การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผล กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปริญญานิพนธ์

ของ

นุชรี อ่อนละม้าย

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาทางการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
เมษายน 2546

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผล กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ

ของ

นุชรี อ่อนละม้าย

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
เมษายน 2546

ม ๒๒๓๘๘๕

นุชรี อ่อนละม้าย. (2546). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ, อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผล กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดอ่างทอง ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำนวน 359 คน และมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถด้านจำแนกประเภท แบบทดสอบวัดความสามารถด้านอุปมาอุปไมย แบบทดสอบวัดความสามารถด้านอนุกรมมิติ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านสรุปความ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านวิเคราะห์ และแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.353 และสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภทและความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่า 0.180 และ 0.294 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

THE STUDY THE OF RELATIONSHIP BETWEEN THE REASONING ABILITIES AND PROBLEM SOLVING IN MATHEMATICS OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

NUCHAREE ONLAYMAI

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Educational Measurement

at Srinakharinwirot University

April 2003

Nucharee Onlamai. (2003). *The Study of The Relationship between The Reasonning Abilities and Problem solving in Mathematics of Mathayom Suksa I Students.* Master thesis, M.Ed. (Education Measurement). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Aungkana Saiyos, Mr. Chawalit Ruayajin.

The purposes of this study were to study the relationship between the reasoning abilities and problem solving in mathematics and to study the score weight of reasoning abilities contributed to the problem solving in mathematics . The sample consiste of 359 Mathayom Suksa I students in schools under Angthong suring decond semestre of the academic year 2002 and selected by stratified random sampling. The instruments used for collecting data were problem solving in mathematics test and the test of ability in Classification, Analogy, Pattern matrix, Inference and Analysis.

The results were as follows

1. The multiple correlation between five Mental reasoning abilities and problem solving in mathematics was equal to 0.353 with Statistically significant at .01 level

2. The score wight of Classification abilities and Inference abilities contributed to problem solving in mathematics with the statistically significant at .01 level but the score weight of Analogy abilities , Pattern matrix abilities and Analysis abilities coutributed to problem solving in mathematics were not statistically significant

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผล
กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ของ
นางนุชรี อ่อนละม้าย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาภรณ์ หะวานนท์)
วันที่ 26 เดือน เมษายน พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ชวลิต รวยอาจิณ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิคม ดังคะพิภพ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก คณะอาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ความเอาใจใส่ และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ และ ดร.นิคม ดังคะพิภพ คณะกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขให้การวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วรนุช สิริภาพ อาจารย์สมนึก คู่เมือง อาจารย์นภา นิ่มนาค อาจารย์สุภาพร พิสิฏฐ์พัฒนะ และอาจารย์ทิพาภรณ์ สงเคราะห์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ ตลอดจนให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดีจาก ผู้บริหารโรงเรียน และครูประจำวิชาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์พันธ์ศักดิ์ ภูทอง ที่ช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งเพื่อนวัดผลร่วมรุ่น สมาชิกในครอบครัวที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยโดยสม่ำเสมอ

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา-มารดา ที่อบรมสั่งสอน ให้ความเมตตาช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างจนผู้วิจัยสำเร็จในการศึกษา

นุชรี อ่อนละม้าย

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	3
	ตัวแปรที่ศึกษา	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	ความสามารถทางสมอง	5
	ความหมายของความสามารถทางสมอง	5
	ทฤษฎีความสามารถทางสมอง	7
	แบบทดสอบความสามารถทางสมอง	14
	ความสามารถด้านเหตุผล	23
	ความหมายของความสามารถด้านเหตุผล	23
	ลักษณะของความสามารถด้านเหตุผล	24
	รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล	26
	การแก้ปัญหา	33
	การแก้ปัญหาทั่วไป	33
	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	37
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
	งานวิจัยต่างประเทศ	43
	งานวิจัยในประเทศ	44
	สมมุติฐาน	48
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	49
	การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	49
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	57
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	58
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	58

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
5	สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	68
	สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า	68
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	70
	อภิปรายผล	71
	ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม		73
ภาคผนวก		80
	ภาคผนวก ก	81
	ภาคผนวก ข	114
	ภาคผนวก ค	162
ประวัติย่อผู้วิจัย		164

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	49
2	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	64
3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ธรรมดา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	65
4	ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Score - Weight) ค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพันธ์ (β)และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของความสามารถด้านเหตุผลแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	67
5	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	82
6	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท	84
7	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย	89
8	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ	94
9	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านสรุปความ	99
10	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์	104
11	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	109

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีองค์ประกอบเดียว	7
2	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีสององค์ประกอบ	8
3	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีหลายสององค์ประกอบ	8
4	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีไฮราคิรัล	10
5	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีสามมิติของปัญญา	12
6	แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร	40

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นการพัฒนามนุษย์ให้มีคุณภาพ เพื่อที่จะเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม มีความรู้ ความสามารถ และอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์นั้น ส่วนหนึ่งมีผลมาจากการศึกษาที่ถูกวิธี และเหมาะสมกับระดับสติปัญญาของเด็กในแต่ละวัย การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านสมองนี้ สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (แผนพัฒนาการศึกษาชาติฉบับที่ 8 2540–2544) ที่กล่าวว่า การศึกษายังเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ทำให้มนุษย์เป็นผู้ที่มีความเจริญงอกงามทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา หรือความสามารถทางสมอง ดังนั้นความสามารถทางสมองจึงเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้ผู้เรียนนำผลที่ได้จากการเรียนการสอนของครูไปใช้ได้อย่างถูกวิธีทั้งในด้านการศึกษา การปฏิบัติหน้าที่หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ ดังที่ชวาล แพรัตกุล (2517 : 7) ว่า ความสามารถทางสมองไม่ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและการฝึกฝนด้วย ดังนั้นความสามารถทางสมองจึงเป็นความสามารถที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งเชื่อกันว่าผู้ที่มีความสามารถทางสมองสูงย่อมประสบความสำเร็จทั้งในด้านการศึกษาและการทำงาน

สำหรับองค์ประกอบของความสามารถทางสมองนั้น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถภาพสมองของมนุษย์ เทอร์สโตน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 46-47 ; อ้างอิงจากThurstone. 1938) ได้ผลสรุปว่า ความสามารถพื้นฐานของมนุษย์ (Primary Mentel Ability) ที่สำคัญมีอยู่ 7 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor : V.) องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word - Fluency Factor : W.) องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor : N.) องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor : S.) องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor : M) องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา (Perceptual Speed Factor : P.) และองค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor : R.) สำหรับองค์ประกอบด้านเหตุผลนั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญองค์ประกอบหนึ่ง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดหาเหตุผล พบว่า ประกอบด้วยสมรรถภาพด้านเหตุผลทั่วไป ด้านคิดหาเหตุผลอนุมาน และด้านการศึกษาความสัมพันธ์ (Adams. 1964 : 195) ซึ่งความมีเหตุผลดังกล่าวมิได้หมายความแต่เพียงการรู้ถึงสาเหตุตามมาเท่านั้น แต่คำว่าเหตุผล (Reasoning) ยังหมายถึง การคิดอย่างมีวิจารณญานและวินิจฉัยลงสรุปอย่างถูกต้องด้วย

สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของทุกคนทุกวัย และทุกสังคม นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรมีความเห็นสอดคล้องกันว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาควรจะเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญในหลักสูตร ดังที่ สาโรช บัวศรี (2518 : 7-9) ได้กล่าวว่า " ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาควรเป็นจุดหมายปลายทางที่สำคัญของการจัดการศึกษา" และ ลิปนนท์ เกตุทัต (2518 : 16-31) ก็ได้กล่าวไว้เช่นกันว่า "ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาควรจัดไว้เป็นลักษณะของการศึกษาที่พึงประสงค์" นอกจากนี้ ดิวอี้ (Dewey. 1933 : 17-21) นักการศึกษาและนักปราชญาชาวอเมริกัน ก็ได้กล่าวไว้เช่นกันว่า "ความสามารถแก้ปัญหาต้องเป็นเป้าหมายอันดับแรกของการจัดการศึกษา" ส่วน แทนเนอร์ (Tanner. 1975 : 25) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาในการพัฒนาหลักสูตรว่า "ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างฉลาดและรวดเร็ว เป็นความต้องการพื้นฐานที่จะทำให้บุคคลประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิต"

การสอนให้คนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็นนั้น ถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งของการจัดการศึกษาทั้งในระบบโรงเรียนและการศึกษานอกโรงเรียน ซึ่งแนวคิดนี้ปรากฏในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2520 ในหมวด 3 ระบบการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2524 : 10) ว่า การจัดการศึกษาในทุกระดับ จะต้องมุ่งให้ผู้เรียน คิดเป็นทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา รักการทำงาน ซึ่งในหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2524 ได้กล่าวถึงคุณสมบัติที่ต้องการเน้นที่ต้องการให้เกิดผลแก่ผู้เรียนในข้อ 1.4 (กรมวิชาการ 2533 : 3-5) ว่าให้รู้จักคิดวิจารณ์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และในส่วนของการจัดการเรียนการสอนได้เน้นให้ผู้สอนใช้วิธีสอนที่จะให้ผู้เรียนรู้ถึงสภาพของปัญหา และความต้องการของท้องถิ่น ฝึกให้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น และรู้จักนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในส่วนของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กรมวิชาการ 2533 : 1) กล่าวว่า การที่จะดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขนั้นจะต้องเป็นผู้ที่รู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น สำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ได้กำหนดการรู้จักแก้ปัญหาไว้ในจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 (กรมวิชาการ. 2533 : 8) คือ เพื่อให้รู้จักวิธีการเรียนรู้ คิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และนอกจากนี้การศึกษานอกโรงเรียนได้กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับที่ 3 - 4 (กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 2526 : 7) ว่ามีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงกระบวนการคิด จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญจุดหนึ่งทุกระดับการศึกษา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มุ่งเน้นด้านการคิด การแก้ปัญหา และในระบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหานั้นเป็นหัวใจสำคัญและเป็นเป้าหมายสูงสุดเพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านการวิเคราะห์ พัฒนาทักษะเพื่อเป็นพื้นฐานไปสู่แนวความคิดใหม่ และจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นความสำคัญด้านการคิด ความเข้าใจ การให้เหตุผล การแก้ปัญหาที่เน้นความต่อเนื่อง การประยุกต์ และการสื่อสาร ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายและจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และให้การแก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญในกิจกรรมการเรียนการสอน จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 หลักสูตรกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพเพื่อให้ผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์เพียงพอ สามารถนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้นรวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2544 : 1) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบด้านเหตุผลสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (พิกุล เกตุประดิษฐ์. 2522 : 72) ซึ่งในปัจจุบันการประเมินผลของวิชาคณิตศาสตร์นั้นจะมุ่งเน้นด้านทักษะการคิดคำนวณ ด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลที่สร้างขึ้นกับ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านใดที่มีความสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปฝึกฝนและเป็นแนวทางในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ จะทำให้ทราบว่าความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านใดมีความสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไร และผลของความสามารถทางสมองด้านใดที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงสุด ซึ่งจะนำผลที่ได้นี้เป็นแนวทางให้แก่ ครู อาจารย์ นักการศึกษา นักแนะแนว เพื่อปลูกฝังความสามารถทางสมองด้านเหตุผลเพื่อพัฒนาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดอ่างทองจำนวน 14 โรงเรียน มีห้องเรียนจำนวน 64 ห้อง และมีนักเรียนจำนวน 2,452 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดอ่างทอง จำนวน 9 ห้องเรียน มีนักเรียน 359 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลประกอบด้วย

   1.1 ความสามารถด้านการจำแนกประเภท

   1.2 ความสามารถด้านอุปมาอุปไมย

   1.3 ความสามารถด้านอนุกรมมิติ

   1.4 ความสามารถด้านสรุปความ

   1.5 ความสามารถด้านวิเคราะห์

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาหาความสัมพันธ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ แล้ววินิจฉัยลงสรุปสิ่งเหล่านั้นหรือเหตุการณ์นั้น ๆ อย่างมีหลักการ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ จำแนกความสามารถด้านเหตุผล ออกเป็น 5 ฉบับ ดังนี้

1.1 ความสามารถด้านการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกประเภทของสิ่ง ๆ ที่กำหนดให้ในลักษณะเข้าพวก และไม่เข้าพวกได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงโครงสร้าง หน้าที่ รูปร่าง หรือคุณลักษณะต่างๆ เป็นหลักในการเปรียบเทียบกับกลุ่มนั้น ๆ ซึ่งมีทั้งจำแนกประเภทแบบภาษา และจำแนกประเภทแบบรูปภาพ ความสามารถด้านการจำแนกประเภทนี้ วัดได้ด้วยแบบทดสอบการจำแนกประเภทแบบภาษา และรูปทรงเรขาคณิต

1.2 ความสามารถด้านอุปมาอุปไมยหมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยต้องหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้ก่อนว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วจึงเปรียบเทียบขยายหลักการไปหาสิ่งอื่น ที่มีความสัมพันธ์ลักษณะเดียวกัน หรือ ทำนองคล้ายกัน ซึ่งมีทั้งอุปมาอุปไมยแบบภาษา และอุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ ความสามารถทางด้านอุปมาอุปไมยนี้ วัดได้ด้วยแบบทดสอบอุปมาอุปไมยแบบภาษา และรูปทรงเรขาคณิต

1.3 ความสามารถด้านสรุปความ หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปหาข้อยุติเป็นการสรุปที่ใช้เหตุผลทางภาษา โดยอาศัยโครงสร้างทางตรรกวิทยา ในการลงสรุปหาข้อยุตินั้นต้องคำนึงถึงความเป็นจริง และสมเหตุสมผลตามเงื่อนไขของข้อเท็จจริงที่กำหนดให้พิจารณา ความสามารถทางด้านสรุปความนี้ วัดได้ด้วยแบบทดสอบสรุปความ

1.4 ความสามารถด้านอนุกรมมิติ หมายถึง ความสามารถในการในการมองเห็นความสัมพันธ์ในลักษณะการเรียงลำดับของภาพที่มีความสัมพันธ์ทั้งแนวตั้งและแนวนอน แล้วพิจารณาว่าแต่ภาพนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ความสามารถด้านอนุกรมมิตินี้ วัดได้ด้วยแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1.5 ความสามารถด้านวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาว่าสิ่งที่กำหนดให้มีลักษณะร่วมกันหรือแตกต่างกัน ตรงไหน ซึ่งวัดได้ด้วยแบบทดสอบด้านวิเคราะห์ตัวร่วม และตัวต่าง

2. การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ดูได้จากคะแนนที่ทำแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เรื่อง ทศนิยม เศษส่วน พื้นที่ผิวและปริมาตร

3. น้ำหนักความสำคัญ หมายถึง ค่าที่แสดงถึงตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่ส่งผลต่อตัวแปรตามซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาค่าน้ำหนักสำคัญทั้งในรูปคะแนนมาตราฐาน (Bata-Weigh : β) และ คะแนนดิบ (Score Weighe : b)

4. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านความสามารถทางสมองและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งได้แก่ผู้มีวุฒิอย่างน้อยปริญญาโทสาขาการวัดผลการศึกษาจำนวน 2 ท่าน เพื่อเป็นผู้ประเมินความเที่ยงตรงตามนิยามของข้อสอบที่สร้างขึ้น และ อาจารย์ผู้มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้จัดได้ทำการศึกษาดังนี้

1. ความสามารถทางสมอง
   - 1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง
   - 1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมองของมนุษย์
   - 1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง
2. ความสามารถด้านเหตุผล
   - 2.1 ความหมายของความสามารถด้านเหตุผล
   - 2.2 ลักษณะของความสามารถด้านเหตุผล
   - 2.3 รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล
3. การแก้ปัญหา
   - 3.1 การแก้ปัญหาทั่วไป
   - 3.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. ความสามารถทางสมอง

1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง

ความสามารถทางสมอง ความถนัด หรือเชาวน์ ในภาษาอังกฤษใช้กันอยู่หลายคำ เช่น Ability, Intelligence, Capacity, Potential, aptitude ซึ่งความสามารถทางสมองเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้คนเราแตกต่างกันไปในด้านต่าง ๆ ได้มีนักศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายที่แตกต่างกันไป ดังเช่น

การ์ดเนอร์ (1989 : 4-10) ให้ความหมายว่า เป็นวิสัยสามารถในการแก้ปัญหา หรือบันดาลผลงานที่มีคุณค่าให้สังคม

กู๊ด (1959 : 293) ได้ให้ความหมายว่า เป็นความสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างสำเร็จรวดเร็วและที่เรียนจากประสบการณ์

ทัดแมน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 24 ; อ้างอิงจาก Tuckman. 1975) ที่ได้ให้ความหมายว่า เป็นส่วนผสมของทักษะทางปัญญาหรือความสามารถทางสมอง ซึ่งสามารถระบุรายละเอียดได้จากแบบทดสอบ และเป็นผลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม

เธอร์สโตน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 14 ; อ้างอิงจาก Thurstone. 1938) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานทางสมองอันประกอบด้วยความสามารถด้านตัวเลข ความสามารถทางภาษา ความมีเหตุผล การรับรู้ ความจำมิติสัมพันธ์ และความคล่องแคล่วในการใช้ภาษา

บิเน่และซิมอน (พิสมัย สาระกุล. 2542 : 10 ; อ้างอิงจาก Gregory. 1996 : 152) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองคือการใช้ความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ตามลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ แล้วนำเอาความเข้าใจไปแก้ไข ดัดแปลง สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมาย

เบิร์ท (บุญชม ศรีสะอาด. 2526 : 6 ; อ้างอิงจาก Burt. 1957) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองคือ พลังของการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ

เพอร์คิน (Perkin. 1986 : 4-10) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเรียกว่า พลังสมอง(Power) หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะประมวลข้อเท็จจริงทั้งหลายโดยมีประสิทธิภาพเท่าที่ธรรมชาติกำหนดมา ส่วนที่สองเรียกว่า ยุทธวิธี (Tactics) เป็นการจำแนกแก้ปัญหาเป็นการเสริมสร้างพลังสมองให้ทำงานมีประสิทธิมากขึ้น ส่วนที่สามเรียกว่า ส่วนเนื้อหา (Contents) เป็นความรู้ทางวิชาการที่คนได้เรียนรู้และสั่งสมมาเอง โดยทั้งสามส่วนนี้ โรงเรียนและผู้เกี่ยวข้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้อย่างเต็มที่

เพียเจต์ (กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. 2524 : 38 ; อ้างอิงจาก Piaget. 1972) ให้ความหมายว่าเป็นความสามารถในการคิด ความสามารถในการวางแผน การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ความสามารถดังกล่าวจะพัฒนามาจากความคิด ความเข้าใจในระดับง่าย ๆ ในวัยเด็ก ไปสู่ระดับที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นในวัยผู้ใหญ่

สเติร์นเบอร์ก (พิสมัย สาระกุล. 2542 : 10 อ้างอิงจาก Gregory. 1996 : 153) ให้ความหมายว่าเป็นกระบวนการทางสมองของบุคคลที่ทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมา และนำไปปรับพฤติกรรมเพื่อให้ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ความสามารถทางสมองยังรวมถึงกระบวนการทางความคิดขั้นสูง การปฏิบัติการคิด และการแสวงหาความรู้ของบุคคลอีกด้วย

สเปียร์แมน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 14 ; อ้างอิงมาจาก Spearman. 1972) ให้ความหมายว่าเป็นกิจกรรมทางสมองซึ่งทุกอย่างขึ้นอยู่กับความสามารถร่วมหรือเรียกว่าองค์ประกอบทั่วไป (General factor หรือ G-factor) เป็นสำคัญและยังมีองค์ประกอบเฉพาะ(S-factor) เป็นตัวเกี่ยวข้องด้วย

เวอร์นอน (Vernon. 1960 : 28) ให้ความหมายว่า คือความสามารถที่มีประโยชน์ โดยพัฒนามาจากประสบการณ์ในการรู้จักปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การปฏิบัติ หรือความสามารถในการเรียนรู้

วอร์เรน (Warren. 1934 : 18) ให้ความหมายว่า เป็นสภาวะหรือคุณลักษณะที่จะแสดงความสามารถของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากการฝึกฝนทักษะหรือการตอบสนองต่อเรื่องใด เรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

อาแมนและกล็อค (Ahman and Glock. 1962 : 16) ได้ให้ความหมายว่าเป็นสมรรถวิสัยของบุคคลที่จะเรียนรู้ ดังนั้นเครื่องมือที่จะประเมินผลความสามารถทางสมองจึงสร้างขึ้นเพื่อพยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นหากคนนั้นได้รับการฝึกฝนที่เหมาะสม

ชวาล แพรัตกุล (2517 : 1) ได้ให้ความหมายว่าเป็นสมรรถวิสัยและทิศทางแห่งความงอกงามของสมอง หรือกล่าวให้ง่ายขึ้นก็หมายถึงขีดความสามารถสูงสุดของบุคคลที่เขาจะมีได้ต่อการเรียนรู้ และฝึกฝนวิทยาการต่าง ๆ และทักษะทั้งปวงถ้าเขาได้รับการฝึกฝนและประสบการณ์ที่เหมาะสม

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 15) ให้ความหมายว่า เป็นพลังงานที่ได้จากการกระทำของระบบสมอง ซึ่งถ้าสมองมีผลผลิตของพลังงานมากก็จะมีเชาวน์สูงหรือความสามารถทางสมองสูง และถ้าสมองมีผลผลิตของพลังงานน้อยก็จะมีเชาวน์ต่ำหรือมีความสามารถทางสมองต่ำ

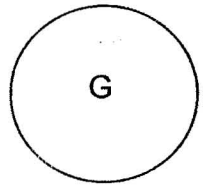
สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2518 : 17)ได้ให้ความหมายว่าเป็นศักยภาพที่มีอยู่ในตัวบุคคลอันเป็นผลมาจากการฝึกฝนความรู้และประสบการณ์ทั้งสิ้นทั้งปวง

จากนิยามความสามารถทางสมองที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ความสามารถทางสมอง หมายถึง ขีดความสามารถของบุคคลในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ อีกทั้งเป็นสามารถของบุคคลที่ฝึกฝนได้

1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมองของมนุษย์

บุคคลแต่ละคนมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสิ่งที่บุคคลนั้นได้รับ ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างภายในแต่ละบุคคล หรือสิ่งแวดล้อมที่บุคคลได้สัมผัส โครงสร้างภายในของบุคคลที่สำคัญ ก็คือสติปัญญา ซึ่งถือเป็นความสามารถทางสมองที่ติดตัวมาแต่กำเนิด ทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้ และทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ ด้วยเหตุนี้เองทำให้นักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างให้ความสนใจศึกษาทำความเข้าใจสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมอง เพื่อต้องการพัฒนาบุคคลให้เจริญก้าวหน้าเต็มตามศักยภาพที่มี สำหรับทฤษฎีความสามารถทางสมองมีอยู่ด้วยกันหลายทฤษฎี ดังที่ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 43-56) ได้ระบุไว้ดังนี้

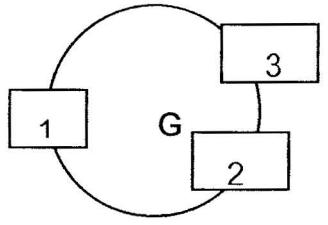
1. **ทฤษีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-Factor Theory)** บางทีเรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บิเน่ท์และซิมอน (Binet and Simon) โดยเสนอโครงสร้างของสติปัญญาเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่แยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General Ability) ซึ่งเสนอเป็นโครงสร้างแผนภาพดังนี้



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว

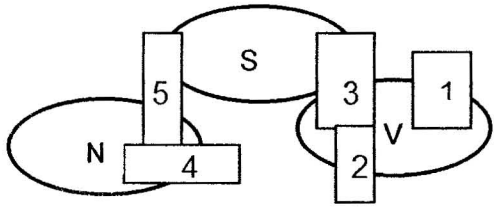
2. **ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi- Factor Theory)** ทฤษฎีนี้นำโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อ ชาร์ล สเปียร์แมน (Charles Spearman) เขาได้ตั้งข้อสังเกตว่าคะแนนของแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาทุกฉบับมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวก จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์เขาพบว่าความสัมพันธ์ที่พบนั้นมีองค์ประกอบร่วมกันอันหนึ่ง องค์ประกอบดังกล่าวเรียกว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Factors : G-factor) และยังมีองค์ประกอบเฉพาะมากมายเรียกองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor : S-factor) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบเฉพาะจะมีกิจกรรมเฉพาะตัวของมัน ทฤษฎีนี้เชื่อว่ากิจกรรมทางสมองทุกอย่างนี้อยู่กับองค์ประกอบทั่วไปซึ่งเป็นความสามารถทางสมอง เป็นความสามารถทั่วไปในการประกอบกิจกรรมซึ่งแต่ละคนจะมีมากน้อยแตกต่างกัน และองค์ประกอบเฉพาะซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะที่ทำให้มนุษย์แตกต่างกันเป็นความสามารถพิเศษที่อยู่ในแต่ละบุคคล

จะเห็นว่าทฤษฎีนี้เน้นที่ความสามารถทั่วไป (General Factors) เป็นสำคัญ แต่มีตัวประกอบเพิ่มขึ้นมาเป็นตัวประกอบเฉพาะย่อย ๆ อีก สามารถเขียนโครงสร้างได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีสององค์ประกอบ

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factory Theory) ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เธอร์สโตน (L.L. Thurstone.) ได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างขว้างขวาง และใช้หลักวิเคราะห์สมัยใหม่ที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ทำให้สามารถแยกความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้หลายอย่าง โดยเชื่อว่าความสามารถทางสมองไม่ได้ประกอบด้วยความสามารถรวมเป็นแกนกลาง แต่ประกอบด้วยองค์ประกอบเป็นกลุ่ม ๆ นี้เธอร์สโตน ให้ชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมองหรือความสามารถทางสมองขั้นพื้นฐาน (Primary Mental Ability) เขาแยกองค์ประกอบย่อยโดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบ(Loading Factor) เป็นสำคัญ แต่จริง ๆ แล้ว กลุ่มของความสามารถหรือองค์ประกอบก็ยังทำหน้าที่เกี่ยวพันกันบ้างเหมือนกัน ภาพแสดงสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 5 ชุดของโมเดลตัวประกอบพหุคูณ ที่ขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านภาษา(V) ,องค์ประกอบด้านตัวเลข (N) และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์(S) ซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบ 5 ชุด ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีหลายองค์ประกอบ

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

เธอร์สโตนวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถของมนุษย์ได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นได้ชัดและสำคัญมี 7 องค์ประกอบ คือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา(Verbal : V-Factor) เป็นความสามารถด้านการเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่วไป ผู้มีองค์ประกอบด้านนี้สูงจะมีความสามารถอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของคำศัพท์ได้เป็นอย่างดี

2. องค์ประกอบความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor : W-Factor) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มีความสามารถในการเจรจา การประพันธ์ร้อยแก้ว ตอบโต้ทันทีทันใด ที่เรียกว่ามีปฏิภาณไหวพริบในการเจรจา

3. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor : N-Factor) องค์ประกอบนี้ส่งผลให้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ ๆ ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวน ความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาคณิตได้อย่างดีอีกด้วย

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor : S-Factor) ซึ่งส่งผลให้เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ใกล้ ไกล และพื้นที่หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรที่แตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

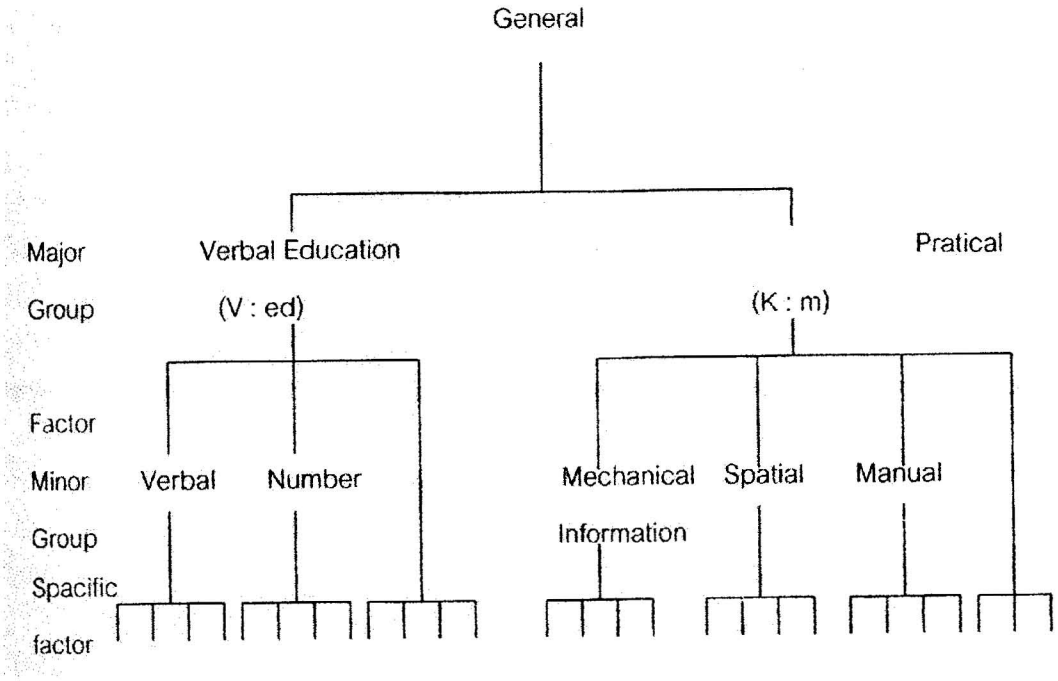
5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Speed Factor : M-Factor) เป็นความสามารถด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกรู้จนสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจเป็นความจำแบบนกแก้วหรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ได้ ซึ่งถือว่าเป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งสิ้น

6. องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา(Perceptual Speed Factor : P-Factor) เป็นความสามารถด้านการเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor : R-Factor) บางทีใช้ Induction หรือ General Reasoning โดยแสดงถึงความสามารถด้านวิจารณญาณ หาเหตุผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี ในตอนแรกเธอร์สโตนมองในรูปอุปมานและอนุมานระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองว่าจะวัดเหตุผลได้ดีต้องวัดด้วยเลขคณิตเหตุผล (Arithmetic Reasoning) ซึ่งได้แบ่งรูปแบบของความสามารถด้านเหตุผลได้ 5 ด้าน คือ การจำแนกประเภท อุปมาอุปไมย อนุกรมภาพ สรุปความ และวิเคราะห์

