบภาษา แบบทดสอบสรุปความ และแบบทดสอบหาตัวร่วม ดังตัวอย่าง

ตอนที่ 1 อุปมาอุปไมยภาษา

คำชี้แจง พิจารณาคำที่กำหนดให้คู่แรกนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วหาคำที่มีความสัมพันธ์กันเหมือนกับความสัมพันธ์ของคำคู่แรก ดังตัวอย่างข้อ 0.) ดังนี้

ข้อ 0.) เรือยนต์ : หางเสือ → ? : ?

- ก. รถไฟ : ราง
- ข. รถยนต์ : ล้อ
- ค. จรวด : สถานี
- ง. เครื่องบิน : ปีก
- จ. บอลลูก : ความร้อน

คำตอบคือ ง. เพราะเรือยนต์จะต้องมีหางเสือเป็นตัวบังคับทิศทาง ดังนั้น เครื่องบินก็ต้องมีปีกเป็นตัวบังคับทิศทาง

ตอนที่ 2 สรุปความ

คำชี้แจง อ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วพิจารณาและสรุปข้อความนั้น ดังตัวอย่างข้อ 00.) ดังนี้

ข้อ 00.) จันอายุมากกว่าจวง แต่น้อยกว่าแจง ใจและจอยมีอายุน้อยกว่าจัน แต่ใจมีอายุมากกว่า

จวง และจอยมีอายุน้อยกว่าใจ

จากข้อความข้างต้น เราอาจสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. จอยมีอายุน้อยที่สุด
- ข. แจงมีอายุมากที่สุด
- ค. จวงมีอายุมากกว่าจอย
- ง. ใจมีอายุอยู่ระหว่างจันกับจวง
- จ. จันมีอายุอยู่ระหว่างจวงกับใจ

คำตอบคือ ข. เพราะเรียงอายุจากน้อยที่สุดไปมากที่สุด คือ จวง จอย ใจ จัน และแจง

ตอนที่ 3 หาดั้วร่วม

คำชี้แจง พิจารณาว่าชุดของคำที่กำหนดให้นั้น มีอะไรเป็นตั้วร่วมกัน ดังตัวอย่างข้อ 000.) ดังนี้

ข้อ 000.) วิทย์ โทรทัศน์ โทรศัพท์

- ก. สี
- ข. สาย
- ค. แสง
- ง. เสียง
- จ. สัญญาณ

คำตอบคือ ง.

1.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

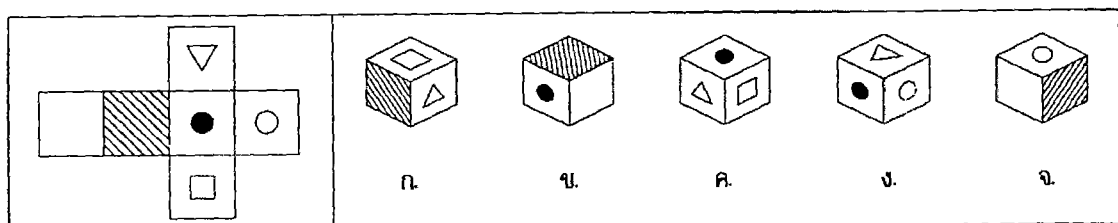
เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการมองเห็นการเปลี่ยนแปลงภายในส่วนภาพสิ่งเร้าที่กำหนด ได้แก่

แบบทดสอบประกอบภาพสามมิติ การหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ และภาพตัดกระดานฯ ดังตัวอย่าง

ตอนที่ 1 ประกอบภาพสามมิติ

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพในข้อใดเป็นกล่องที่เกิดจากการพับภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ ดังตัวอย่าง ข้อ 0.)

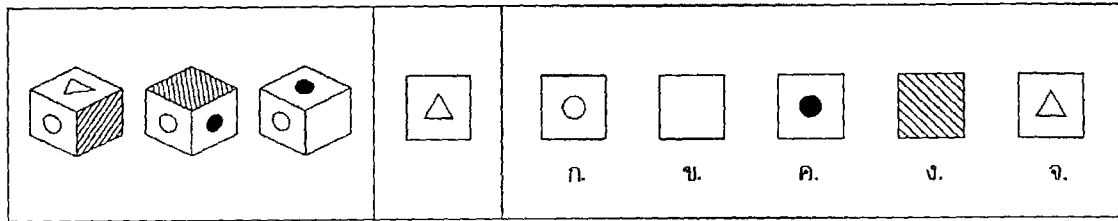
ดังนี้



คำตอบคือ ง. -

ตอนที่ 2 หาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพใดเป็นภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้ ดังตัวอย่างข้อที่ 00.) ดังนี้
ข้อ 00.)

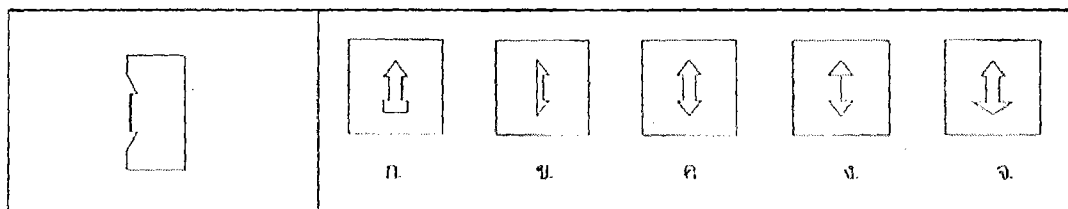


คำตอบคือ ค. จากภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ เป็นการหมุนทวนเข็มนาฬิกา ดังนั้น

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับ  จึงต้องเกิดจากการหมุนทวนเข็มนาฬิกา 2 ครั้ง ก็คือ 

ตอนที่ 3 ภาพตัดกระดาษ

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพใดเป็นภาพที่เกิดจากการคลี่กระดาษจากภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมื่อดังตัวอย่าง
ข้อที่ 000.) ดังนี้
ข้อ 000.)



คำตอบคือ ค.

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย
แบบทดสอบ 2 ฉบับ ดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 โดยเนื้อหาวิชา
ประกอบด้วยเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และการแยกตัวประกอบของพหุนาม ดังตัวอย่าง

ข้อ 0.) ข้อใดเป็นสูตรการหาพื้นที่ของวงกลม

ก. πr^2

ข. $2\pi r$

ค. $2\pi r^2$

ง. $3/4\pi r$

จ. $4/3\pi r^2$

คำตอบคือ ก.

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 โดยเนื้อหาวิชาประกอบด้วยเรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ดังตัวอย่าง

ข้อ 0.) เพราะเหตุใดเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้ความร้อน จึงนิยมใช้ขดลวดนิโครมมากกว่าลวดทองแดง

- ก. เพราะลวดทองแดงมีราคาแพง
- ข. เพราะลวดทองแดงมีจุดหลอมเหลวสูง
- ค. เพราะลวดนิโครมมีความต้านทานสูง
- ง. เพราะลวดนิโครมนำไฟฟ้าได้ดีกว่าลวดทองแดง
- จ. เพราะลวดนิโครมเป็นส่วนผสมระหว่างนิกเกิลกับโครเมียม

คำตอบคือ ค.

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ข้อที่ตอบถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ในข้อสอบเดียวกันให้คะแนน 0 คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมากระทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน และนัดหมายวัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปทำการทดสอบ
2. จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบ ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการสอบเอง ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2545 ถึง วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2545
3. อธิบายให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เข้าใจวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่จะได้รับในการทำแบบทดสอบ
4. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบ และวิธีการตอบ ก่อนลงมือทำพร้อมกัน
5. นำผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงพื้นิจ (Face Validity) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของโรว์เนลลี และ แสมเบลตัน (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 249)

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

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

1.2 การวิเคราะห์รายชื่อของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้เทคนิค 27 % แบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ แล้วเปิดตารางสำเร็จของ จุง-เตห์-ฟาน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2539 : 186 – 196)

1.2.1 ค่าความยากง่าย โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

1.2.2 ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรแบบง่าย ดังนี้

$$D = \frac{U}{n_u} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	n_u	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง
	n_L	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

1.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้วิธีคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR-20) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2539 : 215)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นถูก
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นผิด = 1-p
	S^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

1.4 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard error of measurement : SE)
(ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2539 : 244)

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

เมื่อ	SE_{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
	S	แทน	คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

3. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540 : 173)

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

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนตัวแปร X กับตัวแปร Y
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนน X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนน Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลัง 2
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลัง 2
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณ X และ Y ทุกคู่
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 สูตรที่ใช้ในการหาค่าสหสัมพันธ์คานิคอล (Pedhazur. 1997 : 927)

$$R = \begin{bmatrix} R_{xx} & R_{xy} \\ R_{yx} & R_{yy} \end{bmatrix}$$

เมื่อ	R	แทน	ซูเปอร์เมตริกซ์ระหว่างสหสัมพันธ์ของตัวแปรยกกำลังสอง
	R_{xx}	แทน	เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัว
	R_{yy}	แทน	เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามแต่ละตัว
	R_{xy}	แทน	เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปรอิสระแต่ละตัว กับชุดตัวแปรตามแต่ละตัว
	R_{yx}	แทน	เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามแต่ละตัว กับตัวแปรอิสระแต่ละตัว

หาค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอล

$$|R_{yy}^{-1} R_{yx} R_{xx}^{-1} R_{xy} - \lambda I| = 0$$

เมื่อ	R_{yy}^{-1}	แทน	อินเวอร์สเมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างกันของชุดตัวแปรตาม
	R_{xx}^{-1}	แทน	อินเวอร์สเมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างกันของชุดตัวแปรอิสระ
	I	แทน	เมตริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix)

หาค่า λ ได้จากสมการ quadratic

$$\lambda = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$R_d = \sqrt{\lambda_i}$$

เมื่อ	R_{ci}	แทน	ค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอล
	λ_i	แทน	ค่าความแปรปรวนของสหสัมพันธ์คานอนิคอล (Eigen Values)

3.3 ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คานอนิคอล โดยใช้สูตร (Pedhazur. 1997 :

939)

$$\chi^2 = -[N - 1 - .5(p + q + 1)] \log_e \Lambda$$

df = pq

เมื่อ	χ^2	แทน	ค่าของการแจกแจงไคสแควร์
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
	p	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ
	q	แทน	จำนวนตัวแปรตาม
	$\log_e$	แทน	ล็อกการิทึมธรรมชาติ (Natural Logarithm)
	Λ	แทน	Wilks' lambda โดยหาจาก

$$\Lambda = (1 - R_{c1}^2)(1 - R_{c2}^2) \dots (1 - R_{cd}^2)$$

3.4 น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Y โดยใช้สูตร (Pedhazur. 1997 : 931)

$$\beta_j = \frac{1}{\sqrt{V_j' R_{yy} V_j}} V_j$$

เมื่อ	β_j	แทน	น้ำหนักความสำคัญ
	R_{yy}	แทน	เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรตาม
	V_j'	แทน	ทรานสโพส ของ เวกเตอร์ตัวที่ j (v_j)
	V_j	แทน	เวกเตอร์ ตัวที่ j ซึ่งหาได้จาก

$$[R_{yy}^{-1} R_{yx} R_{xx}^{-1} R_{xy} - \lambda I] V = 0$$

3.5 น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร X โดยใช้สูตร (Pedhazur. 1997 : 932)

$$A = R_{xx}^{-1} R_{xy} B D^{-1/2}$$

เมื่อ	A	แทน	เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์คานอนิคอลของตัวแปร X
	B	แทน	เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์คานอนิคอลของตัวแปร Y
	$D^{1/2}$	แทน	diagonal matrix ที่มีสมาชิกเป็นส่วนกลับของรากที่สองของ λ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความหมายในการเสนอผลการวิเคราะห์ให้เข้าใจตรงกันดังนี้

X1 แทน	ความสามารถทางสมองด้านจำนวน
X2 แทน	ความสามารถทางสมองด้านภาษา
X3 แทน	ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล
X4 แทน	ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
Y1 แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
Y2 แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
F แทน	ชุด (Function)
λ แทน	ค่าไอเกน (Eigenvalue)
R_c แทน	ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอล (Canonical Correlation)
Λ แทน	ค่าวิลค์แลมด้า (Wilks' lambda)
χ^2 แทน	ค่าไคสแควร์

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลเป็นลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบธรรมดาระหว่างความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์
3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ และค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ
4. คำนำนัยสำคัญของค่าคาโนนิกอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครบถ้วนตามแผนการวิจัยแล้วที่ได้กำหนดไว้แล้วผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ ปรากฏผลดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวแปร	จำนวนข้อ	คะแนนเฉลี่ย	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X1	30	17.36	5.00
X2	30	22.67	3.94
X3	30	20.39	5.11
X4	30	15.37	6.08
Y1	40	12.15	4.29
Y2	40	17.47	5.40

จากตาราง 4 ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 17.36 , 22.67 , 20.39 และ 15.37 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่านักเรียนมีความสามารถทางสมองอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ส่วนคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 12.15 และ 17.47 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 5.00 , 3.94 , 5.11 และ 6.08 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ด้านจำนวน และด้านเหตุผล มีการกระจายของคะแนนใกล้เคียงกัน ส่วนแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษามีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุด และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีการกระจายของคะแนนมากที่สุดและเมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 4.29 และ 5.40 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีการกระจายของคะแนนมากกว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบธรรมดาระหว่างความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบธรรมดาระหว่างความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบ	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2
X1	1.00	.3828**	.5464**	.4861**	.3131**	.4828**
X2		1.00	.5737**	.3069**	.2443*	.3374**
X3			1.00	.5583**	.4380**	.5208**
X4				1.00	.2875**	.4224**
Y1					1.00	.4260**
Y2						1.00

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 , *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 ปรากฏผลว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถทางสมองแต่ละด้าน มีค่าอยู่ระหว่าง .3069 ถึง .5737 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .4260 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยเช่นกัน

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองแต่ละด้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง .2443 ถึง .5208 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกือบทุกค่า ยกเว้น ความสามารถทางสมองด้านภาษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คานอนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ และค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ผลการวิเคราะห์ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คานอนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ และค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ

F	R _c	λ	Λ	χ^2
1	.618**	.382	.609	181.221
2	.122	.015	.985	5.448

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 ปรากฏผลว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างความสามารถทางสมอง ด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล 2 ชุด มีค่าเท่ากับ .618 และ .122 ตามลำดับ ซึ่งในชุดแรกมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ในชุดที่ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่าความแปรปรวนของสหสัมพันธ์คาโนนิคอลทั้งสองชุด พบว่ามีค่าเท่ากับ .382 และ .015 ตามลำดับ แสดงว่า ความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มีลักษณะที่วัดร่วมกันเท่ากับ ร้อยละ 38.2

4. คำนำนัยสำคัญของค่าคาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมอง ด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 คำนำนัยสำคัญของค่าคาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์

ประเภทของตัวแปร	ชื่อตัวแปร	ค่านำนัยสำคัญของค่าคาโนนิคอล	
		F(1)	F(2)
ชุดตัวแปรอิสระ	ความสามารถทางสมองด้านจำนวน	-.370 ¹	.759 ^x
	ความสามารถทางสมองด้านภาษา	-.031	.392 ^x
	ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล	-.603 ¹	-1.293 ¹
	ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	-.182	.512 ^x
ชุดตัวแปรตาม	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	-.381 ¹	-1.038 ¹
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	-.776 ¹	.787 ^x

¹ ค่าที่ส่งผลซึ่งกันและกันแบบที่หนึ่งในชุดนั้น , ^x ค่าที่ส่งผลซึ่งกันและกันแบบที่สองในชุดนั้น (ถ้ามี)

จากตาราง 7 ปรากฏผลว่าค่านำนัยสำคัญของค่าคาโนนิคอลระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองชุดนั้น พบว่า ในส่วนของชุดแรกนั้น สำหรับกลุ่มตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลและด้านจำนวน มีค่านำนัยเท่ากับ -.603 และ -.370 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าส่งผลได้เพราะมีค่านำนัยสำคัญของค่าคาโนนิคอลมากกว่า .20 ส่วนความสามารถทางสมองด้านภาษา และด้านมิติสัมพันธ์ มีค่านำนัยสำคัญของค่าคาโนนิคอลน้อยกว่า .20 จึงถือว่าไม่ส่งผลกับตัวแปรตาม และสำหรับกลุ่มตัวแปรตามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ มีค่านำนัยเท่ากับ -.776 และ -.381 ตามลำดับ ในชุดที่หนึ่งนี้พบว่า ชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และด้านจำนวนส่งผลซึ่งกันและกันกับชุดตัวแปรตามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ ในลักษณะเช่นนี้หมายความว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางสมองด้านเหตุผลและด้านจำนวนสูง มีแนวโน้มว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ

วิชาคณิตศาสตร์สูงด้วย

ส่วนในชุดที่สอง พบว่าชุดตัวแปรอิสระ คือ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษา มีค่าน้ำหนักเท่ากับ -1.293 , $.759$, $.512$ และ $.392$ ตามลำดับ และสำหรับชุดตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ -1.038 และ $.787$ ตามลำดับ แสดงว่าในชุดที่สองนี้มีค่าน้ำหนักความสำคัญคานิคอลของตัวแปรเป็นไปในสองแบบ คือ แบบที่หนึ่ง ชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ส่งผลซึ่งกันและกัน กับชุดตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และในแบบที่สอง ชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษา ส่งผลซึ่งกันและกันกับชุดตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางสมองด้านเหตุผลสูง มีแนวโน้มว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ในขณะเดียวกัน นักเรียนที่มีความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษาสูง จะมีแนวโน้มว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ด้วยเช่นกัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล ระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษานำหนักความสำคัญแบบคาโนนิคอลของความสามารถทางสมอง ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดปทุมธานี จำนวน 418 คน โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น และห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบ 2 ประเภท คือแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน มีจำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ ดังนี้
 - 1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .832
 - 1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .901
 - 1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .890
 - 1.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .810
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) มีจำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ ดังนี้
 - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .859
 - 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .829

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมากระทำการวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการสอบด้วยตนเอง ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2545 ถึง 22 กุมภาพันธ์ 2545 โดยแต่ละโรงเรียนแบ่งการทดสอบเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ ฉบับละ 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 85 นาที

ครั้งที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 40 ข้อ
ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

ครั้งที่ 3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ
ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากนำแบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยหาค่าดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบรอมบ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์
3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ และค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ
4. คำนำนักความสำคัญคาโนนิกอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 17.36 , 22.67 , 20.39 และ 15.37 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มแสดงว่านักเรียนมีความสามารถทางสมองอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ส่วนคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 12.15 และ 17.47 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