4. ทฤษฎีไฮราชิคัล(Hierarchical Theories) มีนักจิตวิทยากลุ่มหนึ่งได้จัดรูปแบบการประกอบกันขององค์ประกอบอีกรูปหนึ่ง กลุ่มนี้คือ เบิร์ท(Burt) เวอร์นอน(Vernon) และฮัมเฟรย์(Humphreys) โดยเฉพาะเวอร์นอนได้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญา โดยเริ่มต้นอธิบายตามแบบของสเปียร์แมน นั้นคือ เริ่มต้นด้วย G-factor ขั้นต่อไปแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ Verbal- education (V : ed) และ Practical-machanical (P : m) องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้เรียกรวมว่า Major Group Factor องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้ยังแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ลงไปอีก Verbal-education แบ่งย่อยเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และองค์ประกอบด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ อีก ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบ Practical-machanical ยังแบ่งย่อยออกเป็น Machanical-imformation, Spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ แต่ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor Group Factor ระดับที่ต่ำสุดขององค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ ไป อีก เรียกว่าองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ถ้าพิจารณาดูโครงสร้างอันนี้แล้วก็ไม่ต่างกับ

ลักษณะของต้นไม้แผ่กิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ ลำต้นเปรียบเสมือน (G- factor) กิ่งก้านเล็กเปรียบเสมือน Specific Factor นั่นเอง ดังภาพที่แสดงไว้



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีไฮราคิคัล

5. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model) สร้างโดยกิลฟอร์ด (Guilford) มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Structure-of-Intellect-Model หรือ Three-Dimensional Model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะของเชาวน์ปัญญา โดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยาม คุณลักษณะของเชาวน์ปัญญาเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน คือ

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าและแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และบอกได้ว่าสิ่งนั้น ๆ คืออะไร

2. ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้วสามารถระลึกออกมาได้

3. การคิดอเนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างไป เช่น ให้บอกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุผล ถือว่ามีความคิดแบบอเนกนัย

4. การคิดแบบเอกนัย (convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุด หาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้นคำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

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

ภาพ (Figural) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอนสามารถจับต้องได้หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกออกได้ดังรูปนั้นก็ได้

สัญลักษณ์ (Symboilc) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความหมายสามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านคิด (Verbal thinking) มากกว่าเขียน คือ มองความหมาย

พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมทั้งเจตคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่างคือ

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

2. จำพวก (Classes) หมายถึง ชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพด กับ มะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนี้เป็นต้น

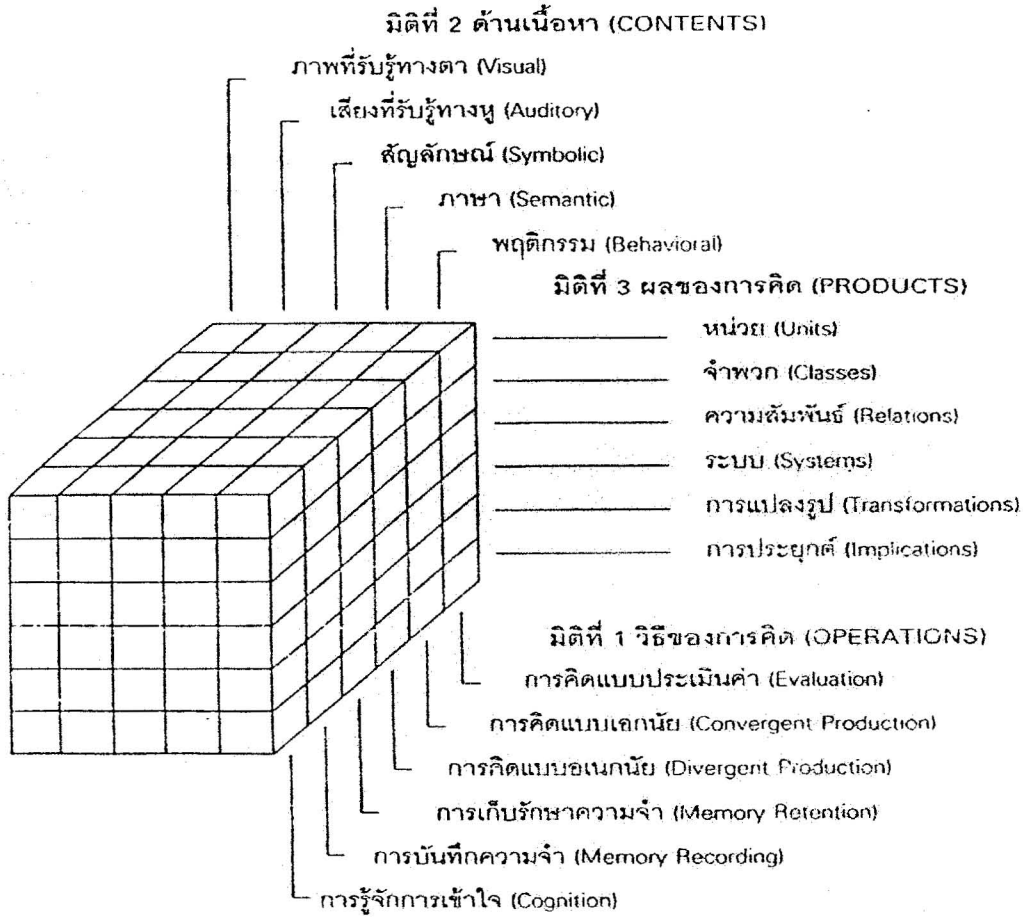
3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวกระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย ดังนี้เป็นต้น

4. ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าอะไรมาก่อนมาหลัง

5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

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

เมื่อรวมทั้งสามมิติประกอบกัน จะเห็นว่ามีโครงสร้างการวัดเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดประกอบด้วย $5 \times 4 \times 6 = 120$ หน่วยลูกบาศก์ แต่ต่อมาในปี ค.ศ. 1977 กิลฟอร์ดได้เปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมมิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) ในส่วนของภาพ (Figural) ออกเป็นภาพที่รับรู้ทางตา (Visual) และเสียงที่รับรู้ทางหู (Auditory) จึงทำให้มิติที่ 2 ด้านเนื้อหาเพิ่มเป็น 5 ลักษณะ และโครงสร้างการวัดเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด ก็เพิ่มขึ้นเป็น $5 \times 5 \times 5 = 150$ หน่วยลูกบาศก์ และในปี ค.ศ. 1988 กิลฟอร์ดก็เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในมิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) โดยขยายองค์ประกอบด้านความจำ (Memory) ออกเป็นการเก็บรักษาความจำ (Menory Retention) และการบันทึกการจำ (Memory Recording) จึงทำให้โครงสร้างการวัดเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดเปลี่ยนไปเป็น $6 \times 5 \times 6 = 180$ หน่วยลูกบาศก์ดังภาพประกอบ 1 (Guilford. 1988 : 1-4)



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา

จากภาพประกอบข้างต้นแสดงถึงโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของการวัดเชาวน์ปัญญานี้แบ่งออกเป็น 6 x 5 x 6 = 180 หน่วยลูกบาศก์ แบบจุลภาค (Micro-Model) โดยในแต่ละตัวจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของ 3 มิติ โดยเรียงจากวิธีของการคิด-เนื้อหา-ผลของการคิด (Operation-Content-Product)

7. **ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two – Level of Mental Ability)** ทฤษฎีนี้เสนอโดยเจนเซน(Jensen) เจนเซนได้เสนอทฤษฎีว่าความสามารถทางสมองมีอยู่ 2 ระดับ ระดับที่ 1 (Level I) เป็นความสามารถด้านเรียนรู้ และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือเป็นความสามารถที่จะสั่งสมหรือเก็บสะสมข้อมูลไว้ได้ และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ ระดับนี้ได้รวมการแปลงรูปหรือการจัดกระทำทางสมองแต่อย่างใด หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าระดับนี้ไม่ได้ใช้วิธีการคิดใด ๆ เลยจากสิ่งที่สมองรับเข้าไป ระดับที่ 2 (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ระดับที่ 2 นี้ดูไปแล้วก็เหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G-Factor) นั่นเอง

8. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาสามหลัก(Triarchic Theory of Human Intelligence) ทฤษฎีนี้นำเสนอโดยสเทินเบอร์ก (Sternberg) ที่วิเคราะห์เชาวน์ปัญญาว่าประกอบด้วย 3 ด้านหลักใหญ่ ๆ คือ

1) Metacomponents บางทีเรียกว่า Executive process เป็นความสามารถในการวางแผนงานว่าจะทำอะไรต่อไป และประเมินว่าผลงานเป็นอย่างไรตัวอย่างเช่น ทำโจทย์พีชคณิต คนทำจะต้องสามารถพิจารณาว่าโจทย์ลักษณะนี้ใช้สูตรอะไรจึงสอดคล้อง ขณะทำโจทย์จะต้องมีความสามารถในการแยกแยะพิจารณาโจทย์ด้วยแง่คิดหลายอย่าง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และเมื่อทำโจทย์พีชคณิตข้อนี้เสร็จแล้วยังสามารถตอบได้ว่ามีความเป็นไปได้มากที่สุด

2) Performance process เป็นกระบวนการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่คำแนะนำของกระบวนการข้อแรก อย่างตัวอย่างโจทย์พีชคณิตคือ เมื่อใช้ความสามารถขั้นแรกแล้ว เริ่มลงมือทำให้ได้คล่องแคล่วว่องไวอย่างมีทักษะ แบบนี้เป็นลักษณะ Doing components นั่นเอง

3) Knowledge-acquisition components บางทีเรียกว่า Learning components เป็นความสามารถในการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา นั่นก็คือ ความสามารถด้านนี้เน้นแสวงหาความรู้ความเข้าใจใหม่ได้รวดเร็ว เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ดังเช่นในโจทย์พีชคณิตของข้อแรกที่กล่าวมาแล้ว ความรู้ที่ว่านี้เป็นความรู้นอกเหนือจากการเรียนรู้มาแล้ว เป็นความรู้ที่เรียนรู้ได้จากสังคม บางทีเรียกว่า practical intelligence

9. ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligence) ทฤษฎีนี้นำเสนอโดยโฮเวอร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) การ์ดเนอร์นิยามเชาวน์ปัญญา เป็นวิสัยสามารถในการแก้ปัญหาหรือบันดาลผลงานที่มีค่าในกลุ่มวัฒนธรรมต่าง ๆ ความสามารถทั้งหลายที่รวมตัวกันเรียกว่า เชาวน์ปัญญา มี 7 ด้าน

1) Logical-mathematical เป็นความสามารถว่องไว และมีศักยภาพในการมองเห็นมีตรรกในเรื่องปริมาณ และยังมีความสามารถในการใช้เหตุผลได้ดีอย่างต่อเนื่อง ถ้ามีความสามารถด้านนี้สูงจะเป็นพวกนักวิทยาศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมาย

2) Linguistic เป็นความสามารถด้านภาษา มีความว่องไวต่อการรับรู้ เสียงจังหวะความหมายคำ สามารถแยกแยะได้ว่องไวในความแตกต่างของหน้าที่ของภาษา

3) Musical เป็นความสามารถด้านดนตรี นั่นคือความสามารถสร้าง และซาบซึ้งในจังหวะระดับของเสียงดนตรีที่ผิดแผก มีความซาบซึ้งรูปแบบการแสดงออกของนักดนตรีลักษณะต่าง ๆ

4) Spatial เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ นั่นคือมีความสามารถรับรู้ภาพสัมพันธ์ที่มองเห็นอย่างมั่นใจ และสามารถเปลี่ยนการรับรู้ได้อย่างดีเมื่อรูปทรงทั้งหลายเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่าง ๆ

5) Bodily-kinesthetic เป็นความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย และการใช้มือเท้าได้คล่องแคล่วว่องไวตามที่สมองสั่งการ

6) Interpersonal เป็นความสามารถในการเข้าใจการตอบสนองของอารมณ์ ความรู้สึกแรงกระตุ้น และความต้องการของผู้อื่น

7) Intrapersonal เป็นความสามารถในการควบคุม และเข้าใจพฤติกรรม ความรู้สึกอารมณ์ตนเองว่าตนเองมีจุดอ่อน จุดแข็ง เชาวน์ปัญญา และความต้องการอะไร เรียกว่าเป็นความสามารถในการรู้จักตนเอง

จากทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถทางสมองต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาเป็นสิ่งที่วงการวัดผลทางการศึกษา และอาชีพ ให้ความสนใจและให้ความสำคัญกับทฤษฎีต่าง ๆ เป็นอย่างมากเพื่อไปประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางสมองและจะเห็นว่าสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผลเป็นองค์ประกอบ

หนึ่งในทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงยึดรูปแบบและเนื้อหาตามแนวของเธอร์สโตน เป็นหลัก

1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่มาตรฐานซึ่งได้รับความนิยมแพร่หลาย ดังที่ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ.(2541 : 60 –78) ได้ระบุแบบทดสอบมาตรฐานไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบของสแตนฟอร์ด-บิเน่ท์ (Standford-Binet) เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเป็นรายบุคคลตั้งแต่เด็กอายุ 2 ขวบ จนถึงผู้ใหญ่ โดยจะวัดด้านต่าง ๆ จำนวน 7 ด้าน ดังนี้

1.1 ด้านภาษา (Language) อาจจะวัดโดยให้เรียกชื่อวัตถุจากภาพ นิยามคำ หาคำที่มีเสียงพ้องกัน (คำพ้อง)

1.2 ด้านเหตุผล (Reasoning) วัดได้โดยให้ตอบปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาทั่ว ๆ ให้ทายข้อความที่ถามประหลาด ให้คำถามตรรกวิทยาง่าย ๆ

1.3 ด้านความจำ (Memory) เป็นการจำประโยคภาษา จำตัวเลข

1.4 ด้านความคิดรวบยอด (Conceptual) เป็นการอธิบายสิ่งที่ได้รับรู้ เช่น อธิบายสุภาษิตเรื่องราวที่ได้อ่าน ได้เห็น หรือหาลักษณะพื้นฐานที่สิ่งนั้นเหมือนกัน

1.5 ด้านเข้าใจสังคม (Social Intelligence) เป็นการเข้าใจถึงเอกลักษณ์ของสังคมและความสัมพันธ์ของเอกลักษณ์นั้น ๆ การมองภาพแล้วสรุปว่าภาพนั้นแสดงถึงอะไร ต้องการจะสื่ออะไรให้ผู้ดูเห็น

1.6 ด้านเหตุผลทางตัวเลข (Numerical Reasoning) เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลง ตัวเลขความสัมพันธ์ของตัวเลข การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1.7 ด้านทักษะการมองเห็น (Visual-Motor) เป็นการวัดในด้านการประกอบรูปได้ตามกำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบแบบทดสอบของแสตนฟอร์ด-บิเน่ท์ มีทั้งบัตรคำ วัตถุ และภาพผู้ตอบต้องพูด วาดรูปคำนวณ การเขียนหรือการออกพลังงานต่าง ๆ แล้วแต่ทักษะที่ต้องการทดสอบผลการทดสอบจะแสดงออกมาเป็นไอคิว (I.Q) ตัวเดียว แต่ไอคิวดังกล่าวมาจากคะแนนเบี่ยงเบนคำนวณได้จากสูตร

Dev. IQ = 16Z + 100

คุณภาพของแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงตั้งแต่ .90 ขึ้นไป ส่วนความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์และตามสภาพความเป็นจริงมีค่าอยู่ระหว่าง .40 ถึง .75

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

2.1 ความเข้าใจด้านภาษา (Verbal Comprehension) การวัดความสามารถด้านภาษาคิดเป็น 25-31% ของจำนวนข้อคำถามทั้งหมด โดยแยกการวัดย่อยได้ดังนี้

2.1.1 คำที่มีความหมายเหมือนกัน วัดความสามารถด้านหาความหมายและนิยามของศัพท์ที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันมากที่สุด

2.1.2 คำตรงกันข้าม เป็นการวัดความสามารถด้านหาความหมายและนิยามศัพท์หรือคำที่มีความหมายตรงข้ามกัน

2.1.3 ประโยคสมบูรณ์ วัดความสามารถในการหาความหมายของภาษามาเติมลงในประโยคที่เว้นว่างให้สมบูรณ์มีความหมายที่สุด

2.1.4 การกระจายประโยค วัดความสามารถ ความเข้าใจโครงร่างของประโยค ซึ่งก็เป็นความสามารถด้านภาษาอย่างหนึ่ง

2.2 เหตุผลด้านภาษา (Verbal Reasoning) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลในรูปแบบทางภาษา การวัดความสามารถด้านนี้มีเปอร์เซ็นต์การวัด 31-40% ของจำนวนคำถามทั้งหมดแยกวัดรายละเอียดดังนี้

2.2.1 อักษรไขว้ในตาราง (Word-letter Matrix) วัดความสามารถในการจัดอักษรให้มีความหมายคล้ายอนุกรม 2 อนุกรม ซึ่งแต่ละอนุกรมจะมีความหมายสอดคล้องกัน แล้วให้หาคำที่ว่างในอนุกรมใดอนุกรมหนึ่ง

2.2.2 อุปมาอุปไมยด้านภาษา (Verbal Analogies) เป็นการวัดความสามารถดานเหตุผลแบบเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของสิ่งคู่หนึ่ง แล้ววิเคราะห์ว่ามีความสัมพันธ์กันแบบใด

2.2.3 จัดเข้าพวกด้านภาษา (Verbal Classification) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลแบบจำแนกประเภทว่า สิ่งใดเป็นพวกเดียวกัน หรือสิ่งใดไม่เข้าพวก

2.2.4 สรุปความ (Inference) เป็นการวัดความสามารถด้านสรุปผลจากเหตุต่าง ๆ แล้วพิจารณาลงสรุปว่าน่าจะเป็นอย่างไร

2.2.5 การเลือกแบบตรรกวิทยา (Logical Selection) เป็นการวัดความสามารถในการนำหลักตรรกวิทยาไปใช้

2.3 เหตุผลภาพ (Figural Reasoning) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้ภาพเป็นเครื่องมือวัด การวัดความสามารถด้านนี้คิดเป็น 19 % ของจำนวนข้อคำถามทั้งหมด แบ่งออกเป็น

2.3.1 อุปมาอุปไมยภาพ วัดความสามารถด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของภาพทรงเรขาคณิต

2.3.2 อนุกรมภาพ เป็นการวัดความสามารถในการหาเหตุผลจากการเปลี่ยนแปลงของภาพอย่างมีระบบ แล้วสามารถบอกได้ว่าภาพต่อไปจะเป็นอย่างไร

2.3.3 ภาพตารางสัมพันธ์ (Pattern Matrix) เป็นการวัดความสามารถคล้ายคลึงกันของอนุกรมภาพ แต่มีหลายอนุกรม สามารถอ่านได้ทั้งทางขึ้น ทางขวาง ภาษาไทยมักเรียกว่าอนุกรมมิติ

2.4 ปริมาณเหตุผล (Quantitative Reasoning) เป็นการวัดความสามารถในด้านตัวเลขและปริมาณ ส่วนมากใช้กับคณิตศาสตร์ การวัดความสามารถด้านนี้คิดเป็น 16-19 % ของจำนวนข้อคำถามทั้งหมด แบ่งออกเป็น 2 ด้านดังนี้

2.4.1 ตัวเลขอนุกรม(Number Series) เป็นการวัดความสามารถในการหาเหตุผลจากตัวเลขที่เรียงลำดับเอาไว้ว่าเกิดจากวิธีการใด แล้วพิจารณาว่าตัวเลขตัวต่อไปน่าจะเป็นตัวเลขใด

2.4.2 เลขคณิตเหตุผล (Arithmetic Reasoning) เป็นการแก้โจทย์เลขที่ไม่ยากนักแต่อาศัยเหตุผลเป็นพื้นฐานการคิด หรือต้องอาศัยมโนภาพทางคณิตศาสตร์มากกว่าโจทย์ธรรมดา

แบบทดสอบของโอทิส-เลนนอน จัดข้อคำถามไม่เป็นระบบ มีการสลับองค์ประกอบของการวัดสะเปะสะปะ แต่เมื่อมองถึงการนำไปปฏิบัติอาจเป็นเพราะต้องการทดสอบบางองค์ประกอบเท่านั้นจึงเลือกใช้เฉพาะบางด้านเท่านั้นมาทดสอบ เป็นที่น่าสังเกตว่าแบบทดสอบของโอทิส-เลนนอนสำหรับเด็กที่อยู่ในระดับเด็กเล็ก หรือเรียนต่ำ ๆ ส่วนใหญ่แบบทดสอบจะเป็นรูปภาพ ระดับชั้นสูง ๆ จึงจะเป็นตัวเลขและภาษาโดยตรง

3. แบบทดสอบเวชเลอร์ (Wechsler Scales) แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบรายบุคคลแต่ได้เปลี่ยนแปลงแนวคิดจากแนวของสแตนฟอร์ด-บิเน่ท์มาก แบบทดสอบของเวชเลอร์มีอยู่ 3 อย่างคือ

WAIS (Wechsler Adult Inteligence Scale)

WAISC(Wechsler Intelligence Scale for Children)

WPPSI(Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence)

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

ซึ่งแต่ละชุดองค์ประกอบของการวัดคล้ายกันมาก จะแตกต่างกันก็เพียงความยากของตัวคำถามเท่านั้น แบบทดสอบของเวชเลอร์แบ่งเป็นองค์ประกอบใหญ่ ๆ 2 องค์ประกอบคือ

3.1 แบบทดสอบภาษา (Verbal Scale) แบ่งเป็นชุดย่อยดังนี้

3.1.1 แบบทดสอบความรู้ (Information) เป็นการวัดความจำของความรู้ทั่วไปมการกำหนดคำถามเพื่อให้ผู้ตอบระลึกนึกถึงความจริงที่เคยเรียนมานำมาตอบคำถามนั้น ๆ

3.1.2 แบบทดสอบความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความเข้าใจยกวัตถุหรือสถานการณ์ให้ แล้วให้อธิบายคุณสมบัติหรือสาเหตุของสิ่งนั้นหนึ่งสิ่งหรือหลายอย่าง

3.1.3 แบบทดสองเลขคณิต (Arithmetic) เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลขมีการกำหนดโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ภาษาในการอธิบายแล้วให้ผู้ตอบคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง

3.1.4 แบบทดสอบความคล้ายคลึง (Similarities) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผล โดยการกำหนดสิ่งนั้นขึ้นแล้วถามหาความสัมพันธ์

3.1.5 แบบทดสอบคำศัพท์ (Vocabulary) เป็นการวัดความสามารถด้านภาษาโดยตรงมีการกำหนดคำให้แล้วก็ถามความหมายของคำหรือศัพท์นั้น ๆ ว่าหมายถึงอะไร

3.1.6 แบบทดสอบระยะระหว่างตัวเลข (Digit Span) เป็นการวัดความสามารถด้านความจำลำดับเลข โดยมากมีเลขโดด ๆ เรียง 3 ตัวหรือมากกว่านั้น ผู้ดำเนินการสอบพูดตัวเลขเหล่านั้นแล้วให้ผู้ตอบตอบตามในทันทีทันใด

3.2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Scale) แบบทดสอบกลุ่มนี้เป็นประเภทปฏิบัติจริง มีแบบทดสอบย่อย ๆ อยู่ 6 ชุด ดังนี้

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

3.2.2 แบบทดสอบการทำภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion) วัดความสามารถในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของภาพบางส่วนที่ขาดหายไป โดยจะมีภาพมาให้แล้วให้บอกชื่อส่วนที่ภาพนั้นขาดหายไป

3.2.3 แบบทดสอบการจัดการรูปภาพ (Picture Arrangement) วัดความสามารถด้านการเรียงรูปภาพที่กำหนดให้แล้วได้ความตามเรื่องที่เล่าหรือตามสภาพความเป็นจริง

3.2.4 แบบทดสอบการจัดการรูปภาพ (Picture Arrangement) วัดความสามารถด้านการเรียงรูปภาพที่กำหนดให้แล้วได้ความตามเรื่องที่เล่าหรือตามสภาพความเป็นจริง

3.2.5 แบบทดสอบการรวบรวมวัตถุ (Object Assemble) วัดความสามารถด้านสังเคราะห์ทั้งหมดจากส่วนย่อย ๆ แบบทดสอบจะมีส่วนประกอบของภาพแล้วให้ผู้เข้าสอบนำชิ้นส่วนมาประกอบกันเป็นดังภาพที่กำหนดให้

3.2.6 แบบทดสอบสัญลักษณ์ (Coding) วัดความสามารถด้านความจำสัญลักษณ์แบบทดสอบนี้กำหนดตัวเลขกับสัญลักษณ์ให้ แล้วจะมีเป็นข้อสอบให้จับคู่ตัวเลขกับสัญลักษณ์

3.2.7 แบบทดสอบทางวกวน (Mazes) วัดความสามารถด้านในการเลือกทางเดินได้ถูกต้อง ข้อสอบนี้ต้องการให้เด็กหาทางออกจากการวางแนวทางเดินให้สลับซับซ้อน ดังเช่น เขาวงกต แล้วให้หาทางออกให้ได้ในระยะเวลาเร็วที่สุด

แบบทดสอบเวชเลอร์ เป็นแบบทดสอบที่สอบเป็นรายบุคคลมีคนนิยมใช้มาก มาตราการวัดเป็นไอคิวแบบคะแนนมาตรฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 100 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 คะแนน หรือเขียนเป็นสมการว่า IQ's = 15Z + 100

แบบทดสอบที่สอบเป็นรายบุคคลที่มีชื่อเสียงมีอยู่ 2 ชุดเท่านั้น โอกาสที่จะสร้างแบบทดสอบเป็นรายบุคคลดูจะไม่มีใครสนใจมากนัก ส่วนใหญ่หันไปสร้างแบบทดสอบวัดเป็นกลุ่มซึ่งใช้ได้สะดวกกว่ามาก ยกเว้นจิตแพทย์ที่ใช้วินิจฉัยคนไข้จึงต้องสอบเป็นรายบุคคล

4. แบบทดสอบ PMA (Primary Mental Ability Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดย L.L Thurestone เพื่อวัดองค์ประกอบสมองด้านต่าง ๆ ที่สำคัญ มีตั้งแต่ระดับอนุบาล จนถึงระดับมัธยม (เกรด 1-12) แบบทดสอบ PMA ได้รับการพัฒนาเรื่อยมาจนได้รับการรวบรวมแบบทดสอบย่อยเป็น 5 ด้าน ดังนี้ ความสามารถด้านภาษา (Verbal Meaning : V) เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถที่แสดงออกมาด้วยคำศัพท์หรือความหมายของภาษา คำพ้อง มุ่งวัดความสามารถในการเข้าใจคำเป็นหลัก

4.1 ความสามารถด้านตัวเลข (Number Facility : N) เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลขโดยการเปรียบเทียบจำนวนปริมาณที่แตกต่างกัน รวมถึงการคิดคำนวณตัวเลข ปริมาณ และโจทย์คณิตศาสตร์เหตุผลด้วย

4.2 ความสามารถด้านเหตุผล (Reasoning : R) เป็นการวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล เป็นพื้นฐานในการจัดเรียงอักษร ภาพ อนุกรม ให้เป็นไปตามแบบแผน หรือกฎใด กฎหนึ่งโดยสามารถอธิบายอย่างมีเหตุผลได้

4.3 ความสามารถในการับรู้อย่างรวดเร็ว (Perceptual Speed : P) เป็นการวัดความสามารถด้านประสาทสัมผัสด้านการมองเห็นความเหมือนหรือความแตกต่างกันของสิ่งที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว

4.4 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation : S) เป็นการวัดความสามารถด้านการรับรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นลักษณะภาพมิติสัมพันธ์ อาจจะเป็นภาพทรงเรขาต่าง ๆ เช่น การตัดภาพ การหมุนภาพ การประกอบภาพ เป็นต้น

สำหรับการหาคุณภาพของแบบทดสอบ PMA หาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการแบ่งครึ่งฉบับ มีค่าระหว่าง .87-.96 และหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างกับแบบทดสอบหลายฉบับ แต่ได้ค่าความเที่ยงตรงที่เทียบจากแบบทดสอบของโอทิสมีค่าสูงสุดคือ .71 การแปลผลคะแนนจากการทดสอบจะแปลผลออกมาเป็นเส้นภาพ (Profile)

5. แบบทดสอบชุดความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test Battery หรือ GATB) กรม-แรงงานสหรัฐ(The Bureau of Employment Security) ได้สร้างแบบทดสอบชุดนี้ขึ้น และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยใช้แบบทดสอบ 59 ฉบับ ผลปรากฏว่ามีองค์ประกอบทางความสามารถที่ต่างกันเพียง 10 ด้าน จึงนำมาเป็นพื้นฐานในการสร้างแบบทดสอบ 15 ฉบับ วัดตัวประกอบเหล่านั้นในการปรับปรุงครั้งหลัง จำนวนแบบทดสอบลดลงเหลือเพียง 12 ชุด และมีเพียง 9 องค์ประกอบดังนี้

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

5.2 ความถนัดทางภาษา (Verbal Aptitude) วัดได้จากแบบทดสอบคำศัพท์

5.3 ความถนัดทางตัวเลข (Numerical Aptitude) วัดได้จากแบบทดสอบการคำนวณร่วมกับแบบทดสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์

5.4 ความถนัดเชิงอวกาศ (Spatial Aptitude) วัดได้จากแบบทดสอบภาพสามมิติการรับรู้ฟอร์ม (Form Perception) วัดด้วยแบบทดสอบสองฉบับคือ แบบทดสอบจัดคู่เครื่องมือ และแบบทดสอบจับคู่ภาพทางเรขาคณิต

5.5 การรับรู้ทางเสมียน (Clerical Perception) วัดด้วยแบบทดสอบการเปรียบเทียบชื่อ

5.6 การประสานของกลไกของร่างกาย (Motor Coordination) วัดด้วยแบบทดสอบการทำเครื่องหมาย

5.7 ความคล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือ (Finger Dexterity) วัดด้วยแบบทดสอบการรวมชิ้นส่วนและแบบทดสอบการแยกชิ้นส่วน

5.8 ความคล่องแคล่วในการใช้มือ (Menual Dexterity) วัดด้วยแบบทดสอบการย้ายที่และแบบทดสอบการใส่กลับคืน

แบบทดสอบชุดนี้ใช้สำหรับเกรด 9 –12 และผู้ใหญ่เพื่อการแนะแนวทางการศึกษาและอาชีพคะแนนของแบบทดสอบ GATB ได้เปลี่ยนเป็นคะแนนมาตรฐานโดยเกณฑ์ปกติ (Norms) สร้างจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก การตัดสินใจ ใช้คะแนนจุดตัดพหุคูณ (Multiple cut of Scores) มากกว่าสมการถดถอย