เมื่อพิจารณาการกระจายของคะแนนซึ่งพิจารณาจากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้าน พบว่า มีค่าเท่ากับ 5.00 , 3.94 , 5.11 และ 6.08 ตามลำดับ แสดงว่าความสามารถทางสมองด้านจำนวน และด้านเหตุผล มีการกระจายใกล้เคียงกัน ส่วนแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา มีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุด และแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มีการกระจายของคะแนนมากที่สุดและเมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 4.29 และ 5.40 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีการกระจายของคะแนนมากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระ คือ ความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลสองชุด มีค่าเท่ากับ .618 และ .122 ตามลำดับ ซึ่งในชุดแรกมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ในชุดที่สองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของสหสัมพันธ์คาโนนิคอลทั้งสองชุด พบว่ามีค่าเท่ากับ .382 และ .015 ตามลำดับ แสดงว่า ความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มีลักษณะวัดร่วมกันเท่ากับร้อยละ 38.2

3. คำนำน้าหนักความสำคัญคาโนนิคอลระหว่างความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งสองชุดนั้น พบว่า ในชุดแรกค่าน้ำหนักความสำคัญเกิดจากตัวแปรอิสระ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และด้านจำนวน ส่งผลซึ่งกันและกันกับชุดตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนในชุดที่สองนั้นค่าน้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอลของตัวแปรเป็นไปในสองแบบ แบบที่หนึ่งความสำคัญคาโนนิคอลเกิดจากตัวแปรอิสระ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ส่งผลซึ่งกันและกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และในแบบที่สอง คำนำน้าหนักความสำคัญคาโนนิคอลเกิดจากตัวแปรอิสระด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษา ส่งผลซึ่งกันและกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

อภิปรายผล

ผลการศึกษาครั้งนี้ในครั้งนี้อภิปรายได้ดังนี้

1. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระ คือ ความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับชุดตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลได้ 2 ชุดด้วยกัน มีค่าเท่ากับ .618 และ .122 ตามลำดับ ซึ่งในชุดแรกสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในชุดที่สองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลที่ได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ต่าย เชิญณี (2519 : 62-69) ที่พบว่าสมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของนคร เทพวรรณ (2521 : 32-33) ที่พบว่า สมรรถภาพทางสมองบางประการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต และยังสอดคล้องกับ มิทเชล (Mitchell. 1955 : 487-490) และ โกรเดอร์ (Growder. 1957 : 521-527) ที่พบว่าความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ด้านตัวเลข ด้านภาษา และด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงการศึกษาของ สวรรค์ อ่อนนาค (2511 : 17) ที่พบว่าสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล มีความสัมพันธ์กับคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์ และยังสอดคล้องกับ มั่นชนี อินทะนา (2527 : 63-69) ที่พบว่า คะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในชุดแรกแสดงให้เห็นว่าความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์

2. คำนำน้าหนักความสำคัญคาโนนิคอล ในชุดแรกความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และด้านจำนวน มีค่าเท่ากับ -.603 และ -.370 ตามลำดับ ส่งผลซึ่งกันและกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ -.776 และ -.381 ตามลำดับ ซึ่ง

สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับอนุสรณ์ สกฤต (2520 : 43-45) ที่วิเคราะห์องค์ประกอบ และพบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์มี 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ องค์ประกอบ ด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านจำนวน และการศึกษาของ กูดแมน (Goodman. 1961 : 436) ที่พบว่า ความสามารถทางสมองที่มีผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเคมี คือ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษา สำหรับค่าน้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอลในชุดแรกนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และด้านจำนวน มีส่วนทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ได้

ส่วนในชุดที่สองมีค่าน้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอลของตัวแปรเป็นไปในสองแบบ คือ แบบที่หนึ่ง ค่าน้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอลของความสามารถทางสมองด้านเหตุผล มีค่าเท่ากับ -1.293 ส่งผลซึ่งกัน และกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีน้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอลเท่ากับ -1.038 แบบที่สอง ค่าน้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอลของความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษา มีค่าเท่ากับ $.759$, $.512$ และ $.392$ ตามลำดับ ส่งผลซึ่งกันและกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าน้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอลเท่ากับ $.787$ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ามีความสามารถทางสมองอย่างน้อยหนึ่งด้านส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เบนเนต และคณะ (Bennet and others. 1956 : 81-91) พบว่า องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบ ดีเอที (DAT : Differential Aptitude Test) คือ ด้านภาษา ด้านตัวเลข และด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับ ฮิลล์ (Hill. 1957 : 618-622) ที่พบว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ด้านตัวเลข และด้านภาษา ส่งผลต่อการเรียน คณิตศาสตร์

สำหรับในชุดที่สองนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถทางสมองด้านเหตุผลมีส่วนทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ และนักเรียนที่มีความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษา มีส่วนทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำ ผลการศึกษาค้นคว้าไปใช้ประโยชน์จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ความสามารถทางสมองทั้ง 4 ด้าน คือด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ ส่งผลซึ่งกัน และกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ถ้าต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 วิชา สูงขึ้น ครู อาจารย์ ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมและฝึกฝน ความสามารถทางสมองทั้ง 4 ด้าน แก่นักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอลระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์ทางเรียนในวิชาอื่น ๆ เพื่อดูว่าความสามารถทางสมองจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ มากน้อยเพียงไร

2.2 ควรศึกษาถึงความสามารถทางสมองด้านอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาดูว่ามีความสามารถทางสมองด้านใดอีกที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2535) *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ชวาล แพร่ตกุล. (2513) “ความหมายของความถนัด” *พัฒนาวิทย์* 5. สำนักทดสอบวิทยาลัยวิชาการ
ศึกษาประสานมิตร กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วีระสัมพันธ์
- _____. (2516) *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช
- ชาญชัย ทิพนเตร. (2525) *การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลข สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุพรรณบุรี*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ด้าย เชียงฉวี. (2519) *ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองสุข วันแสน. (2524) *การศึกษาสมรรถภาพสมองทางภาษาห้าด้าน ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองใบ เป็ดทิพย์. (2538) *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผล กับทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองหล่อ วิภาวีน. (2523) *การวัดความถนัด* กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิพวรรณ วังเย็น. (2541) *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2524) *รูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียน*. ปรินิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2532) *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 2*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล
- _____. (2526) *เอกสารคำสอนแบบทดสอบวัดความถนัด*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- พรทิพย์ ภักธชาคร. (2520) *ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิกุล เกตุประดิษฐ์. (2522) *การวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญศรี เตมียกุล. (2525) *การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ในจังหวัดสิงห์บุรี*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ไพศาล หวังพานิช. (2526) การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มณฑณี อินทะนา. (2527) ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยรรยง ปกป้อง. (2534) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ. (2511) การค้นหาตัวพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน วิชาเอกคณิตศาสตร์ ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ปีการศึกษา 2510. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และนิสิตปริญญาโทวัดผลการศึกษา. (2526) แบบทดสอบความถนัด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ✓ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539) เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ✓ _____. (2538) เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ✓ _____. (2541) เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2540) สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรรณุช สิริภาพ. (2524) การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณดี แสงประทีปทอง. (2536, เมษายน-พฤษภาคม) "การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล", ข่าวสารวิจัย การศึกษา. 16(4) : 3-11.
- วิรัช ธรรมทินนะ. (2524) การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในจังหวัดสงขลา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมชัย วงษ์นายะ. (2524) การศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส่งเสริมการสอนและเทคโนโลยี, สถาบัน, กระทรวงศึกษาธิการ.(2536) หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 012 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตรมัธยมศึกษา ตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุวรรณค์ อ่อนนาค. (2511) ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลและความเชื่อในคติชาวบ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- सान แก้วกัณหา. (2534) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอุปมาอุปไมยด้านภาษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- सानนท์ ฉายศรีศิริ. (2522) องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครปฐม. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สามารถ วีระสัมฤทธิ์. (2512) สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุดใจ กองมะลิ. (2538) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางภาษากับแบบทดสอบโคลชวัดความเข้าใจในการอ่านภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุทิวรรณ พิศักดีโสภณ. (2541) รายงานโครงการวิจัย การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีงบประมาณ 254 (โครงการต่อเนื่อง). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุนัน สิทธิวิชาพร. (2533) ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ สลโกสม. (2516) ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน การปรับตัว ความตั้งใจเรียน ความวิตกกังวลในการเรียน ความมุ่งหวังของผู้ปกครองและฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมิตร์ คุณานุกร. (2518) หลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานครการพิมพ์.
- สุวิมล มาลีชัย. (2532) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2540) เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณ. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : บริษัท เลิฟแอนด์-ลินเพรส จำกัด.
- หัสยา เทียรวิทวัส. (2537) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนุสรณ์ สกุลอุ. (2520) การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารมณ เพชรชื่น. (2527) เทคนิคการวัดและประเมินผลการศึกษาในระดับประถมศึกษา.มหาวิทยาลัย-ศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์.
- Anastasi, Anne. (1965) *Testing Problem in Perspective*. New York : American Council on Education.
- _____. (1970) *Psychological Testing*. 3rd ed. London : TheMacmillan Company.
- ✓ Bennet, G.K. , H.G. Seashore and A.G. Weshman. (1956 , May) "Tha Differential Aptitude Test an Overview,"*The Personnel and Guidance Journal*. 2(5) : 81-91.
- ✓ Bingham ,Walter V. (1937) *Aptitudes and Aptitude Testing*. New York : Harper and Brothers.
- Bohacek , Stephan and Edmund Jonckheere. (1998 , December) "Chaotic Modeling in Network Spinal Analysis : Nonlinear Canonical Correlation with Alternating Conditional Expectation (ACE) : A Preliminary Report," *Journal of Vertebral Subluxation Research*. 2(4) : 188-195.
- ✓ Cronbach , Lee J. (1970) *Essential of Psychological Testing*. 3rd ed.,New York : Harper & Row.

- ✓ Freeman , Frank S. (1966) *Theory and Practice of Psychological Testing*. 3rd ed.,New York : Rinehart and Winston.
- Good, C.V. (1959) *Dictionandry of Education*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- ✓ Goodman, C.H. (1961) *Introduction to Psychology*. New York, Mcmillan.
- ✓ Hill ,J.R.(1957 , January) "The Factor-Analysis Abilities and Success in Mathematics," *Educational and Psychological Measurement*. 6(17) : 615-622.
- Kerlinger ,Fred N. and Elazar J. Pedhazur. (1973) *MultipleRegression in Behavior Research*.
New York : Holt Rinehart and Winston , Inc.
- Pedhazur ,Elazar J. (1997) *Multiple Regreesion in Behavioral Research / Explanation and Prediction*.
3rd ed. Orlando : Harcourt Brace College Publishers.
- Thurstone ,Louis Lean. (1947) *Multiple-Factor Analysis : a Development and Expersion of the Vectors of Mind*. Chicago : The University of Chicago pres.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แสดงการสร้างตารางวิเคราะห์รายละเอียด วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 และวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306

**การสร้างตารางวิเคราะห์รายละเอียด
วิชาคณิตศาสตร์ (ค 012) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

ก. พฤติกรรมที่ต้องการวัด

1. ความจำ	น้ำหนักความสำคัญ	10%
2. ความเข้าใจ	น้ำหนักความสำคัญ	25%
3. การนำไปใช้	น้ำหนักความสำคัญ	55%
4. การวิเคราะห์	น้ำหนักความสำคัญ	10%
รวม		100%

ข. เนื้อหาที่จะวัด

1. พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	น้ำหนักความสำคัญ	10%
2. พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	น้ำหนักความสำคัญ	10%
3. พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	น้ำหนักความสำคัญ	10%
4. พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	น้ำหนักความสำคัญ	10%
5. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง	น้ำหนักความสำคัญ	45%
6. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง	น้ำหนักความสำคัญ	15%
รวม		100%

ตาราง 8 กำหนดรายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ (ค 012) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวมจำนวน ข้อสอบ
1.พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	1	2	3	-	6
2.พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	1	2	3	-	6
3.พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	1	2	3	-	6
4.พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	1	2	3	-	6
5.การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง	2	6	15	4	27
6.การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง	-	1	6	2	9
รวมจำนวนข้อสอบ	6	15	33	6	60

**การสร้างตารางวิเคราะห์รายละเอียด
วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

ก. พฤติกรรมที่ต้องการวัด

1. ความจำ	น้ำหนักความสำคัญ	25%
2. ความเข้าใจ	น้ำหนักความสำคัญ	30%
3. การนำไปใช้	น้ำหนักความสำคัญ	30%
4. การวิเคราะห์	น้ำหนักความสำคัญ	15%
รวม		100%

ข. เนื้อหาที่จะวัด

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า	น้ำหนักความสำคัญ	25%
2. วงจรไฟฟ้า	น้ำหนักความสำคัญ	20%
3. เครื่องใช้ไฟฟ้า	น้ำหนักความสำคัญ	35%
4. กำลังไฟฟ้า	น้ำหนักความสำคัญ	20%
รวม		100%

ตาราง 9 กำหนดรายละเอียดวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวมจำนวน ข้อสอบ
1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า	5	5	5	-	15
2. วงจรไฟฟ้า	-	6	3	3	12
3. เครื่องใช้ไฟฟ้า	10	4	4	3	21
4. กำลังไฟฟ้า	-	3	6	3	12
รวมจำนวนข้อสอบ	15	18	18	9	60

ภาคผนวก ข.

แสดงค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง
และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน
จำนวนข้อสอบ 56 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
1**	ก*	.724	.415	8	ก	.070	.019
	ข	.085	.113		ข	.327	-.113
	ค	.126	.264		ค*	.261	.113
	ง	.055	.019		ง	.201	.057
	จ	.010	.019		จ	.141	.151
2**	ก	.075	.189	9**	ก	.060	.113
	ข*	.774	.226		ข	.090	.189
	ค	.015	.038		ค	.196	.226
	ง	.015	.038		ง	.296	-.208
	จ	.121	-.038		จ*	.357	.321
3**	ก	.055	.132	10**	ก	.085	.151
	ข*	.754	.340		ข	.111	.245
	ค	.116	.113		ค	.141	.245
	ง	.020	.019		ง*	.548	.736
	จ	.055	.075		จ	.116	.094
4	ก	.025	.057	11	ก	.065	.132
	ข	.302	.075		ข	.121	.094
	ค	.296	.075		ค*	.322	.057
	ง*	.362	.208		ง	.402	-.245
	จ	.015	.000		จ	.090	.075
5**	ก*	.533	.358	12	ก	.312	.170
	ข	.050	.094		ข	.176	.038
	ค	.121	.113		ค	.211	.170
	ง	.266	.075		ง	.111	.038
	จ	.030	.075		จ*	.191	.415
6**	ก	.156	.113	13	ก*	.467	.566
	ข*	.422	.245		ข	.196	.302
	ค	.186	.057		ค	.186	.170
	ง	.221	.075		ง	.101	.038
	จ	.015	.000		จ	.050	.057
7	ก*	.523	.283	14	ก	.070	.057
	ข	.196	.151		ข	.126	.151
	ค	.121	.094		ค*	.266	.000
	ง	.075	.057		ง	.121	.057
	จ	.085	-.019		จ	.417	-.264

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
15**	ก	.055	.113	22**	ก	.080	.094
	ข	.186	.226		ข	.055	.151
	ค	.075	.113		ค	.075	.038
	ง	.276	.264		ง*	.729	.453
	จ*	.407	.717		จ	.060	.170
16**	ก	.075	.132	23	ก	.085	.094
	ข	.141	.132		ข	.266	-.226
	ค*	.543	.642		ค*	.442	.057
	ง	.131	.189		ง	.126	.075
	จ	.111	.189		จ	.080	.113
17	ก	.065	.094	24	ก	.296	-.057
	ข	.246	-.170		ข	.322	-.038
	ค*	.442	.264		ค	.075	.170
	ง	.166	.113		ง*	.266	.019
	จ	.080	.226		จ	.040	.057
18**	ก	.080	.208	25**	ก*	.487	.491
	ข	.197	.264		ข	.126	.170
	ค	.166	.113		ค	.095	.075
	ง*	.206	.660		ง	.161	.208
	จ	.050	.075		จ	.131	.308
19	ก	.236	-.189	26**	ก	.045	.075
	ข*	.136	.094		ข	.141	.283
	ค	.201	.019		ค	.080	.113
	ง	.337	.245		ง	.256	.151
	จ	.090	.019		จ*	.477	.321
20**	ก	.040	.113	27	ก	.176	.094
	ข	.035	.075		ข	.286	-.038
	ค	.035	.075		ค	.161	.000
	ง	.180	.019		ง	.136	.132
	จ*	.709	.283		จ*	.241	.189
21**	ก	.100	.113	28	ก	.206	.057
	ข*	.769	.340		ข	.236	-.264
	ค	.080	.094		ค	.302	.094
	ง	.035	.113		ง	.176	.038
	จ	.015	.019		จ*	.080	-.075

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
29**	ก	.156	.208	36	ก	.126	.132
	ข*	.508	.642		ข	.382	-.264
	ค	.221	.189		ค*	.291	.113
	ง	.075	.151		ง	.136	.094
	จ	.040	.094		จ	.065	.151
30**	ก	.060	.151	37	ก	.146	.170
	ข*	.698	.566		ข	.206	.094
	ค	.080	.151		ค*	.281	.358
	ง	.075	.170		ง	.241	-.038
	จ	.085	.094		จ	.126	.132
31**	ก	.171	.226	38**	ก	.186	.226
	ข	.156	.019		ข	.236	-.132
	ค*	.327	.208		ค	.226	.038
	ง	.111	.075		ง*	.271	.208
	จ	.236	-.113		จ	.080	.075
32**	ก	.126	.132	39	ก*	.151	.019
	ข*	.302	.208		ข	.161	.057
	ค	.236	.038		ค	.332	-.208
	ง	.266	-.019		ง	.126	-.038
	จ	.070	.132		จ	.231	.208
33	ก	.186	.000	40**	ก	.121	.245
	ข*	.286	.132		ข*	.482	.453
	ค	.291	.057		ค	.347	.113
	ง	.146	.075		ง	.015	.019
	จ	.090	.000		จ	.035	.075
34	ก	.070	.189	41	ก	.226	-.302
	ข	.121	.019		ข	.161	.094
	ค	.201	.189		ค	.362	.226
	ง	.181	.075		ง*	.211	.038
	จ*	.427	.472		จ	.040	.019
35	ก	.151	.075	42**	ก	.266	.226
	ข*	.291	.302		ข	.271	.000
	ค	.271	.208		ค	.095	.019
	ง	.196	-.151		ง	.111	.151
	จ	.090	.170		จ*	.256	.396