6. แบบทดสอบ DAT (Differential Aptitude Tests) เบนเบท ซีชอร์ และเวสแมน (Bennett, Seashore and Wesman) ได้ร่วมสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแนะแนวทางการศึกษาและอาชีพของนักเรียนในเกรด 8 – 12 การเสนอผลคะแนนเป็นแบบเส้นภาพ แบบทดสอบนี้วัดความสามารถ 8 ด้าน ดังนี้

6.1 เหตุผลทางภาษา (Verbal Reasoning : VR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้ภาษาเป็นสื่อสำคัญเป็นแบบอุปมาอุปไมยทางภาษา

6.2 ความสามารถด้านตัวเลข (Nummerical Ability : NA) เป็นการวัดความสามารถทางตัวเลข ความเข้าใจในความสัมพันธ์และมโนภาพง่าย ๆ ในการใช้ตัวเลข คำถามหรือโจทย์โดยมากเป็นการคำนวณทางเลขคณิตมากกว่าเลขคณิตเหตุผล

6.3 เหตุผลทางรูปภาพ (Abstract Reasoning : AR) เป็นการวัดความสามารถทางด้าน

เหตุผล โดยใช้อนุกรมของภาพทางเรขาคณิต ดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของภาพเป็นอนุกรมต่อไป

6.4 ความถูกต้องและรวดเร็วของงาน (Clercal Speed and Accuracy : CSA) เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณาสิ่งที่คล้ายหรือเหมือนกันได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ จุดหมายเพื่อวัดความเร็วในการสังเหตุพิจารณาแบบทดสอบมีจำนวนข้อมากแต่ให้เวลาในการทำน้อย

6.5 เหตุผลเชิงกล (Mechanical Reasoning : MR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลเชิงกล ข้อสอบจะเป็นรูปภาพเกี่ยวกับทางกลศาสตร์ แต่เป็นภาพที่อาศัยหลักการง่าย ๆ

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

6.7 การสะกดคำ (Spelling : Sp.) เป็นการวัดความสามารถด้านจำคำศัพท์ว่าคำใดเขียนผิดหรือเขียนถูก โดยมีคำศัพท์ให้เป็นจำนวนมากเพียงตอบว่าเขียนผิดหรือถูกเท่านั้น

6.8 การใช้ภาษา (Language Usage : LU) เป็นการวัดความสามารถด้านการใช้ภาษา วัดความเก่งอ่อนทางไวยากรณ์ เครื่องหมายวรรคตอน และการใช้คำ

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

7.1 เหตุผลทางตรรกวิทยา (Logical Reasoning) เป็นการวัดความสามารถทางอนุมานและอุปมานโดยเหตุผลทางตรรกวิทยา แบ่งเป็นความสามารถด้านความหมายตรงข้าม ความหมายเหมือนหรือคล้าย และอุปมาอุปไมย

7.2 มิติสัมพันธ์ (Spatial Relationship) เป็นการวัดความสามารถในการมองเห็นภาพสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ เมื่อตำแหน่งภาพเปลี่ยนแปลง แบ่งเป็นภาพด้านซ้ายขวา และทักษะการมองภาพพื้นที่

7.3 ตัวเลขเหตุผล (Numerical Reasoning) เป็นการวัดเหตุผลเกี่ยวกับปริมาณว่าสัมพันธ์กันอย่างไร เน้นความเข้าใจในมโนภาพของตัวเลขหรือเลขคณิต แบ่งเป็นวัดอนุกรมตัวเลข ค่าของตัวเลข และโจทย์ปัญหา

7.4 มโนภาพด้านภาษา (Verbal Content) เป็นการวัดความเข้าใจภาษาและการลงสรุปเหตุผลทางภาษา แบ่งเป็น การสรุปความโดยเหตุผลทางตรรกวิทยา และความเข้าใจภาษาด้านความเข้าใจศัพท์และความหมายของคำ

7.5 ความจำ (Memory) เป็นการวัดความสามารถในการระลึกนึกออกในสิ่งที่ได้รับการรับรู้มาแล้ว แบ่งเป็นวัดการจำในทันที และวัดการจำแบบเว้นช่วง

8. แบบทดสอบ CAT (Cognitive Ability Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลายระดับ คือแต่ระดับ 3 ถึง 12 แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือด้านภาษา (Verbal) ด้านปริมาณ (Quantitative) และด้านคุณภาพ (Nonverbal) ข้อคำถามแต่ละข้อจะเรียงจากง่ายไปสู่ยาก การเริ่มและการหยุดในการทำแบบทดสอบแต่ละระดับแตกต่างกัน

8.1 ด้านภาษา (Verbal) เป็นการวัดความสามารถด้านคำศัพท์ แต่ไม่ใช่จำคำศัพท์แบบตรงไปตรงมา แต่จะออกมาในลักษณะให้หาความหมายคำที่ใกล้เคียงกับคำศัพท์ที่ให้มา หรือการหาคำศัพท์ที่เหมาะสมมาเติมในช่องว่าให้ได้ประโยคที่สมบูรณ์ หรือการวัดการจำแนกประเภท (Verbal Classification) และการอุปมาอุปไมยด้านภาษา (Verbal Analogies)

8.2 ด้านปริมาณ (Quantitative) เป็นการวัดความคิดทางปริมาณมากกว่าจะนำโจทย์ปัญหาทางปริมาณมาทดสอบ ซึ่งมีอยู่ 3 รูปแบบดังนี้

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

8.2.2 แบบตัวเลขอนุกรม หรือเลขเรียงอันดับ

8.2.3 เป็นการสร้างสมการ(Equation Building) โดยการกำหนดตัวเลขและเครื่องหมายมาให้แล้วนำมาเรียงใหม่ให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดไว้

8.3 ด้านคุณภาพ (Nonverbal) เป็นการวัดด้านเหตุผลมีทั้งหมด 3 รูปแบบดังนี้

8.3.1 แบบอุปมาอุปไมยภาพ

8.3.2 แบบสังเคราะห์ภาพ (From Synthesis) คือ กำหนดภาพมาให้ 3 ภาพ แล้วถามว่าถ้าเอาภาพรวมกันแล้วจะได้ภาพในคำตอบที่อยู่ลักษณะเดียวกับภาพตัวอย่าง

8.3.3 แบบจำแนกประเภทภาพ (Figural Classification) คือ มีภาพที่มีอะไรร่วมกันอยู่ 3 ภาพ แล้วให้หาภาพในคำตอบที่อยู่ลักษณะเดียวกับภาพตัวอย่าง

9. แบบทดสอบ GRE (Graduate Record Examination) สร้างโดย ศูนย์บริการทดสอบทางการศึกษา (Education Testing Service : ETS) ใช้เวลาสอบ 3 ชั่วโมง และวัดผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงอีกหลายวิชา แบบทดสอบนี้ใช้วัดความสามารถทั่วไปทางการเรียนในระดับปริญญาโทขึ้นไป แบ่งเป็น องค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

9.1 ความสามารถด้านภาษา (Verbal Ability) วัดความสามารถทางด้านการใช้ภาษาและการใช้เหตุผลที่เป็นภาษา แบ่งเป็นอุปมาอุปไมย คำตรงข้าม การเติมประโยคให้สมบูรณ์ และวัดความเข้าใจในการอ่าน

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

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

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

10.1 ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ วัดความสามารถด้านการมองเห็นมโนภาพของเลขคณิตและพีชคณิตแบบต่าง ๆ ทักษะทางเรขาคณิต และความเข้าใจในตารางตัวเลข กราฟ และการเปรียบเทียบปริมาณ

10.2 ความสามารถด้านภาษา วัดความสามารถด้านคำตรงข้าม อุปมาอุปไมยภาษา การเติมประโยคให้สมบูรณ์ และความเข้าใจ ในการอ่านบทความ

แบบทดสอบนี้เรียงข้อสอบจากง่ายไปยาก การออกข้อสอบผู้ออกเป็นผู้มีความรู้ความสามารถสูงในทางวิชาการและการสร้างข้อสอบมีผลงานเป็นที่ยอมรับ ส่วนการให้คะแนนของแบบทดสอบนี้มีการหักคะแนนข้อที่ทำผิดด้วย

11. แบบทดสอบฟลานาแกน (Flanagan Aptitude Classification Test หรือ FACT) สร้างโดย จอห์น ซี ฟลานาแกน (John C.Flanagan) ใช้วัดความถนัดในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ถึง 38 อาชีพโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์งาน ว่างานจะสำเร็จได้จะต้องใช้คุณลักษณะ (Traits) พฤติกรรมหรือความสามารถด้านใดบ้าง แบบทดสอบนี้แบ่งย่อยออกเป็น 19 ชุดย่อย ดังนี้

11.1 แบบทดสอบการตรวจหาความบกพร่อง (Inspection) ใช้ในการวัดความสามารถในการค้นหาข้อบกพร่อง หรือความไม่สมบูรณ์แบบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดให้ จุดประสงค์เป็นการวัดการสังเกตด้วยความรอบคอบและรวดเร็ว

11.2 แบบทดสอบวัดทางจักรกล (Mechanics) ใช้ในการวัดความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล

11.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตาราง (Tables) ใช้ในการวัดความสามารถในการอ่านความสัมพันธ์ข้อมูลที่บรรจุในตารางลักษณะต่าง ๆ อาจเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรที่มีความสัมพันธ์กันทั้งในแนวตั้งและแนวนอน

11.4 แบบทดสอบเหตุผล (Reasoning) ใช้วัดมโนภาพและความเกี่ยวพันของตัวแปรในโจทย์คณิตศาสตร์

11.5 แบบทดสอบการใช้คำศัพท์ (Vocabulary) ใช้ในการวัดความสามารถด้านภาษาโดยใช้คำศัพท์ที่ยาก ๆ ให้หาความหมาย

11.6 แบบทดสอบการประกอบชิ้นส่วน (Assembly) ใช้ในการวัดความสามารถทางด้านการมองเห็นส่วนประกอบของสิ่งต่าง ๆ นำมาประกอบกันแล้วเป็นรูปใด ส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล

11.7 แบบทดสอบความสามารถด้านการพิจารณาตัดสินและความเข้าใจ (Judgment and Comprehension) ใช้ในการวัดความสามารถด้านการเข้าใจภาษา โดยใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินเพื่อลงสรุป แบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์ให้เป็นข้อความ แล้วถามจากข้อความที่กำหนดให้นั้นหลาย ๆ ข้อ

11.8 แบบทดสอบหาส่วนประกอบย่อย (Components) ใช้ในการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ลักษณะซ่อนภาพ

11.9 แบบทดสอบวัดความสามารถในการวางแผน (Planning) ใช้ในการวัดความสามารถในการวางแผนและจัดระบบตามลำดับขั้นให้สิ่งนั้นบรรลุเป้าหมายตามต้องการ โดยวิธีออกข้อสอบจะวางลำดับขั้นสลับกัน

11.10 แบบทดสอบเลขคณิต (Arithmetic) ใช้ในการวัดทักษะทางคำนวณ โดยไม่มีภาษามาประกอบ

11.11 แบบทดสอบเติมอักษรที่ขาดหายในคำศัพท์ (Ingenuity) ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาทางภาษา

11.12 แบบทดสอบการใช้สเกล (Scales) ใช้ในการวัดความสามารถด้านการอ่านโค้งที่เกิดจากตัวแปร 2 ตัว โดยเขียนความเกี่ยวพันของตัวแปรเป็นโค้งต่าง ๆ

11.13 แบบทดสอบการใช้ภาษา (Expression) ใช้ในการวัดความสามารถด้านภาษาเน้นทางหลักภาษาเป็นพื้นฐาน วัดการแสดงออกในการใช้ภาษาเขียน

11.14 แบบทดสอบความแม่นยำในการใช้มือ (Precision) ใช้ในการวัดการปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างระมัดระวังมิให้เกิดความคลาดเคลื่อน เช่น การลากเส้นผ่านช่องว่างตามรูปร่างที่กำหนด

11.15 แบบทดสอบการสังเกต (Alertness) ใช้ในการวัดความฉับไวหรือตื่นตัวอย่างรวดเร็วในการสังเกตจุดอันตรายต่าง ๆ

11.16 แบบทดสอบประสาทสัมพันธ์กับมือ (Coordination) ใช้ในการวัดความสามารถด้านประสาทสัมผัสของมือในความแม่นยำและรวดเร็ว เช่น การลากเส้นผ่านช่องแคบที่มีขนาดเล็กและมีระยะทางยาว

11.17 แบบทดสอบการลอกรูปแบบ (Patterns) ใช้ในการวัดความสามารถการคัดลอกรูปแบบเก่ามาทำใหม่ได้อย่างคล่องแคล่วว่องไวถูกต้อง

11.18 แบบทดสอบการใช้รหัส (Coding) ใช้ในการวัดความจำในการกำหนดชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว

11.19 แบบทดสอบความจำ (Memory) ใช้ในการวัดความจำโดยตรง ซึ่งเป็นลักษณะให้อ่านสิ่งที่กำหนดให้แล้วถามความจำจากสิ่งนั้น

แบบทดสอบ FACT ในจำนวนอาชีพที่ศึกษาแต่ละอาชีพจะใช้แบบทดสอบต่างกันไปเป็นชุด ๆ

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

12.1 แบบทดสอบด้านถ้อยคำ (Verbal Meaning) ให้หาคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนด ในแต่ละข้อคำถามจะกำหนดคำศัพท์มาให้ 1 คำ และกำหนดคำศัพท์ที่เป็นตัวเลือกให้ 5 คำ ผู้สอบจะต้องเลือกคำศัพท์ที่มีความหมายทำนองเดียวกัน หรือ ใกล้เคียงมากที่สุดกับคำศัพท์ที่กำหนด

12.2 แบบทดสอบด้านเหตุผล (Reasoning) ลักษณะของข้อคำถามเป็นการหาคำตอบของโจทย์ โดยตอบเป็นข้อความที่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

12.3 แบบทดสอบการเรียบลำดับตัวอักษร (Letter Series) ลักษณะของข้อคำถามจะกำหนดตัวอักษรที่เรียงลำดับมาให้ชุดหนึ่ง ผู้สอบจะต้องหาความสัมพันธ์หรือกฎเกณฑ์ของชุดตัวอักษรนั้นแล้วพิจารณาว่าตัวอักษรถัดไปสุดท้ายควรเป็นตัวใด โดยเลือกจากตัวอักษร 5 ตัวที่กำหนดให้

12.4 แบบทดสอบด้านจำนวน (Number Ability) เป็นการให้คำนวณหาคำตอบของโจทย์ ข้อคำถามส่วนใหญ่เป็นการคำนวณเรื่องการบวก ลบ คูณ หาร และการประมาณค่า

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

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น พบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองแต่ละฉบับมีความแตกต่างกันในแง่ของจุดมุ่งหมายในการสร้าง การจัดแบ่งชุดของแบบทดสอบย่อย แต่เมื่อมองโดยรวมแล้วแบบทดสอบย่อยดังกล่าวจะวัดคุณลักษณะใกล้เคียงกัน คือ วัดความสามารถด้านจำนวนตัวเลข วัดความสามารถด้านภาษา และวัดความสามารถด้านเหตุผล ซึ่งในการเลือกใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพฉบับใดนั้น ต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการวัดว่าจะเน้นการวัดสมรรถภาพสมองด้านใด ต้องการทดสอบเพื่อคัดเลือก เพื่อพยากรณ์หรือเพื่อวินิจฉัย ก็จะสามารถเลือกใช้ชุดของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านนั้นเป็นสำคัญ

2. ความสามารถด้านเหตุผล

2.1 ความหมายของความสามารถด้านเหตุผล

ครูริคและรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993 : 3) มองการให้เหตุผลว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดนอกเหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ การให้เหตุผลเป็นส่วนที่รวมขั้นตอนตั้งแต่ความคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์

บัลล็อค (Bullock. 1994 : 4951) ให้ความหมายว่าความสามารถด้านเหตุผลเป็นกระบวนการที่บุคคลลงความเห็นหรือวินิจฉัยเพื่อสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่

โอดาฟเฟอร์ (O' Daffer. 1990 : 378) ได้ให้ทรรศนะว่า การให้เหตุผลเป็นการคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

กรมวิชาการ (2525 : 36-37) กล่าวว่า การคิดเชิงเหตุผลคือ การคิดที่ต้องอาศัยหลักการหรือมีข้อเท็จจริงที่ถูกต้องมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ การคิดประเภทนี้มีโอกาสผิดพลาดน้อยและถือว่าเป็นทักษะอย่างหนึ่ง ผู้ที่มีความคิดเชิงเหตุผลสูงย่อมมีความคิดที่มีคุณภาพสูง

โชต เพชรชื่น และ องอาจ นัยพัฒน์ (2537 : 48) ได้ให้ความหมายของความสามารถด้านเหตุผลว่า เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ด้วยการคิดในเชิงวิเคราะห์ค้นหาเกณฑ์มาสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ แล้วนำมาวินิจฉัยลงสรุปได้อย่างถูกต้อง

บุญชู ชลัษเฐียร (2539 : 29) กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นความสามารถของมนุษย์ในการสร้างข้อสรุปหรืออ้างเหตุผล โดยยึดความรู้หรือความจริงที่คาดล่วงหน้าเป็นหลักในเชิงที่สอดคล้องกับกฎหรือหลักการของเหตุผล

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 106) กล่าวว่า ความสามารถด้านเหตุผล หมายถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ววินิจฉัยลงสรุปอย่างถูกต้อง

จากนิยามความสามารถทางด้านเหตุผลที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ความสามารถทางด้านเหตุผล คือ ความสามารถในการคิดพิจารณาหาความสัมพันธ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ แล้ววินิจฉัยสรุปสิ่งเหล่านั้นหรือเหตุการณ์นั้น ๆ อย่างมีหลักการ

2.2 ลักษณะของความสามารถด้านเหตุผล

คลาร์พสัส (ระพินทร์ คร้ามมี. 2544. 41 ; อ้างอิงจาก Karplus. 1977 : 170-177) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลใน 2 ลักษณะ คือ ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมโดยสามารถแยกย่อยเป็นดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (concrete Reasoning Patterns : C)

C_1 (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์ แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด

C_2 (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์โดยปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่ม หรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกตวงปริมาตรของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกตวง

C_3 (Serial Ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากการสังเกตุ

คุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ระหว่างสิ่งของสองกลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กมีจังหวะการเต้นของหัวใจเร็วกว่าสัตว์ขนาดใหญ่ซึ่งการเต้นของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal Reasoning Patterns : F)

F_1 (Theoretical Reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักตรรกศาสตร์ช่วยในการจัดอันดับ และการคิดอย่างมีเหตุผลไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้งห้า

F_2 (Combinatorial Reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะของความคิดจากปัญหาต่าง ๆ

F_3 (Functionally and Proportional Reasoning) อธิบายและตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์

F_4 (Control of Variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบทดลองโดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น

F_5 (Probability and Correlation Reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่ตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

นันแนลลี (Nunnally. 1972 : 315-317) ได้ศึกษาองค์ประกอบของความสามารถจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ และกล่าวถึงองค์ประกอบด้านเหตุผลว่า เป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนที่ยากต่อการจำแนกองค์ประกอบ และสิ่งที่นันแนลลีถือว่าเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบด้านเหตุผล ได้แก่

1. เหตุผลทั่วไป (General Reasoning) เป็นองค์ประกอบด้านเหตุผลที่ธรรมดามากที่สุดซึ่งเกี่ยวข้องกับการค้นหาทางแก้ปัญหา ข้อคำถามที่ใช้วัดองค์ประกอบนี้มักเกี่ยวกับการเติมอนุกรม

2. การอนุมาน (Deduction) องค์ประกอบด้านอนุมานจะเกี่ยวกับการสร้างข้อสรุปในลักษณะการอ้างเหตุผลตามหลักตรรกวิทยา เน้นความสามารถที่เกี่ยวกับการประเมิน การนำมาซึ่งการอ้างเหตุผล ข้อคำถามที่ใช้มีลักษณะเป็นข้อคำถามที่ใช้มีลักษณะเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับการอ้างเหตุผลตามหลักตรรกวิทยา

3. การมองเห็นความสัมพันธ์ (Seeing Relationships) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างของ 2 สิ่งหรือความคิด 2 ประการ และใช้ความสัมพันธ์ในการค้นหาสิ่งอื่นหรือความคิดอื่น องค์ประกอบนี้สามารถแสดงได้ดีที่สุด โดยการอุปมาเชิงภาษา หรืออุปมาเชิงเค้าโครง

บุญชู ชลัษเฐียร (2539 : 30) จำแนกความสามารถด้านเหตุผลเป็น 2 ทาง คือ

1. ความสามารถในการสรุปความเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการในขอบเขตของเนื้อหาต่าง ๆ กัน เช่น เหตุผลทางสังคม ทางคณิตศาสตร์ ทางจักรกล

2. การให้เหตุผลในลักษณะที่เป็นความสามารถในการอ้างสรุปจากลักษณะเฉพาะของระบบการลงความเห็น เช่น การให้เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning) และการให้เหตุผลเชิงเปรียบเทียบ (Analogical Reasoning)

2.1 การให้เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning) หรืออาจเรียกอีกชื่อว่า การให้เหตุผลแบบอนุมาน (Deductive Reasoning) การให้เหตุผลลักษณะนี้มีความพิเศษเนื่องจากกระบวนการลงความเห็นหรือวินิจฉัยที่ถูกต้องจะเป็นไปตามกฎหมายอนุมาน ซึ่งจำเป็นต้องเป็นจริง ยิ่งไปกว่านั้นการตัดสินความถูกต้องของการให้เหตุผลนี้จะเกี่ยวข้องกับรูปแบบของข้อความมิใช่เนื้อหา การให้เหตุผลเชิงตรรกนี้เป็น

พื้นฐานของกิจกรรม เช่น การทดสอบสมมติฐาน การพิสูจน์ความขัดแย้งกัน หรือการประเมินความถูกต้องตามตรรกวิทยาของคำอธิบาย ซึ่งการให้เหตุผลเชิงอนุมานมีรูปลักษณะที่มีความซับซ้อน และจากผลงานวิจัยสรุปว่า เด็กก่อนวัยเรียนจะมีความสามารถเบื้องต้นในการลงความเห็นแบบอนุมานเกี่ยวกับวัตถุที่มีรูปร่างแสดงชัดเจน เช่น ในรูปของ "ถ้าแดดออก ฉันจะไปเดินเล่น ตอนนี้แดดออก ฉันจะไปเดินเล่น" สำหรับผู้ใหญ่สามารถลงความเห็น (สรุปความ) เกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมได้

2.2 การให้เหตุผลเชิงเปรียบเทียบ (Analogical Reasoning) ถือเป็นส่วนประกอบสำคัญของการคิดของมนุษย์ เพราะเป็นหนทางนำไปสู่การค้าพบทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์การเปรียบเทียบมีความสำคัญในการเรียนรู้การแก้ปัญหา ตามทฤษฎีของเพียเจต์ เชื่อว่า ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงเปรียบเทียบเป็นทักษะที่พัฒนาช้า จะปรากฏในราวอายุ 11-12 ปี เด็กที่อายุต่ำกว่านี้จะไม่สามารถให้เหตุผลเชิงเปรียบเทียบได้ จากการวิจัยในจิตวิทยาการวัด พบว่า เด็กหลายคนแม้เมื่ออายุ 11-12 ปีแล้วก็ไม่สามารถเติมอุปมาอุปไมยง่าย ๆ เช่น หมู : หมูป่า : : สุนัข : ?(สุนัขป่า) ได้แต่เด็กจะตอบเป็น หมู : หมูป่า : : สุนัข : แมว ซึ่งผิด รูปแบบการวัดพัฒนาการด้านทักษะเหตุผลของเด็กลักษณะนี้ ถือเป็นวิธีการดั้งเดิมที่ได้แนวคิดมาจากอริสโตเติลที่นิยามการเปรียบเทียบ (Analogy) ในลักษณะของสัดส่วนที่เท่ากัน ซึ่งประกอบด้วยพจน์อย่างน้อย 4 พจน์ เมื่อ 2 สัมพันธ์กับ 1 เท่ากับ 4 สัมพันธ์กับ 3 (Aristotle,Metaphysics) ข้อค้นพบนี้เป็นตัวกระตุ้นสำคัญต่อการพัฒนาการปฏิบัติการสอนที่จะทำให้มาซึ่งทักษะการให้เหตุผลอย่างง่ายขึ้น

มอสแมน(บุญชู ชลัษฐียร. 2539 : 31; อ้างอิงจาก Bullock. 1994 4955) ได้เสนอระดับขั้นพัฒนาการความสามารถด้านเหตุผลเชิงตรรก 3 ระดับ ดังนี้

ระดับแรก อายุ 6-7 ขวบ เด็กยังไม่มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสำคัญ ความถูกต้องตามเหตุผล

ระดับที่ 2 อยู่ในช่วงของวัยเด็กตอนกลาง เด็กไม่สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความถูกต้องของการอ้างเหตุผลโดยอิสระจากความเป็นจริงได้ เช่น ในข้อความว่า "ช้างเป็นพืชหรือสัตว์ อย่างใดอย่างหนึ่ง" "ช้างไม่ใช่สัตว์" เด็กวัยนี้จะไม่ยอมรับข้อสรุปที่ว่า "ช้างเป็นพืช" ว่าถูกต้อง ทั้งนี้เพราะเด็กยังไม่เข้าใจการสรุปความเชิงตรรกที่ถูกใช้ในลักษณะที่มีความสัมพันธ์อย่างอิสระจากเนื้อหา

ระดับที่ 3 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความถูกต้องของการลงสรุป จะเกิดเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาวและเกิดกับบางคนเท่านั้น โดยความรู้สึกทั่วไป ผู้มีเหตุผล (Good Reasoner) จะเป็นผู้ที่ถูกมองว่าเป็นผุ้คิดตามหลักตรรกวิทยา อย่างไรก็ตาม ในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นแบบแผนซึ่งมีความสัมพันธ์กับเรื่องราวทางสังคม การอ้างเหตุผลอาจถูกประเมินต่างกันไปในแต่ละบุคคลตามความเชื่อและเจตคติของเขา ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการให้เหตุผลดังกล่าวช่วยให้บุคคลตัดสินใจได้ดีที่สุด หรือสร้างข้อสรุปอันสมควรที่สุด

ลิบแมน, จาคอบส์ และโคลแมน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 106 ; อ้างอิงจาก Lipman, Jacobs & Coleman) ได้จัดจำแนกความสามารถในการคิดเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. การคิดในใจ (Mental acts)
2. ทักษะทางเหตุผล (Reasoning skills)
3. ทักษะทางการสอบถาม (Inquiry skills)

ในส่วนของทักษะทางเหตุผล (Reasoning skills) จะประกอบด้วยด้านใหญ่ ๆ คือ

1. การสร้างมโนภาพ (concept formation)
2. การมองเห็นความสัมพันธ์ (recognizing relationships)
3. สามารถประยุกต์เกณฑ์ในการใช้เหตุผล (applying criteria to reasoning)
4. การสรุปอ้างอิง (inferring)

5. การสร้างแนวตรรกใหม่ (generating logical alternatives)

6. เข้าใจซาบซึ้งในกรอบของการอ้างอิง (understanding perspectives and frames of reference)

7. การสร้างข้อเหตุผล (constructing arguments)

8. การสร้างประโยคมาตรฐาน (standardizing sentences)

2.3 รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล

นักวัดผลและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ศึกษาและแบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน ไว้ในลักษณะต่าง ๆ กัน ดังนี้

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2541 : 106) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลไว้ 6 แบบ คือ แบบการจำแนกประเภท ที่เป็นภาษาและรูปภาพ แบบอุปมาอุปไมย ที่เป็นภาษาและรูปภาพ แบบอนุกรมภาพ แบบสรุปความ แบบตัวร่วมหรือตัวต่าง และแบบวิเคราะห์

วัญญา วิศาลาภรณ์ (2522 : 26 - 45) ได้แบ่งลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลไว้ 6 แบบ คือ แบบต่างประเภท แบบจัดเข้าพวก แบบไม่เข้าพวก แบบอุปมาอุปไมย แบบสรุปความ แบบเหตุผลเชิงนามธรรม และแบบอนุกรมมิติ ซึ่งแบบ ทดสอบเหุตผลเชิงนามธรรมนี้จะเป็นลักษณะการหาแนวโน้มของภาพ ซึ่งอยู่ในกลุ่มแบบอนุกรมภาพที่ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 126) ได้กล่าวไว้

บุญชม ศรีสะอาด (2526 : 44 - 51) ได้แบ่งรูปของแบบทดสอบวัดความความสามารถด้านเหตุผลไว้ 6 แบบคือ แบบอุปมาอุปไมย แบบจัดประเภทหรือจัดพวก แบบสรุปความ แบบสรุปความ แบบเรียงลำดับ แบบแผนภาพทางตรรกศาสตร์ แบบวิเคราะห์เหตุผล

สมบูรณ์ ชิตพงค์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2518 : 31 - 44) ได้แบ่งลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลไว้ 4 แบบคือ แบบจัดเข้าพวก แบบอุปมาอุปไมย แบบสรุปความ แบบเรียงลำดับ

วิเชียร เกตุสิงห์ (2518 : 59 - 109) ได้แบ่งลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลไว้ 4 แบบคือ แบบอุปมาอุปไมย แบ่งเป็นอุปมาอุปไมยภาพ แบบการจัดประเภท มีทั้งที่เป็นภาษาและรูปภาพ แบบเรียงลำดับ แบ่งเป็นนามธรรมและแบบหาตัวกลาง แบบสรุปความ

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2528 : 125 -147) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลไว้ทั้งหมด 4 แบบ คือ แบบการจัดประเภท แบบอุปมาอุปไมย แบบสรุปความ และแบบอนุกรมภาพ

เมื่อพิจารณารูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลที่เธอร์สโตนได้แบ่งไว้ สามารถสรุป 5 ด้าน คือ

1. ด้านการจำแนกประเภท
2. ด้านอุปมาอุปไมย
3. ด้านอนุกรมมิติ
4. ด้านสรุปความ
5. ด้านวิเคราะห์

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลตามรูปแบบของแบบทดสอบทั้ง 5 ด้าน ซึ่งมีลักษณะแบบทดสอบแต่ละด้าน ดังนี้

1. **ด้านการจำแนกประเภท** เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน เพื่อนำมาร้างกลุ่มเพื่อพวกขึ้น จะได้สามารถเปรียบเทียบว่าอะไรแตกต่างไปจากกลุ่ม หรืออะไรมีคุณสมบัติเหมือนกันกลุ่มที่กำหนดได้ ความสามารถด้านนี้เป็นความสามารถด้านแยกแยะหรือวิเคราะห์คุณลักษณะ ในการเขียนข้อสอบวัดความสามารถในด้านนี้สามารถเขียนได้ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 107 - 115)

1.1 จำแนกประเภทแบบภาษา มีวิธีการเขียนอยู่ 2 แบบ

1.1.1 แบบกำหนดตัวเร้าให้เป็นชุดให้หาที่ต่างพวก ลักษณะนี้ก็คือ การหาคำไม่เข้าพวก คำศัพท์ที่ใช้ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถ ขนาดอายุ และชั้นของผู้สอบ คำศัพท์ควรมีสิ่งที่จำแนกได้ยาก ซึ่งอาจเป็นเพราะตัวร่วมบางประการในโครงสร้าง และคุณสมบัติของคำนั้นก็ได้ การเขียนข้อสอบจะต้องให้ผู้ตอบคิดได้หลายแง่มุม แต่ให้มีทางที่ถูกที่สุดเพียงทางเดียว

ดังตัวอย่าง

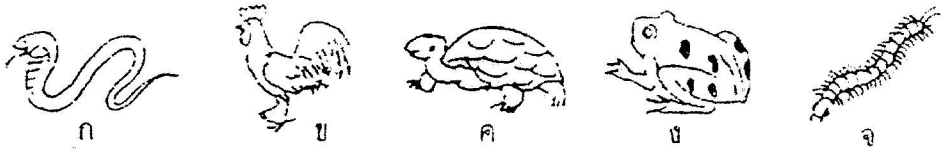
ข้อใดไม่เข้าพวก
ก. ปู่
ข. พ่อ
ค. น้า
ง. พระ
จ. เณร

1.1.2 แบบให้หาตัวที่เหมือนตัวเร้าที่กำหนด คือ หาตัวที่เหมือนพวก ด้านภาษา พยายามให้หาคำที่มีมโนภาพเหมือนกัน อาจจะโดยลักษณะหนึ่ง ต่อจากนั้นก็เขียนตัวเลือกโดยให้มีคำหนึ่งที่มีคุณลักษณะอยู่ในกล่มคำที่กำหนดให้ ดังตัวอย่าง

เสื้อ กางเกง ถุงเท้า ....
ก. กำไล
ข. แหวน
ค. หมวก
ง. รองเท้า
จ. กระโปรง

1.2 จำแนกประเภทแบบภาพ การจำแนกประเภทแบบภาพมี 2 อย่าง คือ ภาพเหมือน กับภาพทรงเรขาคณิต สำหรับภาพเหมือนสามารถออกข้อสอบได้เป็น 2 รูปแบบ คือ ภาพเหมือนไม่เข้าพวก กับภาพเหมือนเข้าพวก

1.2.1 ภาพเหมือนไม่เข้าพวก เป็นข้อสอบลักษณะเดียวกับการจำแนกประเภทแบบภาษา แต่เป็นการใช้รูปภาพแทนภาษา ดังตัวอย่าง

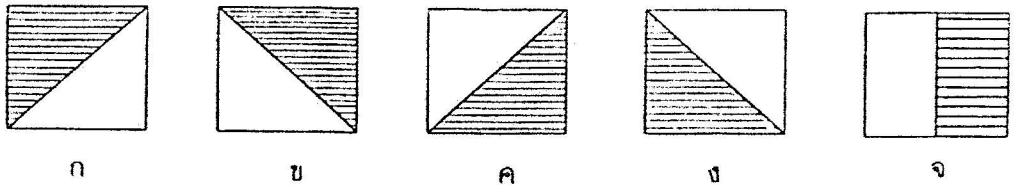


1.2.2 ภาพเหมือนเข้าพวก เป็นข้อสอบลักษณะเดียวกับการจำแนกประเภทแบบภาษา หรือคำเข้าพวกแต่เป็นการใช้รูปภาพดังตัวอย่าง

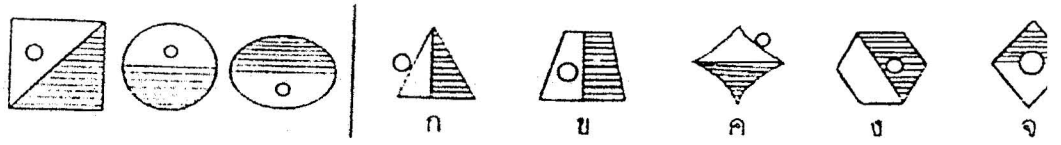


ในกรณีรูปทรงเรขา ซึ่งเกิดจารรูปทรงต่าง ๆ อาจเป็นสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม เส้นโค้ง เส้นตรง ฯลฯ และแต่ละรูปอาจจะมีการลากเส้น หรือแรเงา เพื่อให้มีแนวลักษณะ หรือมโนภาพเดียวกันสามารถเขียนได้เป็น 2 แบบ เหมือนกับภาพเหมือน

1.2.3 ภาพทรงเรขาไม่เข้าพวก ต้องให้ภาพทรงเรขาในชุดหนึ่งมีคุณลักษณะเหมือนกันและแตกต่างออกไปอีก 1 รูป ดังตัวอย่าง



1.2.4 ภาพทรงเรขาเข้าพวก หลักการเขียน คือ เขียนภาพทรงเรขาโดยให้อาศัยหลักการเดียวกันไว้ 3 ภาพ แล้วเขียนตัวเลือก จะกี่ตัวเลือกแล้วแต่ระดับอายุหรือชั้น ในตัวเลือกนี้ให้มีตัวหนึ่งที่มีคุณลักษณะเหมือนกับ 3 ภาพ ที่กำหนดให้ดังตัวอย่าง



2. ด้านอุปมาอุปไมย เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของคำ 2 คำ อ้างอิงไปยังความหมายคำของอีก 2 คำ หรือกลุ่มมโนภาพ 2 กลุ่มได้ ที่มีลักษณะความสัมพันธ์เป็นแนวเดียวกัน ซึ่งมีรูปแบบเป็นการหาสิ่งที่คู่กันมาคู่หนึ่ง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับคู่อื่น ๆ ที่มีลักษณะความสัมพันธ์เป็นแนวเดียวกัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 116 - 125) สรุปรูปแบบการอุปมาอุปไมยที่นิยมกันโดยทั่ว ๆ ไป ไว้ดังนี้

7.1 อุปมาอุปไมยแบบภาษา การอุปมาอุปไมยแบบนี้จะใช้ความหมายของคำเป็นหลัก และใช้ 4 คำด้วยกันดังเช่น

คน คู่กับ บ้าน เสมือน นก คู่กับ รัง

นิยมใช้สัญลักษณ์ คน : บ้าน → นก : รัง

อุปมาอุปไมยแบบภาษามีแบบการถามหลายแบบว่าต้องการให้ผู้ตอบตอบที่จุดใด

7.1.1 กรณีให้หาคำตอบตัวเดียว จะมีแบบดังนี้

ก : ข → ค : ?

ก : ข → ? : ง

ก : ? → ค : ง

? : ข → ค : ง

7.1.2 กรณีให้หาคำตอบ 2 ตัว จะมีแบบดังนี้

ก : ข → ? : ?

ก : ? → ค : ?

ก : ? → ? : ง

ดังตัวอย่าง

นก : รัง → คน : ?

ก. งาน

ข. บ้าน

ค. โต๊ะ

ง. ห้อง

จ. ญาติ

คน : อาหาร → ? : ?

ก. ข้าว : หม้อ

ข. ครู : เงิน

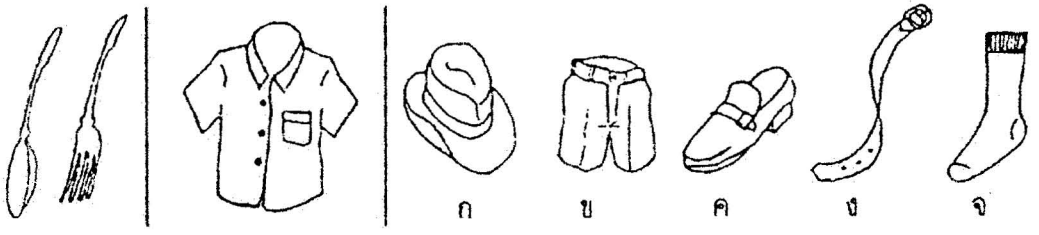
ค. ไม้ : ราก

ง. พืช : ปุ๋ย

จ. วัว : เกวียน

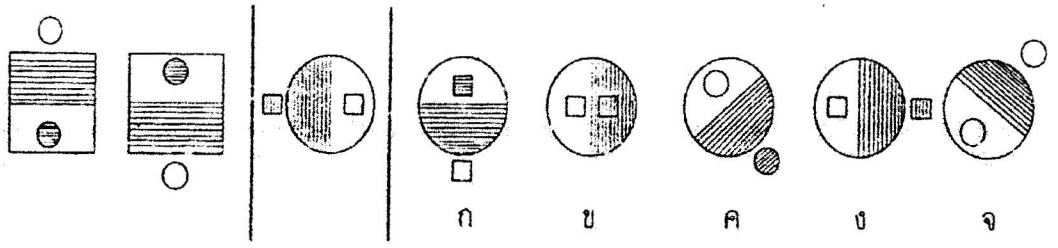
2.2 อุปมาอุปไมยแบบภาพ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทภาพเหมือน กับประเภทภาพทรงเรขา

2.2.1 อุปมาอุปไมยแบบภาพเหมือน ลักษณะเช่นเดียวกันกับอุปมาอุปไมยด้านภาษา แต่เปลี่ยนเป็นรูปภาพ ดังตัวอย่าง



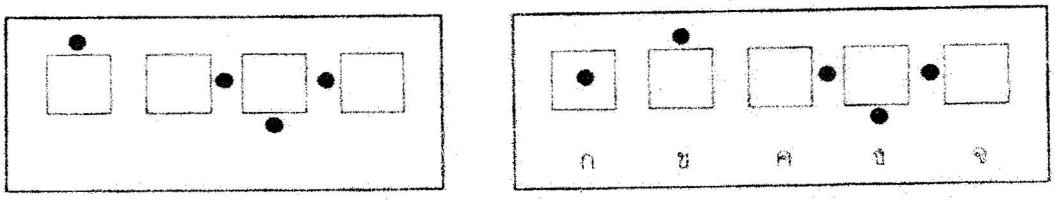
ถ้าช้อนคู่กับส้อม เสื้อจะคู่กับอะไร

2.2.2 อุปมาอุปไมยแบบภาพทรงเรขา อาศัยความสัมพันธ์ในโครงสร้างมโนภาพ เช่น เดียวกับอุปมาอุปไมยภาพเหมือนกัน คือ กำหนดภาพทรงเรขาคณิตในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะต้องมีตัวร่วมบางอย่างเกี่ยวพันกับสองภาพแรกก่อนแล้วนำความคิดจากสองภาพแรกนั้นไปสร้างภาพที่เกี่ยวพันอีกคู่หนึ่ง ดังตัวอย่าง

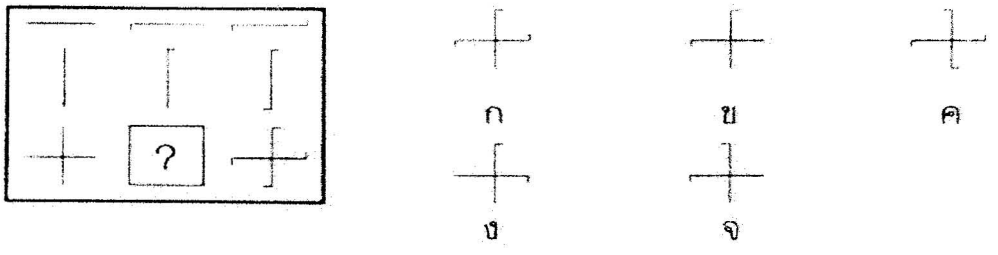


3. ด้านอนุกรมมิติ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์กฎเกณฑ์ของรูปภาพ ซึ่งมีทั้งอนุกรมภาพธรรมดา คือ มีแนวนอนเดียวจะมีความสัมพันธ์กันทิศทางเดียว ส่วนอนุกรมภาพที่มีทั้งแนวตั้งและแนวนอนจะมีความสัมพันธ์กันหลายทิศทาง มักเรียกอนุกรมภาพที่มีทั้งแนวตั้งและแนวนอนนี้ว่า อนุกรมมิติ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 126) ดังตัวอย่าง

อนุกรมภาพธรรมดา



อนุกรมมิติ



4. ด้านสรุปความ เป็นแบบทดสอบมุ่งวัดเหตุผลเป็นประการสำคัญ และเป็นแบบทดสอบเหตุผลชนิดหนึ่งที่อาศัยการใช้ภาษาเพื่อไล่เลียงหาเหตุผล โดยโครงสร้างของตัวคำถามเป็นแบบตรรกวิทยา นั่นคือ การเขียนข้อสอบแบบนี้จะประกอบด้วยเหตุผลใหญ่และเหตุย่อย เมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาก็สามารถลงสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร หรือเป็นการหาข้อยุติที่มีความหมายได้อย่างสมเหตุสมผลตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 130 - 131) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการเขียนแบบทดสอบแบบสรุปความ ดังตัวอย่างเช่น

พ่อมีอาชีพเป็นครู แม่มีอาชีพค้าขาย อาจสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ลูกเป็นครู
ข. ลูกทำมาค้าขาย
ค. แม่มีรายได้ดีกว่าพ่อ
ง. พ่อทำงานหนักกว่าแม่
จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

5. ด้านวิเคราะห์ ข้อสอบประเภทนี้จะยกสิ่งต่าง ๆ มาให้พิจารณาส่วนใหญ่เป็นคำหรือใช้ภาพแทนก็ได้เมื่อยกมาแล้วให้ผู้สอบพิจารณาดูตัวร่วมของมันว่าน่าจะเป็นอย่างไร ก่อนจะสามารถหาตัวร่วมหรือมโนภาพนี้จำเป็นจะต้องใช้จินตนาการโยงความสัมพันธ์แต่ละสิ่งอย่างดีแล้วนำมาผสมผสานกลมกลืนเป็นสิ่งใหม่ที่สามารถเอ่ยขึ้นแล้วรับรู้และเข้าใจได้ตรงกันวิธีการเขียนมักจะแยกออกได้ 2 วิธี คืออาจหาตัวร่วมโดยตรง กับหาตัวที่ทำให้สิ่งนั้นแตกต่างกันได้

ก. หาตัวร่วม พยายามแยกแยะดูว่าคำหรือศัพท์ที่กำหนดมาให้มีอะไรเป็นตัวร่วมกัน ผู้ออกข้อ สอบจะต้องมีความสามารถสูงทั้งด้านภาษาและด้านวิเคราะห์ แต่เนื่องจากวิธีการคิดใช้สมองด้านเหตุผลมากกว่าด้านภาษาจึงให้มาอยู่ในองค์ประกอบด้านเหตุผล ตัวอย่างเช่น

1) ปู่ ป้า น้า หลาน

ก. ญาติ
ข. อายุ
ค. เพศ
ง. ฐานะ
จ. ความรู้

ข. หาตัวต่าง ข้อสอบลักษณะนี้หนักไปทางด้านเหตุผลด้านภาษาเหมือนกัน เพราะ มุ่งให้ผู้ทำข้อสอบพยายามวิเคราะห์ความหมายหรือสิ่งเกี่ยวข้องคำเหล่านั้นว่าที่แตกต่างกันเพราะอะไร ตัวอย่างเช่น

2) บ่อ สระ ทะเล

ก. น้ำ
ข. ขนาด
ค. ความลึก
ง. ประโยชน์
จ. สถานที่

3. การแก้ปัญหา

3.1 การแก้ปัญหาทั่วไป

3.1.1 ความหมายและประเภทของปัญหา

การแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ กระบวนการประยุกต์ที่นำหลักเกณฑ์ความรู้ที่มีอยู่ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ (ดุษฎี สีตลวรางค์. 2531 : 55 ; วัลลภา อารีรัตน์. 2528 : 36; Hilgard and Bower. 1975 : 615 ; Gagne. 1985 : 178) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานความคิดรวบยอด และทักษะที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลานาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ (หล้า ภาวภูตานนท์. 2538 : 8)

อดัมส์ เอลลิสและบีสัน (Adams, Ellid and Beeson. 1977 : 173-174) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่า คือสถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่า จะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา นั้นคือ การได้มาซึ่งคำตอบปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

ได้มีผู้ให้ความหมายของปัญหาในทำนองเดียวกันนี้อีกหลายคน เช่น เดย์ (Day. 1986 : 14) แคนโทว์สกี (Kantowski. 1980 : 195) ครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993 : 6) สำหรับชาร์ลและเลสเตอร์ (Charles and Lester. 1982 : 5) ได้ให้ความหมายของปัญหาทำนองเดียวกัน แต่ได้เพิ่มประเด็นว่าจะถือว่าเป็นปัญหา เมื่อบุคคลนั้นต้องการหรืออยากที่จะหาคำตอบ และต้องมีความมานะพยายามในการหาคำตอบ ซึ่งได้มีผู้แบ่งปัญหาออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท (Polya. 1957 : 23-29) คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นคว้า เป็นปัญหาให้ค้นคว้าหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือให้หาวิธีการคำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท (Reys. Suydum and Linquisr. 1992 : 29) คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก
ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. พิจารณาตามลักษณะของปัญหา บิทเทอร์ แฮทฟิลด์ และ เอดเวิดส์ (Bitter,Hartfield and Edwards. 1989 : 37) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะคือ

3.1 ปัญหาปลายเปิด (Opend - Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

3.2 ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี

3.3 ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

4. พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก ชาร์ลและเลสเตอร์ (Charles and Lester. 1985 : 6 -10) ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภทดังนี้

4.1 ปัญหาที่ใช้ฝึก เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอบวิธี และการคำนวณเบื้องต้น

4.2 ปัญหาข้อความอย่างง่าย เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจมโนมติทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคำนวณ

4.3 ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 ขั้นตอน

4.4 ปัญหาที่เป็นกระบวนการ เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจวางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

4.5 ปัญหาการประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนมติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูลและต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนมติ และข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

4.6 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

การแก้ปัญหา เป็นความเกี่ยวโยงระหว่างประสบการณ์เดิม ความรู้ ความเข้าใจ และการดำเนินการที่ใช้ข้อมูลที่กำหนดแล้วสังเคราะห์เป็นข้อค้นพบที่เป็นคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาจะหมายถึง กระบวนการทั้งหมดในการแก้ปัญหาไม่ใช่แค่ผลลัพธ์สุดท้าย โพลยา (Kaur. 1993 : 71 ; citing Polya. 1969. *Mathematics in Commonweath Schools*. p. 27-34) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาทั้งปัญญาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ต่างก็มีความสำคัญ แต่มีจุดหมายที่ต่างกันคือ ปัญหาธรรมดามีจุดหมายที่เฉพาะเจาะจง เกี่ยวกับการใช้กฎต่าง ๆ เป็นการมุ่งฝึกกระบวนการและความหมาย ไม่ได้ต้องการที่จะให้คิดสร้างหรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในการหาคำตอบของปัญหา นอกจากนี้ เข้ายังกล่าวว่าการศึกษาระดับมัธยมศึกษาไม่สามารถบรรลุเป้าหมายขั้นสูงได้ถ้าปราศจากการใช้การแก้ปัญหาแปลกใหม่ในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนการสอนในชั้นเรียนอย่างเหมาะสม

3.1.2 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Problem Solving Strategies)

เมื่อพบปัญหา บุคคลต้องสืบค้นสถานการณ์ และเลือกยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ นักแก้ปัญหาที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีที่เผชิญปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีหลากหลาย (Kennedy. 1984 : 82)

1. การหารูปแบบ
2. การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ
3. สร้างรูปแบบ
4. สร้างตารางหรือกราฟ
5. การเดาและตรวจสอบ
6. แจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
7. เขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์
8. การดำเนินการแบบย้อนกลับ
9. ระบุข้อมูลที่ต้องการและข้อมูลที่กำหนดให้
10. แบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ หรือเปลี่ยนมุมมองปัญหา

นอกจากนี้ แฮทฟิลด์ เอดเวิดส์ และ บิลเทอร์ (Hertfield, Edwards and Bilter. 1993 : 55-60) ได้เสนอยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับของแคนเนดี้ แต่ได้เพิ่มยุทธวิธีอื่น ๆ อีก เช่น

การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาสูตรและเขียนสมการ

การเทียบเคียงกับปัญหาอื่น

การเขียนแผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการนำเสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน สิ่งที่จะต้องตระหนักอยู่เสมอ (Kennedy. 1984 : 82-83) คือ

1. ยุทธวิธีทั้งหลายสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาที่มีอยู่หลากหลาย
2. ยุทธวิธีสามารถประยุกต์ใช้ในแนวทางต่างกัน สำหรับปัญหาที่ต่างกัน
3. การแก้ปัญหาสามารถแก้ได้หลากหลายวิธี ไม่จำเป็นเสมอไปที่จะใช้ยุทธวิธีที่เฉพาะเจาะจงกับปัญหาที่กำหนด
4. นักเรียนจะไม่บรรลุผลในระดับเดียวกันทั้งหมดในการใช้แต่ละยุทธวิธี
5. กระบวนการเลือกใช้ยุทธวิธีมีความสำคัญพอ ๆ กับความถูกต้องของการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาได้คำตอบไม่ถูกต้อง นักเรียนควรมีโอกาสเลือกและลองใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น ๆ
6. นักเรียนทุกคนต้องการโอกาสที่จะเรียนและใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

การที่จะแก้ปัญหาได้นั้น ยุทธวิธีนับว่ามีความสำคัญ ยุทธวิธีนั้นมีหลากหลาย การรู้จักเลือกใช้ยุทธวิธีให้เหมาะสมกับปัญหา นอกจากจะส่งผลให้แก้ปัญหาได้แล้ว ยังอาจมีผลต่อวิธีการแก้ปัญหาให้ง่ายและสั้นอีกด้วย

3.1.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

เมื่อมีกระบวนการและยุทธวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ก็ยังไม่ได้ประกันว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้ดี เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ใช่ความสามารถที่เป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดตายตัว ต้องมีการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบการคิดและการแก้ปัญหาใหม่ ๆ เสมอ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความสามารถหลาย ๆ ด้าน อดัมส์ เอลลิส และบีสัน (Adams, Ellis and Beeson. 1977 : 174-175) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ด้านคือ

1. สติปัญญา (Intelligence)
2. การอ่าน (Reading)
3. ทักษะพื้นฐาน (Basic Skills)

บารูดี้ (Baroody. 1993 : 2-10) กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับ มโนมติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Factor) ซึ่งจะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน

3. องค์ประกอบทางด้านการคิดโดยใช้เหตุผลขั้นสูง (Metacognitive Factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่า ทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

นอกจากจะมีความรู้ความเข้าใจ มียุทธวิธีและการสังเคราะห์ความคิดในการแก้ปัญหา มีความรู้สึกที่ดีเป็นแรงขับเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว บารูดี้ (Baroody. 1993 : 2-10) ยังกล่าวย้ำว่า นักแก้ปัญหาที่ดี จะต้องมีความยืดหยุ่น เพราะความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับทรัพยากรที่มีอยู่ในลักษณะบูรณาการองค์ความรู้ในการแก้ปัญหา

เฮดเดนส์ และ สเพียร์ (Heddens and Speer. 1992 : 34-35) ได้กล่าวถึงความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาว่า ขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการรับรู้
2. ความสามารถภายในตัวบุคคล
3. เทคนิคการประมวลผลข้อมูล
4. พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
5. ความต้องการที่จะหาคำตอบ
6. ความมั่นใจในความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

การจัดบรรยากาศในห้องเรียนส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ฉะนั้นครูจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียน ที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้นให้เหตุผลและสื่อสารนั้น

เวลานับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องมีเวลาเพียงพอในการแก้ปัญหา แต่ละคนต้องการเวลาในการแก้ปัญหาไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

ฮาร์ (Hart. 1993 : 169-170) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือในกลุ่มย่อย พบว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดี 3 ประการคือ

1. ความร่วมมือกันในกลุ่ม
2. ความช่วยเหลือกันในกลุ่ม
3. ปทัสถานทางสังคมในกลุ่มย่อย

นอกจากนี้ ฮาร์ท ยังพบว่า องค์ประกอบที่ขัดขวางพฤติกรรมในการแก้ปัญหา 4 ประการ คือ

1. ขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหา
2. มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
3. ขาดการติดตามหรือวางระบบความคิด
4. เชื่อว่าจะไม่สามารถประสบผลสำเร็จ

3.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.1 ความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์เป็นรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหาที่ต้องใช้หลักการและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาประมวลเข้ากับสถานการณ์ปัญหาใหม่ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 53)

การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ (Lester. 1977 : 12) และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตรและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หลายหน่วยงานที่รับผิดชอบและดูแลการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่างก็ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา ดังเช่น ในปี ค.ศ. 1977 สมาคมศึกษานิเทศน์ในสหรัฐอเมริกา (NCSM. 1977 : 19-22) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรกในจำนวนทักษะพื้นฐานที่จำเป็น 10 ประการ ทำนองเดียวกันในปี ค.ศ. 1980 สมาคมครูคณิตศาสตร์สมาคมศึกษานิเทศก์ ในสหรัฐอเมริกา (NCSM. 1977 : 19 – 22) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรก ในจำนวนทักษะพื้นฐานที่จำเป็น 10 ประการ ทำนองเดียวกันในปี ค.ศ. 1980 สมาคมครูคณิตศาสตร์ ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1980 : 1 – 3) ได้เสนอให้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญของหลักสูตร เป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อผลักดันให้การแก้ปัญหาบรรลุตามเป้าหมาย ในปี ค.ศ. 1989 สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดเป้าหมายและแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนไว้ใน Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics โดยระบุเป้าหมายแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน ตลอดจนแนวการวัดผลประเมินผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน (NCTM. 1989) ในส่วนของการสอน เบลล์ (Bell. 1987 : 311) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่าการแก้ปัญหามีความสำคัญ และเหมาะที่จะใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ และเป็นเครื่องมือช่วยให้ประยุกต์ศักยภาพเหล่านั้นไปสู่สถานการใหม่ การแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนมติ และหลักการต่าง ๆ โดยการแสดงการประยุกต์ใช้ในคณิตศาสตร์เองและที่สัมพันธ์กับสาขาวิชาอื่น ๆ นอกจากนี้ เพอดิคาริส (Perdikaris. 1993 : 423) ยังได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่าเป็นการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ที่จะนำไปสู่แนวความคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการแก่นักเรียน เช่น ความใฝ่รู้ ความอยากรู้อยากเห็น

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ภาษา หรือโจทย์เรื่องราว หรือโจทย์เชิงสนทนาที่ไม่คุ้นเคย เหตุผล ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่า ใช้วิธีการใดแก้โจทย์ปัญหา (Adams, Ellis and Beeson. 1977 : 178 ; ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 52) ดังนั้นการแก้ปัญหาต้องอาศัยทักษะหลาย ๆ ทักษะ เช่น ทักษะการอ่าน ทักษะการวิเคราะห์ปัญหา ทักษะการคิดคำนวณ การมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มาประกอบกัน จึงจะสามารถบรรลุผลสำเร็จในการแก้ปัญหา (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2526 : 427)

3.2.2 รูปแบบของโจทย์ปัญหา

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

1. โจทย์ปัญหาปกติ (Routine Problem) คือโจทย์ปัญหาที่มุ่งเน้นฝึกทักษะใดทักษะหนึ่งใช้หลักการและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยาก มีข้อมูลที่จำเป็นและมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว
2. โจทย์ปัญหาไม่ปกติ (Nonroutine Problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง มีข้อมูลทั้งจำเป็นและไม่จำเป็น ใช้หลักการและกฎเกณฑ์ที่ซับซ้อน เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล คำตอบอาจจะมีมากกว่า 1 คำตอบ

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

1. เป็นปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสังเกต
3. เป็นปัญหาที่มีคำตอบไม่ชัดเจนเหมาะสำหรับการอภิปรายกลุ่ม
4. เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับมโนมติและการประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์
5. เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการหรือรูปแบบทั่วไปของการแก้ปัญหา
6. เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรืออาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 62) เสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นคำตอบ ที่อยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือวิธีการ คำอธิบาย ให้เหตุผล
2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

3.2.3 กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process)

การมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ดี และกระบวนการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคณิตศาสตร์ เพราะคำตอบของปัญหาที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่น ๆ ได้ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Predikaris. 1993 *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. p. 432) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปคือกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Polya. 1957. *How To Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. p. 16 –17) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) นั้นคือเข้าใจว่า อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ หากเกิดความกำกวม ลักลั่น หรือขัดแย้ง ควรใช้การวาดรูปและควรแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษจะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมา หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้ และรู้จักทฤษฎีที่จะแก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสิ่งที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยพบ มาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการในการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ หรืออาจจะใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าว ๆ

ในขั้นการตรวจสอบ นอกจากจะเป็นการตรวจสอบผลที่ได้ว่าถูกต้องเหมาะสมแล้ว อาจปรับเปลี่ยนเงื่อนไขบางประการแล้วหาข้อสรุปและผลสรุปในรูปการแก้ปัญหาในรูปทั่วไป ซึ่ง วิลสัน, เฟอร์นันเดซ และ ฮาดเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Wilson, Femandez and Hadaway. 1993. *Research Ideas for the Classroom, High School.* p. 60-62) มองว่ารูปแบบดังกล่าวมีข้อบกพร่องดังนี้

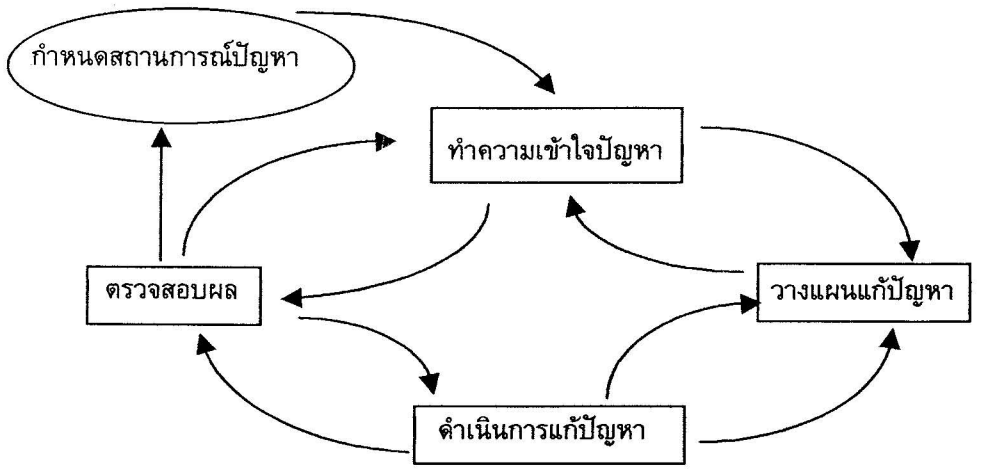
ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในแนวตรงเสมอ