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
43	ก	.121	-.075	50**	ก	.156	.170
	ข	.307	-.170		ข	.276	.075
	ค*	.271	.019		ค*	.357	.396
	ง	.191	.113		ง	.121	.075
	จ	.111	.151		จ	.090	.075
44**	ก	.070	.170	51	ก	.121	.038
	ข	.191	.208		ข	.211	.000
	ค*	.397	.264		ค	.231	.094
	ง	.171	.000		ง	.106	.151
	จ	.171	-.113		จ*	.332	.283
45**	ก*	.518	.491	52	ก	.271	-.434
	ข	.131	.094		ข	.246	.075
	ค	.191	.189		ค	.186	.226
	ง	.075	.113		ง	.141	.075
	จ	.085	.094		จ*	.156	.057
46**	ก	.176	.151	53	ก	.206	.170
	ข	.161	.189		ข	.251	-.019
	ค	.246	.057		ค	.307	-.264
	ง*	.291	.434		ง*	.141	.000
	จ	.126	.038		จ	.095	.113
47**	ก	.111	.113	54**	ก	.261	.113
	ข	.176	.151		ข	.246	.170
	ค	.186	.189		ค*	.281	.434
	ง*	.482	.472		ง	.136	.057
	จ	.045	.019		จ	.075	.094
48**	ก	.141	.132	55**	ก	.171	.075
	ข*	.457	.283		ข	.176	.057
	ค	.181	.057		ค	.256	-.019
	ง	.090	.038		ง*	.231	.245
	จ	.131	.057		จ	.166	.019
49	ก*	.146	.038	56	ก	.291	-.264
	ข	.322	-.302		ข	.126	.151
	ค	.176	.170		ค	.226	-.019
	ง	.131	.094		ง*	.176	.019
	จ	.226	.075		จ	.181	.151

* หมายถึง ตัวเลือกถูก

** หมายถึง ข้อที่คัดเลือกไว้

ตาราง 11 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา
จำนวนข้อสอบ 54 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
1	ก	.172	.278	8**	ก	.217	.111
	ข	.187	.130		ข	.079	.167
	ค*	.261	.185		ค	.123	.148
	ง	.212	-.074		ง*	.374	.556
	จ	.167	-.148		จ	.207	.130
2	ก	.227	.185	9	ก	.079	.093
	ข	.035	.037		ข*	.374	.296
	ค	.079	.037		ค	.108	.148
	ง	.089	.130		ง	.172	.093
	จ*	.300	.389		จ	.266	-.037
3**	ก	.089	.130	10**	ก	.059	.185
	ข	.099	.130		ข	.064	.056
	ค*	.552	.352		ค	.074	.204
	ง	.113	.019		ง*	.591	.500
	จ	.148	.074		จ	.212	.056
4**	ก*	.507	.574	11**	ก	.148	.000
	ข	.099	.222		ข	.064	.148
	ค	.148	.111		ค*	.635	.352
	ง	.108	.185		ง	.064	.167
	จ	.138	.056		จ	.089	.037
5**	ก*	.690	.648	12**	ก	.123	.204
	ข	.069	.074		ข	.059	.148
	ค	.108	.296		ค	.118	.204
	ง	.069	.167		ง	.089	.148
	จ	.064	.111		จ*	.611	.704
6	ก	.192	.111	13	ก	.074	.093
	ข*	.655	.648		ข	.069	.148
	ค	.064	.241		ค	.064	.111
	ง	.039	.130		ง	.660	.500
	จ	.049	.167		จ*	.133	.148
7**	ก*	.635	.630	14	ก	.276	-.167
	ข	.133	.148		ข*	.576	.315
	ค	.094	.185		ค	.059	.204
	ง	.094	.185		ง	.054	.167
	จ	.044	.111		จ	.034	.111

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
15**	ก	.054	.111	22**	ก	.103	.037
	ข	.084	.185		ข*	.552	.481
	ค*	.601	.463		ค	.167	.204
	ง	.118	.167		ง	.118	.167
	จ	.143	.000		จ	.059	.074
16**	ก	.079	.148	23**	ก	.113	.204
	ข	.054	.204		ข	.094	.167
	ค*	.749	.556		ค*	.655	.630
	ง	.084	.093		ง	.069	.167
	จ	.034	.111		จ	.069	.093
17	ก*	.581	.685	24	ก*	.340	.426
	ข	.138	.148		ข	.296	.074
	ค	.079	.185		ค	.153	.333
	ง	.163	.296		ง	.064	.111
	จ	.039	.056		จ	.148	.093
18	ก	.133	.259	25**	ก	.064	.130
	ข	.064	.056		ข	.059	.204
	ค	.197	.019		ค	.103	.352
	ง	.246	-.093		ง	.074	.111
	จ*	.360	-.241		จ*	.700	.796
19**	ก	.074	.093	26**	ก	.034	.111
	ข	.138	.204		ข	.049	.167
	ค	.276	.111		ค	.079	.296
	ง*	.443	.463		ง	.069	.185
	จ	.069	.056		จ*	.768	.759
20**	ก*	.744	.704	27**	ก	.103	.093
	ข	.059	.204		ข	.089	.204
	ค	.069	.241		ค	.069	.241
	ง	.064	.130		ง	.094	.259
	จ	.064	.130		จ*	.645	.796
21	ก	.128	.185	28**	ก	.158	.130
	ข	.039	.111		ข	.163	.296
	ค*	.138	.352		ค	.049	.148
	ง	.271	.019		ง	.069	.130
	จ	.123	.037		จ*	.562	.704

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
29	ก*	.709	.741	36**	ก	.148	.148
	ข	.074	.185		ข*	.488	.444
	ค	.084	.167		ค	.187	.185
	ง	.044	.167		ง	.128	.037
	จ	.089	.222		จ	.049	.074
30**	ก	.064	.093	37**	ก	.133	.204
	ข	.089	.278		ข	.099	.259
	ค	.094	.204		ค	.094	.204
	ง	.182	.000		ง	.099	.148
	จ*	.571	.574		จ*	.576	.815
31	ก	.059	.111	38**	ก	.325	-.074
	ข	.099	.259		ข	.108	.185
	ค*	.645	.574		ค	.094	.185
	ง	.128	.185		ง*	.345	.389
	จ	.069	.019		จ	.128	.093
32	ก	.133	.148	39**	ก	.084	.167
	ข	.369	-.222		ข	.138	.204
	ค*	.379	.259		ค	.192	.074
	ง	.074	.241		ง	.128	.111
	จ	.044	.093		จ*	.458	.556
33**	ก*	.655	.611	40	ก	.089	.111
	ข	.118	.204		ข	.123	.185
	ค	.084	.093		ค	.172	.056
	ง	.054	.167		ง*	.424	.370
	จ	.089	.148		จ	.192	.019
34	ก	.094	.167	41	ก*	.207	.185
	ข*	.473	.278		ข	.138	.148
	ค	.079	.093		ค	.340	.130
	ง	.054	.204		ง	.172	-.074
	จ	.300	-.185		จ	.143	-.019
35**	ก	.320	-.056	42	ก*	.650	.667
	ข	.118	.259		ข	.099	.167
	ค	.163	.130		ค	.108	.111
	ง*	.320	.315		ง	.064	.185
	จ	.079	.019		จ	.079	.204

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
43	ก	.197	.019	49**	ก	.167	.074
	ข	.222	-.130		ข	.128	.204
	ค	.320	-.130		ค	.197	.019
	ง*	.197	-.111		ง	.128	.259
	จ	.064	.130		จ*	.379	.556
44**	ก*	.330	.204	50**	ก	.054	.185
	ข	.128	.074		ข*	.256	.241
	ค	.143	.333		ค	.207	.204
	ง	.256	-.037		ง	.212	-.130
	จ	.143	-.167		จ	.271	-.019
45**	ก	.084	.167	51	ก*	.419	.537
	ข	.148	.130		ข	.261	-.037
	ค	.227	-.074		ค	.133	.241
	ง	.123	.278		ง	.123	.222
	จ*	.419	.500		จ	.064	.111
46**	ก	.069	.167	52	ก	.094	.093
	ข	.202	.370		ข*	.369	.278
	ค	.138	.130		ค	.212	.222
	ง	.069	.000		ง	.271	-.111
	จ*	.522	.667		จ	.054	.074
47	ก	.212	-.204	53	ก	.123	.111
	ข	.103	.167		ข	.187	.111
	ค*	.448	.278		ค*	.502	.352
	ง	.143	.074		ง	.113	.074
	จ	.094	.241		จ	.074	.056
48	ก	.084	.111	54	ก	.143	.185
	ข	.207	.167		ข	.271	-.111
	ค*	.394	.407		ค	.177	.130
	ง	.192	.074		ง*	.325	.352
	จ	.123	.056		จ	.084	.148

* หมายถึง ตัวเลือกถูก

** หมายถึง ข้อที่คัดเลือกไว้

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล
จำนวนข้อสอบ 47 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
1**	ก	.108	.036	8	ก	.235	.073
	ข	.113	.218		ข	.240	.109
	ค	.049	.145		ค	.078	.255
	ง	.299	.000		ง*	.314	.400
	จ*	.431	.400		จ	.132	-.036
2**	ก*	.466	.509	9	ก	.108	.036
	ข	.221	.073		ข	.211	-.036
	ค	.069	.182		ค	.196	.000
	ง	.211	.182		ง*	.162	.036
	จ	.034	.073		จ	.324	.036
3**	ก	.162	.236	10**	ก	.172	-.091
	ข*	.642	.545		ข	.069	.200
	ค	.054	.073		ค	.123	.200
	ง	.054	.109		ง	.103	.182
	จ	.088	.127		จ*	.534	.491
4**	ก	.083	.127	11**	ก	.074	.182
	ข	.123	.091		ข	.118	.109
	ค*	.686	.455		ค	.098	.218
	ง	.083	.145		ง*	.510	.527
	จ	.025	.091		จ	.201	.018
5**	ก	.132	.145	12	ก	.113	.127
	ข*	.456	.418		ข	.054	.182
	ค	.284	.018		ค	.201	.145
	ง	.088	.182		ง	.225	-.036
	จ	.039	.073		จ*	.407	.418
6**	ก	.034	.109	13	ก	.132	.164
	ข	.074	.236		ข	.260	-.055
	ค	.093	.182		ค*	.211	.036
	ง*	.466	.345		ง	.167	.055
	จ	.333	.182		จ	.230	.127
7**	ก	.044	.145	14	ก	.181	.000
	ข	.113	.055		ข	.235	.164
	ค	.152	.218		ค	.368	-.091
	ง	.078	.091		ง*	.093	.036
	จ*	.613	.509		จ	.123	.036

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
15**	ก	.225	.000	22	ก	.078	.145
	ข*	.480	.636		ข	.108	.182
	ค	.157	.273		ค*	.632	.691
	ง	.098	.255		ง	.103	.182
	จ	.039	.109		จ	.078	.182
16**	ก	.123	.164	23**	ก	.157	.182
	ข	.078	.145		ข*	.529	.655
	ค*	.721	.473		ค	.162	.291
	ง	.034	.109		ง	.074	.055
	จ	.044	.055		จ	.078	.127
17**	ก	.113	.055	24**	ก	.188	.073
	ข*	.549	.636		ข	.176	.182
	ค	.157	.273		ค	.176	.255
	ง	.142	.200		ง	.176	-.055
	จ	.039	.109		จ*	.353	.455
18	ก	.083	.218	25**	ก	.098	.109
	ข	.083	.182		ข	.167	.164
	ค*	.613	.545		ค*	.471	.491
	ง	.083	.000		ง	.172	.036
	จ	.137	.145		จ	.093	.182
19**	ก	.186	.000	26**	ก*	.495	.709
	ข*	.520	.527		ข	.098	.236
	ค	.098	.273		ค	.191	.236
	ง	.088	.200		ง	.132	.145
	จ	.108	.055		จ	.083	.091
20**	ก	.191	.036	27	ก	.230	-.073
	ข	.162	.400		ข*	.314	.273
	ค	.152	.073		ค	.211	.255
	ง*	.373	.473		ง	.083	.145
	จ	.123	.036		จ	.162	-.055
21**	ก	.088	.109	28	ก*	.358	.509
	ข	.093	.273		ข	.211	.073
	ค	.201	.145		ค	.186	.200
	ง*	.529	.618		ง	.132	.164
	จ	.088	.091		จ	.113	.073

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
29**	ก*	.382	.491	36**	ก*	.593	.600
	ข	.167	.200		ข	.049	.091
	ค	.191	.018		ค	.137	.364
	ง	.152	.109		ง	.176	.145
	จ	.108	.164		จ	.098	.000
30	ก	.211	-.036	37**	ก*	.343	.509
	ข*	.260	.182		ข	.221	.073
	ค	.235	.109		ค	.132	.036
	ง	.181	.127		ง	.221	.255
	จ	.113	-.018		จ	.083	.145
31	ก	.211	.073	38**	ก	.304	-.036
	ข	.152	.109		ข	.137	.145
	ค	.221	.073		ค	.191	.200
	ง	.118	.091		ง*	.333	.345
	จ*	.299	.345		จ	.034	.036
32	ก*	.397	.418	39**	ก*	.569	.691
	ข	.147	.200		ข	.098	.182
	ค	.181	.145		ค	.118	.236
	ง	.162	.036		ง	.142	.182
	จ	.113	.036		จ	.074	.091
33	ก	.108	.000	40**	ก	.093	.164
	ข	.284	.109		ข*	.632	.745
	ค	.181	.291		ค	.123	.291
	ง*	.132	.109		ง	.064	.145
	จ	.294	.291		จ	.088	.145
34	ก	.240	-.145	41	ก*	.324	.364
	ข*	.338	.382		ข	.422	-.255
	ค	.167	.200		ค	.142	.364
	ง	.172	.218		ง	.088	.255
	จ	.083	.109		จ	.025	.000
35**	ก	.123	.273	42**	ก*	.593	.745
	ข	.157	.182		ข	.147	-.145
	ค	.093	.127		ค	.088	.218
	ง	.049	.055		ง	.103	.255
	จ*	.578	.636		จ	.069	.127

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
43**	ก	.373	-.273	46	ก	.064	.091
	ข*	.304	.218		ข	.216	.273
	ค	.181	.182		ค*	.505	.418
	ง	.103	.182		ง	.083	.164
	จ	.039	.055		จ	.132	-.109
44	ก	.132	.127	47**	ก*	.348	.273
	ข	.172	.182		ข	.142	.127
	ค*	.368	.345		ค	.147	.164
	ง	.074	.145		ง	.299	-.036
	จ	.255	-.109		จ	.064	.018
45**	ก	.059	.127				
	ข	.152	.291				
	ค	.240	.000				
	ง*	.451	.582				
	จ	.098	.164				

* หมายถึง ตัวเลือกถูก

** หมายถึง ข้อที่คัดเลือกไว้

ตาราง 13 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
จำนวนข้อสอบ 56 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
1**	ก*	.640	.377	8**	ก	.239	.000
	ข	.086	.132		ข*	.274	.208
	ค	.162	.170		ค	.152	-.038
	ง	.056	-.019		ง	.157	.208
	จ	.056	.094		จ	.178	.038
2	ก	.112	.075	9**	ก*	.487	.604
	ข	.234	-.057		ข	.147	.245
	ค	.203	.133		ค	.137	.075
	ง	.137	.151		ง	.162	.170
	จ*	.315	.283		จ	.066	.113
3**	ก	.117	.057	10	ก	.157	-.019
	ข	.168	.094		ข	.152	-.113
	ค	.107	.189		ค*	.294	-.132
	ง*	.497	.472		ง	.284	-.019
	จ	.112	.132		จ	.112	.019
4	ก	.431	.057	11**	ก	.107	.075
	ข*	.086	.019		ข	.274	-.094
	ค	.198	.094		ค*	.330	.377
	ง	.112	.038		ง	.122	.113
	จ	.173	.019		จ	.168	.283
5**	ก	.239	-.245	12	ก	.213	.208
	ข	.107	.113		ข*	.183	-.057
	ค*	.355	.289		ค	.335	-.170
	ง	.173	.189		ง	.112	.038
	จ	.127	.132		จ	.157	-.132
6**	ก*	.431	.396	13**	ก	.178	.057
	ข	.178	.208		ข	.142	-.132
	ค	.137	.151		ค	.239	.113
	ง	.147	.057		ง	.147	.189
	จ	.107	-.019		จ*	.294	.226
7**	ก	.081	.113	14	ก	.289	-.170
	ข*	.416	.208		ข	.315	-.132
	ค	.208	.113		ค	.249	.189
	ง	.259	-.094		ง	.096	.038
	จ	.036	.075		จ*	.051	-.075

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
15**	ก	.162	-.019	22**	ก	.076	.189
	ข	.157	.170		ข	.102	.226
	ค*	.208	.226		ค	.254	.038
	ง	.365	.057		ง*	.492	.358
	จ	.107	.019		จ	.076	-.094
16	ก	.122	.075	23**	ก*	.487	.509
	ข	.096	-.038		ข	.137	.170
	ค	.305	.094		ค	.142	.075
	ง*	.193	.000		ง	.162	.189
	จ	.284	.132		จ	.071	.075
17	ก	.142	.189	24**	ก*	.457	.377
	ข	.157	.113		ข	.152	.132
	ค	.294	.000		ค	.142	.189
	ง*	.259	.358		ง	.168	-.038
	จ	.147	.057		จ	.081	.094
18	ก	.107	.151	25	ก	.188	.151
	ข	.218	.094		ข	.137	.264
	ค	.289	-.226		ค	.137	.094
	ง	.208	.057		ง*	.096	-.038
	จ*	.178	.075		จ	.442	.547
19	ก*	.183	.170	26**	ก*	.350	.340
	ข	.193	.113		ข	.157	.132
	ค	.274	-.038		ค	.157	.245
	ง	.173	-.189		ง	.168	.075
	จ	.178	.283		จ	.168	-.113
20**	ก	.076	.113	27**	ก	.081	.075
	ข	.168	.094		ข*	.543	.528
	ค*	.558	.453		ค	.168	.226
	ง	.102	.208		ง	.112	.170
	จ	.096	.038		จ	.096	.057
21**	ก	.137	.283	28	ก	.091	.208
	ข	.173	.358		ข	.157	.170
	ค*	.467	.623		ค	.132	.170
	ง	.117	-.113		ง*	.589	.566
	จ	.107	.094		จ	.030	.019