การแก้ปัญหาเป็นดังเช่นชุดขั้นตอน

ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องจำ ต้องฝึกและต้องกระทำซ้ำ ๆ

เป็นการเน้นการได้มาเพียงคำตอบ

จากข้อบกพร่องข้างต้นวิลสัน, เฟอร์นันเดซ และ ฮาดเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Wilson, Femandez and Hadaway. 1993. *Research Ideas for the Classroom, High School.* p. 60-62)ได้ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของ โพยา โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัตร (Dynamic) และเป็นวงจรของขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาดังแผนภาพต่อไปนี้



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

ลูกศรเป็นการแสดงการพิจารณาตัดสินใจที่เป็นการดำเนินการทำงาน จากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่งหรืออาจจะพิจารณาย้อนกลับไปยังขั้นตอนเดิมหากมีปัญหาหรือข้อสงสัยจะเห็นว่ากระบวนการไม่จำเป็นต้องเป็นแนวตรงตามรูปแบบเดิม เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นตอนแรก คือ ทำความเข้าใจปัญหาแล้วดำเนินการไปสู่ขั้นการวางแผนระหว่างการดำเนินการนั้นนักเรียนอาจค้นพบสิ่งที่ทำให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้แต่ไม่สามารถดำเนินการได้นักเรียนอาจจะกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป

3.2.3 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บลูม (Bloom. 1971 : 81) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของวิชาคณิตศาสตร์ว่า ในด้านการพัฒนาสติ-ปัญญา (Cognitive Comain) นั้นเป็นการพัฒนาทางความรู้ (Knowledge) ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Ability) และทักษะ (Skill) และได้แบ่งโครงสร้างของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ 5 ด้านคือ

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

ซาลิวสกี (Zalewski. 1978 :2804-A) ได้ศึกษาองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า สิ่งที่เป็นองค์ประกอบมีดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์
2. ความสามารถในกาจัดกระทำ
3. ความสามารถในการอ่านและตีความ

4. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts)

5. ทักษะในการคำนวณ (Computation Skill)

เกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2529 : 147) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา โดยพิจารณาแยกแยะระหว่างสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา

2. จากสิ่งที่กำหนดให้ แปลงให้อยู่ในรูปที่เห็นชัดขึ้น โดยใช้แผนภาพ หรือรูปภาพประกอบ

3. จากแผนภาพที่สร้างขึ้น พิจารณาหาเงื่อนไขอื่น ๆ เพิ่มเติม โดยอาศัย คุณสมบัติ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

4. ในบรรดาสิ่งที่กำหนดให้กับเงื่อนไขที่ได้เพิ่มเติม มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร หรือมีเงื่อนไขอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่

5. คิดหาวิธีการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงปัญหาที่คล้ายคลึงกัน และทดลองเลียนแบบวิธีการแก้ปัญหา หรืออาจวิเคราะห์จากสิ่งที่โจทย์ต้องการ พิจารณาดูว่าต้องมีเงื่อนไขใดอีกบ้างจึงจะได้สิ่งที่ต้องการ และเงื่อนไขนั้นจะพบได้อย่างไร

6. เรียบเรียงจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

7. ทดสอบคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่

8. ถ้าการแก้ปัญหาทำได้หลายวิธี เลือกวิธีที่สั้น และง่ายที่สุด

โรเบิร์ต จอห์นสัน (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์. หน้า 141 ; อ้างอิงจาก Johnson. 1977. *The Arithmetic teacher.*) กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาต้องใช้กระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน มโนมติ และทักษะที่เกี่ยวโยงกับปัญหานั้น ๆ การที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้พื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มโนมติ และทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวกับปัญหานั้น มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ

2. มีความสามารถในการแปลข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ

3. มีความสามารถในการวิเคราะห์หาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เก่า

4. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน การวิเคราะห์หารูปแบบและการหาข้อสรุป

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524. 99) ได้เสนอแนะลักษณะการแสดงออกของพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ทักษะการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการคิดคำนวณได้อย่างคล่องแคล่วแม่นยำหรือแทนค่าสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง ในเวลาที่กำหนดให้ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การแก้สมการอย่างง่าย ๆ ไม่สับซ้อน และการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ

2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการ ตีความ ขยายความ สรุปผล เปรียบเทียบบอกขั้นตอนก่อนหลัง เช่น สามารถบอกว่า คู่อันดับใดสอดคล้องกับสมการที่กำหนดให้ได้

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ทั้งที่เคยพบเห็นและไม่เคยพบเห็นมาก่อน โดยอาศัยการคิดคำนวณ การให้เหตุผลและมโนมติต่าง ๆ ประมวลเข้าด้วยกันในการแก้ปัญหานั้น ๆ ตลอดจนความสามารถในการติดตามการพิสูจน์

สำหรับการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีของเธอร์สโตน (Thurstone. 1947 : 121) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านตัวเลขหรือด้านคณิตศาสตร์นั้น คือ สมรรถภาพในการที่จะเข้าใจ และความสามารถด้านตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้นผู้ที่มีความชำนาญ คล่องแคล่วแม่นยำมาก ก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนั้นสูง ลักษณะข้อสอบประเภทนี้มีโครงสร้าง ดังนี้

1. ข้อสอบประเภททักษะ เป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณ

2. ข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับการย่นหรือการขยายกฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และมโนในความคิดแบบนามธรรม นั้นคือ เมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปภาษา หรือสัญลักษณ์ ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่

3. ข้อสอบประเภทปัญหาโจทย์เป็นการวัดสมรรถภาพด้านการแก้ปัญหา แบบทดสอบประเภทนี้ประกอบด้วย คำถามโจทย์ปัญหาทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลักษณะคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความ ให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลข จำนวน และการใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้เป็นความสามารถการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วต้องเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตร

ล้วน สายยศ (2518 : 26 –30) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกข้อสอบคณิตศาสตร์ ว่าควรเน้น 3 ประการ คือ คณิตศาสตร์ทักษะ คณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา เพื่อจะได้รู้จุดบกพร่องในการคิดคณิตศาสตร์ของเด็กเมื่อเด็กบกพร่องด้านใดจะได้สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นการแก้ปัญหาตั้งแต่จุดเริ่มต้น

ก. คณิตศาสตร์ทักษะ ในที่นี้หมายถึง ความคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ถอดราก หรือทำเลขเศษซ้อนได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ในเวลาที่กำหนดได้

ข. คณิตศาสตร์เหตุผล การออกข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้ จะถามเน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และการประเมินค่า

ค. คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา การเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์แบบโจทย์ปัญหานั้น มุ่งตรวจสอบผลสัมฤทธิ์สุดท้ายในการคิด นั่นคือ สร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา แล้วหาดูว่าผลลัพธ์เป็นเท่าไรนั่นเอง วิธีการหรือเหตุผลเป็นอย่างไร ข้อสอบลักษณะนี้ไม่สนใจ สนใจแต่คำตอบสุดท้ายจาการแก้ปัญหาเมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ ขึ้นเท่านั้น

ชวาล แพรัตกุล (2517 : 46 – 47) ได้ชี้ให้เห็นว่า โครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับวัดทักษะหรือความคล่องแคล่วแม่นยำในการคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบสำหรับวัดความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่า แบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลข ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ เทียบได้กับความสามารถในการสะกดคำของวิชาภาษาไทย ฉะนั้นโครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการให้มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเลย จัดว่าเป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณตัวเลขโดยเฉพาะ

2. แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วย คำถามประเภทโจทย์ต่าง ๆ ทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไป แต่ลีลาคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความหมาย และการให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวน กับวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นสำคัญ คำถามประเภทโจทย์ปัญหานี้มิได้หมายถึงคำถามที่ให้นักเรียนนำตัวเลขไปแทนค่าในสูตรโดยตรง ดังเช่น ในเรื่องการหาดอกเบี้ยหรือให้หาพื้นที่ของวงกลมเลย เพราะคำถามชนิดนี้ไม่มีลักษณะเป็นปัญหา แต่เป็นการวัดความสามารถในการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วก็เอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตรเท่านั้นเอง

3. แบบทดสอบประเภทเหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในการคิดแบบนามธรรม นั่นคือ ต้องการวัดว่าเมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วเขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่ แบบทดสอบประเภทนี้จะช่วยให้ครู-อาจารย์ได้ทราบว่าหลังจากเรียนเนื้อหาต่าง ๆ แล้ว นักเรียนเกิดความคิดในเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณเหล่านั้นหรือไม่ หรือเพียงแต่จำสูตรและวิธีการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการในกฎเกณฑ์เหล่านั้นเลย

4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

คูลแมน และแอนเดอร์สัน (Johnson. 1955 : 411 ; citing Kuhlman and Anderson.n.d. *The Psychology of Thought and Judgement.*) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผล สติปัญญาและองค์ประกอบด้านภาษาของเด็กเกรด 8 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลกับสติปัญญาเท่ากับ .22 และการติดหาเหตุผลกับองค์ประกอบด้านภาษาเท่ากับ .52

เธอสโตน (Johnson. 1955 : 410 ; citing Thurstone.n.d *The Journal of Educational Research.*) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการคิดหาเหตุผลกับความสามารถด้านต่าง ๆ โดยศึกษากับเด็กอายุ 10 –18 มีจำนวน 1,000 คนพบว่า การคิดหาเหตุผลกับความสามารถด้านจำนวนเท่ากับ .54 ด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำเท่ากับ .48 ด้านภาษาเท่ากับ .54 ด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ .38 ด้านความจำเท่ากับ .39 และด้านความสามารถทั่วไปเท่ากับ .84

ฮารูตูเนียน (วรนุช สิริภาพ. 2524 : 21 : อ้างอิงจาก Harootunion. 1959 : 203 – 204. *Dissertation Abstract International.*) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผล การเรียนรู้ และสติปัญญาของเด็กเกรด 8 จำนวน 88 คน โดยใช้แบบทดสอบการคิดหาเหตุผล 3 ชุด คือ The Davis-Eells Games, Number Series และ Maw Critical Thinking พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนกับสติปัญญาอยู่ระหว่าง 0.14 – 0.65 สติปัญญากับการคิดหาเหตุผล 0.43 – 0.63 และการเรียนรู้กับการคิดหาเหตุผล 0.06 – 0.58 ในปีเดียวกัน สตินสัน (วรนุช สิริภาพ. 2524 : 21 ; อ้างอิงจาก Stinson.1959 : 103 – 104. *The Journal of Educational Research.*) ได้ใช้แบบทดสอบDATเป็นตัวพยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนักเรียนจากเมเปิลวู้ด มิสซูรี (Maplewood Missuri) พบว่าแบบทดสอบด้านเหตุผลกับเกรดเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.34

กูดแมน (Goodman. 1961 : 436) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี โดยศึกษากับนักเรียนระดับวิทยาลัย 113 คน ปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิชาเคมี กับความสามารถด้านเหตุผลเท่ากับ 0.43 มิติสัมพันธ์เท่ากับ 0.25 ภาษา

เท่ากับ 0.28 และความจำเท่ากับ 0.25 ซึ่งจากการศึกษาของกูดแมนจะเห็นวิชาเคมีมีความสัมพันธ์กับความสามารถทางสมองด้านเหตุผลมากที่สุด

อดัมส์ และ ทอร์เกอร์สัน (Adams and Torgerson. 1964 : 124 – 134) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดหาเหตุผล และพบว่าประกอบด้วยความสามารถของสมองด้านการคิดคำนวณด้านเหตุผลทั่วไป ด้านการคิดหาเหตุผลแบบอนุมาน และด้านความสัมพันธ์ของการคิด

เว็บบ์ (Webb. 1975 : 2689-A) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสำรวจกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถทางความรู้ ความจำ ซึ่งได้แก่ ภาษา แบบการคิด มิติสัมพันธ์ เหตุผลและการแก้ปัญหาผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูง

สโตนเวอเตอร์ (Stonewater. 1977 : 2602-2603-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับความถนัดทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนเทอมแรกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมิชิแกน จำนวน 27 คน เมื่อวิเคราะห์ผลโดยการหาค่าสหสัมพันธ์แบบเปียร์สัน ผลปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหากับความถนัดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คลาสสัน (Claskson. 1979 : 4101-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการการแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 ทำการทดสอบความสามารถในการแปลโจทย์ปัญหาสามแบบคือ สัญลักษณ์ที่เป็นภาษา (Verbal-Symbolic) สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ (Smybolic- Smybolic) และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ (Pictoral-Smybolic) พบว่าการแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งสามแบบมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และคนที่มีความสามารถในการแปลความหมายต่างกันจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทักษะในการแปลความหมายโจทย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา

4.2 งานวิจัยในประเทศ

สวรรค์ อ่อนนาค (2511: 59-60) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล และความเชื่อในคติชาวบ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลสามฉบับ คือ แบบทดสอบจัดประเภท อุปมาอุปไมย สรุปความและแบบสอบถามความเชื่อในคติชาวบ้านของนักเรียน รวมทั้งคะแนนสอบปรายปีวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเหตุผล ความเชื่อในคติชาวบ้านที่มีเหตุผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติที่ระดับ .01

ดำย เชี่ยงฉี (2519 : 32 – 70) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนราษฎร์และโรงเรียน รัฐบาล จำนวน 318 คน ตัวพยากรณ์ได้แก่ สมรรถภาพสมองทางด้านตัวเลข ภาษา เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความจำและการรับรู้ ตัวเกณฑ์ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขพีชคณิต เรขาคณิต และคะแนนรวมในหมวดคณิตศาสตร์ที่สอบไล่ปลายปี ผลพบว่าสหสัมพันธ์พหุคุณมีค่าเท่ากับ .60 - .70 ตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเลขพีชคณิต ได้แก่ สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลข เหตุผลภาษา และของวิชาเรขาคณิต ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล ภาษา จำนวนตัวเลข และมิติสัมพันธ์

พิกุล เกตุประดิษฐ์ (2522 : 69 – 71) ศึกษาองค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 934 คน พบว่า องค์ประกอบด้านความถนัดทางการเรียนที่พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีคือ องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์

วิชัย พาณิชย์สวย (2522 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์ กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กับความคิดแบบ เอกนัยทางสัญลักษณ์ มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.496

สุทธิพงษ์ สุขะจิระ (2522 : 32-77) ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาประวัติศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 มัธยมศึกษาปีที่ 3 ป.ก.ศ. และ ป.ก.ศ.สูง จำนวน 733 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล ภาษา การรับรู้ มิติสัมพันธ์ และความจำ พบว่า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์ด้านการรับรู้เท่ากับ .25 ด้านภาษาเท่ากับ .35 และด้านความจำเท่ากับ .57 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ -.44 การรับรู้ เท่ากับ .18 ภาษาเท่ากับ .21 เหตุผลเท่ากับ .37 และความจำเท่ากับ .75 ชั้น ป.ก.ศ. ค่าสหสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ -.63 ความจำเท่ากับ .62 และการรับรู้เท่ากับ .88 ส่วนชั้น ป.ก.ศ.สูง ค่าสหสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ .23 และด้านเหตุผลเท่ากับ .84

จรรยา ภูอุดท (2524 : 48-54) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินครู โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 6 โรงเรียน เป็นนักเรียนชาย 235 คน นักเรียนหญิง 190 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยทุกวิชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย

สุชาติ ลี้ตระกูล (2524 : 67) ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 422 คน พบว่า คะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษา และด้านเหตุผล สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .61 และ .71 ตามลำดับ

จันทร์เพ็ญ ธนาศุภกรกุล (2526 : 63-65) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายสมร ชาติยานนท์ (2526 : 83) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจริยธรรมกับความสามารถด้านเหตุผล และกับการอบรมเลี้ยงดูของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า จริยธรรม กับความสามารถด้านเหตุผลด้านการสรุป มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กมล ชื่นทองคำ (2527 : 87) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานประถมศึกษากรุงเทพมหานคร พบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4401

นุสรา พิมพ์อาภรณ์ (2530 : 92) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถเชิงตรรกกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานประถมศึกษากรุงเทพมหานคร พบว่าความสามารถในกาคิดเชิงตรรกกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และความคิดเชิงตรรกระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

เจนวิทย์ ครองตน (2536 : 86-88) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนและเกรดเฉลี่ยในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านบริหารธุรกิจ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใช้แบบทดสอบความถนัดด้านภาษาไทย ด้านคณิตศาสตร์ ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ ด้ายการรับรู้ และด้านการอ่านตารางและกราฟ รวม 7 ฉบับ พบว่า ในสาขาวิชาการบัญชี ความถนัดที่มีความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ย คือ ความถนัดด้านเหตุผล ด้านภาษาไทย และด้านการอ่านตารางและกราฟ

หัสยา เถียรวิทวัส (2537 : 82) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล แบบอุปมาอุปไมย แบบอนุกรมภาพ แบบสรุปความ และแบบวิเคราะห์ตัวร่วมที่ศึกษาจากนักเรียนทั้งหมดส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลแบบอุปมาอุปไมย แบบอนุกรมภาพ แบบสรุปความ และแบบวิเคราะห์ตัวร่วม ที่ศึกษาจากนักเรียนชาย ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลแบบอุปมาอุปไมย แบบสรุปความ และแบบวิเคราะห์ตัวร่วม ที่ศึกษาจากนักเรียนหญิง ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทองใบ เป็ดทิพย์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผล แต่ละด้านกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ และรวมทุกทักษะ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 554 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะด้านการวัดและการคำนวณ ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ด้านการพยากรณ์ ด้านการตีความจากข้อมูล ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการจำแนกประเภท ด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ด้านการทดลอง ด้านการตั้งสมมุติฐาน ด้านการลงสรุปจากข้อมูล ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ด้านการสังเกต รวมทุกทักษะ และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผลซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบการจัดประเภทแบบภาษา การจัดประเภทภาพทรงเรขาคณิต อุปมาอุปไมยแบบภาษา อุปมาอุปไมยภาพ ทรงเรขาคณิต สรุปความ

อนุกรมมิติ และวิเคราะห์ตัวร่วม พบว่าความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ทั้ง 7 ด้านมีความสัมพันธ์กันทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ และรวมทุกทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ยกเว้น ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 7 ด้าน กับทักษะกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการนิยามเชิงปฏิบัติการ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผล อย่างน้อย 1 ด้าน ที่ส่งผลต่อ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละด้าน และรวมทุกด้าน แต่ส่งผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการนิยามเชิงปฏิบัติการ

ธานินทร์ เสนีย์วงษ์ ณ อยุธยา (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และศึกษาว่าความสามารถทางสมองด้านใดที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนกการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดอ่างทอง ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำนวน 222 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า ความสามารถทางสมองด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล และดานการรับรู้ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถทางสมองด้านตัวเลขกับความสามารถทางสมองด้านเหตุผลมีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางสมองด้านภาษามีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ และด้านมิติสัมพันธ์ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างไม่มีนัยสำคัญ

สุทธาทิพย์ นวลหงษ์. (2542 : บทคัดย่อ). ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านเอน เอม พี(NMP) และด้าน เอน เอส พี (NSP) ในผลการคิด 5 ด้าน คือ ด้านกลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของสมรรถภาพสมองด้าน เอน เอม พี (NMP) และด้าน เอน เอส พี (NSP) ในแต่ละผลการคิดที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา พ.ศ. 2541 ในจังหวัดแพร่ จำนวน 395 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน และวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม เอส พี เอส ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างสมรรถภาพสมองด้าน เอน เอม พี (NMP) และด้าน เอน เอส พี (NSP) ในผลการคิดทั้ง 5 ด้าน กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y) มีค่าเท่ากับ .745 และ .762 ตามลำดับ ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ทุกค่า และค่าน้ำหนักความสำคัญของสมรรถภาพสมองทางการคิดเอกนัยเนื้อหาภาษา และเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านกลุ่ม (C) ด้านความสัมพันธ์ (R) ด้านการแปลงรูป (T) และด้านการประยุกต์ (I) ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านกลุ่ม (C) ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์(Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สมรรถภาพสมองทางการคิดเอกนัยเนื้อหาภาษาและเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านระบบ (S) ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมมติฐานในการค้นคว้า

1. ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน
2. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลอย่างน้อยหนึ่งด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 14 โรงเรียน มีห้องเรียน 64 ห้องเรียน และมีนักเรียนทั้งหมด 2,452 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดอ่างทอง ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวน 9 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 359 คน ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นได้ 95 เปอร์เซ็นต์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 260; อ้างอิงจาก Yamane.1967) โดยมีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งโรงเรียนเป็นสามขนาดคือ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งจากการสำรวจมีดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน มีจำนวน 30 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1,236 คน

โรงเรียนขนาดกลาง 7 โรงเรียน มีจำนวน 29 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1,055 คน

โรงเรียนขนาดเล็ก 4 โรงเรียน มีจำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 161 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนในแต่ละขนาดของโรงเรียน ให้มีขนาดละ 14% ของจำนวนห้องเรียนได้จำนวนห้องเรียนและนักเรียนจากโรงเรียนดังแสดงไว้ในตาราง

ตาราง1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน (จำนวนห้องเรียน)	จำนวนนักเรียน (ห้องเรียน)
ใหญ่	1. โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์ (10)	42 (1)
	2. โรงเรียนสตรีอ่างทอง (10)	91 (2)
	3. โรงเรียนตันติวิทยาภูมิ (10)	42 (1)
กลาง	4. โรงเรียนจินดามณี (7)	38 (1)
	5. โรงเรียนสามโก้วิทยาคม (3)	36 (1)
	6. โรงเรียนแสวงหาวิทยาคม (4)	38 (1)
	7. โรงเรียนราชสถิตย์วิทยาคม (4)	37 (1)
เล็ก	8. โรงเรียนไผ่วงวิทยา (1)	37 (1)
รวม 8 โรงเรียน (48)		359 (9)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ซึ่งผู้วิจัยสร้างโดยยึดโครงสร้างตามแนวทฤษฎีของเธอร์สโตน ทั้ง 5 ด้าน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบด้านการจำแนกประเภท จำนวน 30 ข้อ
2. แบบทดสอบด้านอุปมาอุปไมย จำนวน 30 ข้อ
3. แบบทดสอบด้านอนุกรมมิติ จำนวน 30 ข้อ
4. แบบทดสอบด้านสรุปความ จำนวน 30 ข้อ
5. แบบทดสอบด้านวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค 101) เรื่อง ทศนิยม เศษส่วน ความยาวและพื้นที่ ที่ผู้วิจัยสร้างเป็นแบบตัวเลือก 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

วิธีสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังจะเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล จำนวน 5 ฉบับ ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

1.2 ศึกษาทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากทฤษฎีความสามารถทางสมองของมนุษย์ ศึกษานิยามของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองเหตุผลตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตนทั้ง 5 ด้าน

1.3 เขียนนิยามปฏิบัติการของความสามารถด้านเหตุผล ซึ่งยึดโครงสร้างตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน ทั้ง 5 ด้าน

1.4 สร้างแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ด้านการจำแนกประเภท ด้านอุปมาอุปไมย ด้านอนุกรมมิติ ด้านสรุปความ ด้านวิเคราะห์ ตามที่นิยามไว้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ฉบับละ 50 ข้อ

1.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผลจำนวน 5 ฉบับไปให้ประธานและกรรมการตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง จากนั้นนำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล จำนวน 5 ฉบับ ที่ผ่านการพิจารณาจากประธาน และกรรมการ ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษาจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้พิจารณา และคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC สูงกว่าหรือ เท่ากับ 0.50 ซึ่งผลการพิจารณาพบว่าแบบทดสอบการจำแนกประเภท แบบทดสอบอุปมาอุปไมย แบบทดสอบอนุกรมมิติ แบบทดสอบวิเคราะห์ แต่ละฉบับมีฉบับละ 50 ข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8 ถึง 1.00 คัดเลือกไว้ทุกข้อ ส่วนแบบทดสอบสรุปความ มี 50 ข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.00 คัดเลือกไว้ทุกข้อ

1.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลทั้ง 5 ฉบับ ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ ไปทดสอบ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสตรีอ่างทอง จำนวน 98 คน โรงเรียนสามโก้วิทยาคม จำนวน 36 คน โรงเรียนโพธิ์ทองพิทยาคม จำนวน 30 คน โรงเรียนราชสถิตย์วิทยาคม จำนวน 36 คน รวมทั้งหมด 200 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนทุกคนต้องทำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ แล้วนำมาตรวจให้คะแนน แล้วนำไปวิเคราห์ หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ คือมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1.61 แบบทดสอบการจำแนกประเภท จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.84 คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.37 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.82

1.6.2 แบบทดสอบอุปมาอุปไมย จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.13 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.90 คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.38 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.90

1.6.3 แบบทดสอบอนุกรมมิติ จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.57 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.79 คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.57 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36 ถึง 0.79

1.6.4 แบบทดสอบสรุปความ จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.11 ถึง 0.38 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.72 คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.38 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.71

1.6.5 แบบทดสอบวิเคราะห์ จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.73 คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.42 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.43 ถึง 0.75

1.7 เมื่อได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกในแต่ละฉบับแล้ว นำไปทดสอบ กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์ จำนวน 92 คน โรงเรียนริ้วหว้าวิทยาคม จำนวน 34 คน โรงเรียนแสวงหาวิทยาคม จำนวน 39 คน โรงเรียนตันติ "วิเศษไชยชาญ" จำนวน 43 คน รวมทั้งสิ้น 208 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มใหม่ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยนักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ จากนั้นนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน สูตร (KR-20) ซึ่งค่าซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1.7.1 แบบทดสอบการจำแนกประเภท มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.853

1.7.2 แบบทดสอบอุปมาอุปไมย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.706

1.7.3 แบบทดสอบอนุกรมมิติ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.825

1.7.4 แบบทดสอบสรุปความ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.702

1.7.5 แบบทดสอบวิเคราะห์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.712

1.8 นำแบบทดสอบที่ได้ไปจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม แล้วนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทำการวิจัยต่อไป

2. แบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค 101) เรื่อง ทศนิยม เศษส่วน พื้นที่ผิว และปริมาตร ที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2.2 ศึกษา ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 เขียนนิยามเพื่อสร้างแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และศึกษาเนื้อหา จากหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และเอกสารที่เกี่ยวข้องในวิชาคณิตศาสตร์(ค 101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยม เศษส่วน ความยาว และพื้นที่ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชา ในการสร้างแบบทดสอบ

2.4 สร้างแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ตามนิยาม และ เนื้อหาที่กำหนด จำนวน 50 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปให้ประธานและ กรรมการตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง จากนั้นนำแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการพิจารณาจากประธานและกรรมการ ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชียวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษาจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้พิจารณา และคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC สูงกว่าหรือ เท่ากับ 0.50 ซึ่งผลการพิจารณาแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 50 ข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ และคัดเลือกไว้ทุกข้อ

2.6 นำแบบทดสอบแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพด้านความเทียงตรงเชิงพินิจ ไปทดสอบ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสตรีอ่างทอง จำนวน 98 คน โรงเรียนสามโก้วิทยาคม จำนวน 36 คน โรงเรียนโพธิ์ทองพิทยาคม จำนวน 30 คน โรงเรียนราชสถิตย์วิทยาคม จำนวน 36 คน รวมทั้งหมด 200 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนแล้วนำไปวิเคราห์ หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ คือมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 0.64 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.75 คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.64 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.75

2.7 เมื่อได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกนำไปทดสอบ กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์ จำนวน 92 คน โรงเรียนริ้วหว้าวิทยาคม จำนวน 34 คน โรงเรียนแสวงหาวิทยาคม จำนวน 39 คน โรงเรียนตันติ "วิเศษไชยชาญ" จำนวน 43 คน รวมทั้งสิ้น 208 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มใหม่ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน สูตร (KR-20) ซึ่งค่าซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.705

2.8 นำแบบทดสอบที่ได้ไปจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม แล้วนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทำการวิจัยต่อไป

ลักษณะของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะ ดังนี้

1. แบบทดสอบการจำแนกประเภท เป็นแบบจำแนกประเภทแบบภาษา แบบจำแนกประเภทแบบรูปทรงเรขาคณิต ดังตัวอย่างข้อ (0) และ (00) ดังนี้

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสิ่งที่กำหนดว่าข้อใด**ไม่**เข้าพวก

(0) ก. บวบ
ข. มะระ
(ค.) มันเทศ
ง. ฝักทอง
จ. แตงกวา

(00) **ก.** 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

2. แบบทดสอบอุปมาอุปไมย เป็นแบบอุปมาอุปไมยแบบภาษา อุปมาอุปไมยแบบรูปทรงเรขาคณิต ดังตัวอย่างข้อ (0) และ (00) ดังนี้

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้ของคู่หน้า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาพิจารณากาคำตอบ

(0) พู่กัน : สี → ปากกา : ?

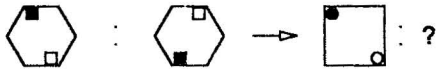
ก. ขีด

ข. วาด

(ค.) หมึก

ง. เขียน

จ. กระดาษ

(00)  : ?

ก. 

ข. 

ค. 

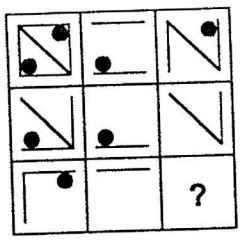
ง. 

จ. 