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
29	ก	.102	.170	36	ก	.107	.094
	ข	.234	.019		ข	.147	.170
	ค	.228	.019		ค	.142	.094
	ง*	.310	.377		ง*	.462	.415
	จ	.127	.170		จ	.142	.057
30	ก*	.066	.075	37	ก	.188	.057
	ข	.442	.585		ข	.127	.075
	ค	.249	.170		ค	.168	.132
	ง	.117	.170		ง	.157	.057
	จ	.127	.170		จ*	.360	.321
31	ก	.223	-.113	38	ก	.071	.094
	ข*	.259	-.283		ข	.193	-.075
	ค	.264	-.283		ค	.315	.113
	ง	.147	-.113		ง	.137	.132
	จ	.107	.226		จ*	.284	.264
32	ก	.168	.151	39**	ก	.137	.189
	ข	.299	-.057		ข*	.670	.453
	ค	.137	.170		ค	.081	.113
	ง*	.132	-.170		ง	.081	.075
	จ	.264	-.434		จ	.030	.075
33**	ก	.132	.170	40	ก	.122	.226
	ข*	.487	.623		ข	.244	.132
	ค	.188	.189		ค*	.503	.547
	ง	.112	.189		ง	.056	.094
	จ	.081	.075		จ	.076	.094
34**	ก	.096	.170	41	ก	.122	-.094
	ข	.264	.208		ข	.183	.358
	ค*	.406	.491		ค	.096	.245
	ง	.127	.151		ง*	.041	-.038
	จ	.107	.038		จ	.558	.547
35**	ก*	.299	.491	42	ก*	.685	.811
	ข	.188	.075		ข	.132	.396
	ค	.198	.264		ค	.112	.245
	ง	.152	.132		ง	.056	.132
	จ	.162	.019		จ	.015	.038

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
43	ก	.071	.094	50**	ก	.096	.000
	ข	.198	.189		ข*	.594	.491
	ค	.168	.302		ค	.213	.245
	ง*	.411	.491		ง	.041	.151
	จ	.152	-.094		จ	.056	.094
44**	ก	.066	.132	51**	ก*	.635	.698
	ข	.102	.170		ข	.102	.208
	ค	.076	.208		ค	.086	.189
	ง	.102	.132		ง	.066	.208
	จ*	.655	.642		จ	.112	.094
45	ก*	.716	.774	52**	ก	.142	.075
	ข	.056	.151		ข	.041	.075
	ค	.076	.226		ค	.132	.358
	ง	.056	.151		ง*	.604	.698
	จ	.096	.245		จ	.081	.189
46**	ก	.051	.132	53**	ก	.117	.038
	ข	.107	.283		ข	.086	.208
	ค*	.695	.660		ค	.122	.340
	ง	.056	.151		ง	.122	.151
	จ	.091	.094		จ*	.553	.736
47	ก	.157	.208	54**	ก	.173	.075
	ข	.320	-.151		ข	.127	.264
	ค	.091	.208		ค*	.553	.623
	ง*	.345	.340		ง	.091	.132
	จ	.086	.075		จ	.056	.151
48	ก*	.619	.736	55**	ก	.081	.075
	ข	.091	.226		ข	.107	.264
	ค	.162	.151		ค	.137	.038
	ง	.086	.264		ง	.081	.208
	จ	.041	.094		จ*	.594	.585
49	ก	.340	.038	56**	ก	.091	.208
	ข*	.406	.509		ข	.076	.208
	ค	.137	.377		ค	.122	.264
	ง	.061	.038		ง*	.675	.717
	จ	.056	.057		จ	.036	.038

* หมายถึง ตัวเลือกถูก

** หมายถึง ข้อที่คัดเลือกไว้

ตาราง 14 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ (ค 012) จำนวนข้อสอบ 55 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
1**	ก	.325	.115	8**	ก*	.237	.258
	ข	.103	.096		ข	.232	.058
	ค*	.552	.250		ค	.237	.115
	ง	.005	.019		ง	.124	.000
	จ	.015	.019		จ	.170	.115
2**	ก	.180	.135	9**	ก	.129	.135
	ข*	.366	.273		ข*	.206	.269
	ค	.175	-.058		ค	.418	.077
	ง	.206	.038		ง	.201	.000
	จ	.072	.058		จ	.046	.058
3**	ก	.165	.058	10	ก*	.093	.115
	ข	.139	.250		ข	.304	.115
	ค*	.268	.346		ค	.191	.173
	ง	.335	.173		ง	.284	-.135
	จ	.093	-.135		จ	.129	-.038
4	ก	.134	.115	11**	ก	.201	.000
	ข*	.139	-.038		ข	.237	.096
	ค	.376	-.058		ค*	.253	.273
	ง	.155	.058		ง	.191	.096
	จ	.196	.154		จ	.119	-.019
5**	ก	.155	.173	12**	ก	.170	.000
	ข	.247	-.173		ข	.227	.231
	ค*	.284	.215		ค*	.325	.365
	ง	.186	.019		ง	.211	.077
	จ	.129	.096		จ	.067	.058
6**	ก	.165	.154	13**	ก	.180	.077
	ข*	.320	.219		ข*	.392	.273
	ค	.186	-.154		ค	.155	.019
	ง	.227	-.077		ง	.186	.038
	จ	.103	.058		จ	.088	.038
7**	ก	.196	-.077	14	ก*	.433	.077
	ข*	.351	.250		ข	.180	-.077
	ค	.144	.038		ค	.155	.038
	ง	.222	.269		ง	.129	.058
	จ	.088	.019		จ	.103	.058

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
15	ก	.258	.019	22	ก	.144	.096
	ข	.273	.096		ข	.278	-.192
	ค	.232	-.096		ค	.314	.019
	ง*	.144	.058		ง	.191	.077
	จ	.093	.038		จ*	.072	.000
16**	ก	.113	.019	23**	ก	.253	.058
	ข	.309	.019		ข*	.268	.254
	ค*	.232	.296		ค	.242	.000
	ง	.247	.096		ง	.160	-.135
	จ	.098	.038		จ	.077	.038
17**	ก	.160	.058	24**	ก	.175	-.058
	ข	.340	-.058		ข	.196	-.038
	ค*	.232	.250		ค	.186	.192
	ง	.170	.250		ง*	.258	.288
	จ	.098	.000		จ	.186	.000
18**	ก	.139	-.077	25**	ก	.211	-.058
	ข	.232	.038		ข	.268	.115
	ค	.247	.038		ค*	.242	.250
	ง*	.227	.219		ง	.155	.058
	จ	.155	.019		จ	.124	.135
19**	ก*	.247	.335	26**	ก	.196	.096
	ข	.284	.000		ข*	.273	.288
	ค	.206	.212		ค	.211	.154
	ง	.139	.019		ง	.186	.038
	จ	.124	.058		จ	.134	-.077
20**	ก	.201	.058	27**	ก	.191	.019
	ข*	.314	.335		ข	.127	-.058
	ค	.227	-.038		ค*	.296	.250
	ง	.160	.077		ง	.191	.115
	จ	.098	.038		จ	.196	.173
21	ก	.294	.154	28**	ก	.160	.038
	ข	.227	.019		ข	.180	.019
	ค	.144	-.135		ค	.139	.038
	ง*	.052	.058		ง	.186	.038
	จ	.284	.096		จ*	.335	.235

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
29**	ก	.211	.231	36**	ก	.160	.115
	ข*	.356	.462		ข	.232	.019
	ค	.175	.135		ค	.160	.058
	ง	.144	.058		ง	.232	.135
	จ	.113	.038		จ*	.216	.327
30**	ก	.263	.019	37**	ก	.144	.038
	ข*	.253	.254		ข	.175	.000
	ค	.227	.096		ค	.149	.135
	ง	.175	.096		ง	.186	.019
	จ	.082	-.019		จ*	.345	.252
31	ก	.428	.058	38	ก	.170	-.096
	ข	.113	.000		ข	.165	-.038
	ค	.222	.000		ค	.381	.077
	ง	.124	.058		ง	.211	.000
	จ*	.113	.000		จ*	.072	-.058
32	ก	.155	.135	39**	ก	.294	.058
	ข*	.325	.192		ข*	.278	.396
	ค	.206	.000		ค	.242	-.019
	ง	.175	.000		ง	.103	.019
	จ	.139	.058		จ	.082	.038
33	ก	.129	.135	40**	ก	.196	-.038
	ข*	.299	.212		ข	.253	.000
	ค	.299	-.096		ค*	.242	.358
	ง	.175	.096		ง	.180	.096
	จ	.098	.077		จ	.129	.000
34**	ก*	.356	.235	41**	ก	.191	.173
	ข	.155	.038		ข	.253	.058
	ค	.175	.000		ค*	.273	.258
	ง	.199	.077		ง	.129	.019
	จ	.196	.019		จ	.155	.077
35**	ก	.165	.173	42	ก*	.191	.019
	ข	.186	.155		ข	.227	.096
	ค	.222	-.096		ค	.211	.115
	ง*	.289	.500		ง	.242	-.096
	จ	.139	.308		จ	.129	.058

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
43**	ก	.186	.000	50**	ก	.186	-.038
	ข*	.227	.296		ข	.196	.115
	ค	.232	-.096		ค	.180	.038
	ง	.222	.115		ง*	.284	.212
	จ	.134	.077		จ	.155	.096
44	ก	.124	.038	51**	ก	.129	.038
	ข	.284	.096		ข	.273	-.038
	ค	.186	.231		ค*	.335	.212
	ง*	.278	.365		ง	.149	.154
	จ	.129	.000		จ	.113	.058
45	ก	.134	.058	52**	ก	.149	.077
	ข	.237	.096		ข*	.222	.250
	ค	.237	-.038		ค	.309	.058
	ง*	.211	.231		ง	.191	-.038
	จ	.180	.115		จ	.129	.154
46**	ก*	.397	.519	53**	ก	.227	.096
	ข	.180	.096		ข	.186	.019
	ค	.165	.096		ค	.191	.019
	ง	.155	.154		ง*	.294	.215
	จ	.103	.173		จ	.103	.019
47**	ก*	.222	.308	54**	ก	.165	-.058
	ข	.227	-.154		ข	.144	.135
	ค	.232	.250		ค	.180	.038
	ง	.180	.096		ง	.155	.058
	จ	.139	.115		จ*	.356	.212
48**	ก	.149	.115	55	ก	.191	.058
	ข	.139	-.192		ข	.170	.115
	ค	.263	.115		ค	.222	-.058
	ง*	.294	.231		ง*	.144	.135
	จ	.155	.192		จ	.273	.019
49	ก*	.196	.000				
	ข	.253	-.115				
	ค	.247	.192				
	ง	.165	.115				
	จ	.139	.192				

* หมายถึง ตัวเลือกถูก

** หมายถึง ข้อที่คัดเลือกไว้

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ (ว 306) จำนวนข้อสอบ 54 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
1**	ก	.060	.019	8**	ก	.080	.075
	ข	.040	.038		ข	.085	.075
	ค	.060	-.019		ค	.070	.151
	ง*	.302	.358		ง*	.709	.377
	จ	.538	.321		จ	.055	.075
2**	ก*	.683	.547	9	ก	.055	.113
	ข	.075	.113		ข	.095	.245
	ค	.045	.113		ค*	.724	.623
	ง	.156	.264		ง	.035	.075
	จ	.040	.057		จ	.090	.189
3**	ก*	.734	.642	10	ก*	.578	.528
	ข	.211	.509		ข	.211	.151
	ค	.020	.075		ค	.146	.208
	ง	.020	.000		ง	.055	.132
	จ	.015	.057		จ	.010	.038
4	ก	.060	.170	11	ก	.312	-.057
	ข	.181	.075		ข*	.397	.302
	ค	.040	.094		ค	.111	.038
	ง	.508	.604		ง	.116	.170
	จ*	.211	.264		จ	.065	.151
5**	ก	.166	.132	12**	ก	.106	.038
	ข	.005	.000		ข*	.457	.472
	ค*	.734	.251		ค	.322	.094
	ง	.030	.075		ง	.050	.151
	จ	.065	-.057		จ	.060	.170
6**	ก	.131	.075	13**	ก	.111	.094
	ข	.156	.208		ข	.246	.226
	ค*	.302	.245		ค*	.291	.415
	ง	.196	.132		ง	.226	-.075
	จ	.216	.094		จ	.126	.170
7**	ก*	.558	.604	14**	ก	.050	.094
	ข	.106	.132		ข	.146	.226
	ค	.146	.208		ค	.015	.038
	ง	.045	.113		ง*	.739	.528
	จ	.146	.151		จ	.050	.170

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
15**	ก	.216	.094	22**	ก	.141	.170
	ข	.020	.057		ข*	.377	.340
	ค	.131	.226		ค	.221	.057
	ง	.095	.075		ง	.095	.132
	จ*	.538	.453		จ	.166	-.019
16**	ก*	.618	.415	23**	ก	.296	-.113
	ข	.131	.151		ข	.196	.094
	ค	.060	.038		ค	.040	.075
	ง	.095	.132		ง	.080	.094
	จ	.095	.094		จ*	.387	.251
17**	ก*	.302	.283	24	ก	.241	.019
	ข	.015	.019		ข	.065	.132
	ค	.141	.094		ค	.216	.094
	ง	.432	.038		ง*	.302	.189
	จ	.111	.132		จ	.176	.057
18**	ก	.171	.208	25**	ก	.186	.226
	ข	.065	.075		ข*	.382	.283
	ค*	.553	.358		ค	.156	-.057
	ง	.171	.019		ง	.226	.057
	จ	.040	.057		จ	.050	.057
19	ก*	.131	-.094	26**	ก	.106	-.075
	ข	.276	.132		ข	.035	.094
	ค	.231	.151		ค	.156	.245
	ง	.131	.075		ง	.362	.208
	จ	.231	.151		จ*	.342	.472
20**	ก*	.312	.283	27**	ก	.080	.132
	ข	.121	.075		ข	.090	.170
	ค	.241	.113		ค*	.387	.453
	ง	.121	.019		ง	.191	.170
	จ	.206	.072		จ	.251	-.019
21**	ก	.055	.000	28**	ก*	.412	.208
	ข	.166	.151		ข	.236	.132
	ค*	.271	.245		ค	.060	.170
	ง	.196	.038		ง	.216	.132
	จ	.312	-.132		จ	.075	.038

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
29	ก	.211	-.208	36**	ก	.141	.132
	ข	.141	.057		ข*	.347	.604
	ค	.211	.019		ค	.146	.189
	ง	.266	-.038		ง	.211	.094
	จ*	.171	.170		จ	.156	.189
30**	ก	.075	.132	37**	ก	.116	.132
	ข	.070	.094		ข*	.623	.415
	ค*	.759	.396		ค	.131	.094
	ง	.060	.132		ง	.075	.151
	จ	.035	.038		จ	.055	.038
31**	ก	.106	.075	38**	ก	.050	.094
	ข	.090	.170		ข*	.528	.396
	ค*	.553	.660		ค	.121	.189
	ง	.156	.226		ง	.231	-.038
	จ	.095	.189		จ	.070	.151
32**	ก*	.276	.321	39	ก*	.497	.491
	ข	.055	.057		ข	.191	.113
	ค	.131	.000		ค	.106	.094
	ง	.025	.075		ง	.136	.189
	จ	.513	.189		จ	.070	.094
33	ก*	.724	.453	40**	ก	.352	-.245
	ข	.166	.170		ข	.171	.208
	ค	.060	.189		ค*	.266	.226
	ง	.005	.000		ง	.156	.189
	จ	.045	.094		จ	.055	.075
34**	ก*	.487	.302	41	ก*	.196	.226
	ข	.151	.245		ข	.226	.113
	ค	.201	-.113		ค	.090	.151
	ง	.070	.019		ง	.236	.113
	จ	.090	.151		จ	.251	.302
35**	ก	.085	.000	42**	ก*	.317	.289
	ข	.181	.057		ข	.281	.189
	ค	.236	.132		ค	.131	.189
	ง	.171	.151		ง	.095	.113
	จ*	.327	.340		จ	.176	.075

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	ข้อ	ตัวเลือก	p	r
43	ก	.050	.132	49**	ก*	.241	.257
	ข*	.698	.453		ข	.176	.038
	ค	.095	.057		ค	.176	.132
	ง	.080	.151		ง	.191	.057
	จ	.075	.113		จ	.216	.170
44**	ก	.136	.132	50**	ก	.176	.075
	ข*	.472	.491		ข*	.256	.226
	ค	.156	.208		ค	.256	.075
	ง	.131	.094		ง	.231	.019
	จ	.106	.057		จ	.080	.057
45**	ก	.156	.038	51**	ก	.181	.113
	ข	.191	.189		ข*	.256	.251
	ค	.246	.075		ค	.186	.170
	ง	.106	.094		ง	.226	.038
	จ*	.302	.321		จ	.151	.057
46**	ก	.146	.113	52**	ก	.141	.094
	ข	.166	.057		ข	.211	.057
	ค	.291	.189		ค*	.367	.302
	ง*	.317	.358		ง	.146	.057
	จ	.080	.000		จ	.136	.208
47	ก*	.171	.170	53	ก	.241	-.208
	ข	.317	.132		ข	.201	-.057
	ค	.206	.057		ค*	.191	.057
	ง	.221	-.038		ง	.151	.094
	จ	.085	.019		จ	.216	.113
48**	ก	.136	.019	54	ก	.171	.057
	ข	.241	.170		ข*	.146	.075
	ค	.186	.245		ค	.191	.226
	ง*	.276	.283		ง	.161	.019
	จ	.161	.113		จ	.332	.264

* หมายถึง ตัวเลือกถูก

** หมายถึง ข้อที่คัดเลือกไว้

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน ตอนละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ เวลาในการทำ 20 นาที
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก วัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน นักเรียนจะต้องหาตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว แล้วไปตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก ดังตัวอย่าง ดังนี้

ตอนที่ 1 อนุกรมธรรมดา (ข้อ 1-10)

คำชี้แจง พิจารณาชุดของตัวเลขที่เรียงกันว่าอยู่ในระบบใด แล้วหาตัวเลขใน

(0.) 21 26 24 29 27 30

- ก. 23
- ข. 29
- ค. 30
- ง. 32
- จ. 34

จากตัวอย่างข้อ (0.) ระบบคือ +5, -2 ตัวเลขใน คือ 32 ดังนั้นตัวเลือก ง. จึงถูกต้อง จึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
			X	

ตอนที่ 2 อนุกรมอนุกรมชุด (ข้อ 11-20)

ก. คำชี้แจง พิจารณาว่าตัวเลขแต่ละชุดเกี่ยวพันกันอย่างไร แล้วหาค่าที่อยู่ในช่องว่าง

(00.)

42			21			36		
3	15		7	4		4	10	
14			?			9		

- ก. 3
- ข. 4
- ค. 7
- ง. 9
- จ. 10

จากตัวอย่าง ข้อ (00.) ระบบตัวเลขชุดที่ 1 คือ $42 \div 3 = 14$ ดังนั้นตัวเลขชุดที่ 2 คือ $21 \div 7 = 3$ ดังนั้นตัวเลือก ก. จึงถูกต้อง จึงนำไปตอบในการคานาคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
×				

ตอนที่ 3 อนุกรมเมตริกซ์ (ข้อ 21-30)

คำชี้แจง พิจารณาว่าตัวเลขแต่ละตารางเกี่ยวข้องกับกันอย่างไรแล้วหาคำที่อยู่ใน ☐

(000.)

5	7	-
-	8	10
7	☐	11

ก. 7

ข. 8

ค. 9

ง. 10

จ. 11

จากตัวอย่างข้อ (000.) ตัวเลขคอลัมน์ที่ 2 เพิ่มขึ้นจากคอลัมน์ที่ 1 +2 คอลัมน์ที่ 3 เพิ่มขึ้นจากคอลัมน์ที่ 2 +2 หรือ จากแถวที่ 2 เพิ่มขึ้นจากแถวที่ 1 +1 แถวที่ 3 เพิ่มขึ้น จากแถวที่ 2 +1 ดังนั้นตัวเลขใน ☐ จึงคือ 9 ดังนั้นตัวเลือก ค. จึงถูกต้อง จึงนำไปตอบในการคานาคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
		×		

3. อย่าเสียเวลาในการทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลา ถ้าคิดไม่ออกให้เว้นไว้ แล้วข้ามไปทำข้ออื่นก่อนเพราะอาจจะมีข้อง่ายอยู่ด้านหลังแล้วค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ทีหลัง

4. กรุณาอย่าขีดฆ่าหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ ถ้ามีข้อสงสัยประการใดให้ถามผู้ดำเนินการสอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านจำนวน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 อนุกรมธรรมชาติ (ข้อ 1-10)

คำชี้แจง พิจารณาชุดของตัวเลขที่เรียงกันว่าอยู่ในระบบใด แล้วหาตัวเลขใน

เช่น (0.) 21 26 24 29 27 30

ข. 25

ค. 29

ง. 30

~~๓๒~~ 32

ฉ. 34

1. 20, 21, 23, 26, , 35, 41

ก. 30

ข. 31

ค. 32

ง. 33

จ. 34

2. 16, 15, 17, 16, , 17, 19

ก. 19

ข. 18

ค. 17

ง. 16

จ. 15

3. 5, 4, , 7, 14, 13, 26

ก. 4

ข. 8

ค. 10

ง. 14

จ. 16

4. 15, 30, 25, 50, , 90, 85

ก. 45

ข. 55

ค. 65

ง. 75

จ. 85

5. 5, , 11, 13, 17, 19

ก. 6

ข. 7

ค. 8

ง. 9

จ. 10

6. 7, 6, 4, 1, , -8, -14

ก. 1

ข. 0

ค. -1

ง. -2

จ. -3

7. $-12, -11, -9, -6, -2, \square, +9$ ก. -1 ข. 0 ค. $+1$ ง. $+3$ จ. $+5$	9. $0, 1, 4, 9, \square, 25, 36$ ก. 11 ข. 13 ค. 16 ง. 19 จ. 24
8. $12, 14, 18, 24, 32, 42, \square$ ก. 46 ข. 48 ค. 50 ง. 52 จ. 54	10. $15, 12, 17, 14, 19, 16, \square$ ก. 17 ข. 18 ค. 20 ง. 21 จ. 23

ตอนที่ 2 อนุกรมชุด (ข้อ 11-20)

คำชี้แจง พิจารณาว่าตัวเลขแต่ละชุดเกี่ยวพันกันอย่างไร แล้วหาค่าที่อยู่ในช่องว่าง

(0.)

42		
3	15	
14		

21		
7	4	
?		

36		
4	10	
9		

~~3~~

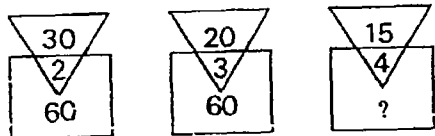
ข. 4

ค. 7

ง. 9

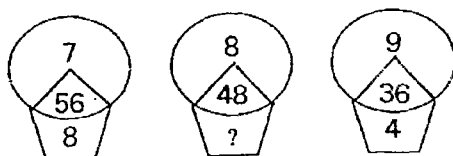
จ. 10

11.



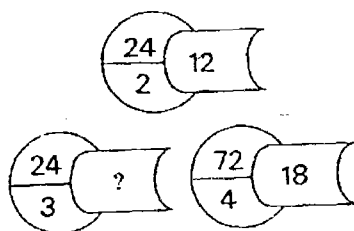
- ก. 20
 ข. 30
 ค. 40
 ง. 45
 จ. 60

12.



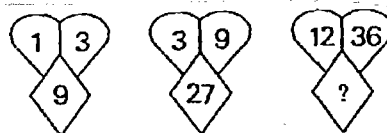
- ก. 4
 ข. 6
 ค. 7
 ง. 8
 จ. 9

13.



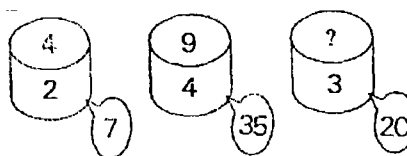
- ก. 16
 ข. 14
 ค. 10
 ง. 8
 จ. 4

14.



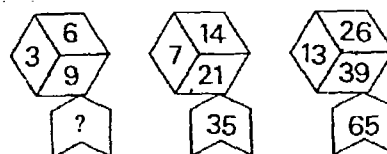
- ก. 108
 ข. 81
 ค. 72
 ง. 45
 จ. 27

15.



- ก. 3
 ข. 4
 ค. 5
 ง. 6
 จ. 7

16.



- ก. 12
 ข. 15
 ค. 18
 ง. 21
 จ. 24

17.

ก. 10
ข. 20
ค. 30
ง. 40
จ. 50

18.

ก. 3
ข. 4
ค. 7
ง. 8
จ. 9

19.

ก. 6
ข. 9
ค. 12
ง. 16
จ. 18

20.

ก. 6
ข. 5
ค. 4
ง. 3
จ. 2

ตอนที่ 3 อนุกรมเมตริกซ์ (ข้อ 21-30)

คำชี้แจง พิจารณาว่าตัวเลขแต่ละตารางเกี่ยวข้องกับกันอย่างไรแล้วหาคำที่อยู่ใน ☐

เช่น (0.)

5	7	-
-	8	10
7	☐	11

ก. 7

ข. 8

~~ค. 9~~

ง. 10

จ. 11

21.

-	7	
6	8	-
8	-	11

ก. 7

ข. 8

ค. 9

ง. 11

จ. 12

22.

30	-	25
32		-
-	27	17

ก. 22

ข. 25

ค. 27

ง. 30

จ. 37

23.

-		-17
-14	-23	-21
-9	-	-

ก. -23

ข. -21

ค. -19

ง. -17

จ. -15

24.

	-	31
20	27	-
23	-	37

ก. 17

ข. 20

ค. 24

ง. 31

จ. 34

25.

-	97	94
93	-	
86	83	-

ก. 97

ข. 94

ค. 90

ง. 87

จ. 83

26.

45	-	49
30	32	-
-		39

ก. 47

ข. 45

ค. 39

ง. 37

จ. 30

27.

-	-6	
-16	-19	-
-14	-	-20

ก. -6

ข. -9

ค. -12

ง. -15

จ. -18

28.

3		6	8
-	-	4	-
0	2	-	5
-2	-	1	-

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

จ. 7

29.

-	-14	-11	
-10	-	-	-1
-3	-	3	-
-	-	10	13

ก. -14

ข. -11

ค. -8

ง. 7

จ. 10

30.

-	-4	-6	-
-	-		-6
-8	-5	-	-
-	-	-10	-7

ก. -3

ข. -5

ค. -7

ง. -9

จ. -11

คำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน ตอนละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ เวลาในการทำ 15 นาที
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก วัดความสามารถทางสมองด้านภาษา นักเรียนจะต้องหาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว แล้วไปตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (x) ในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก ดังตัวอย่าง ดังนี้

ตอนที่ 1 คำตรงข้าม (ข้อ 1-10)

คำชี้แจง พิจารณาคำศัพท์ที่กำหนดให้มีความหมายตรงข้ามกับคำใดมากที่สุด

(0.) เพื่อน ๆ เขาไว้ใจฉัน เลยให้ฉันเป็นคนจัดการเรื่องเงินของห้อง

คำที่ขีดเส้นใต้ตรงข้ามกับคำใด

- ก. จับผิด
- ข. ระวัง
- ค. หนักใจ
- ง. แกล้งใจ
- จ. ละล้าใจ

จากตัวอย่างข้อ (0.) คำว่า ไว้ใจ ตรงข้ามกับ ระวัง ดังนั้นตัวเลือก ข. จึงถูกต้องจึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
	X			

ตอนที่ 2 ศัพท์สัมพันธ์ (ข้อ 11-20)

คำชี้แจง พิจารณาคำศัพท์ที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับคำใดมากที่สุด

(00.) ฟัน เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. ลิ่น
- ข. กิน
- ค. พุด
- ง. กลิ่น
- จ. เคี้ยว

จากตัวอย่างข้อ (00.) ฟัน เกี่ยวข้องกับ เคี้ยวมากที่สุด ดังนั้นตัวเลือก จ. จึงถูกต้อง จึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
				X

ตอนที่ 3 ความเข้าใจภาษา (ข้อ 21-30)

คำชี้แจง อ่านข้อความ หรือบทประพันธ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม

(000.) “อะไร ๆ มันก็ต้องฉันทันนั้น หาเลี้ยงลูก หาเลี้ยงผัว ฉันทายจะรู้หนักถ้าบ้านนี้ไม่มี
ฉันทายคนเดียว คงจะต้องพากันอดตาย เฮอะ ใคร ๆ ก็จนปัญญาแล้วละซี นังซี
นอนซี นอนอยู่อย่าง นี่แหละ”

จากข้อความ ใครขยันที่สุดในครอบครัว

- ก. พ่อ
- ข. แม่
- ค. ลูก
- ง. ลุง
- จ. หลาน

จากตัวอย่างข้อ (000.) บุคคลที่เป็นคนพูดข้อความนี้คือ แม่ ดังนั้น ตัวเลือก ข. จึงถูกต้องจึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
	X			

3. อย่าเสียเวลาในการทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลา ถ้าคิดไม่ออกให้เว้นไว้แล้วข้ามไปทำข้ออื่นก่อนเพราะอาจจะมีข้อง่ายอยู่ด้านหลังแล้วค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ทีหลัง

4. กรุณาอย่าขีดฆ่าหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ ถ้ามีข้อสงสัยประการใดให้ถามผู้
ดำเนินการสอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านภาษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 คำตรงข้าม (ข้อ 1-10)

คำชี้แจง พิจารณาคำศัพท์ที่กำหนดให้มีความหมายตรงข้ามกับคำใดมากที่สุด

เช่น (0.) เพื่อน ๆ เขาไวใจฉฉฉฉ เลยให้ฉฉฉฉเป็นคนจัดการเรื่องเงินของห้อง

ก. จับผิด

~~ข. ระวัง~~

ค. หนักใจ

ง. แกล้งใจ

จ. ชะล่าใจ

1. กระซิบกระซาบ ตรงข้ามกับคำใด ก. ขมขู่ ข. ตวาด ค. ตะโกน ง. ตะคอก จ. กึกก้อง 2. เียบแหลม ตรงข้ามกับคำใด ก. เขลา ข. งุนงง ค. เชื้อซ่า ง. หลงลืม จ. เชื่องช้า 3. ประหยัด ตรงข้ามกับคำใด ก. ฟุ่มเฟือย ข. สิ้นเปลือง ค. ร่ำรวย ง. เฟื่องฟู จ. ใช้จ่าย	4. สร้างสรรค์ ตรงข้ามกับคำใด ก. ทำลาย ข. ลบล้าง ค. ทิ้งขว้าง ง. ล้มเหลว จ. กลับแก้ง 5. รัดกุม ตรงข้ามกับคำใด ก. สะสอย ข. เฟิกเฉย ค. ลดหย่อน ง. หละหลวม จ. ผ่อนคลาย 6. นักกีฬาต้องมีความ<u>สามัคคี</u>กัน จึงจะเอาชนะฝ่ายตรงข้ามได้ คำที่ขีดเส้นใต้ตรงข้ามกับคำใด ก. ชิงชัง ข. บาตรหมาง ค. แค้นเคือง ง. แตกแยก จ. เห็นแก่ตัว
--	--

7. นักเรียนห้องนี้เป็นเด็ก<u>ว่่านอนตอนง่าย</u> คำที่ขีดเส้นใต้ตรงข้ามกับคำใด ก. เกเร ข. จีงจ้ง ค. คื้อร้น ง. ขัดขืน จ. แก่นแก้ว 8. ไม่มีใครจะ<u>ขัดขวาง</u>การทำงานของเขาได้ คำที่ขีดเส้นใต้ตรงข้ามกับคำใด ก. คำจุน ข. จุนเจือ ค. เพื้อแผ่ ง. แบ่งปัน จ. สนับสนุน	9. จุ่ม เป็นคน<u>รอบคอบเสมอ</u> คำที่ขีดเส้นใต้ตรงข้ามกับคำใด ก. เฉลย ข. ละทิ้ง ค. สะเพร่า ง. หุนหัน จ. ผลีผลาม 10. จันจิรา เป็นคน<u>ปกปิด</u>เรื่องราวเพื่อนได้ดี คำที่ขีดเส้นใต้ตรงข้ามกับคำใด ก. ประกาศ ข. โฆษณา ค. เปิดเผย ง. เผยแพร่ จ. แฉลงการณ์
--	--

ตอนที่ 2 ศัพท์สัมพันธ์ (ข้อ 11-20)

คำชี้แจง พิจารณาคำศัพท์ที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับคำใดมากที่สุด

เช่น (0.) พัน เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. ถิ่น
ข. กิน
ค. พุด
ง. กลิ่น
✗ เลี้ยว

11. วิทย์ เกี่ยวข้องกับคำใด ก. ดั่ง ข. ข้าว ค. เทป ง. เสี่ยง จ. ลำโพง	12. ยุงลาย เกี่ยวข้องกับคำใด ก. ไข่เลือดออก ข. กัดเจ็บ ค. น้ำขัง ง. ลูกน้ำ จ. บิน
---	---

13. นาฬิกา เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. เข็ม
- ข. เวลา
- ค. ข้อมือ
- ง. ตัวเลข
- จ. ชั่วโมง

14. เหม่า เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. ดู
- ข. กัด
- ค. สุนัข
- ง. เฝ้าน้ำ
- จ. คนแปลกหน้า

15. โทรศัพท์ เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. สาย
- ข. บัตร
- ค. เหรียญ
- ง. ทางไกล
- จ. สันทนา

16. เจ้าสาว เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. สิ้นสอด
- ข. น้ำสังข์
- ค. เจ้าภาพ
- ง. งานเลี้ยง
- จ. แต่งงาน

17. โรคคอพอก เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. ป่วย
- ข. เกลือ
- ค. รักษา
- ง. แพทย์
- จ. ไอโอดีน

18. หลอดไฟ เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. ไฟฟ้า
- ข. ขนาด
- ค. สวิตช์
- ง. เพดาน
- จ. แสงสว่าง

19. ผงซักฟอก เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. น้ำ
- ข. ขาว
- ค. ล้าง
- ง. สะอาด
- จ. เสื้อผ้า

20. นักการเมือง เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. พรรค
- ข. อำนาจ
- ค. โกงกิน
- ง. ร่ำรวย
- จ. ฝ่ายค้าน

ตอนที่ 3 ความเข้าใจภาษา (ข้อ 21-30)

คำชี้แจง อ่านข้อความ หรือบทประพันธ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม

เช่น (0.) “อะไร ๆ มันก็ต้องจนทั้งนั้น หาเลี้ยงลูก หาเลี้ยงผัว ฉันอยากจะรู้แน่ถ้าบ้านนี้ไม่มี
ฉันเสียคนเดียว คงจะต้องพากันอดตาย เฮอะใคร ๆ ก็จนปัญญาแล้วละซี นั้งซี นอนซี นอน
อยู่อย่างนี้แหละ”

จากข้อความ ใครขยันที่สุดในครอบครัว

ก. พ่อ

~~ข. แม่~~

ค. ลูก

ง. ลุง

จ. หลาน

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 21-23

ปลามีชีวิตยืนยาวอยู่ได้ก็เพราะอาศัยปากเป็นสิ่งสำคัญ แต่ก็เป็นเพราะปากนั่นเอง ปลาจึงต้อง
คิดเบ็ดเสียชีวิตโดยง่าย เช่นกัน วาจาสุภาษิตจากปาก จะทำให้คนเราประสบความสำเร็จได้รับความ
เจริญก้าวหน้าในชีวิต แต่ก็เพราะวาจาสุภาษิตจากปากเพียงคำเดียว บางครั้งแม้แต่ชีวิตก็ยากจะรักษาไว้
ได้

21. ข้อความข้างต้นกล่าวในลักษณะใด ก. ชี้แจง ข. คำหยา ค. แนะนำ ง. สั่งสอน จ. ประชดประชัน 22. จากข้อความนี้ให้แก่งคิดในเรื่องใด ก. ปาก ข. คำพูด ค. การดำรงชีวิต ง. การรักษาชีวิต จ. การประสบความสำเร็จ	23. จากข้อความนี้ ต้องการให้ผู้อ่านเป็นเช่นไร ก. ให้รักษาชีวิตอย่าได้ประมาท ข. ให้ตระหนักถึงความสำคัญของปาก ค. ให้ระมัดระวังอย่าหลงเชื่อคำพูด ของผู้อื่น ง. ให้รู้จักพูดจาประจบประแจงเพื่อ ความก้าวหน้า จ. ให้ระมัดระวังคำพูดหรือถ้อยคำที่ กล่าวออกไป
--	---

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 24 - 25

ต้นไม้ที่ได้รับการดูแลให้น้ำให้ปุ๋ย ไปบำรุงลำต้นจนสมบูรณ์ เมื่อถึงเวลาแล้ว ย่อมออกดอก ออกผลให้แก่เจ้าของต้นไม้ คนที่ได้รับการเลี้ยงดูจนเติบโตใหญ่ เมื่อมีโอกาสย่อมตอบแทนคุณพ่อแม่ฉัน นั้น ทองคำแท้หรือไม่ โคนไฟก็รู้ คนดีแท้หรือไม่ ให้ดูตรงที่เลี้ยงพ่อแม่ ถ้าดีจริงต้องเลี้ยงพ่อแม่ ถ้าไม่เลี้ยงแสดงว่าดี ไม่จริง เป็นพวกทองชุบ ทองเก้

24. “ทองคำแท้” เปรียบได้กับสิ่งใด	25. จากข้อความนี้ให้แก่งคิดในเรื่องใด
ก. คนดี	ก. การดูแลต้นไม้
ข. ต้นไม้	ข. การเลี้ยงดูบุตร
ค. คนรวย	ค. ลักษณะของคนดี
ง. คนที่เลี้ยงดูพ่อแม่	ง. ผลของการเป็นคนดี
จ. คนที่ได้รับการเลี้ยงดู	จ. การตอบแทนคุณพ่อแม่