3. แบบทดสอบอนุกรมมิติ เป็นแบบทดสอบอนุกรมมิติ ดังตัวอย่างข้อ (0) ดังนี้

คำชี้แจง จากรูปภาพที่กำหนดให้ รูปภาพนั้นจะมีความสัมพันธ์กันในแนวตั้งและแนวนอน ให้หาว่ารูปตรงเครื่องหมาย **?** ควรเป็นรูปใด

(0)



ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

4. แบบทดสอบสรุปความ ดังตัวอย่างข้อ (0) ดังนี้

คำชี้แจง จากข้อความที่กำหนดต่อไปนี้จงหาข้อสรุป

(0) สุชาติแก่กว่าสมชาย อุมาพรอ่อนกว่าบุบผา บุบผาอ่อนกว่าสมชาย สุชาติเป็น น้องยุติ ใครอายุน้อยที่สุด

ก. ยุติ

ข. บุบผา

ค. สุชาติ

ง. สมชาย

(จ.) อุมาพร

5. แบบทดสอบแบบวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบวิเคราะห์ตัวร่วม แบบวิเคราะห์ตัวต่าง ดังตัวอย่างข้อ (0) และ (00) ดังนี้

คำชี้แจง แบบวิเคราะห์ตัวร่วมให้พิจารณาว่าสิ่งที่กำหนดให้มีลักษณะร่วมกันอย่างไร และแบบทดสอบวิเคราะห์ตัวต่างให้พิจารณาว่าสิ่งที่กำหนดให้มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

แบบวิเคราะห์ตัวร่วม

(0) มะนาว ฟุตบอล ลูกเปตอง

ก. กีฬา

ข. ขนาด

ค. ของเล่น

ง. วงกลม

(จ.) ทรงกลม

แบบวิเคราะห์ตัวต่าง

(00) นักเรียน นักการ ครู

ก. อายุ

ข. เพศ

(ค.) หน้าที่

ง. ความรู้

จ. ความสำคัญ

ลักษณะของแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างข้อ (0) ดังนี้

คำชี้แจง จากโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ ให้ใช้ความรู้ที่เรียนมาหาคำตอบ

(0) ณรงค์เลี้ยงไก่ไว้ 126 ตัว ปรากฏว่าตายไปเสีย $\frac{1}{9}$ ของทั้งหมด ไก่ที่เหลือขายไปตัวละ 40 บาท ณรงค์จะได้เงินเท่าไรจากการขายไก่

ก. 4,230 บาท

(ข.) 4,480 บาท

ค. 4,520 บาท

ง. 4,850 บาท

จ. 5,240 บาท

เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นดังนี้ ให้ 1 คะแนน เมื่อตอบถูก และให้ 0 คะแนน เมื่อตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ

เกณฑ์การแปลความหมาย

การแปลความหมายคะแนนใช้หลักครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเป็นหลัก ในแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ฉบับนี้มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ดังนั้นครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม 15 คะแนน จึงแปลความหมายคะแนนดังนี้

ถ้าได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 20 คะแนน แสดงว่ามีความสามารถอยู่ในระดับสูง

ถ้าได้คะแนนเท่ากับ 15 แต่น้อยกว่า 20 คะแนน แสดงว่ามีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ถ้าได้คะแนนเท่ากับ 15 คะแนนแสดงว่ามีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง

ถ้าได้คะแนนเท่ากับ 10 แต่น้อยกว่า 15 คะแนน แสดงว่ามีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

ถ้าได้คะแนนต่ำกว่า 10 คะแนนแสดงว่ามีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือติดต่อและขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเพื่อนัดหมายวันและเวลาเพื่อนำแบบทดสอบไปทำการทดสอบ

2. จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ถึง 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

4. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบแต่ละฉบับ บอกวัตถุประสงค์ในการสอบ และขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความจริงและทำการทดสอบความสามารถทางสมอง โดยแบ่งสอบดังนี้คือครั้งแรก 3 ฉบับ แล้วพัก 5 นาที จึงสอบอีก 2 ฉบับ พัก 5 นาที และทำการสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลยหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน

6. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสถิติ และทดสอบสมมุติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย

การวิเคราะห์ มีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ฉบับ และแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. หาค่าสหสัมพันธ์แบบธรรมดา และแบบสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

3. หาค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight) ของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผลเพื่อหาค่าความยาก ค่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) และค่าอำนาจจำแนก (r)

1.1.1 ค่าความยากง่ายโดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 196)

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

เมื่อ P แทน ดัชนีค่าความยากง่าย
R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

1.1.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยสูตรสหสัมพันธ์พอยท์แบบไบซีเรียล (Biserial correlation) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 214-215)

$$r_{p.bis} = \frac{\overline{X}p - \overline{X}}{S_1}\sqrt{\frac{p}{q}}$$

เมื่อ r_{bis} แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ
$\overline{X}_p$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นถูก
$\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบ
S_1 แทน คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบฉบับนั้น
p แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นถูก
q แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นถูก

1.1.3 ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity)โดยใช้คำนวณจากสูตรของ โรวิเนนลี และแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และองคณา สายยศ. 2539 : 249 ; อ้างอิงจาก Rovinelli and Hambleton. 1977. *Dutch Joumal for Educational Research.* p.49-60)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชียวชาญ

1.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบแบบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผลและแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน สูตร 20 (Kurder – Richardson KR-20) (Guilford. 1965 : 459)

$$r_{tt} = \frac{N}{N-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^{\,2}}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

N แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

$s_t^{\,2}$ แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation Coefficient) โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531 :70)

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

เมื่อ r_{XY} แทน สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนตัวแปร X กับตัวแปร Y

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน X

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนน Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณ X กับ Y ทุกคู่

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ t- test (Edwards. 1954 : 303)

$$t = r\sqrt{\frac{N-2}{1-r^2}} \qquad ; df = N-2$$

เมื่อ t แทน ค่าจากการแจกแจงแบบที

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

N แทน จำนวนคู่ของการสังเกตในกลุ่มตัวอย่าง

2.3 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้สูตร (Kerlinger and pedhazur. 1973 : 75)

$$R^2_{y.123...n} = \sum \beta_i r_{iy}$$

เมื่อ $R^2_{y.123...n}$ แทน ค่าความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวแปรอิสระตัวที่ i ถึง n กับตัวเกณฑ์ (Y)

β_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i ในรูปคะแนนมาตรฐาน

r_{iy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระตัวที่ i กับตัวเกณฑ์ (Y)

2.4 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้สูตร F-test (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 1973 : 63)

$$F = \frac{R^2}{(1-R^2)} \cdot \frac{(N-k-1)}{k} \quad ; df = k, df_2 = N-k-1$$

เมื่อ F แทน ค่าการแจกแจงแบบเอฟ (F - distribution)

R แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

k แทน จำนวนตัวแปร

2.5 ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) โดยใช้สูตร (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 63)

$$b_i = \beta_i \frac{S_y}{S_i}$$

เมื่อ b_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i ในรูปคะแนนดิบ

β_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i ในรูปคะแนนมาตรฐาน

S_i แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรอิสระที่ i

S_y แทน ค่าความเบี่ยงบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรตาม

2.6 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score) โดยใช้สูตร t – test (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 119)

$$t_i = \frac{b_i}{SE_{bi}}$$

เมื่อ t_i แทน ค่าการแจกแจงแบบทีของน้ำหนักความสำคัญตัวที่ i

b_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญตัวที่ i ในรูปคะแนนดิบ

SE_{bi} แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าน้ำหนักความสำคัญ

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

M แทน จำนวนแบบทดสอบ

ในการวิจัยครั้งนี้การคำนวณตั้งแต่ข้อ 2.1 ถึงข้อ 2.6 ใช้โปรแกรม SPSS (Statisticals Package for the Social Sciences)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการเสนอผลการวิจัยดังนี้

K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
M	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
S.D	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
x_1	แทน	ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภท
x_2	แทน	ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย
x_3	แทน	ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ
x_4	แทน	ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ
x_5	แทน	ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์
Y	แทน	การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
b	แทน	น้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระในรูปคะแนนดิบ (Score-Weight)
β	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระในรูปคะแนนมาตรฐาน
SE_b	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ด้าน กับ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
R^2	แทน	สัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกัน (Coefficient of Determination)
t	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบ t (t - distirbution)
F	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบ F (F - distirbution)

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอเป็นลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านต่าง ๆ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบธรรมดา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้าน กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญ ของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านต่าง ๆ กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการนำแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท ด้านอุปมาอุปไมย ด้านอนุกรมมิติ ด้านสรุปความ ด้านวิเคราะห์ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 359 คน ได้ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถสมองด้านเหตุผลแต่ละด้าน และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถสมองด้านเหตุผลแต่ละด้าน และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบ	K	M	S.D
X_1	30	20.56	5.81
X_2	30	19.78	7.65
X_3	30	13.77	6.01
X_4	30	13.63	5.08
X_5	30	21.70	5.06
Y	30	7.61	3.37

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 20.56 และ 21.70 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์อยู่ในระดับสูง และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมยมี

ค่าเท่ากับ 19.78 แสดงว่ามีความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ส่วนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.77 และ 13.63 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีความสามารถสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ในส่วนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 7.61 แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ด้าน มีค่าระหว่าง 5.06 ถึง 7.65 ซึ่งแต่ละฉบับมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ กระจายมาก และกระจายใกล้เคียงกัน ส่วนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.37 แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนค่อนข้างมาก

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ธรรมดา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ธรรมดา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) และสูตรสหสัมพันธ์พหุคูณพร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ t – test และ F - test ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ธรรมดา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
X_1	1.000	.189**	.177**	-.023	.074	.180**
X_2		1.000	.486**	.214**	.279**	.133*
X_3			1.000	.089	.216**	.078
X_4				1.000	.150**	.292**
X_5					1.000	.009
Y						1.000
	R = .353		F = 10.036**		R^2 = .125	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่าง ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ มีค่าอยู่ระหว่าง .150 ถึง .486 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกือบทุกค่า ยกเว้น ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภทกับความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภทกับความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติกับความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภทกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าระหว่าง 0.180 ถึง 0.292 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมยกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .133 ซึ่งสัมพันธ์กันที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .353 ซึ่งสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ 0.125 แสดงว่าความสามารถด้านเหตุผลทั้ง 5 ด้านวัดองค์ประกอบร่วมกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพียง 12.5 %

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Score – Weight) และค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ (β) และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Score – Weight) ของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทดสอบนัยสำคัญของน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบโดยใช้ t – test และนำค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ (β) มาแปลงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Score – Weight) และค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ (β) และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรอิสระ	b	β	β %	SE_b	t
X_1	.180	.105	32.21	.030	3.525**
X_2	.049	.021	6.44	.026	.815
X_3	.010	.005	1.53	.032	.177
X_4	.294	.195	59.82	.034	5.727**
X_5	-.064	-	-	.035	-1.226

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ ของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภทและความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่า .180 และ .294 ตามลำดับ และส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน มีค่าระหว่าง .025 - .195 ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของความสามารถด้านทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ ความสามารถด้านทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภท ความสามารถด้านทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย ความสามารถด้านทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 59.82 32.21 6.44 และ 1.53 ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

2. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลอย่างน้อยหนึ่งด้านต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดอ่างทอง ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 9 ห้องเรียน นักเรียนจำนวนรวมทั้งสิ้น 359 คน ซึ่งเป็นการสุ่มที่มีค่าความเชื่อมั่นได้ 95 เปอร์เซ็นต์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 260 ; อ้างอิงจาก Yamane.1967)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ซึ่งผู้วิจัยสร้างโดยยึดโครงสร้างตามแนวทฤษฎีของเธอร์สโตน ทั้ง 5 ด้าน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ ดังนี้

1.1 แบบทดสอบด้านการจำแนกประเภท จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.38 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.82 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .853

1.2 แบบทดสอบด้านอุปมาอุปไมย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.38 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.90 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .706

1.3 แบบทดสอบด้านอนุกรมมิติ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.57 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36 ถึง 0.79 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .825

1.4 แบบทดสอบด้านสรุปความ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.38 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.71 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .702

1.5 แบบทดสอบด้านวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.42 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.71 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .702

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค 101) เรื่อง ทศนิยม เศษส่วน ความยาวและพื้นที่ ที่ผู้วิจัยสร้างเป็นแบบตัวเลือก 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.64 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.75 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .705

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยได้ทำหนังสือติดต่อและขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเพื่อนัดหมายวัน และเวลาเพื่อนำแบบทดสอบไปทำการทดสอบ จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง นำแบบทดสอวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ฉบับ และแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างตามวันเวลาอธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบแต่ละฉบับ บอกวัตถุประสงค์ในการสอบและขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความจริงและทำการทดสอบความสามารถทางสมองโดยแบ่งสอบดังนี้คือครั้งแรก 3 ฉบับ แล้วพัก 5 นาที จึงสอบอีก 2 ฉบับ พัก 5 นาที และทำการสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำผลการสอบไปตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่า 1 คำ ตอบ ให้ 0 คะแนน แล้วนำผลที่ได้หาค่าสถิติ และทดสอบสมมุติฐาน

การวิเคราห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมาย และสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า ตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านต่าง ๆ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบธรรมดา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้าน กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญ ของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้าน กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากการวิเคราะห์ ได้ผลสรุปดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ด้าน มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่า 13.63 ถึง 21.68 โดยที่คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท ด้านวิเคราะห์ มีคะแนนเฉลี่เท่ากับ 20.56 และ 21.70 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความสามารถด้านการจำแนกประเภท และด้านวิเคราะห์สูง ส่วนคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมยมีค่าเท่ากับ 19.78 แสดงนักเรียนมีความสามารถสมองทางด้านอุปมาอุปไมยค่อนข้างสูง และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.77 และ 13.63 แสดงว่านักเรียนมีความสามารถสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความค่อนข้างต่ำ ในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าคะแนนเฉลี่ย 7.61 แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่ำ

เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ด้าน มีค่าระหว่าง 5.06 ถึง 7.65 ซึ่งแต่ละฉบับมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน และสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.65 ซึ่งเป็นค่าสูงสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนสูงสุด และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.06 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนต่ำสุด ส่วนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลอนุกรมมิติ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.81 6.01 และ 5.08 ตามลำดับ ส่วนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.37 แสดงว่าแบบทดสอบเหล่านี้มีการกระจายของคะแนนแตกต่างกัน

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .353 ซึ่งสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ 0.125 แสดงว่าความสามารถด้านเหตุผลทั้ง 5 ด้านวัดองค์ประกอบร่วมกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพียง 12.5 %

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ ของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่า .180 และ .294 ตามลำดับ และส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน มีค่าระหว่าง .025 - .195 ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของความสามารถด้านทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ ความสามารถด้านทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภท ความสามารถด้านทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย ความสามารถด้านทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 59.82 32.21 6.44 และ 1.53 ตามลำดับ

อภิปรายผล

ผลการศึกษาค้นคว้า สามารถอธิปรายผลได้ดังนี้

1. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลทั้ง 5 ด้านคือ ด้านการจำแนกประเภท ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .353 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 แสดงว่าความสามารถทางสมองทั้ง 5 ด้าน มีลักษณะที่วัดร่วมกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจากการวิเคราะห์ผลความแปรปรวนของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณทำให้ทราบว่าสามารถคำนวณผลได้ถูกต้อง 12.5 % และยังสอดคล้องกับสวรรค อ่อนนาค (2511 : 59 – 60) ที่ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาคณิตศาสตร์กับความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 65 –66) ซึ่งทำการวิจัยโดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพสมองด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านความจำ ด้านการจัดพวก ด้านอุปมาอุปไมย ด้านมิติสัมพันธ์ และทักษะทางตามเป็นตัวพยากรณ์ กับเกณฑ์คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในทุกคู่ มีค่าเป็นบวกและสอดคล้องกับ ธานินทร์ เสนีย์วงษ์ ณ อยุธยา (2539 : 81) ที่พบว่า ความสามารถทางสมองด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล และด้านการรับรู้ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ในการพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาที่ดี และถูกต้องนั้นจะต้องส่งเสริมความสามารถทางสมองด้านการจำแนกประเภท ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์

2. มีค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 2 ที่ว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลอย่างน้อยหนึ่งด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงว่าความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภท และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ หัสยา เถียนวิทวัส (2537 : 82) ที่พบว่าน้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล แบบอุปมาอุปไมย แบบอนุกรมภาพ แบบสรุปความ และแบบวิเคราะห์ตัวร่วมส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าของ คลาสสัน (Claskson. 1979 : 4101-A) พบว่าการแก้โจทย์ปัญหาแบบสัญลักษณ์ที่เป็นภาษา สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ จรรยา ภูอุดม (2524 : 48-54) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยทุกวิชา แสดงว่าถ้าจะพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นพื้นฐานที่ดีในการเรียนในระดับสูงขึ้นไปจะต้องฝึกฝนความสามารถด้านการจำแนกประเภท และความสามารถด้านการสรุปความ แสดงว่าการที่จะให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นจะต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ พบว่าความสามารถทางสมองด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุป มีเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างสูง ดังนั้นผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการจัดการเรียนการสอนถ้าต้องการให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก็ควรจะฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถทางสมองด้านเหตุผลโดยเฉพาะความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรได้มีการวิจัยในทำนองเดียวกัน โดยศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เช่น ระดับประถมศึกษา ระดับอุดมศึกษา

2.2 ควรได้มีการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถทางสมองโดยใช้ทฤษฎีของบุคคลอื่น เช่น ทฤษฎีของกิลฟอร์ด ทฤษฎีของการ์ดเนอร์ที่สัมพันธ์และส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหานอกเหนือจากที่ได้วิจัยไปแล้ว

2.3 ควรทำการวิจัยถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลที่ผู้วิจัยทำครั้งนี้กับตัวแปรตามด้านความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะคำนวณ และด้านเหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกันกับผลการวิจัยครั้งนี้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมล ชื่นทองคำ. (2527). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2524). *สุขภาพจิตในโรงเรียน.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กรมการศึกษานอกโรงเรียน. (2526). *หลักสูตรการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับที่ 3-4 สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต.* กรุงเทพฯ : บริษัทวิคตอรีเพาเวอร์พอยท์จำกัด.

กรมวิชาการ. (2533). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

_____. (2533). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2524. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2524). *แนวการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ ฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์.

คณะกรรมการการศึกษา, สำนักงาน. (2540). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – 2544).* กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, 2440.

จรรยา ภูอุดม. (2524). *ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามการประเมินผลของครู.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

จันทร์เพ็ญ ธนาคุภกรกุล. (2526). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

เจนวิทย์ ครองตน. (2536). *ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน และเกรดเฉลี่ยในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านบริหารธุรกิจ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชวาล แพรัตกุล.(2517, พฤศจิกายน). *การทดสอบความถนัดทางการเรียน.* วิทยาสาร 25 : 36-38 .

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2522). *การสร้างแบบทดสอบวัดสติปัญญาด้านความรู้ทั่วไป คำศัพท์ และความเข้าใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ต่าย เซี่ยงฉี. (2519). *ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ธานินทร์ เสนีย์วงษ์ ณ. อยุธยา. (2539). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดอ่างทอง.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นุสรา พิมพ์อาภรณ์. (2530). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในความคิดเชิงตรรกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

บุญชู ชลัษเฐียร. (2539). *การพัฒนาการวัดความสามารถด้านเหตุเชิงเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2526). *แบบทดสอบวัดความถนัด.* มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537, พฤศจิกายน-ธันวาคม). " การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์," *ในคณิตศาสตร์.* 38 (434-435) : 64-74 .

พิกุล เกตุประดิษฐ์.(2522). *การวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พิสมัย สาระกุล. (2542). *การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองตามทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของสเติร์นเบอร์ก (Triarchic Theory)* . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. (2524). ชุดเสิมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

ล้วน สายยศ. (2518,ตุลาคม). "การวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์," *พัฒนาวัดผล.* มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.(2522). *สถิติวิจัยทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

_____. (2527). *หลักการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน.* กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

_____. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน.* กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วรรณี วรรณศิลป์. (2523). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

วรนุช สิริภาพ. (2524). *การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วัญญา วิศาลาภรณ์. (2522). *การวัดความถนัดเบื้องต้น.* สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.

วิชัย พานิชย์สวย. (2522). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการวัดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

วิเชียร เกตุสิงห์. (2512). *การเปรียบเทียบความเที่ยงครงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบวัดความถนัดที่ยังไม่ได้วิเคราะห์กับที่วิเคราะห์แล้ว ที่มีวิชาต่าง ๆ ในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาแบบประสม.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. .* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. (2518). *การวัดความถนัด.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

สวรรค์ อ่อนนาค. (2511). *ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลและความเชื่อในคติชาวบ้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สายสมร ชาติยานนท์. (2526). *ความสัมพันธ์ระหว่างจริยธรรมกับความสามารถด้านเหตุผลและการอบรมเลี้ยงดูของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สาโรจ บัวศรี. (2518). "ปรัชญาการศึกษา," ใน *ในจุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย.* โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.

สิปปนนท์ เกตุทัต. (2518). "การศึกษาเพื่อชีวิตและสังคม," ใน *ในจุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย.* โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.

สุชาติ ลี้ตระกูล. (2524). *องค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* สวรรค์ อ่อนนาค. (2511). *ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สุทธาทิพย์ นวลหงษ์. (2542). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านเอน เอม พี (NMP)และด้านเอน เอส พี (NSP) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุทธิพงษ์ สุขจิระ. (2522). *สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาประวัติศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ลุพัทตรา เศวตุดุล. (2529). *การศึกษารูปแบบคำตอบของแบบทดสอบเลือกตอบที่มีผลต่อการเลือกข้อคำถามและลักษณะของแบบทดสอบ ในวิชาคณิตศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

หัสยา เถียรวิทวัส. (2537). *การศึกษษความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 .* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Abrahamsen, D. (1958). *The road to emotional maturity.* New Jersey : Prentice Hall.

Adam, Geongina S. (1964). *Measurement and Evaluation in Educational Psychology and Guidance.* New York : Holt Rinchart and Winston.

Adams, Sam., Leslie, Ellis & Beeson, B.F. (1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach.* New York : Harper & Row, Publeshers.

Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Peasoning, and Communicating, K-8 . Helping Childen Think Mathematically.* New York : Macmillan Publishing Company.

Bell, Frederick H. (1987). *Teaching and Leaming Mathematics (in Secondary Schools).* Dubuque, Iowa : Wm. C. Brown Company Publishers.

Boom, Benjamin S. and Others. Handbook or Formative and Summative. (1971). *Evaluation of Student Learning.* McGraw : Hell Book Company.

Bullock, Velma Lucille. (1996). "The Influence of a Constructivist Teaching Approach on Students Attitudes toward Mathematics in Presservice Elementary Teachers Mathematics Course" *Dissertation Abstracts International.* 57 (2) :661A

Charles, Randall and Lester, Frank K. (1982). *Teaching Problem Solving. What Why & How.* Dale Seymour Publications.

Clarkson, Dandra Pryyor. (1979 , Jonnuary). A Stydy of the Relationshipd among Translation and Problem-Solving Abilities, *Dissertation Abstracts International.* 39 (23) : 4101-A

Day, Roger K. (1986 , October). "A Problem – Solving Component for Junior High School Mathematics ," *Arithmetic Teacher.* 32(2) : 14-17.

Dewey, John. (1933). *How We Think.* Boston : D.C. Heath and Co.

Gardner, H. (1989). *Framea of mild : the theory of multiple.* New York : Basic Book .

Good,Carter V. and Merker, Winifred R. (1959). *Dicttionary of Education. 2nd ed.* New York. London : Mc Graw-Hill, Book Company,Inc.

Goodman, C.H. (1961). *Introduction to Psychology.* New York : McMillan.

Hart, lynn C. Z1993,March). "Same Factor That impede or Enhance Performance in Mathematical Problem solving," *Journal for Research in Mathematics Education.* 24(2) : 167-171

Hartfield , Mary M., Edwards, Noney T. & Bilter, Gury G. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School.* Boston : Allyn and Bacon , Icn.

Heddens , James W. and Speer, William R. (1992). Problem Solving, Decision Making, and Communication in Mathematics . 7th ed. New York : Macmillan Publishing Company.

Johnson, Denald, McEwen. (1955). *The Psychology of Thought and Jusgement.* New York : Harper and Row.

Johnson, Donovan A. and Rising, Gerald R. (1969). Guidelines for Teacher Mathematics. New York : Wadworth Publishing Co. Inc.,

Kaur, Berinderject. (1993,June). *"Mathematical Problem Solving in the Classroom. The Why What an How,"* Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia. 16(1) : 70-78.

Kantowski , Mary Grace. (1980). "Some Thoughts on Teaching for Problem Solving," in *Problem Solving in School Mathematics.* 1980 yearbook. P. 195-203. Reston , Virgina : The National Council of Teachers of Mathematics , Inc.

Kennedy , Leonard M. (1984). *Gulding Chileren's Leaming of Mathematics* . 4th ed. Belmont, California : Wadsworth Publishing Company.

Krulik, Stephen and Rudnick, Jesse A. (1993). *Reasoning and Problem Solving.* A Handbook for Elementary School Teachers. Bodton : Allyn and Bacon , Inc.

Lester , Frank K. (1977 , November). "Ideas about Problem Solving : A Look at Some Psychological Research," Arithmetic Teacher. 25(2) : 12-14.

National Council of Teachers of Mathematics. (1980). *An Agenda of Action.* Recommendations for School Mathematics,1980s. Dale Seymour Publication.

_____. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics.* Reston. V.A : The council.

O'Daffer, Phares G. (1990, May). "Inductive and Deductive Reasoning," *The Mathematics Teacher.* 93(6) : 378-380.

Perdikaris, S. C. (1993, May – June). "Applications of Ergodic Chains to Problem Solving", *Intemational Jounal of Mathematics Education in Science and Technology.* 24 (3) : 423-427.

Perkin, David N. (1986, April). "Thinking Frame," *Educational Leadership.* 43(8) : 4-10

Polya, G. (1957). *How to Solve it. A New Aspect of Mathematical Method.* Garden City, New York : Doubleday an Company.

Rey , Robert E., Suydum, Marilyn N. & Mary Montgomery Lindquist. (1992). *Heiping Children Leam Mathematics* . 3rd ed. Boston : Allyn and Bacon, Inc.

Stonewater, J.K. (1977, September). "Interaciton in Problem Solving and Plaget Thory of Cogntive Development," *Dissertation Abstracte Intemational.* 38 (26) : 2602-2603

Tanner, David. (1975). *Curriculum Development.* New York : Mcmillan Company.

Thurstone, Louis Lean. (1974). *Multiple-factor Anslysis ; a Development and Expersion of the Vector of Mind.* The University of chicago press.

Vernon, Phillip.E. (1968). *Intelligence and Attarinment Tests.* London : University of London Press Ltd.

Warren, Harward C. (1934). *Dictionary of Psychology.* Boston : Hought Miffin Company.

Webb, N.L. (1975, November). "An Exploration of Mathematical Problem Solving Process", *Dissertation. Abstracts Intemational.* 36: 2689-A.

Zalewski, Claire Jean. (1978,July). "An Investigation of Selectes Factors Contibuting To Success in Solving Mathematical Word Problem," *Dissertation Abstracfs Internationl.* 2804-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรง
ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก

ตาราง 5 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่า IOC					
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
1	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
6	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0
13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
14	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
19	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
20	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
21	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
22	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
23	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0
24	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
26	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
27	0.6	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
28	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
29	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
30	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อ	ค่า IOC					
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
31	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
32	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
33	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
34	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
36	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
37	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
38	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
39	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
40	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
41	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	1.0
42	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0
43	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0
44	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
45	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0
46	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0
47	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	1.0
48	1.0	0.8	1.0	0.6	1.0	1.0
49	1.0	1.0	1.0	0.8	0.6	1.0
50	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0

หมายเหตุ แบบทดสอบทุกฉบับคัดเลือกไว้ทุกข้อ

โดย X_1 แทน แบบทดสอบการจำแนกประเภท

X_2 แทน แบบทดสอบอุปมาอุปไมย

X_3 แทน แบบทดสอบอนุกรมมิติ

X_4 แทน แบบทดสอบสรุปความ

X_5 แทน แบบทดสอบวิเคราะห์

Y แทน แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตาราง 6 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านการจำแนกประเภท

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
1	ก	0.13	0.17	ตัดทิ้ง	7	ก	0.17	0.09	ตัดทิ้ง
	ข	0.04	0.09			ข	0.16	0.06	
	ค	0.10	0.11			ค	0.07	0.12	
	ง*	0.67	0.18			ง*	0.38	0.20	
	จ	0.06	0.03			จ	0.22	0.04	
2	ก	0.07	0.06	คัดเลือกไว้	8	ก	0.08	0.15	คัดเลือกไว้
	ข	0.11	0.27			ข	0.08	0.19	
	ค	0.06	0.03			ค	0.12	0.30	
	ง*	0.59	0.66			ง*	0.67	0.76	
	จ	0.18	0.33			จ	0.07	0.12	
3	ก*	0.10	0.02	ตัดทิ้ง	9	ก*	0.73	0.59	คัดเลือกไว้
	ข	0.12	0.29			ข	0.08	0.21	
	ค	0.05	0.11			ค	0.06	0.16	
	ง	0.03	0.08			ง	0.08	0.19	
	จ	0.69	0.50			จ	0.04	0.06	
4	ก	0.12	0.07	ตัดทิ้ง	10	ก	0.09	0.16	ตัดทิ้ง
	ข*	0.30	0.14			ข	0.06	0.10	
	ค	0.42	0.27			ค	0.27	0.14	
	ง	0.12	0.31			ง	0.27	0.04	
	จ	0.05	0.05			จ*	0.32	0.32	
5	ก	0.05	0.13	คัดเลือกไว้	11	ก	0.08	0.18	คัดเลือกไว้
	ข	0.09	0.23			ข	0.04	0.08	
	ค*	0.79	0.55			ค*	0.73	0.62	
	ง	0.05	0.13			ง	0.12	0.25	
	จ	0.02	0.05			จ	0.05	0.11	
6	ก	0.05	0.12	คัดเลือกไว้	12	ก	0.10	0.09	คัดเลือกไว้
	ข*	0.74	0.62			ข	0.05	0.05	
	ค	0.07	0.16			ค	0.09	0.15	
	ง	0.05	0.14			ง	0.13	0.28	
	จ	0.09	0.20			จ*	0.63	0.56	

ตาราง 6(ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.08	0.17			ก	0.19	0.12	
	ข	0.08	0.19			ข	0.05	0.12	
13	ค	0.04	0.08	คัดเลือกไว้	19	ค*	0.45	0.53	คัดเลือกไว้
	ง*	0.69	0.72			ง	0.10	0.23	
	จ	0.12	0.27			จ	0.20	0.06	
	ก	0.67	0.61			ก	0.09	1.20	
	ข	0.05	0.12			ข	0.09	0.16	
14	ค*	0.07	0.08	ตัดทิ้ง	20	ค	0.13	0.26	คัดเลือกไว้
	ง	0.14	0.26			ง	0.06	0.14	
	จ	0.08	0.15			จ*	0.63	0.76	
	ก	0.11	0.26			ก	0.06	0.11	
	ข	0.09	0.20			ข*	0.43	0.30	
15	ค	0.07	0.17	คัดเลือกไว้	21	ค	0.18	0.13	ตัดทิ้ง
	ง*	0.54	0.74			ง	0.08	0.08	
	จ	0.20	0.11			จ	0.26	0.02	
	ก*	0.66	0.73			ก*	0.34	0.44	
	ข	0.09	0.20			ข	0.10	0.23	
16	ค	0.11	0.122	คัดเลือกไว้	22	ค	0.13	0.16	ตัดทิ้ง
	ง	0.09	0.23			ง	0.17	0.14	
	จ	0.05	0.08			จ	0.26	0.09	
	ก	0.08	0.15			ก	0.09	0.17	
	ข	0.11	0.20			ข	0.10	0.22	
17	ค	0.12	0.15	คัดเลือกไว้	23	ค	0.14	0.15	คัดเลือกไว้
	ง*	0.56	0.56			ง*	0.59	0.713	
	จ	0.13	0.06			จ	0.08	0.17	
	ก	0.12	0.23			ก	0.10	0.11	
	ข	0.16	0.13			ข*	0.34	0.39	
18	ค*	0.46	0.46	คัดเลือกไว้	24	ค	0.18	0.27	ตัดทิ้ง
	ง	0.23	0.01			ง	0.09	0.20	
	จ	0.04	0.08			จ	0.29	0.21	

ตาราง 6(ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.22	0.10			ก	0.07	0.05	
	ข	0.06	0.10			ข	0.11	0.24	
25	ค	0.19	0.21	ตัดทิ้ง	31	ค*	0.69	0.60	ตัดทิ้ง
	ง*	0.47	0.39			ง	0.06	0.13	
	จ	0.08	0.18			จ	0.07	0.15	
	ก	0.12	0.04			ก	0.16	0.07	
	ข*	0.25	0.06			ข	0.19	0.06	
26	ค	0.28	0.01	ตัดทิ้ง	32	ค*	0.17	0.11	ตัดทิ้ง
	ง	0.25	0.15			ง	0.32	0.05	
	จ	0.10	0.21			จ	0.16	0.13	
	ก	0.08	0.11			ก*	0.41	0.57	
	ข	0.09	0.19			ข	0.19	0.13	
27	ค	0.17	0.32	ตัดทิ้ง	33	ค	0.09	0.14	คัดเลือกไว้
	ง	0.14	0.22			ง	0.17	0.28	
	จ*	0.51	0.84			จ	0.14	0.00	
	ก*	0.33	0.09			ก*	0.51	0.75	
	ข	0.08	0.10			ข	0.16	0.27	
28	ค	0.09	0.18	ตัดทิ้ง	34	ค	011	0.18	คัดเลือกไว้
	ง	0.25	0.25			ง	0.11	0.17	
	จ	0.25	0.06			จ	0.12	0.11	
	ก*	0.24	0.29			ก	0.15	0.16	
	ข	0.15	0.10			ข	0.34	0.04	
29	ค	0.23	0.09	ตัดทิ้ง	35	ค*	0.36	0.48	ตัดทิ้ง
	ง	0.16	0.12			ง	0.08	0.13	
	จ	0.22	0.08			จ	0.08	0.13	
	ก	0.09	0.14			ก	0.21	0.15	
	ข	0.11	0.18			ข*	0.45	0.63	
30	ค*	0.37	0.54	คัดเลือกไว้	36	ค	0.11	0.14	คัดเลือกไว้
	ง	0.29	.00			ง	0.17	0.24	
	จ	0.14	0.19			จ	0.06	0.08	

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.06	0.03			ก	0.11	0.10	
	ข	0.18	0.06			ข	0.14	0.19	
37	ค*	0.40	0.39	ตัดทิ้ง	43	ค	0.18	0.19	ตัดทิ้ง
	ง	0.18	0.29			ง	0.26	0.17	
	จ	0.19	0.03			จ*	0.31	0.32	
	ก	0.08	0.10			ก	0.06	0.07	
	ข	0.11	0.16			ข	0.20	0.26	
38	ค	0.22	0.20	คัดเลือกไว้	44	ค	0.45*	0.55	คัดเลือกไว้
	ง*	0.52	0.58			ง	0.20	0.03	
	จ	0.08	0.13			จ	0.10	0.17	
	ก	0.09	0.09			ก	0.17	0.23	
	ข*	0.50	0.66			ข	0.11	0.18	
39	ค	0.16	0.25	คัดเลือกไว้	45	ค	0.19	0.09	คัดเลือกไว้
	ง	0.19	0.21			ง	0.09	0.05	
	จ	0.06	0.11			จ*	0.44	0.54	
	ก	0.16	0.26			ก	0.10	0.18	
	ข	0.12	0.22			ข*	0.49	0.81	
40	ค	0.09	0.11	คัดเลือกไว้	46	ค	0.21	0.30	คัดเลือกไว้
	ง*	0.51	0.75			ง	0.08	0.10	
	จ	0.12	0.14			จ	0.13	0.23	
	ก	0.11	0.17			ก	0.12	0.15	
	ข*	0.51	0.68			ข	0.12	0.22	
41	ค	0.11	0.19	คัดเลือกไว้	47	ค*	0.48	0.71	คัดเลือกไว้
	ง	0.17	0.18			ง	0.14	0.24	
	จ	0.11	0.11			จ	0.14	0.11	
	ก	0.09	0.12			ก	0.12	0.19	
	ข	0.17	0.20			ข	0.06	0.10	
42	ค	0.10	0.14	คัดเลือกไว้	48	ค	0.14	0.26	คัดเลือกไว้
	ง*	0.20	0.30			ง*	0.57	0.73	
	จ	0.44	0.76			จ	0.10	0.18	

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
49	ก*	0.51	0.82	คัดเลือกไว้	50	ก*	0.43	0.49	ตัดทิ้ง
	ข	0.08	0.14			ข	0.13	0.17	
	ค	0.14	0.18			ค	0.13	0.10	
	ง	0.09	0.16			ง	0.20	0.03	
	จ	0.19	0.33			จ	0.12	0.19	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * ตรงตัวเลือก หมายถึง ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 7 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมย

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
1	ก	0.16	0.34	คัดเลือกไว้	7	ก	0.03	0.09	คัดเลือกไว้
	ข	0.04	0.10			ข*	0.77	0.72	
	ค	0.07	0.19			ค	0.09	0.31	
	ง*	0.70	0.66			ง	0.07	0.18	
	จ	0.40	0.01			จ	0.05	0.14	
2	ก*	0.35	0.38	ตัดทิ้ง	8	ก	0.01	0.04	คัดเลือกไว้
	ข	0.25	0.31			ข	0.06	0.22	
	ค	0.23	0.11			ค*	0.75	0.65	
	ง	0.06	0.02			ง	0.05	0.20	
	จ	0.11	0.05			จ	0.13	0.20	
3	ก	0.71	0.60	ตัดทิ้ง	9	ก	0.03	0.11	คัดเลือกไว้
	ข	0.08	0.14			ข	0.05	0.18	
	ค*	0.13	0.23			ค*	0.79	0.59	
	ง	0.04	0.12			ง	0.05	0.18	
	จ	0.05	0.11			จ	0.08	0.12	
4	ก	0.03	0.11	คัดเลือกไว้	10	ก	0.04	0.10	คัดเลือกไว้
	ข	0.08	0.24			ข	0.13	0.27	
	ค	0.13	0.15			ค*	0.75	0.64	
	ง	0.29	0.01			ง	0.05	0.17	
	จ*	0.47	0.50			จ	0.03	0.09	
5	ก*	0.14	0.07	ตัดทิ้ง	11	ก*	0.72	0.61	คัดเลือกไว้
	ข	0.04	0.10			ข	0.07	0.18	
	ค	0.12	0.22			ค	0.15	0.17	
	ง	065	0.45			ง	0.04	0.12	
	จ	0.05	0.20			จ	0.03	0.13	
6	ก	0.13	0.10	คัดเลือกไว้	12	ก	0.09	0.10	คัดเลือกไว้
	ข*	0.50	0.55			ข	0.04	0.17	
	ค	0.14	0.04			ค	0.07	0.24	
	ง	0.14	0.28			ง	0.07	0.29	
	จ	0.09	0.13			จ*	0.73	0.80	

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.09	0.10			ก	0.05	0.21	
	ข	0.09	0.18			ข	0.05	023	
13	ค*	0.68	0.48	ตัดทิ้ง	19	ค	0.07	0.21	คัดเลือกไว้
	ง	0.02	0.06			ง	0.06	0.25	
	จ	0.12	0.14			จ*	0.76	0.90	
	ก	0.17	0.11			ก*	0.67	0.48	
	ข	0.12	0.34			ข	0.09	0.19	
14	ค	0.09	0.27	คัดเลือกไว้	20	ค	0.14	0.06	คัดเลือกไว้
	ง	0.08	0.17			ง	0.04	0.09	
	จ*	0.54	0.65			จ	0.06	0.15	
	ก	0.06	0.13			ก*	0.04	0.09	
	ข*	0.76	0.81			ข	0.08	0.17	
15	ค	0.09	0.33	คัดเลือกไว้	21	ค	0.81	0.45	ตัดทิ้ง
	ง	0.05	0.23			ง	0.04	0.09	
	จ	0.03	0.13			จ	0.04	0.09	
	ก	0.05	0.13			ก	0.06	0.08	
	ข	0.11	0.36			ข*	0.32	0.26	
16	ค*	0.78	0.75	คัดเลือกไว้	22	ค	0.09	0.19	ตัดทิ้ง
	ง	0.04	0.09			ง	0.11	0.05	
	จ	0.04	0.15			จ	0.43	0.06	
	ก	0.34	0.24			ก	0.14	0.13	
	ข*	0.36	0.21			ข*	0.67	0.61	
17	ค	0.11	0.22	ตัดทิ้ง	23	ค	0.06	0.16	คัดเลือกไว้
	ง	0.07	0.07			ง	0.08	0.18	
	จ	0.13	0.16			จ	0.06	0.13	
	ก	0.02	0.08			ก	0.10	0.21	
	ข	0.08	0.23			ข	0.31	0.01	
18	ค	0.09	0.21	คัดเลือกไว้	24	ค	0.13	0.08	ตัดทิ้ง
	ง	0.06	0.17			ง	0.07	0.11	
	จ*	0.75	0.69			จ*	0.41	0.41	

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.03	0.04			ก*	0.59	0.66	
	ข	0.08	0.20			ข	0.17	0.12	
25	ค*	0.61	0.36	ตัดทิ้ง	31	ค	0.07	0.15	คัดเลือกไว้
	ง	0.06	0.20			ง	0.04	0.11	
	จ	0.23	0.08			จ	0.14	0.27	
	ก	0.11	0.26			ก	0.10	0.08	
	ข	0.05	0.10			ข	0.38	0.07	
26	ค	0.22	0.19	คัดเลือกไว้	32	ค	0.11	0.15	ตัดทิ้ง
	ง	0.12	0.03			ง*	0.30	0.40	
	จ*	0.51	0.60			จ	0.10	0.12	
	ก	0.41	0.26			ก*	0.38	0.61	
	ข	0.09	0.14			ข	0.12	0.19	
27	ค	0.14	0.32	ตัดทิ้ง	33	ค	0.14	0.19	คัดเลือกไว้
	ง	0.09	0.08			ง	0.24	0.11	
	จ*	0.28	0.28			จ	0.13	0.11	
	ก	0.05	0.08			ก*	0.64	0.46	
	ข	0.23	0.01			ข	0.08	0.13	
28	ค	0.10	0.18	คัดเลือกไว้	34	ค	0.13	0.08	คัดเลือกไว้
	ง	0.17	0.13			ง	0.07	0.13	
	จ*	0.44	0.41			จ	0.08	0.10	
	ก	0.18	0.04			ก	0.16	0.26	
	ข	0.10	0.10			ข	0.10	0.02	
29	ค*	0.26	-0.09	ตัดทิ้ง	35	ค*	0.50	0.58	คัดเลือกไว้
	ง	0.23	0.06			ง	0.11	0.18	
	จ	0.23	0.15			จ	0.14	0.12	
	ก*	0.23	0.03			ก	0.08	0.09	
	ข	0.04	0.07			ข	0.10	0.04	
30	ค	0.12	0.19	ตัดทิ้ง	36	ค	0.10	0.15	คัดเลือกไว้
	ง	0.26	0.08			ง*	0.44	0.48	
	จ	0.36	0.31			จ	0.28	0.20	

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.03	0.01			ก	0.17	0.11	
	ข*	0.29	0.22			ข	0.07	0.05	
37	ค	0.49	0.09	ตัดทิ้ง	43	ค	0.14	0.20	คัดเลือกไว้
	ง	0.12	0.21			ง	0.07	0.06	
	จ	0.08	0.09			จ*	0.56	0.43	
	ก	0.28	0.19			ก	0.10	0.06	
	ข	0.14	0.12			ข	0.64	0.38	
38	ค	0.16	0.05	ตัดทิ้ง	44	ค	0.07	0.13	คัดเลือกไว้
	ง	0.14	0.25			ง	0.11	0.17	
	จ*	0.28	0.23			จ*	0.08	0.13	
	ก	0.11	0.10			ก	0.26	0.38	
	ข	0.07	0.11			ข	0.15	0.13	
39	ค	0.57	0.25	ตัดทิ้ง	45	ค*	0.14	0.02	ตัดทิ้ง
	ง	0.10	0.16			ง	0.07	0.11	
	จ*	0.15	0.13			จ	0.39	0.15	
	ก	0.10	0.16			ก	0.11	0.13	
	ข	0.21	0.23			ข*	0.54	0.81	
40	ค	0.11	0.21	คัดเลือกไว้	46	ค	0.16	0.33	คัดเลือกไว้
	ง	0.13	0.11			ง	0.08	0.23	
	จ*	0.45	0.59			จ	0.12	0.13	
	ก	0.12	0.10			ก	0.07	0.09	
	ข*	0.66	0.47			ข	0.06	0.09	
41	ค	0.10	0.16	คัดเลือกไว้	47	ค	0.10	0.13	คัดเลือกไว้
	ง	0.07	0.11			ง	0.11	0.16	
	จ	0.06	0.09			จ*	0.67	0.48	
	ก	0.09	0.11			ก	0.54	0.19	
	ข	0.07	0.11			ข	0.16	0.03	
42	ค*	0.52	0.69	คัดเลือกไว้	48	ค	0.11	0.17	ตัดทิ้ง
	ง	0.20	0.26			ง	0.11	0.13	
	จ	0.13	0.20			จ*	0.09	0.08	

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.07	0.05			ก	0.04	0.06	
	ข	0.13	0.20			ข	0.41	0.29	
49	ค*	0.29	0.34	ตัดทิ้ง	50	ค	0.16	0.26	คัดเลือกไว้
	ง	0.36	0.23			ง	0.04	0.04	
	จ	0.15	0.15			จ*	0.36	0.65	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * ตรงตัวเลือก หมายถึง ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 8 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิติ

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก*	0.37	0.08			ก	0.35	0.14	
	ข	0.18	0.10			ข*	0.20	0.07	
1	ค	0.30	0.08	ตัดทิ้ง	7	ค	0.23	0.02	ตัดทิ้ง
	ง	0.09	0.06			ง	0.17	0.16	
	จ	0.06	0.02			จ	0.05	0.08	
	ก	0.18	0.26			ก	0.19	0.26	
	ข	0.26	0.30			ข*	0.42	0.69	
2	ค*	0.43	0.66	คัดเลือกไว้	8	ค	0.17	0.14	คัดเลือกไว้
	ง	0.11	0.10			ง	0.09	0.14	
	จ	0.03	0.04			จ	0.13	0.15	
	ก	0.12	0.10			ก	0.24	0.08	
	ข	0.16	0.24			ข	0.14	0.17	
3	ค	0.18	0.24	คัดเลือกไว้	9	ค*	0.37	0.41	ตัดทิ้ง
	ง*	0.48	0.53			ง	0.14	0.15	
	จ	0.06	0.06			จ	0.12	0.15	
	ก	0.08	0.03			ก	0.10	0.11	
	ข	0.25	0.31			ข*	0.57	0.47	
4	ค	0.16	0.24	คัดเลือกไว้	10	ค	0.11	0.17	คัดเลือกไว้
	ง*	0.35	0.56			ง	0.10	0.03	
	จ	0.16	0.03			จ	0.11	0.17	
	ก	0.06	0.06			ก	0.18	0.19	
	ข*	0.50	0.52			ข*	0.27	0.07	
5	ค	0.16	0.24	คัดเลือกไว้	11	ค	0.32	0.03	ตัดทิ้ง
	ง	0.17	0.20			ง	0.12	0.03	
	จ	0.12	0.02			จ	0.11	0.09	
	ก	0.19	0.05			ก	0.13	0.03	
	ข	0.17	0.04			ข	0.24	0.01	
6	ค*	0.41	0.27	ตัดทิ้ง	12	ค*	0.28	0.04	ตัดทิ้ง
	ง	0.09	0.08			ง	0.16	0.09	
	จ	0.13	0.10			จ	0.19	0.07	

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
13	ก*	0.54	0.45	ตัดทิ้ง	19	ก*	0.22	0.36	ตัดทิ้ง
	ข	0.12	0.15			ข	0.10	0.11	
	ค	0.18	0.20			ค	0.23	0.18	
	ง	0.09	0.06			ง	0.22	0.09	
	จ	0.07	0.03			จ	0.22	0.16	
14	ก	0.17	0.03	ตัดทิ้ง	20	ก	0.13	0.14	คัดเลือกไว้
	ข	0.29	0.05			ข*	0.46	0.66	
	ค	0.22	0.21			ค	0.17	0.24	
	ง*	0.25	0.24			ง	0.09	0.13	
	จ	0.07	0.03			จ	0.15	0.15	
15	ก	0.09	0.13	คัดเลือกไว้	21	ก*	0.35	0.47	คัดเลือกไว้
	ข	0.16	0.20			ข	0.22	0.24	
	ค*	0.50	0.67			ค	0.17	0.26	
	ง	0.11	0.16			ง	0.12	0.13	
	จ	0.15	0.17			จ	0.14	0.15	
16	ก	0.19	0.13	คัดเลือกไว้	22	ก	0.10	0.16	ตัดทิ้ง
	ข	0.12	0.15			ข	0.22	0.03	
	ค*	0.47	0.63.			ค*	0.37	0.33	
	ง	0.19	0.28			ง	0.18	0.08	
	จ	0.04	0.05			จ	0.13	0.11	
17	ก	0.08	0.11	คัดเลือกไว้	23	ก	0.09	0.15	คัดเลือกไว้
	ข*	0.37	0.67			ข	0.19	0.12	
	ค	0.30	0.36			ค	0.12	0.19	
	ง	0.19	0.20			ง	0.18	0.24	
	จ	0.07	0.10			จ*	0.42	0.69	
18	ก	0.10	0.15	คัดเลือกไว้	24	ก*	0.43	0.65	คัดเลือกไว้
	ข	0.12	0.18			ข	0.14	0.22	
	ค*	0.56	0.64			ค	0.17	0.27	
	ง	0.09	0.13			ง	0.17	0.07	
	จ	0.13	0.19			จ	0.09	0.10	

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.13	0.025			ก	0.11	0.17	
	ข	0.22	0.13			ข	0.18	0.11	
25	ค*	0.33	0.43	ตัดทิ้ง	31	ค	0.13	0.13	คัดเลือกไว้
	ง	0.16	0.16			ง*	0.47	0.45	
	จ	0.16	0.11			จ	0.11	0.11	
	ก*	0.07	0.11			ก	0.19	0.27	
	ข	0.46	0.79			ข	0.20	0.22	
26	ค	0.27	0.42	คัดเลือกไว้	32	ค*	0.40	0.72	คัดเลือกไว้
	ง	0.09	0.12			ง	0.13	0.14	
	จ	0.11	0.16			จ	0.09	0.09	
	ก*	0.09	-0.05			ก	0.13	0.10	
	ข	0.38	0.11			ข	0.28	0.11	
27	ค	0.17	0.19	ตัดทิ้ง	33	ค*	0.26	0.30	ตัดทิ้ง
	ง	0.30	0.44			ง	0.12	0.17	
	จ	0.06	0.09			จ	0.21	0.14	
	ก	0.13	0.17			ก	0.14	0.17	
	ข*	0.56	0.60			ข	0.25	0.04	
28	ค	0.14	0.20	คัดเลือกไว้	34	ค	0.22	0.03	ตัดทิ้ง
	ง	0.12	0.14			ง*	0.28	0.36	
	จ	0.06	0.09			จ	0.12	0.18	
	ก	0.15	0.20			ก*	0.31	0.68	
	ข	0.15	0.21			ข	0.12	0.18	
29	ค	0.41	0.47	ตัดทิ้ง	35	ค	0.21	0.24	คัดเลือกไว้
	ง	0.19	0.04			ง	0.22	0.27	
	จ*	0.10	-0.07			จ	0.14	0.00	
	ก	0.14	0.15			ก	0.14	0.01	
	ข*	0.47	0.49			ข	0.17	0.08	
30	ค	0.15	0.22	คัดเลือกไว้	36	ค	0.24	0.27	ตัดทิ้ง
	ง	0.11	0.15			ง*	0.37	0.30	
	จ	0.13	0.07			จ	0.09	0.09	

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.08	0.11			ก*	0.43	0.79	
	ข	0.20	0.29			ข	0.17	0.25	
37	ค*	0.48	0.48	คัดเลือกไว้	43	ค	0.17	0.24	คัดเลือกไว้
	ง	0.19	0.02			ง	0.15	0.17	
	จ	0.06	0.06			จ	0.09	0.13	
	ก	0.18	0.26			ก	0.10	0.08	
	ข	0.10	0.15			ข	0.27	0.24	
38	ค	0.20	0.20	คัดเลือกไว้	44	ค	0.10	0.10	คัดเลือกไว้
	ง	0.22	0.03			ง	0.11	0.16	
	จ*	0.31	0.57			จ*	0.41	0.62	
	ก	0.29	0.47			ก	0.12	0.01	
	ข*	0.23	-0.03			ข	0.24	0.28	
39	ค	0.23	0.11	ตัดทิ้ง	45	ค*	0.43	0.49	คัดเลือกไว้
	ง	0.14	0.18			ง	0.15	0.15	
	จ	0.10	0.16			จ	0.07	0.06	
	ก	0.20	0.08			ก	0.15	0.13	
	ข	0.14	0.12			ข*	0.47	0.63	
40	ค	0.14	0.16	ตัดทิ้ง	46	ค	0.15	0.20	คัดเลือกไว้
	ง*	0.41	0.34			ง	0.14	0.16	
	จ	0.09	0.14			จ	0.09	0.13	
	ก	0.12	0.15			ก*	0.30	0.47	
	ข	0.44	0.26			ข	0.18	0.12	
41	ค*	0.16	-0.19	ตัดทิ้ง	47	ค	0.26	0.01	คัดเลือกไว้
	ง	0.16	0.03			ง	0.16	0.21	
	จ	0.12	0.13			จ	0.11	0.13	
	ก	0.14	0.21			ก	0.08	0.12	
	ข	0.21	0.03			ข	0.21	0.27	
42	ค	0.29	0.03	ตัดทิ้ง	48	ค*	0.49	0.66	คัดเลือกไว้
	ง*	0.23	0.30			ง	0.10	0.10	
	จ	0.13	0.07			จ	0.11	0.16	

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
49	ก	0.14	0.00	คัดเลือกไว้	50	ก	0.13	0.01	คัดเลือกไว้
	ข	0.17	0.24			ข	0.11	0.14	
	ค	0.16	0.16			ค	0.14	0.20	
	ง*	0.41	0.61			ง*	0.45	0.56	
	จ	0.12	0.17			จ	0.17	0.24	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * ตรงตัวเลือก หมายถึง ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 9 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านสรุปความ