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 26 - 28

ตระกูลใดที่หมู่ญาติได้ร่วมกันสร้างสรรค์จรจร โลงวงศ์วาน ให้เป็นปึกแผ่นแน่นหนา จะเป็นทีเกรงขามแก่บุคคลทั้งหลาย แม้ผู้มุ่งร้ายก็ไม่กล้ามาเบียดเบียน ประคองความหนาที่บแห่งกอไผ่ที่มีหนาม แวดล้อมอยู่รอบข้าง ย่อมไม่มีใครเข้าไปตัดได้ง่าย ๆ หรือเหมือนดังกอบัวที่เจริญงอกงามอยู่ในสระ ย่อมเป็นที่เจริญตาเจริญใจแก่พบเห็น

26. จากข้อความข้างต้น “ตระกูล” เปรียบได้กับสิ่งใด	27. จากข้อความข้างต้น ต้องการให้ผู้อ่านเห็นเช่นไร
ก. กอไผ่	ก. ให้สร้างอำนาจบารมี
ข. หนาม	ข. ให้ทำความดีกับญาติมิตร
ค. สระน้ำ	ค. ให้สร้างครอบครัวให้เป็นปึกแผ่น
ง. ญาติมิตร	ง. ให้ระมัดระวังผู้ที่จะมาข่มเหงรังแก
จ. ความหนาที่บ	จ. ให้มีความรักความสามัคคีในหมู่ญาติ

28. ข้อความข้างต้นนี้ กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ ก. การสร้างอำนาจ ข. การสร้างครอบครัว ค. การป้องกันศัตรูที่หวังร้าย ง. ความสนิทสนมกันในหมู่ญาติ จ. ความรักใคร่กลมเกลียวในหมู่ญาติ	
--	--

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 29 – 30

ปากก็ว่าใจซื่อมือสะอาด
ถูกท้วงติงเข้าหน้าพหลยขุนเคือง

มีอำนาจวาสนาพากระเดื่อง
งบนั่นเปลืองละลายน้ำเงินจำเป็น

29. คำประพันธ์ข้างต้นน่าจะกล่าวถึงใคร ก. เศรษฐี ข. นักบวช ค. นักธุรกิจ ง. เกษตรกร จ. ผู้แทนราษฎร	30. คำประพันธ์นี้กล่าวในลักษณะใด ก. ชี้แจง ข. คำหยา ค. แนะนำ ง. บอกเล่า จ. ประชดประชัน
--	--

คำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน ตอนละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ เวลาในการทำ 20 นาที
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก วัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล นักเรียนจะต้องหาตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว แล้วไปตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (x) ในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก ดังตัวอย่าง ดังนี้

ตอนที่ 1 อุปมาอุปไมยภาษา (ข้อ 1-10)

คำชี้แจง พิจารณาคำที่กำหนดให้คู่แรกนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วหาคำที่มีความสัมพันธ์กันเหมือนกับความสัมพันธ์ของคำคู่แรก

(0.) เรือยนต์ : หางเสือ → ? : ?

- ก. รถไฟ : ราง
- ข. รถยนต์ : ล้อ
- ค. จรวด : สถานี
- ง. เครื่องบิน : ปีก
- จ. บอลลูน : ความร้อน

จากตัวอย่างข้อ (0.) เรือยนต์จะต้องมีหางเสือเป็นตัวบังคับทิศทาง ดังนั้น คำตอบที่ถูกคือ ง. เพราะเครื่องบิน มีปีกเป็นตัวบังคับทิศทาง จึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
			X	

ตอนที่ 2 สรุปความ (ข้อ 11-20)

คำชี้แจง อ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วพิจารณาลงสรุปข้อความนั้น

(00.) จันอายุมากกว่าจวง แต่น้อยกว่าแจจ และจอยมีอายุน้อยกว่าจัน แต่ใจมีอายุมากกว่า

จวง และจอยมีอายุน้อยกว่าใจ

จากข้อความข้างต้น เราอาจสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. จอยมีอายุน้อยที่สุด
- ข. แจจมีอายุมากที่สุด
- ค. จวงมีอายุมากกว่าจอย
- ง. ใจมีอายุอยู่ระหว่างจันกับจวง
- จ. จันมีอายุอยู่ระหว่างจวงกับใจ

จากตัวอย่างข้อ (00.) เรียงอายุจากน้อยไปมากได้ คือ จวง จอย ใจ จัน และแจ่ง ดังนั้นตัวเลือก
 ข. จึงถูกต้องจึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
	×			

ตอนที่ 3 หาตัวร่วม (ข้อ 21-30)

คำชี้แจง พิจารณาวาชุดของคำที่กำหนดให้นั้น มีอะไรเป็นตัวร่วมกัน

(000.) วิทย์ โทรทัศน์ โทรศัพท์

- ก. สี
- ข. สาย
- ค. แสง
- ง. เสียง
- จ. สัญญาณ

จากตัวอย่างข้อ (000.) มีเสียง เป็นตัวร่วมกันดังนั้นตัวเลือก ง. จึงถูกต้อง จึงนำไปตอบใน
 กระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
			×	

3. อย่าเสียเวลาในการทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลา ถ้าคิดไม่ออกให้เว้น
 ไว้ แล้วข้ามไปทำข้ออื่นก่อนเพราะอาจจะมีข้อง่ายอยู่คั่นหลังแล้วค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ทีหลัง

4. กรุณาอย่าขีดฆ่าหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ ถ้ามีข้อสงสัยประการใดให้ถามผู้
 ดำเนินการสอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 อุปมาอุปไมยภาษา (ข้อ 1-10)

คำชี้แจง พิจารณาคำที่กำหนดให้คู่แรกนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วหาคำที่มีความสัมพันธ์

เหมือนกับความสัมพันธ์ของคำคู่แรก

เช่น (0.) เรือยนต์ : หางเสือ → ? : ?

ก. รถไฟ : ราง

ข. รถยนต์ : ล้อ

ค. จรวด : สถานี

~~×~~ เครื่องบิน : ปีก

ง. บอลลูน : ความร้อน

1. ปริมาตร : ลูกบาศก์ → พื้นที่ : ? ก. ไร่ ข. วา ค. งาน ง. หน่วย จ. ตาราง	4. งาน : รายได้ → ลงทุน : ? ก. หุ่น ข. เงิน ค. กำไร ง. บริษัท จ. สหกรณ์
2. ปลา : เหยือก → พืช : ? ก. ใบ ข. ผล ค. กิ่ง ง. ราก จ. ดอก	5. ชัยน์ : เกียรติยศ → ปัญญา : ? ก. ขลาด ข. ใจเขลา ค. ไหวพริบ ง. รอบคอบ จ. หลงลืม
3. ถี : ห่าง → ละเอียด : ? ก. หนา ข. หยาบ ค. แข็ง ง. กระจ่าง จ. ขรุขระ	6. คินสอ : ยางลบ → ชอร์ค : ? ก. ฝุ่น ข. ขาว ค. เขียว ง. แปร่ง จ. กระดาน

7. ไม้ถู : สะอาด → เคารีด : ? ก. ถู ข. รีด ค. ร้อน ง. รอย จ. เรียบ 8. นิ่ง : ลังถึง → ? : ? ก. ตุ่น : หม้อ ข. ต้ม : เต ค. อบ : ฝา ง. จาน : แก้ว จ. ทอด : กระทะ	9. โทรศัพท์ : ภาพ → ? : ? ก. วิทย์ : สาย ข. โทรโข่ง : พุด ค. โทรเลข : ภาพ ง. โทรศัพท์ : เสียง จ. โทรคมนาคม : สื่อสาร 10. ไม้เมตร : ความยาว → ? : ? ก. เวลา : นาฬิกา ข. ตาชั่ง : กิโลกรัม ค. ระยะทาง : ไมล์ ง. กระบอกตวง : ปริมาตร จ. เทอร์โมมิเตอร์ : องศาเซลเซียส
--	--

ตอนที่ 2 สรุปความ (ข้อ 11-20)

คำชี้แจง อ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วพิจารณาและสรุปข้อความนั้น

เช่น (0.) จันอายุมากกว่าจวง แต่น้อยกว่าแจง ใจและจอยมีอายุน้อยกว่าจัน แต่ใจมีอายุมากกว่าจวง และจอยมีอายุน้อยกว่าใจ อาจสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. จอยมีอายุน้อยที่สุด
- ~~ข. แจงมีอายุมากที่สุด~~
- ค. จวงมีอายุมากกว่าจอย
- ง. ใจมีอายุอยู่ระหว่างจันกับจวง
- จ. จันมีอายุอยู่ระหว่างจวงกับใจ

11. ศรีเป็นแม่ของสา สวยเป็นพี่ของศรี แสดงเป็นน้องของสา ใครอายุมากที่สุด ก. ศรี ข. สา ค. สวย ง. แสด จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้	12. อ้อยืนอยู่ระหว่างอรรกับแอร์ อรยืนอยู่ระหว่างโอ้กับอ้อ และ โอ้ยืนอยู่ระหว่างอรรกับแอน ใครยืนอยู่ตรงกลาง ก. อ้อ ข. อร ค. แอร์ ง. โอ้ จ. แอน
---	---

13. น้ำแดงหวานกว่าน้ำเขียว แต่หวานน้อยกว่าน้ำส้ม ซึ่งมีความหวานเท่ากับน้ำองุ่น น้ำอะไรหวานน้อยที่สุด ก. น้ำแดง ข. น้ำเขียว ค. น้ำส้ม ง. น้ำองุ่น จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ 14. โฉม ฉาย ฉาน ฉม เป็นพี่น้องกัน โฉมบอกว่าเขามีพี่หนึ่งน้องสอง ฉายบอกว่าเขามีพี่สามคน ฉานบอกว่าเขามีน้องหนึ่งคน ใครอายุมากที่สุด ก. โฉม ข. ฉาย ค. ฉาน ง. ฉม จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ 15. สมรักษ์ ว่ายน้ำเตะขอบสระหลังสมศักดิ์ สมเดชเตะขอบสระก่อนสมศักดิ์ แต่หลังสมนึก ใครจะได้เหรียญทอง ก. สมรักษ์ ข. สมศักดิ์ ค. สมเดช ง. สมนึก จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ 16. คุณดำไล สูงกว่าคุณขนุน แต่เตี้ยกว่าคุณมั่งคุด คุณลั่นจี่สูงกว่าคุณมั่งคุด ใครเตี้ยที่สุด ก. คุณดำไล ข. คุณขนุน ค. คุณมั่งคุด ง. คุณลั่นจี่ จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้	17. แดงเป็นน้องของแดงแต่เป็นพี่ของแดง แสงเป็นพี่ของแดง แต่เป็นน้องของแดง ใครเป็นน้องคนสุดท้อง ก. แดง ข. แสง ค. แสง ง. แสง จ. แดง 18. ก้านยืนเข้าแถวโดยยืนอยู่ระหว่างกึ่งกับแก้ว โดยแก้วยืนใกล้ก้านกับกบ และกบยืนอยู่ระหว่าง แก้วกับกอล์ฟ ใครยืนอยู่ตรงกลาง ก. ก้าน ข. กึ่ง ค. แก้ว ง. กบ จ. กอล์ฟ 19. สุชาติสูงกว่าสุพล แต่เตี้ยกว่าสุเดช สุชัยสูงกว่าสุเดช อาจสรุปได้ว่าอย่างไร ก. สุชัยสูงที่สุด ข. สุชาติเตี้ยที่สุด ค. สุเดชสูงกว่าสุพลคนเดียว ง. สุพลสูงระหว่างสุชัยกับสุชาติ จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ 20. ถ้าเอาเงินของ ชูชีพ และสุชาติ รวมกันจะเท่ากับเงินของ ชุศักดิ์ ส่วนชูเกียรติ มีเงินเป็นครึ่งหนึ่งของชูศักดิ์ อาจสรุปได้ว่าอย่างไร ก. ชุศักดิ์มีเงินมากที่สุด ข. ชูชีพมีเงินมากกว่าชูเกียรติ ค. ชูชีพมีเงินน้อยกว่าชูเกียรติ ง. ชูชีพ สุชาติ และชูเกียรติ มีเงินเท่ากัน จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
--	--

ตอนที่ 3 หาดั่วร่วม (ข้อ 21-30)

คำชี้แจง พิจารณาคำว่าชุดของคำที่กำหนดให้ นั้น มีอะไรเป็นตัวร่วมกัน

เช่น (0.) วิทย์ โทรศัพท์ โทรศัพท์

ก. สี

ข. สาย

ค. แสง

~~ง. เสียง~~

จ. สัญญาณ

21. โทรศัพท์ โทรเลข โทรสาร ก. สาย ข. เสียง ค. ภาษา ง. ขนาด จ. สื่อสาร 22. จิม ระเบิด นิ่ง ก. ดี ข. สาย ค. เคาะ ง. เสียง จ. จังหวะ 23. ทุ่ม สูง แหลม ก. เสียง ข. ขนาด ค. รูปร่าง ง. น้ำหนัก จ. ไพเราะ	24. เพชร นิล เหล็ก ก. โลหะ ข. ราคา ค. ความสวย ง. ความแข็ง จ. ประโยชน์ 25. ฝอยทอง เม็ดขนุน ลูกชุบ ก. หวาน ข. แป้ง ค. ถั่ว ง. ไข่ จ. สี 26. โทรศัพท์ ภาพยนตร์ คอมพิวเตอร์ ก. สี ข. ภาพ ค. ราคา ง. ขนาด จ. สื่อสาร
--	---

27. ปากกา ยางลบ ไม้บรรทัด ก. เครื่องเขียน ข. แบบเรียน ค. โรงเรียน ง. นักเรียน จ. สมุด 28. หลานชาย ปู่ ลุง ก. วัย ข. เพศ ค. อายุ ง. บ้าน จ. ความรู้	29. กิโลเมตร มิลลิเมตร ไมล์ ก. ขนาด ข. ทิศทาง ค. ความเร็ว ง. ความยาว จ. ไม้บรรทัด 30. พรอท เงิน ทอง ก. โลหะ ข. ราคา ค. คุณค่า ง. สถานะ จ. ความเงา
--	---

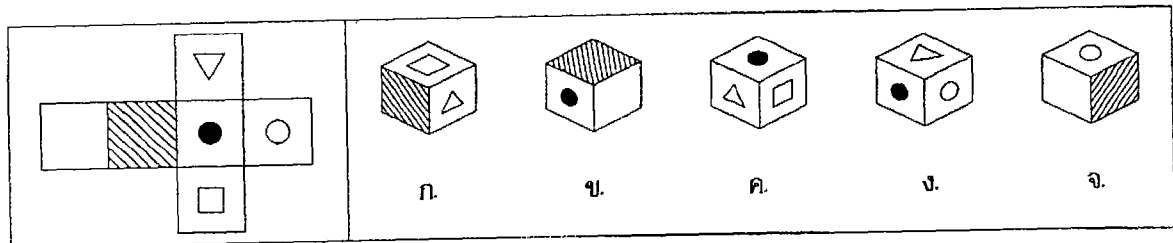
คำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน ตอนละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ เวลาในการทำ 20 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก วัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ นักเรียนจะต้องหาตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว แล้วไปตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก ดังตัวอย่าง ดังนี้

ตอนที่ 1 ประกอบภาพสามมิติ (ข้อ 1-10)

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพในข้อใดเป็นกล่องที่เกิดจากการพับภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ

ข้อ (0.)



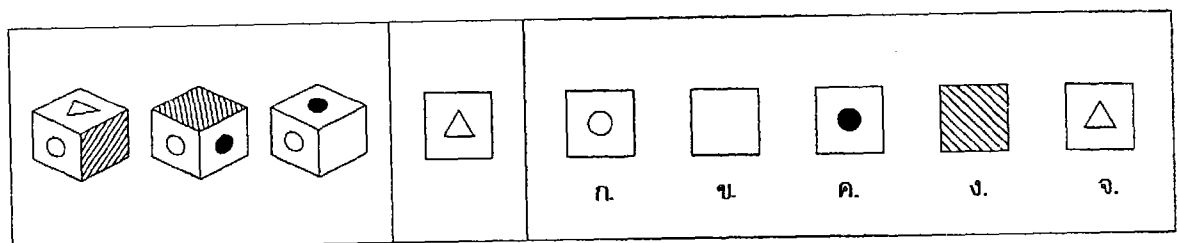
จากตัวอย่างข้อ (0.) ตัวเลือก ง. ถูกต้อง จึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
			X	

ตอนที่ 2 หาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (ข้อ 11-20)

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพใดเป็นภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้

ข้อ (00.)

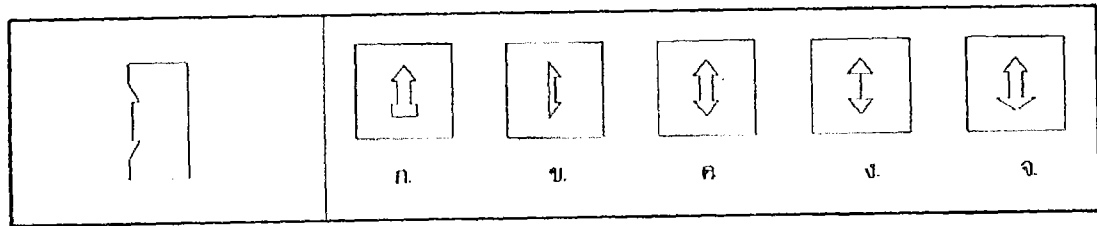


จากตัวอย่างข้อ (00.) ตัวเลือก ค. ถูกต้อง จึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
		X		

ตอนที่ 3 ตัดกระดาษ (ข้อ 21-30)

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพใดเป็นภาพที่เกิดจากการคลี่กระดาษจากภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ
ข้อ (000.)



จากตัวอย่างข้อ (000.) ตัวเลือก ข. ถูกต้อง จึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
		X		

3. อย่าเสียเวลาในการทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลา ถ้าคิดไม่ออกให้เว้นไว้แล้วข้ามไปทำข้ออื่นก่อนเพราะอาจจะมีข้อง่ายอยู่ด้านหลัง แล้วค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ทีหลัง

4. กรุณาอย่าขีดฆ่าหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ ถ้ามีข้อสงสัยประการใดให้ถามผู้ดำเนินการสอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 ประกอบภาพสามมิติ (ข้อ 1-10)

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพในข้อใดเป็นกล่องที่เกิดจากการพับภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ

เช่น

(0.)	ก. ข. ค. ~~ง.~~ จ.
1.	ก. ข. ค. ง. จ.
2.	ก. ข. ค. ง. จ.
3.	ก. ข. ค. ง. จ.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

ก. ข. ค. ง. จ.

ตอนที่ 2 หาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (ข้อ 11-20)

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพใดเป็นภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้

เช่น

(0.)

ก. ข. ค. ง. จ.

11.

ก. ข. ค. ง. จ.

12.

ก. ข. ค. ง. จ.

13.

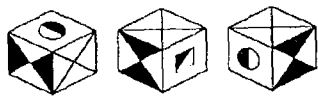
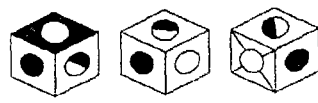
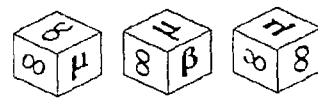
ก. ข. ค. ง. จ.

14.

ก. ข. ค. ง. จ.

15.

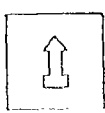
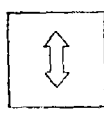
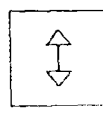
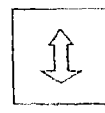
ก. ข. ค. ง. จ.

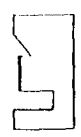
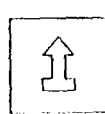
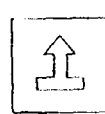
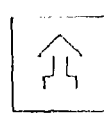
16.							
17.							
18.							
19.							
20.							

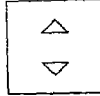
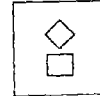
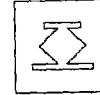
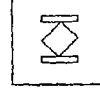
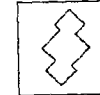
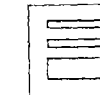
ตอนที่ 3 ตัดกระดาษ (ข้อ 21-30)

คำชี้แจง พิจารณาว่าภาพใดเป็นภาพที่เกิดจากการคลี่กระดาษจากภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ

เช่น

(0.)						
------	---	---	---	--	---	---

21.						
-----	---	---	---	--	---	---

22.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.
23.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.
24.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.
25.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.
26.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.
27.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.
28.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.
29.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.
30.		 A.	 B.	 C.	 D.	 E.

คำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ เวลาในการทำ 50 นาที
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 นักเรียนจะต้องหาตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว แล้วไปตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก ดังตัวอย่างข้อ (0) ดังนี้

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกที่สุด

(0.) ข้อใดเป็นสูตรการหาพื้นที่ของวงกลม

- ก. πr^2
- ข. $2\pi r$
- ค. $2\pi r^2$
- ง. $3/4\pi r$
- จ. $4/3\pi r^2$

จากตัวอย่างสูตรการหาพื้นที่ของวงกลมคือ πr^2 ดังนั้นตัวเลือก ก. จึงถูกต้อง จึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
X				

3. อย่าเสียเวลาในการทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลา ถ้าคิดไม่ออกให้เว้นไว้ แล้วข้ามไปทำข้ออื่นก่อนเพราะอาจจะมีข้อง่ายอยู่ด้านหลังแล้วค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ทีหลัง
4. กรุณาอย่าขีดฆ่าหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ ถ้ามีข้อสงสัยประการใดให้ถามผู้ดำเนิน การสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. พีระมิดในข้อใดที่สูงเอียงยาวเท่ากันทุกเส้น

- ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม
- ข. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- ง. พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม
- จ. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม

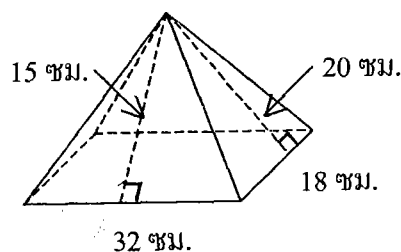
2. ถ้าพีระมิดและปริซึมมีฐานเดียวกัน และสูงเท่ากัน ข้อใดเป็นจริง

- ก. ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรปริซึม
- ข. ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{1}{3}$ ของปริมาตรปริซึม
- ค. ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{2}{3}$ ของปริมาตรปริซึม
- ง. ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{1}{4}$ ของปริมาตรปริซึม
- จ. ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรปริซึม

3. พีระมิดและกรวยมีพื้นที่ฐานเท่ากัน และมีปริมาตรเท่ากัน ถ้ากรวยสูง h หน่วย จงหาสูงตรงของพีระมิด

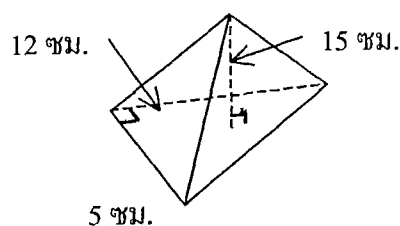
- ก. $\frac{h}{2}$ หน่วย
- ข. $\frac{h}{3}$ หน่วย
- ค. h หน่วย
- ง. $2h$ หน่วย
- จ. $3h$ หน่วย

4. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาดดังภาพ จงคำนวณหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิดรูปนี้



- ก. 996 ซม.²
- ข. 1,128 ซม.²
- ค. 1,416 ซม.²
- ง. 1,452 ซม.²
- จ. 1,486 ซม.²

5. พีระมิดฐานสามเหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดดังภาพ จงคำนวณหาปริมาตร



- ก. 75 ซม.³
- ข. 150 ซม.³
- ค. 225 ซม.³
- ง. 300 ซม.³
- จ. 450 ซม.³

6. สูตรการหาปริมาตรของทรงกระบอกมีว่าอย่างไร

- ก. $\pi r h^2$
- ข. $\pi r^2 h$
- ค. $2\pi r h$
- ง. $2\pi r^2 h$
- จ. $2\pi r h^2$

7. จงหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอกซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว $4a$ หน่วย สูง b หน่วย

- ก. $4\pi a (2a+b)$ ตารางหน่วย
- ข. $4\pi a (a+b)$ ตารางหน่วย
- ค. $4\pi ab$ ตารางหน่วย
- ง. $2\pi a (a+b)$ ตารางหน่วย
- จ. $2\pi a (2a+b)$ ตารางหน่วย

8. จงหารัศมีฐานของทรงกระบอกที่มีพื้นที่ผิวโค้งของทรงกระบอกเท่ากับ 66 ตร.ซม. และสูง 6 ซม.

- ก. $4/7 \text{ ซม.}$
- ข. $7/4 \text{ ซม.}$
- ค. $36/7 \text{ ซม.}$
- ง. $121/7 \text{ ซม.}$
- จ. $121/4 \text{ ซม.}$

9. ถังน้ำทรงกระบอกซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 ซม. และสูง 30 ซม. มีน้ำอยู่ $3/5$ ของถัง จะต้องเติมน้ำอีกเท่าไรน้ำจึงจะเต็มถึง

- $3,696 \text{ ซม.}^3$
- $4,620 \text{ ซม.}^3$
- $7,392 \text{ ซม.}^3$
- $9,240 \text{ ซม.}^3$
- $11,088 \text{ ซม.}^3$

10. กรวยมีปริมาตรเท่าใด เมื่อกำหนดให้แต่ละข้อมีพื้นที่ฐานและความสูงเท่ากัน

- ก. หนึ่งในสามของปริมาตรปริซึม
- ข. หนึ่งในสามของปริมาตรพีระมิด
- ค. หนึ่งในสามของปริมาตรทรงกระบอก
- ง. สองในสามของปริมาตรทรงกระบอก
- จ. สองในสามของปริมาตรทรงกลม

11. กรวยอันหนึ่งบรรจุพอดิในพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยใช้จุดยอดร่วมกัน จงหาอัตราส่วนปริมาตรของกรวยต่อปริมาตรของพีระมิด

- ก. $\pi:2$
- ข. $\pi:4$
- ค. $2\pi:3$
- ง. $\pi/2:4$
- จ. $\pi/2:3$

12. กรวยอันหนึ่งมีสูงเอียง 25 ซม. มีพื้นที่ฐานเท่ากับ $3/5$ ของพื้นที่ผิวข้างของกรวย จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานเท่าใด

- ก. 10 ซม.
- ข. 15 ซม.
- ค. 30 ซม.
- ง. 45 ซม.
- จ. 60 ซม.

13. กรวยในข้อ 12 มีปริมาตรเท่าใด

- ก. $167\pi \text{ ลบ.ซม.}$
- ข. $375\pi \text{ ลบ.ซม.}$
- ค. $1,500\pi \text{ ลบ.ซม.}$
- ง. $3,375\pi \text{ ลบ.ซม.}$
- จ. $6,000\pi \text{ ลบ.ซม.}$

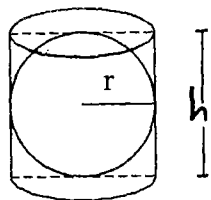
14. ปริมาตรของทรงกลมที่มีรัศมี r กับปริมาตรของทรงกระบอกที่มีรัศมี r และสูง $2r$ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- ก. ปริมาตรของทรงกระบอกเท่ากับ $\frac{2}{3}$ ของปริมาตรของทรงกลม
- ข. ปริมาตรของทรงกระบอกเท่ากับ $\frac{4}{3}$ ของปริมาตรของทรงกลม
- ค. ปริมาตรของทรงกลมเท่ากับ $\frac{1}{3}$ ของปริมาตรของทรงกระบอก
- ง. ปริมาตรของทรงกลมเท่ากับ $\frac{2}{3}$ ของปริมาตรของทรงกระบอก
- จ. ปริมาตรของทรงกลมเท่ากับ $\frac{4}{3}$ ของปริมาตรของทรงกระบอก

15. ลูกบอลทรงกลมรัศมี r หน่วย จงหาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวของทรงกลมกับปริมาตรของทรงกลมนี้

- ก. $3 : r$
- ข. $r : 3$
- ค. $4 : 3r$
- ง. $3r : 4$
- จ. $4 : r$

16. จากรูป ปริมาตรของทรงกลมเป็นกี่เท่าของปริมาตรรูปทรงกระบอก



- ก. $\frac{1}{3}$ เท่า
- ข. $\frac{2}{3}$ เท่า
- ค. $\frac{3}{2}$ เท่า
- ง. $\frac{2}{5}$ เท่า
- จ. $\frac{5}{2}$ เท่า

17. ทรงกลมสองลูก ลูกหนึ่งมีรัศมีเป็นสองเท่าของรัศมีของอีกลูกหนึ่ง พื้นที่ผิวของทรงกลมลูกใหญ่เป็นกี่เท่าของพื้นที่ผิวของทรงกลมลูกเล็ก

- ก. 2 เท่า
- ข. 4 เท่า
- ค. 6 เท่า
- ง. 8 เท่า
- จ. 12 เท่า

18. ลูกตะกั่วกลมกลวง รัศมีภายใน 3 เซนติเมตร ภายนอก 6 เซนติเมตร ถ้าละลายตะกั่วนี้ไปหลอมเป็นรูปทรงกระบอกตันสูง 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอกจะยาวเท่าใด

- ก. 10.4 ซม.
- ข. 12.4 ซม.
- ค. 12.8 ซม.
- ง. 14.2 ซม.
- จ. 14.8 ซม.

19. พหุนามที่อยู่ในรูป $x^2 + 2xy + y^2$ เรียกว่าอะไร

- ก. ผลต่างกำลังสอง
- ข. ผลบวกกำลังสอง
- ค. กำลังสองสมบูรณ์
- ง. กำลังสองค่าสมบูรณ์
- จ. x และ y กำลังสอง

20. ข้อใดเป็นพหุนามที่อยู่ในรูปของผลต่างกำลังสอง

- ก. $x^2 + y^2$
- ข. $x^2 - y^2$
- ค. $x^2 - 2xy + y^2$
- ง. $x^2 + 2xy + y^2$
- จ. $x^2 + 2xy - y^2$

21. ค.ร.น. ของ $8xy$, $-16y^2$ และ $24zy$ คือข้อใด

- ก. $8x$
- ข. $-8x$
- ค. $8y$
- ง. $-8y$
- จ. $8xy$

22. ค่าของ $(133)^2 - (33)^2$ คือข้อใด

- ก. 100
- ข. 166
- ค. 10,000
- ง. 16,060
- จ. 16,600

23. ค่าของ $(102)^2 - (98)^2$ คือข้อใด

- ก. 400
- ข. 800
- ค. 4,000
- ง. 4,800
- จ. 8,000

24. ถ้า $x^2 + 12x + n^2$ เป็นกำลังสองสมบูรณ์แล้ว n^2 มีค่าเท่าใด

- ก. 12
- ข. 36
- ค. 48
- ง. 72
- จ. 144

25. ข้อใดเป็นตัวประกอบของ

$$ax - ay - bx + by + cx - cy$$

- ก. $(a-b+c)(x-y)$
- ข. $(a-b+c)(x+y)$
- ค. $(a+b-c)(x-y)$
- ง. $(a+b-c)(x+y)$
- จ. ถูกทั้ง ก. และ ง.

26. ถ้า $x^2 - 11x + 18 = (x+A)(x+B)$ แล้ว A และ B มีค่าเท่าใด ตามลำดับ

- ก. 2, 9
- ข. -2, 9
- ค. -9, 2
- ง. -2, -9
- จ. 9, -2

27. ถ้า $x^2 + 7x - 18 = (x+A)(x+B)$ แล้ว A และ B มีค่าเท่าใด ตามลำดับ

- ก. 2, 9
- ข. -2, 9
- ค. -9, 2
- ง. -2, -9
- จ. 9, -2

28. ถ้า $4x^2 - 25y^2 = (Ax+5y)(2x+By)$ แล้ว A และ B มีค่าเท่าใด ตามลำดับ

- ก. 2, 5
- ข. -2, 5
- ค. -5, 2
- ง. -2, -5
- จ. 2, -5

29. ถ้า $(2x+5)(x+3) = 2x^2+7x+15+A$ แล้ว A มีค่าเท่าใด

- ก. $2x$
- ข. $4x$
- ค. $5x$
- ง. $8x$
- จ. $9x$

30. ถ้า $25x^2-40x+9+b = (5x-4)^2$ แล้ว b มีค่าเท่าใด

- ก. 4
- ข. 5
- ค. 7
- ง. 9
- จ. 16

31. ถ้า $4x^2+15xy+9y^2+a = (2x+3y)^2$ แล้ว a มีค่าเท่าใด

- ก. $-2xy$
- ข. $2xy$
- ค. $-3xy$
- ง. $3xy$
- จ. $6xy$

32. ถ้าแยกตัวประกอบของ ax^2+bx+c เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงตัวได้เป็น $(4x-7)(4x+7)$ แล้ว ค่าของ a, b และ c มีค่าเท่าใด ตามลำดับ

- ก. 16, 0 และ 49
- ข. 16, 0 และ -49
- ค. 16, 0 และ 56
- ง. 16, 49 และ 56
- จ. 16, 49 และ -56

33. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. $x^2-3x-10 = (x-2)(x-5)$
- ข. $2x^2-19+35 = (2x-5)(x-7)$
- ค. $12+x-x^2 = (4-x)(3+x)$
- ง. $3(12-13x+x^2) = (12-x)(3-3x)$
- จ. $3(x^2+6x+5) = (x+5)(3x+3)$

34. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. $(x-8)(x-5) = x^2-13x-40$
- ข. $(x+8)(x-5) = x^2+3x-40$
- ค. $(x+8)(x+5) = x^2+13x+40$
- ง. $(x-5)(x-8) = x^2-13x+40$
- จ. $(x+5)(x-8) = x^2-3x-40$

35. x^3-y^3 เป็นที่เท่าของ x-y

- ก. $x-y$
- ข. x^2-y^2
- ค. x^2+y^2
- ง. x^2+xy+y^2
- จ. x^3-xy+y^2

36. ถ้า $a^3+b^3+a+b = (a+b)(a^2-ab+b^2+X)$ แล้ว X มีค่าเท่าใด

- ก. a
- ข. b
- ค. -1
- ง. 1
- จ. ± 1

37. ข้อใดเป็นตัวประกอบหนึ่งของ $x^3+2x-4x-8$

- ก. $x-1$
- ข. $x+1$
- ค. $x+2$
- ง. $x-3$
- จ. $x+3$

38. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ

$$x^4-2x^3-6x^2+6x+9$$

- ก. $(x^2-3)(x+3)(x+1)$
- ข. $(x^2-3)(x-3)(x+1)$
- ค. $(x^2-3)(x+2)(x-1)$
- ง. $(x^2+3)(x-2)(x-1)$
- จ. $(x^2+3)(x-3)(x-1)$

39. ถ้า $x^4-Ax^2+B = (x^2-5x-5)(x^2+5x-5)$ แล้ว A และ B มีค่าเท่าใด ตามลำดับ

- ก. 25 และ 25
- ข. 25 และ -25
- ค. 25 และ 35
- ง. 35 และ 25
- จ. -35 และ 25

40. ถ้า $9x^4-10x^2y^2+y^4$

$$= (3x^2+Axy+y^2)(3x^2+Bxy+y^2)$$

แล้ว A และ B มีค่าเท่าใดตามลำดับ

- ก. 1 และ 3
- ข. 3 และ 4
- ค. -3 และ -4
- ง. 4 และ -4
- จ. -4 และ -4

คำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ว 306

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ เวลาในการทำ 50 นาที
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 นักเรียนจะต้องหาตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว แล้วไปตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก ดังตัวอย่างข้อ (0) ดังนี้

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกที่สุด

(0.) ข้อใดเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า

- ก. พัดลม
- ข. สวิตช์
- ค. แบตเตอรี่
- ง. ลวดทองแดง
- จ. สายไฟฟ้าแรงสูง

จากตัวอย่าง สวิตช์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นตัวเลือก ข. จึงถูกต้อง จึงนำไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
	X			

3. อย่าเสียเวลาในการทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลา ถ้าคิดไม่ออกให้เว้นไว้ แล้วข้ามไปทำข้ออื่นก่อนเพราะอาจจะมีข้อง่ายอยู่ด้านหลังแล้วค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ทีหลัง

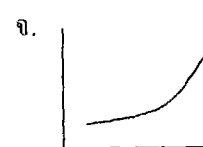
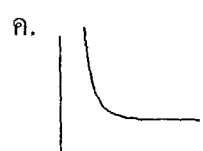
4. กรุณาอย่าขีดฆ่าหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ ถ้ามีข้อสงสัยประการใดให้ถามผู้ดำเนินการสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. สายไฟแรงสูงมีลักษณะอย่างไร ก. ขนาดใหญ่ ข. สายอ่อนมีฉนวนหุ้ม ค. หุ้มด้วยฉนวนหนาๆ ง. ขนาดใหญ่ไม่มีฉนวนหุ้ม จ. สายแข็งมีฉนวนหุ้มหนาๆ 2. ฟิวส์ เป็นโลหะผสมระหว่างสารชนิดใด ก. ดีบุกกับตะกั่ว ข. ดีบุกกับสังกะสี ค. สังกะสีกับตะกั่ว ง. ตะกั่วกับทองแดง จ. สังกะสีกับทองแดง 3. อุปกรณ์ไฟฟ้าจะเริ่มทำงานเมื่อวงจรอยู่ในลักษณะใด ก. วงจรปิด ข. วงจรเปิด ค. วงจรขนาน ง. วงจรอนุกรม จ. วงจรผสม 4. ข้อใดเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ปิดเปิดวงจรไฟฟ้าในบ้าน ก. สวิตช์ ข. เต้าเสียบ ค. สะพานไฟ ง. ฟิวส์อัตโนมัติ จ. ข้อ ก. และ ค. ถูก	5. ลวดตัวนำชนิดเดียวกันข้อใดมีความต้านทานไฟฟ้ามากที่สุด ก. ลวดยาว 15 ซม. พื้นที่หน้าตัด 0.1 ตร.มม. ข. ลวดยาว 15 ซม. พื้นที่หน้าตัด 0.5 ตร.มม. ค. ลวดยาว 30 ซม. พื้นที่หน้าตัด 0.1 ตร.มม. ง. ลวดยาว 30 ซม. พื้นที่หน้าตัด 0.5 ตร.มม. จ. ลวดยาว 30 ซม. พื้นที่หน้าตัด 1.0 ตร.มม. 6. ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับฟิวส์ขนาด 10 แอมแปร์ ก. ฟิวส์เป็นแบบเส้นลวดเพียงอย่างเดียว ข. ทำด้วยโลหะผสมระหว่างตะกั่วและดีบุกเท่านั้น ค. เหมาะที่จะใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ง. ฟิวส์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เกิน 10 แอมแปร์ จ. ฟิวส์จะหลอมละลายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านน้อยกว่า 10 แอมแปร์
--	---

7. ข้อใดเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของลวดตัวนำกับความต้านทานไฟฟ้า (ให้แก่งดตั้งแทนความต้านทานไฟฟ้า และแก่งดนอนแทนความยาวของลวดตัวนำ)



8. เครื่องใช้ไฟฟ้าของบ้านหลังหนึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ดังนี้ หม้อหุงข้าว 2.5 แอมแปร์ เตารีด 4 แอมแปร์ ตู้เย็น 1 แอมแปร์ โทรทัศน์ 1.5 แอมแปร์ และหลอดไฟ 4 หลอด หลอดละ 0.2 แอมแปร์ เจ้าของบ้านควรจะเลือกใช้ฟิวส์ขนาดใด

- ก. 5 แอมแปร์
- ข. 10 แอมแปร์
- ค. 15 แอมแปร์
- ง. 25 แอมแปร์
- จ. 30 แอมแปร์

9. กำหนดให้

- 1. สายไฟคู่ 2. สายเส้นเดียว
 - 3. สายทนความร้อน 4. สายไฟคู่ลักษณะอ่อน
- นักเรียนจะเลือกใช้สายไฟเส้นใดมาใช้กับวิทยุ และเส้นใดใช้เดินในบ้านเรือน ตามลำดับ

- ก. 1 และ 4
- ข. 1 และ 3
- ค. 4 และ 1
- ง. 4 และ 2
- จ. 4 และ 3

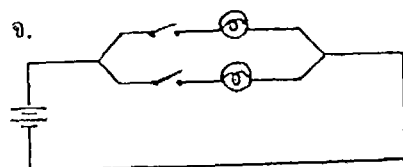
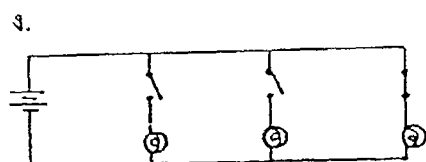
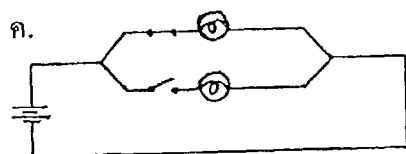
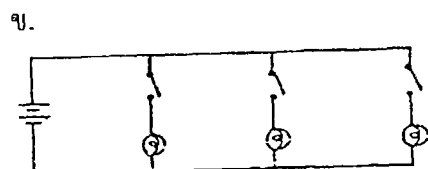
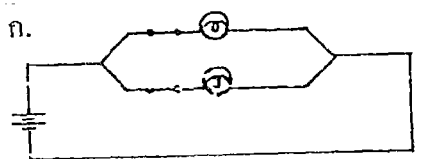
10. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. การต่อฟิวส์จะต่อแบบขนาน
- ข. การต่อแอมมิเตอร์ในวงจรไฟฟ้าจะต้องต่อแบบขนาน
- ค. การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านจะต่อวงจรเป็นแบบอนุกรม
- ง. วงจรไฟฟ้าในบ้านควรมีสะพานไฟรวม และสะพานไฟแยกย่อย
- จ. เครื่องมือที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้า คือ โวลต์มิเตอร์

11. ข้อใดทำให้วงจรปิด

- ก. การยกสะพานไฟ
- ข. การถอดปลั๊กพัดลม
- ค. การปลดเอาฟิวส์ออก
- ง. การกดสวิตช์เพื่อปิดไฟ
- จ. การกดสวิตช์เพื่อเปิดโทรทัศน์

12. ข้อใดมีลักษณะเป็นวงจรปิด



3. วงจรปิด-วงจรเปิด ตรงข้ามกับข้อความในข้อใด

- ก. ปิดไฟ-เปิดไฟ
- ข. เสียบปลั๊ก-ถอดปลั๊ก
- ค. เปิดสวิตช์-ปิดสวิตช์
- ง. มีกระแสผ่าน-ไม่มีกระแสผ่าน
- จ. เครื่องใช้ไฟฟ้า ทำงานได้-ไม่ทำงาน

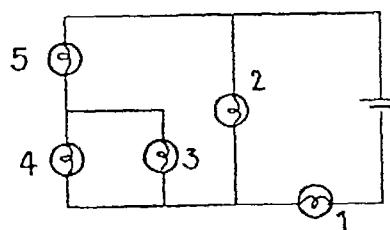
14. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เมื่อเปิดสวิตช์จะตัดวงจรไฟฟ้าทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าไม่ทำงาน
- ข. เมื่อเปิดสวิตช์จะต่อวงจรไฟฟ้าทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าไม่ทำงาน
- ค. เมื่อเปิดสวิตช์จะต่อวงจรไฟฟ้าทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน
- ง. เมื่อปิดสวิตช์จะต่อวงจรไฟฟ้าทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน
- จ. เมื่อปิดสวิตช์จะตัดวงจรไฟฟ้าทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน

15. การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในข้อใดไม่ถูกต้อง

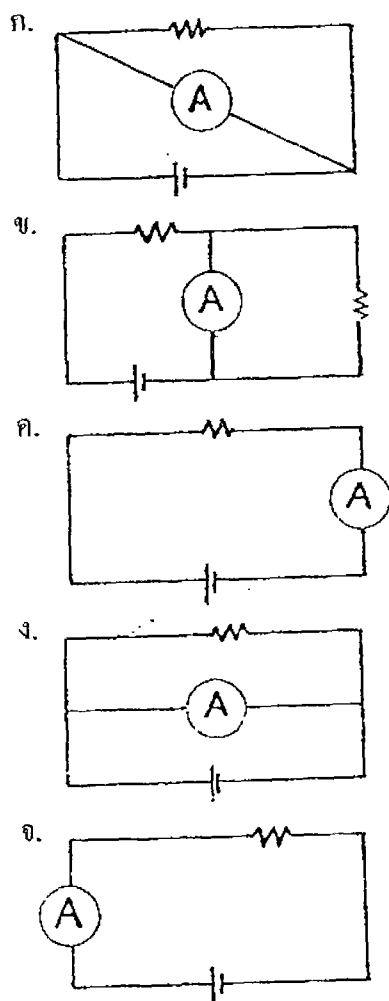
- ก. ฟิวส์ ต่อแบบขนาน
- ข. สวิตช์ ต่อแบบอนุกรม
- ค. สะพานไฟ ต่อแบบอนุกรม
- ง. มาตรการกระแส ต่อแบบอนุกรม
- จ. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ต่อแบบขนาน

16. จากรูปวงจรไฟฟ้า เมื่อหลอดไฟดวงที่ 1 ขาดผลจะเป็นอย่างไร



- ก. พลังงานไฟฟ้าในวงจรลดลง
- ข. หลอดไฟในวงจรจะดับหมด
- ค. หลอดไฟที่เหลือจะสว่างมากขึ้น
- ง. พลังงานไฟฟ้าในวงจรจะเพิ่มขึ้น
- จ. หลอดไฟที่เหลือจะขาดเพราะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไป

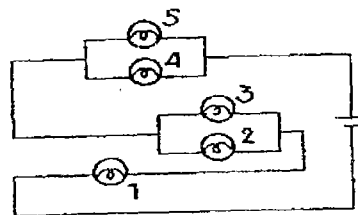
17. ถ้าต้องการวัดกระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร ควรต่อแอมมิเตอร์ตามรูปใด



18. หลอดไฟโฆษณาให้แสงสีแดงส้มสด เพราะบรรจุก๊าซชนิดใด

- ก. ไอปรอท
- ข. ก๊าซนีออน
- ค. ก๊าซฮีเลียม
- ง. ก๊าซอาร์กอน
- จ. ก๊าซคาร์บอน

19. จากระบบวงจรไฟฟ้า ถ้าหลอดไฟดวงที่ 1 ขาด หลอดไหนจะดับบ้าง



- ก. ดวงที่ 1 เท่านั้น
- ข. ดวงที่ 2 และ 3
- ค. ดวงที่ 4 และ 5
- ง. ดวงที่ 1, 2 และ 3
- จ. หลอดไฟจะดับทุกดวง

20. การเปลี่ยนแปลงพลังงานในหลอดไฟมีขั้นตอนอย่างไร

- ก. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานแสง
- ข. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานความร้อน
- ค. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานกล $\rightarrow$ พลังงานแสง
- ง. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานแสง $\rightarrow$ พลังงานความร้อน
- จ. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานความร้อน $\rightarrow$ พลังงานแสง

21. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้ามาด้านหรือเสริมให้กับวงจรของหลอดเรืองแสงไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าได้ง่ายคืออะไร

- ก. ไส้หลอด
- ข. ไอปรอท
- ค. แบลสต์
- ง. สตาร์ทเตอร์
- จ. ประจุอิเล็กตรอน

22. ภายในหลอดเรืองแสงบรรจุสารใด ก. ไอปรอท ข. ก๊าซนีออน ค. ก๊าซฮีเลียม ง. ก๊าซอาร์กอน จ. ก๊าซไนโตรเจน 23. ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนคืออะไร ก. เต้ารับและเต้าเสียบ ข. สวิตช์อัตโนมัติ ค. ขดลวดนิโครม ง. เทอร์โมสตัท จ. สายไฟ 24. ขดลวดนิโครมเป็นโลหะผสมระหว่างอะไร ก. สังกะสีกับทั้งสแตน ข. เหล็กกับโครเมียม ค. นิกเกิลกับโครเมียม ง. นิกเกิลกับสังกะสี จ. เหล็กกับนิกเกิล 25. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล จะต้องมีอุปกรณ์ใดเป็นหลักในการทำงาน ก. มอเตอร์ ข. ไดนาโม ค. สตาร์ทเตอร์ ง. เทอร์โมสตัท จ. ขดลวดนิโครม	26. อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนคลื่นเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ก. ไมโครโฟน ข. ลำโพงเสียง ค. เครื่องขยายเสียง ง. เครื่องเล่นวีดีโอ จ. เครื่องเล่นวิทยุเทป 27. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. แบลกซ์ต์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติ ข. ขณะที่หลอดเรืองแสงสว่าง จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านสตาร์ทเตอร์ตลอดเวลา ค. สตาร์ทเตอร์ทำให้หลอดเรืองแสงสว่าง และช่วยควบคุมปริมาณกระแสที่ผ่านหลอด ง. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กับหลอดไฟโคมฉาย จะเหมือนกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กับหลอดเรืองแสง จ. แบลกซ์ต์ทำหน้าที่เหนี่ยวนำให้ความต่างศักย์ระหว่างขั้วหลอดทั้งสองของหลอดเรืองแสงสูงขึ้น 28. เครื่องใช้ไฟฟ้าในข้อใดสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียงและพลังงานแสงในเวลาเดียวกัน ก. วิทยุ ข. โทรทัศน์ ค. โทรศัพท์ ง. เครื่องเล่นวีดีโอ จ. เตารีดไมโครเวฟ
--	--

29. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. หลอดเรืองแสงจะมีอายุการใช้งานสั้นกว่าหลอดไฟฟ้า ข. หลอดเรืองแสงให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไฟฟ้า เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน ค. หลอดเรืองแสงจะใช้พลังงานมากกว่าหลอดไฟฟ้า เมื่อมีกำลังไฟฟ้าเท่ากัน ง. หลอดเรืองแสงเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นความร้อน และเปลี่ยนความร้อนเป็นแสง จ. หลอดเรืองแสงจะใช้พลังงานไฟฟ้า และให้แสงสว่างเท่ากับหลอดไฟฟ้า เมื่อมีกำลังไฟฟ้าเท่ากัน 30. ข้อใดมีอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ก. เตาไฟฟ้า ข. เครื่องซักผ้า ค. เตาไรต์ไฟฟ้า ง. สตาร์ทเตอร์ จ. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 31. หลอดไฟมีตัวเลขกำกับ 220v 100w ถ้าเอาหลอดไฟนี้มาต่อกับไฟบ้านขนาด 110v หลอดจะสว่างหรือไม่อย่างไร ก. สว่างแต่หรี่ ข. ไม่สว่างเลย ค. สว่างตามปกติ ง. สว่างมากกว่าปกติ จ. สว่างมากจนได้หลอดขาด	32. ในการต่อสตาร์ทเตอร์ และเบลล์สตั๊ดจะต่ออย่างไรกับวงจรไฟฟ้า ก. ทั้งสตาร์ทเตอร์และเบลล์สตั๊ดต่ออนุกรม ข. ทั้งสตาร์ทเตอร์และเบลล์สตั๊ดต่อขนาน ค. สตาร์ทเตอร์ต่อขนาน ส่วนเบลล์สตั๊ดต่ออนุกรม ง. สตาร์ทเตอร์ต่ออนุกรม ส่วนเบลล์สตั๊ดต่อขนาน จ. สตาร์ทเตอร์ต่ออนุกรมหรือขนาน ส่วนเบลล์สตั๊ดต่ออนุกรม 33. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง มีกระแสผ่านมาก ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนี้ ใช้กำลังไฟฟ้าน้อย เสียค่าไฟมาก ข. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนี้ ใช้กำลังไฟฟ้ามาก เสียค่าไฟมาก ค. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนี้ ใช้พลังงานไฟฟ้า น้อย เสียค่าไฟน้อย ง. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนี้ ใช้พลังงานไฟฟ้า น้อย เสียค่าไฟมาก จ. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนี้ ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก เสียค่าไฟน้อย 34. มอเตอร์ไฟฟ้า 220v 1,000w จะใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด ในหน่วย จูลต่อวินาที และหน่วย กิโลวัตต์ ก. 1 จูลต่อวินาที, 1,000 กิโลวัตต์ ข. 10 จูลต่อวินาที, 1,000 กิโลวัตต์ ค. 10 จูลต่อวินาที, 100 กิโลวัตต์ ง. 1,000 จูลต่อวินาที, 10 กิโลวัตต์ จ. 1,000 จูลต่อวินาที, 1 กิโลวัตต์
---	---

35. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่งต้องการกำลัง 800 วัตต์ ถ้าต่อกับวงจรที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ เครื่องใช้ไฟฟ้านี้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่าใด ก. 0.275 แอมแปร์ ข. 0.555 แอมแปร์ ค. 2.055 แอมแปร์ ง. 3.640 แอมแปร์ จ. 7.280 แอมแปร์ 36. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่งมีกำลัง 750 วัตต์ เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ค่าหนึ่งแล้วมีกระแสไหลผ่าน 7.5 แอมแปร์ ความต่างศักย์ที่ค่านั้นมีค่าเท่าใด ก. 7.5 โวลต์ ข. 10 โวลต์ ค. 75 โวลต์ ง. 100 โวลต์ จ. 220 โวลต์ 37. ถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้า 2,000 วัตต์ หลอดไฟ 40 วัตต์ 3 ดวง และหม้อหุงข้าว 800 วัตต์ พร้อมกันเป็นเวลานานครึ่งชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย ก. น้อยกว่า 1.5 หน่วย ข. 1.5 หน่วย ค. 1.6 หน่วย ง. 1.5-1.6 หน่วย จ. มากกว่า 1.6 หน่วย	38. เตารีดอันหนึ่งใช้กับไฟฟ้าความต่างศักย์ 220 โวลต์ ขณะใช้จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 4.5 แอมแปร์ ถ้ารีดผ้านาน 3 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองไฟฟ้ากี่หน่วย ก. 1.50 หน่วย ข. 2.97 หน่วย ค. 9.90 หน่วย ง. 13.50 หน่วย จ. 16.29 หน่วย 39. โทรทัศน์เครื่องหนึ่งมีกำลังไฟฟ้า 200 วัตต์ ถ้าทุกวันเปิดโทรทัศน์ดูช่วงเวลา 19.30-22.00 น. ในเดือนกันยายนจะต้องเสียค่าไฟสำหรับการดูโทรทัศน์เท่าไร ถ้าค่าไฟฟ้ารายชื้อคิดละ 2 บาท ก. 15 บาท ข. 30 บาท ค. 36 บาท ง. 45 บาท จ. 100 บาท 40. ปลั๊กไฟที่มีตัวเลขกำกับ 220v 1.5A ไม่ควรนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าใด 1. หลอดไฟ 80 วัตต์ 2. ตู้เย็น 160 วัตต์ 3. หม้อหุงข้าว 600 วัตต์ 4. เครื่องเป่าผม 1000 วัตต์ ก. ข้อ 2, 3 ข. ข้อ 2, 4 ค. ข้อ 3, 4 ง. ข้อ 2, 3, 4 จ. ข้อ 1, 2, 3, 4
--	--

ภาคผนวก ง.

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์ | ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. ดร.สุพร เข้มเฮง | ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. ดร.ละเอียด รัชฆ์เฒ่า | ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. อาจารย์สำเริง ธิราเพียร | โรงเรียนสายปัญญารังสิต |
| 5. อาจารย์ปราณี ไชยวงศ์ | โรงเรียนสายปัญญารังสิต |
| 6. อาจารย์ธนวิฏ์ แจ้งพุ่ม | โรงเรียนสายปัญญารังสิต |
| 7. อาจารย์เพ็ญจันทร์ นาคะรังษี | โรงเรียนสายปัญญารังสิต |

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาววรลักษณ์ ลิ้มทองสกุล
วันเดือนปีเกิด	25 พฤษภาคม 2521
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	109 หมู่ 3 ตำบลบึงยี่โถ อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2532	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวนิษา
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสายปัญญารังสิต
พ.ศ. 2538	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต
พ.ศ. 2542	กศ.บ. (วิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2545	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