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.25	0.21			ก	0.20	0.32	
	ข	0.35	0.29			ข	0.13	0.15	
1	ค	0.09	0.10	คัดเลือกไว้	7	ค	0.27	0.28	คัดเลือกไว้
	ง*	0.28	0.62			ง	0.26	0.25	
	จ	0.05	0.01			จ	0.15	0.13	
	ก	0.22	0.26			ก	0.19	0.25	
	ข	0.34	0.28			ข	0.22	0.21	
2	ค*	0.25	0.10	ตัดทิ้ง	8	ค	0.17	0.08	คัดเลือกไว้
	ง	0.08	0.07			ง	0.25	0.21	
	จ	0.13	0.15			จ	0.17	0.17	
	ก	0.18	0.13			ก	0.21	0.20	
	ข	0.25	0.25			ข	0.20	0.19	
3	ค	0.31	0.15	ตัดทิ้ง	9	ค	0.24	0.12	คัดเลือกไว้
	ง	0.13	0.06			ง	0.16	0.06	
	จ	0.15	0.29			จ*	0.21	0.54	
	ก	0.18	0.17			ก	0.17	0.13	
	ข	0.19	0.15			ข*	0.38	0.49	
4	ค	0.24	0.28	คัดเลือกไว้	10	ค	0.18	0.13	คัดเลือกไว้
	ง	0.26	0.71			ง	0.14	0.12	
	จ	0.14	0.12			จ	0.13	0.11	
	ก	0.28	0.58			ก	0.09	0.10	
	ข	0.25	0.05			ข*	0.36	0.60	
5	ค	0.14	0.16	คัดเลือกไว้	11	ค	0.24	0.14	คัดเลือกไว้
	ง	0.18	0.21			ง	0.20	0.23	
	จ*	0.15	0.14			จ	0.11	0.13	
	ก	0.12	0.10			ก	0.15	0.17	
	ข*	0.38	0.57			ข	0.26	0.32	
6	ค	0.22	0.23	คัดเลือกไว้	12	ค*	0.33	0.15	ตัดทิ้ง
	ง	0.14	0.13			ง	0.12	0.13	
	จ	0.14	0.12			จ	0.14	0.17	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.18	0.20			ก	0.16	0.14	
	ข	0.23	0.13			ข	0.22	0.16	
13	ค*	0.28	0.65	คัดเลือกไว้	19	ค	0.18	0.16	คัดเลือกไว้
	ง	0.17	0.15			ง*	0.30	0.63	
	จ	0.14	0.16			จ	0.14	0.10	
	ก	0.14	0.16			ก	0.12	0.04	
	ข	0.26	0.20			ข	0.24	0.01	
14	ค*	0.21	0.24	คัดเลือกไว้	20	ค	0.20	0.03	คัดเลือกไว้
	ง	0.21	0.29			ง	0.21	0.13	
	จ	0.18	0.16			จ*	0.22	0.21	
	ก	0.11	0.12			ก	0.11	0.12	
	ข	0.31	0.35			ข	0.26	0.27	
15	ค*	0.33	0.60	คัดเลือกไว้	21	ค*	0.32	0.64	คัดเลือกไว้
	ง	0.12	0.01			ง	0.13	0.14	
	จ	0.14	0.12			จ	0.19	0.11	
	ก	0.16	0.18			ก	0.24	0.02	
	ข	0.24	0.22			ข	0.21	0.05	
16	ค*	0.34	0.58	คัดเลือกไว้	22	ค	0.20	0.12	ตัดทิ้ง
	ง	0.15	0.12			ง*	0.21	0.14	
	จ	0.14	0.07			จ	0.16	0.08	
	ก*	0.19	0.05			ก	0.15	0.15	
	ข	0.27	0.17			ข	0.37	0.23	
17	ค	0.25	0.07	ตัดทิ้ง	23	ค	0.16	0.01	ตัดทิ้ง
	ง	0.11	0.03			ง	0.16	0.17	
	จ	0.19	0.23			จ*	0.17	0.09	
	ก	0.13	0.06			ก	0.16	0.08	
	ข	0.27	0.13			ข	0.25	0.18	
18	ค	0.18	0.11	คัดเลือกไว้	24	ค	0.18	0.01	คัดเลือกไว้
	ง*	0.26	0.46			ง*	0.27	0.42	
	จ	0.17	0.17			จ	0.14	0.15	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.11	0.01			ก	0.19	0.11	
	ข	0.25	0.23			ข*	0.23	056	
25	ค	0.26	0.16	คัดเลือกไว้	31	ค	0.23	0.15	คัดเลือกไว้
	ง*	0.22	0.46			ง	0.21	0.22	
	จ	0.16	0.09			จ	0.15	0.07	
	ก*	0.17	0.18			ก	0.14	0.00	
	ข	0.21	0.04			ข	0.21	0.15	
26	ค	0.21	0.13	ตัดทิ้ง	32	ค*	0.36	0.26	คัดเลือกไว้
	ง	0.25	0.01			ง	0.16	0.15	
	จ	0.16	0.08			จ	0.14	0.15	
	ก*	0.18	0.43			ก	0.19	0.07	
	ข	0.29	0.22			ข	0.18	0.14	
27	ค	0.17	0.18	ตัดทิ้ง	33	ค	0.31	0.05	ตัดทิ้ง
	ง	0.15	0.02			ง*	0.17	0.32	
	จ	0.22	0.05			จ	0.13	0.07	
	ก	0.14	0.15			ก*	0.20	0.37	
	ข	0.20	0.04			ข	0.21	0.01	
28	ค*	0.31	0.29	คัดเลือกไว้	34	ค	0.22	0.09	คัดเลือกไว้
	ง	0.16	0.01			ง	0.26	0.20	
	จ	0.19	0.11			จ	0.12	0.06	
	ก	0.19	0.02			ก	0.10	0.04	
	ข*	0.22	0.12			ข	0.31	0.34	
29	ค	0.29	0.04	ตัดทิ้ง	35	ค	0.22	0.17	คัดเลือกไว้
	ง	0.15	0.11			ง	0.16	0.10	
	จ	0.14	0.15			จ*	0.21	0.64	
	ก	0.17	0.05			ก	0.19	0.10	
	ข*	0.35	0.41			ข*	0.28	0.49	
30	ค	0.19	0.14	คัดเลือกไว้	36	ค	0.15	0.10	คัดเลือกไว้
	ง	0.16	0.17			ง	0.15	0.11	
	จ	0.12	0.05			จ	0.23	0.18	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.24	0.25			ก	0.16	0.10	
	ข*	0.26	0.22			ข*	0.28	0.49	
37	ค	0.16	0.17	ตัดทิ้ง	43	ค	0.23	0.10	คัดเลือกไว้
	ง	0.23	0.18			ง	0.10	0.11	
	จ	0.12	0.12			จ	0.24	0.18	
	ก	0.20	0.14			ก	0.15	0.01	
	ข	0.29	0.24			ข*	0.30	0.04	
38	ค	0.18	0.02	ตัดทิ้ง	44	ค	0.20	0.07	ตัดทิ้ง
	ง	0.17	0.04			ง	0.17	0.04	
	จ*	0.15	0.27			จ	0.19	0.13	
	ก	0.15	0.02			ก	0.20	0.20	
	ข	0.29	0.17			ข*	0.31	0.46	
39	ค*	0.24	0.15	ตัดทิ้ง	45	ค	0.15	0.02	คัดเลือกไว้
	ง	0.18	0.08			ง	0.20	0.07	
	จ	0.14	0.02			จ	0.15	0.16	
	ก	0.15	0.23			ก	0.26	0.15	
	ข	0.25	0.00			ข	0.23	0.11	
40	ค	0.27	0.02	ตัดทิ้ง	46	ค	0.22	0.23	ตัดทิ้ง
	ง	0.21	0.22			ง	0.17	0.05	
	จ*	0.12	0.01			จ*	0.11	0.54	
	ก	0.16	0.04			ก*	0.18	0.21	
	ข*	0.22	0.03			ข	0.26	0.14	
41	ค	0.28	0.17	ตัดทิ้ง	47	ค	0.19.	0.06	ตัดทิ้ง
	ง	0.23	0.15			ง	0.20	0.05	
	จ	0.10	0.03			จ	0.18	0.18	
	ก	0.10	0.03			ก	0.16	0.16	
	ข	0.23	0.11			ข	0.26	0.01	
42	ค	0.20	0.21	คัดเลือกไว้	48	ค	0.22	0.09	ตัดทิ้ง
	ง	0.23	0.24			ง*	0.16	0.48	
	จ*	0.24	0.53			จ	0.21	0.22	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.16	0.03			ก*	0.18	0.72	
	ข	0.23	0.11			ข	0.24	0.12	
49	ค*	0.31	0.46	คัดเลือกไว้	50	ค	0.19	0.20	ตัดทิ้ง
	ง	0.16	0.17			ง	0.24	0.24	
	จ	0.15	0.15			จ	0.15	0.16	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * ตรงตัวเลือก หมายถึง ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 10 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.74	0.28			ก	0.19	0.02	
	ข*	0.12	0.21			ข	0.21	0.27	
1	ค	0.02	0.00	ตัดทิ้ง	7	ค*	0.43	0.44	คัดเลือกไว้
	ง	0.04	0.06			ง	0.08	0.07	
	จ	0.08	0.01			จ	0.10	0.08	
	ก	0.11	0.11			ก*	0.57	0.70	
	ข	0.69	0.25			ข	0.10	0.18	
2	ค	0.02	0.02	ตัดทิ้ง	8	ค	0.19	0.30	คัดเลือกไว้
	ง*	0.09	0.02			ง	0.05	0.10	
	จ	0.09	0.12			จ	0.09	0.12	
	ก	0.12	0.21			ก*	0.70	0.53	
	ข*	0.43	0.44			ข	0.05	0.11	
3	ค	0.09	0.15	คัดเลือกไว้	9	ค	0.08	0.15	คัดเลือกไว้
	ง	0.07	0.00			ง	0.08	0.14	
	จ	0.30	0.07			จ	0.13	0.12	
	ก	0.05	0.110			ก	0.03	0.04	
	ข	0.06	0.12			ข	0.19	0.17	
4	ค*	0.31	0.23	ตัดทิ้ง	10	ค*	0.31	0.25	ตัดทิ้ง
	ง	0.12	0.23			ง	0.29	0.08	
	จ	0.46	0.23			จ	0.18	0.13	
	ก	0.05	0.07			ก	0.19	0.02	
	ข	0.15	0.15			ข	0.17	0.19	
5	ค	0.10	0.10	คัดเลือกไว้	11	ค	0.09	0.10	คัดเลือกไว้
	ง	0.13	0.25			ง*	0.44	0.46	
	จ*	0.56	0.57			จ	0.12	0.15	
	ก	0.09	0.12			ก	0.07	0.12	
	ข*	0.19	0.02			ข*	0.62	0.64	
6	ค	0.11	0.17	ตัดทิ้ง	12	ค	0.13	0.21	คัดเลือกไว้
	ง	0.53	0.38			ง	0.09	0.18	
	จ	0.08	0.09			จ	0.09	0.14	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.13	0.16			ก	0.30	0.22	
	ข	0.17	0.20			ข	0.14	0.25	
13	ค*	0.51	0.68	คัดเลือกไว้	19	ค	0.14	0.19	ตัดทิ้ง
	ง	0.10	0.18			ง	0.08	0.06	
	จ	0.09	0.15			จ*	0.34	0.28	
	ก	0.13	0.16			ก	0.08	0.14	
	ข	0.17	0.20			ข*	0.19	-0.06	
14	ค*	0.51	0.68	คัดเลือกไว้	20	ค	0.44	0.52	ตัดทิ้ง
	ง	0.10	0.18			ง	0.19	0.14	
	จ	0.09	0.15			จ	0.10	0.18	
	ก	0.08	0.12			ก	0.10	0.13	
	ข	0.27	0.03			ข	0.12	0.18	
15	ค*	0.38	0.27	ตัดทิ้ง	21	ค	0.12	0.23	คัดเลือกไว้
	ง	0.16	0.02			ง*	0.42	0.58	
	จ	0.12	0.15			จ	0.25	0.02	
	ก	0.13	0.21			ก*	0.43	0.38	
	ข*	0.52	0.58			ข	0.09	0.15	
16	ค	0.12	0.15	คัดเลือกไว้	22	ค	0.28	0.08	ตัดทิ้ง
	ง	0.14	0.06			ง	0.10	0.13	
	จ	0.10	0.16			จ	0.10	0.16	
	ก	0.47	0.30			ก	0.18	0.18	
	ข	0.13	0.26			ข	0.15	0.15	
17	ค*	0.23	0.20	ตัดทิ้ง	23	ค*	0.47	0.47	คัดเลือกไว้
	ง	0.09	0.13			ง	0.12	0.12	
	จ	0.09	0.12			จ	0.12	0.08	
	ก	0.17	0.06			ก	0.09	0.17	
	ข	0.15	0.19			ข	0.14	0.20	
18	ค	0.13	0.17	คัดเลือกไว้	24	ค	0.09	0.17	คัดเลือกไว้
	ง	0.08	0.07			ง*	0.56	0.67	
	จ*	0.48	0.50			จ	0.13	0.12	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.09	0.19			ก	0.18	0.05	
	ข	0.11	0.20			ข*	0.45	0.40	
25	ค	0.10	0.10	คัดเลือกไว้	31	ค	01.3	0.01	ตัดทิ้ง
	ง	0.11	0.15			ง	0.14	0.19	
	จ*	0.60	0.63			จ	0.10	0.13	
	ก	0.09	0.15			ก*	0.19	0.04	
	ข	0.17	0.12			ข	0.13	0.18	
26	ค	0.13	0.25	คัดเลือกไว้	32	ค	0.44	0.51	ตัดทิ้ง
	ง*	0.46	0.64			ง	0.11	0.18	
	จ	0.16	0.12			จ	0.13	0.19	
	ก	0.14	0.10			ก*	0.52	0.56	
	ข	0.13	0.20			ข	0.14	0.24	
27	ค*	0.50	0.62	คัดเลือกไว้	33	ค	0.10	0.19	คัดเลือกไว้
	ง	0.11	0.15			ง	0.10	0.19	
	จ	0.13	0.16			จ	0.15	0.07	
	ก*	0.54	0.65			ก*	0.55	0.73	
	ข	0.13	0.14			ข	0.13	0.22	
28	ค	0.13	0.17	คัดเลือกไว้	34	ค	0.10	0.15	คัดเลือกไว้
	ง	0.09	0.13			ง	0.09	0.13	
	จ	0.12	0.20			จ	0.14	0.23	
	ก	0.15	0.11			ก	0.17	0.24	
	ข	0.09	0.15			ข	0.12	0.19	
29	ค	0.10	0.19	คัดเลือกไว้	35	ค	0.10	0.15	คัดเลือกไว้
	ง*	0.51	0.65			ง	0.08	0.13	
	จ	0.15	0.16			จ*	0.54	0.72	
	ก	0.20	0.24			ก	0.32	0.21	
	ข	0.10	0.12			ข*	0.38	0.27	
30	ค*	0.52	0.62	คัดเลือกไว้	36	ค	0.14	0.19	ตัดทิ้ง
	ง	0.09	0.09			ง	0.09	0.13	
	จ	0.09	0.16			จ	0.08	0.16	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก*	0.52	0.73			ก*	0.47	0.55	
	ข	0.12	0.16			ข	0.10	0.13	
37	ค	0.11	0.20	คัดเลือกไว้	43	ค	0.27	0.12	ตัดทิ้ง
	ง	0.14	0.19			ง	0.11	0.19	
	จ	0.10	0.18			จ	0.06	0.12	
	ก*	0.62	0.68			ก	0.06	0.12	
	ข	0.10	0.18			ข	0.19	0.26	
38	ค	0.14	0.29	คัดเลือกไว้	44	ค	0.14	0.23	คัดเลือกไว้
	ง	0.07	0.14			ง*	0.54	0.71	
	จ	0.06	0.07			จ	0.08	0.10	
	ก	0.16	0.12			ก	0.12	0.14	
	ข	0.17	0.24			ข	0.14	0.19	
39	ค	0.39	0.43	ตัดทิ้ง	45	ค*	0.55	0.62	คัดเลือกไว้
	ง*	0.11	0.14			ง	0.06	0.09	
	จ	0.17	0.08			จ	0.14	0.19	
	ก*	0.29	0.46			ก	0.16	0.13	
	ข	0.22	0.03			ข	0.25	0.18	
40	ค	0.25	0.23	ตัดทิ้ง	46	ค*	0.36	0.46	ตัดทิ้ง
	ง	0.12	0.07			ง	0.18	0.06	
	จ	0.13	0.13			จ	0.05	0.08	
	ก	0.28	0.24			ก	0.19	0.06	
	ข	0.22	0.29			ข	0.32	0.25	
41	ค	0.31	0.34	ตัดทิ้ง	47	ค*	0.18	0.00	ตัดทิ้ง
	ง	0.10	0.13			ง	0.15	0.08	
	จ*	0.10	0.15			จ	0.16	0.10	
	ก	0.20	0.23			ก	0.16	0.21	
	ข	0.12	0.14			ข	0.15	0.19	
42	ค	0.13	0.20	คัดเลือกไว้	48	ค	0.10	0.16	คัดเลือกไว้
	ง	0.14	0.19			ง	0.13	0.11	
	จ*	0.42	0.75			จ*	0.46	0.67	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.22	0.08			ก*	0.50	0.64	
	ข	0.15	0.19			ข	0.19	0.26	
49	ค	0.34	0.09	ตัดทิ้ง	50	ค	0.09	0.07	คัดเลือกไว้
	ง*	0.17	0.14			ง	0.12	0.18	
	จ	0.10	0.12			จ	0.10	0.13	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * ตรงตัวเลือก หมายถึง ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 11 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.17	0.31			ก*	0.62	0.56	
	ข	0.06	0.08			ข	0.09	0.19	
1	ค	0.03	0.05	คัดเลือกไว้	7	ค	0.11	0.12	คัดเลือกไว้
	ง*	0.64	0.55			ง	0.09	0.18	
	จ	0.10	0.11			จ	0.10	0.08	
	ก	0.07	0.12			ก	0.05	0.07	
	ข	0.17	0.27			ข	0.06	0.12	
2	ค	0.09	0.18	คัดเลือกไว้	8	ค	0.21	0.26	คัดเลือกไว้
	ง	0.05	0.11			ง	0.20	0.11	
	จ*	0.63	0.66			จ*	0.47	0.55	
	ก*	0.30	0.27			ก	0.06	0.12	
	ข	0.34	0.00			ข	0.10	0.21	
3	ค	0.19	0.22	คัดเลือกไว้	9	ค	0.20	0.13	คัดเลือกไว้
	ง	0.07	0.03			ง*	0.49	0.47	
	จ	0.10	0.00			จ	0.16	0.01	
	ก	0.06	0.12			ก	0.10	0.02	
	ข*	0.52	0.59			ข	0.32	0.05	
4	ค	0.21	0.17	คัดเลือกไว้	10	ค	0.21	0.14	ตัดทิ้ง
	ง	0.12	0.25			ง*	0.28	0.23	
	จ	0.10	0.06			จ	0.08	0.15	
	ก	0.08	0.10			ก	0.14	0.03	
	ข	0.09	0.16			ข*	0.56	0.52	
5	ค*	0.41	0.25	คัดเลือกไว้	11	ค	0.14	0.22	คัดเลือกไว้
	ง	0.21	0.02			ง	0.12	0.22	
	จ	0.22	0.03			จ	0.05	0.11	
	ก	0.15	0.12			ก*	0.51	0.55	
	ข	0.16	0.13			ข	0.14	0.17	
6	ค	0.32	0.05	ตัดทิ้ง	12	ค	0.12	0.17	คัดเลือกไว้
	ง*	0.19	0.09			ง	0.10	0.16	
	จ	0.18	0.10			จ	0.13	0.04	

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.07	0.07			ก	0.13	0.01	
	ข*	0.49	0.63			ข	0.11	0.21	
13	ค	0.18	0.26	คัดเลือกไว้	19	ค	0.09	0.14	คัดเลือกไว้
	ง	0.13	0.08			ง*	0.53	0.53	
	จ	0.13	0.20			จ	0.16	0.18	
	ก*	0.59	0.75			ก	0.10	0.09	
	ข	0.09	0.18			ข	0.14	0.14	
14	ค	0.14	0.21	คัดเลือกไว้	20	ค*	0.19	-0.11	ตัดทิ้ง
	ง	0.08	0.13			ง	0.09	0.04	
	จ	0.10	0.22			จ	0.49	0.38	
	ก*	0.40	0.37			ก	0.06	0.09	
	ข	0.09	0.15			ข	0.14	0.17	
15	ค	0.15	0.27	คัดเลือกไว้	21	ค*	0.54	0.53	คัดเลือกไว้
	ง	0.12	0.09			ง	0.17	0.23	
	จ	0.25	0.13			จ	0.09	0.04	
	ก	0.06	0.11			ก	0.16	0.14	
	ข*	0.57	0.58			ข*	0.15	-0.03	
16	ค	0.14	0.24	คัดเลือกไว้	22	ค	0.12	0.11	ตัดทิ้ง
	ง	0.07	0.13			ง	0.32	0.19	
	จ	0.16	0.09			จ	0.26	0.19	
	ก	0.16	0.18			ก	0.16	0.05	
	ข*	0.50	0.61			ข*	0.20	0.10	
17	ค	0.10	0.12	คัดเลือกไว้	23	ค	0.26	0.03	ตัดทิ้ง
	ง	0.17	0.20			ง	0.12	0.14	
	จ	0.06	0.12			จ	0.26	0.12	
	ก	0.07	0.07			ก	0.15	0.11	
	ข*	0.59	0.64			ข	0.11	0.14	
18	ค	0.17	0.24	คัดเลือกไว้	24	ค*	0.53	0.49	คัดเลือกไว้
	ง	0.09	0.12			ง	0.13	0.15	
	จ	0.09	0.20			จ	0.09	0.07	

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.08	0.13			ก	0.09	0.06	
	ข	0.07	0.11			ข	0.14	0.17	
25	ค	0.17	0.09	ตัดทิ้ง	31	ค*	0.54	0.51	คัดเลือกไว้
	ง	0.22	0.53			ง	0.17	0.20	
	จ	0.46	0.16			จ	0.05	0.08	
	ก	0.06	0.08			ก	0.08	0.09	
	ข*	0.37	0.42			ข	0.19	0.20	
26	ค	0.26	0.08	คัดเลือกไว้	32	ค	0.24	0.27	คัดเลือกไว้
	ง	0.15	0.10			ง	0.11	0.10	
	จ	0.16	0.15			จ*	0.39	0.68	
	ก*	0.11	0.00			ก	0.13	0.16	
	ข	0.09	0.13			ข*	0.32	0.67	
27	ค	0.53	0.37	ตัดทิ้ง	33	ค	0.20	0.09	คัดเลือกไว้
	ง	0.10	0.06			ง	0.22	0.24	
	จ	0.17	0.18			จ	0.14	0.17	
	ก	0.29	0.03			ก	0.09	0.02	
	ข	0.17	0.23			ข	0.27	0.17	
28	ค*	0.10	0.07	ตัดทิ้ง	34	ค	0.34	0.32	ตัดทิ้ง
	ง	0.14	0.14			ง	0.18	0.13	
	จ	0.30	0.29			จ*	0.13	0.28	
	ก	0.07	0.06			ก*	0.26	0.17	
	ข*	0.62	0.49			ข	0.11	0.14	
29	ค	0.13	0.17	คัดเลือกไว้	35	ค	0.27	0.07	ตัดทิ้ง
	ง	0.08	0.09			ง	0.22	0.06	
	จ	0.11	0.14			จ	0.14	0.04	
	ก	0.09	0.11			ก	0.16	0.15	
	ข*	0.50	059			ข*	0.20	0.04	
30	ค	0.13	0.16	คัดเลือกไว้	36	ค	0.28	0.06	ตัดทิ้ง
	ง	0.14	0.14			ง	0.20	0.09	
	จ	0.14	0.18			จ	0.16	0.14	

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก*	0.16	0.24			ก	0.06	0.07	
	ข	0.13	0.16			ข	0.11	0.13	
37	ค	0.17	0.21	ตัดทิ้ง	43	ค	0.28	0.09	ตัดทิ้ง
	ง	0.19	0.14			ง*	0.20	-0.09	
	จ	0.35	0.00			จ	0.36	0.21	
	ก	0.12	0.15			ก	0.07	0.05	
	ข	0.11	0.14			ข	0.28	0.26	
38	ค*	0.45	0.63	คัดเลือกไว้	44	ค	0.21	0.19	คัดเลือกไว้
	ง	0.09	0.08			ง*	0.27	0.57	
	จ	0.24	0.26			จ	0.18	0.06	
	ก	0.15	0.15			ก	0.12	0.04	
	ข	0.18	0.08			ข	0.18	0.09	
39	ค	0.11	0.13	ตัดทิ้ง	45	ค*	0.38	0.53	คัดเลือกไว้
	ง*	0.28	0.26			ง	0.10	0.12	
	จ	0.29	0.05			จ	0.23	0.28	
	ก	0.13	0.01			ก	0.21	0.07	
	ข	0.19	0.23			ข	0.20	0.11	
40	ค	0.18	0.18	คัดเลือกไว้	46	ค	0.15	0.18	ตัดทิ้ง
	ง	0.17	0.20			ง	0.13	0.12	
	จ*	0.33	0.64			จ*	0.31	0.35	
	ก*	0.31	0.48			ก	0.23	0.08	
	ข	0.12	0.08			ข	0.10	0.12	
41	ค	0.20	0.01	คัดเลือกไว้	47	ค*	0.15	-0.02	ตัดทิ้ง
	ง	0.23	0.22			ง	0.20	0.01	
	จ	0.13	0.16			จ	0.31	0.08	
	ก	0.06	0.07			ก	0.28	0.01	
	ข	0.10	0.12			ข	0.11	0.13	
42	ค	0.12	0.08	ตัดทิ้ง	48	ค	0.19	0.03	ตัดทิ้ง
	ง*	0.45	0.25			ง*	0.32	0.28	
	จ	0.28	0.03			จ	0.11	0.10	

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	ผลการพิจารณา
	ก	0.11	0.13			ก	0.31	0.09	
	ข	0.11	0.10			ข	0.19	0.23	
49	ค	0.29	0.02	ตัดทิ้ง	50	ค	0.18	0.08	คัดเลือกไว้
	ง	0.36	0.10			ง	0.12	0.15	
	จ*	0.13	0.15			จ*	0.21	0.21	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * ตรงตัวเลือก หมายถึง ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านเหตุผล
และแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบจำแนกประเภท
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ดดด

1. ก. ขัดใจ
   ข. ขัดคอ
   ค. ขัดขืน
   ง. ขัดสน
   จ. ขัดข้อง

2. ก. ปา
   ข. โยน
   ค. หมุน
   ง. ขว้าง
   จ. เหวี่ยง

3. ก. สูง
   ข. ดำ
   ค. ต่ำ
   ง. เตี้ย
   จ. โย่ง

4. ก. ตู้
   ข. ลัง
   ค. หีบ
   ง. โต๊ะ
   จ. กล่อง

5. ก. มืด
   ข. ขาว
   ค. ม่วง
   ง. แดง
   จ. เขียว

6. ก. นกเขา
   ข. นกแก้ว
   ค. นกหวีด
   ง. นกเอี้ยง
   จ. นกพิราบ

7. ก. มะไฟ
   ข. มะดัน
   ค. มะยม
   ง. มะม่วง
   จ. มะพร้าว

8. ก. กำไร
   ข. ต่างหู
   ค. แหวน
   ง. แว่นตา
   จ. สร้อยคอ

9. ก. วางใจ
   ข. เบาใจ
   ค. เชื่อใจ
   ง. น้อยใจ
   จ. นอนใจ

10. ก. ปี่
   ข. ฉิ่ง
   ค. กรับ
   ง. ฆ้อง
   จ. กลอง

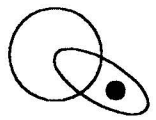
11. ก. ตู้เย็น
   ข. พัดลม
   ค. เตารีด
   ง. โทรศัพท์
   จ. โทรทัศน์

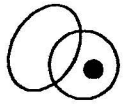
12. ก. บวบ
   ข. มะระ
   ค. มันเทศ
   ง. ฝักทอง
   จ. แตงกวา

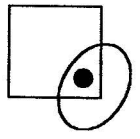
13. ก. คั่ว
   ข. ผัด
   ค. ย่าง
   ง. ทอด
   จ. เจียว

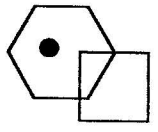
14. ก. ปี
   ข. วัน
   ค. ชั่วโมง
   ง. สัปดาห์
   จ. กลางคืน

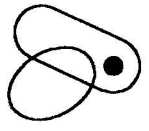
15. ก. 23 ตุลาคม
   ข. 5 ธันวาคม
   ค. 10 ธันวาคม
   ง. 10 มิถุนายน
   จ. 12 สิงหาคม

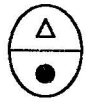
16. ก. 

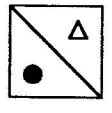
ข. 

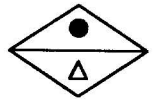
ค. 

ง. 

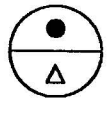
จ. 

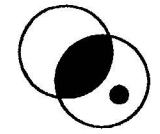
17. ก. 

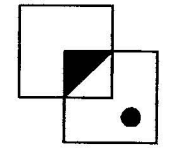
ข. 

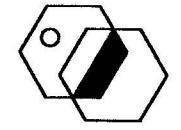
ค. 

ง. 

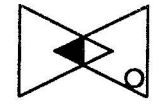
จ. 

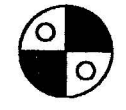
18. ก. 

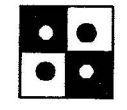
ข. 

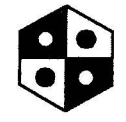
ค. 

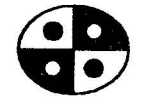
ง. 

จ. 

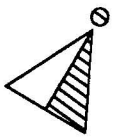
19. ก. 

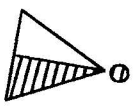
ข. 

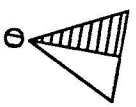
ค. 

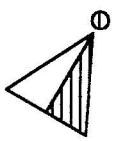
ง. 

จ. 

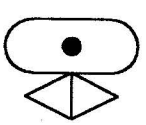
20. ก. 

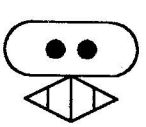
ข. 

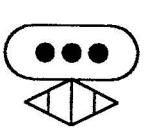
ค. 

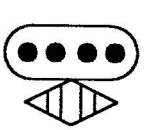
ง. 

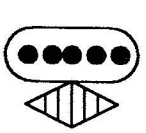
จ. 

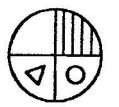
21. ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

22. ก. 

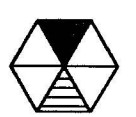
ข. 

ค. 

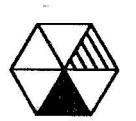
ง. 

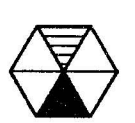
จ. 

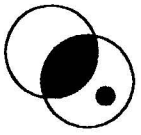
23. ก. 

ข. 

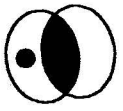
ค. 

ง. 

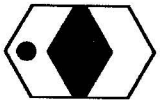
จ. 

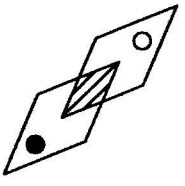
24. ก. 

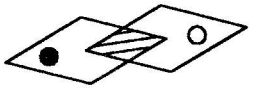
ข. 

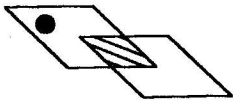
ค. 

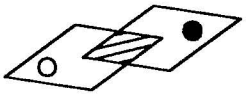
ง. 

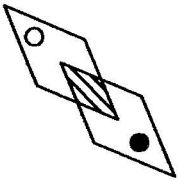
จ. 

25 ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

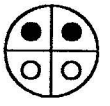
26. ก. 

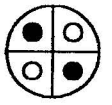
ข. 

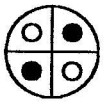
ค. 

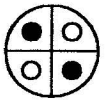
ง. 

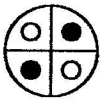
จ. 

27. ก. 

ข. 

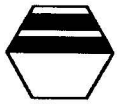
ค. 

ง. 

จ. 

28. ก. 

ข. 

ค. 

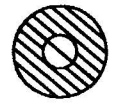
ง. 

จ. 

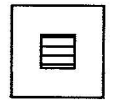
29. ก. 

ข. 

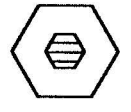
ค. 

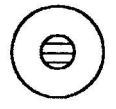
ง. 

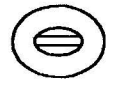
จ. 

30. ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

แบบทดสอบอุปมาอุปไมย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

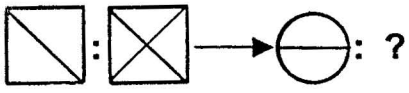
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 20 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. การหาคำตอบให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้ของคู่หน้าก่อน แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาพิจารณาหาคำตอบ โดยพิจารณาเลือกคำตอบจากข้อ ก – จ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0.) สูง : เตี้ย ⟶ ดำ : ?

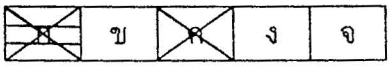
ก. สี
ข. มืด
ค. ขาว
ง. สวย
จ. สว่าง

00.)  : ?

ก. 
ข. 
ค. 
ง. 
จ. 

จากตัวอย่างข้อ ตอบ 0.) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ จ และ ข้อ 00.) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ ค

4. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษร ก ข ค ง และ จ ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ก ให้เป็นตัวเลือก ค ให้ทำดังตัวอย่าง



5. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไปให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่
6. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

1. ประหยัด : เก็บออม → เกลี่ยกล่อม :?
   ก. ชวน
   ข. ชักจูง
   ค. ย้อมใจ
   ง. ขัดเกลา
   จ. ปลอบประโลม

2. ขว้าง : ปา → คล้อง : ?
   ก. ผูก
   ข. มัด
   ค. ขัด
   ง. ยึด
   จ. สวม

3. สว่าง : มืด → เย่อหยิ่ง : ?
   ก. วางเฉย
   ข. อ่อนแอ
   ค. ถ่อมตัว
   ง. อ่อนโยน
   จ. เรียบร้อย

4. ลื่น : ฝืด → แหลม : ?
   ก. ทู่
   ข. บิ่น
   ค. คม
   ง. บาง
   จ. ป้าน

5. สร้าง : ทำลาย → โปร่ง : ?
   ก. ทึบ
   ข. ขุ่น
   ค. มัว
   ง. สลัว
   จ. ครึ้ม

6. พิถีพิถัน : หละหลวม → เลินเล่อ : ?
   ก. สุขุม
   ข. ประณีต
   ค. เข้มงวด
   ง. รอบคอบ
   จ. เยือกเย็น

7. ขา : เดิน → สมอง : ?
   ก. ใส
   ข. คิด
   ค. ฝัน
   ง. เฉียบ
   จ. ฉลาด

8. พรุ่งนี้ : เมื่อวาน → อนาคต : ?
   ก. ปี
   ข. วันนี้
   ค. อดีต
   ง. ปัจจุบัน
   จ. ยาวนาน

9. ตาชั่ง : น้ำหนัก → นาฬิกา : ?
   ก. ดู
   ข. นาที
   ค. เวลา
   ง. ข้อมือ
   จ. ชั่วโมง

10. กรัม : กิโลกรัม → เมตร : ?
   ก. เดซิเมตร
   ข. กิโลเมตร
   ค. มิลลิเมตร
   ง. เซนติเมตร
   จ. ลูกบาศก์เมตร

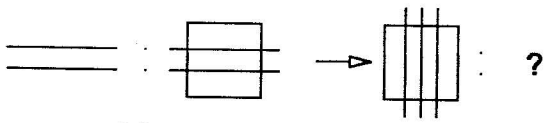
11. ผู้ชาย : ผู้หญิง → ดอกไม้ : ?
   ก. ผึ่ง
   ข. หอม
   ค. สวย
   ง. กลิ่น
   จ. แมลง

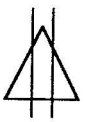
12. ผู้ใหญ่ : ทำงาน → เด็ก : ?
   ก. วิ่ง
   ข. กิน
   ค. เล่น
   ง. นอน
   จ. เรียน

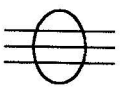
13. ปากกา : ดินสอ → ตลับเมตร : ?
   ก. สมุด
   ข. หนังสือ
   ค. วงเวียน
   ง. ไม้บรรทัด
   จ. ความยาว

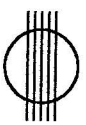
14. กรรไกร : มีด → พั่ว : ?
   ก. ส้อม
   ข. ค้อน
   ค. เสียม
   ง. เลื่อย
   จ. ชะแลง

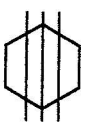
15. ความรู้ : การศึกษา → ชำนาญ : ?
   ก. แก้ไข
   ข. ชี้แนะ
   ค. อบรม
   ง. ฝึกฝน
   จ. เรียนรู้

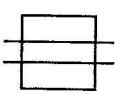
16.  ?

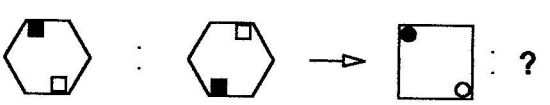
ก. 

ข. 

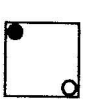
ค. 

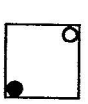
ง. 

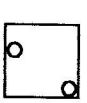
จ. 

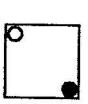
17.  ?

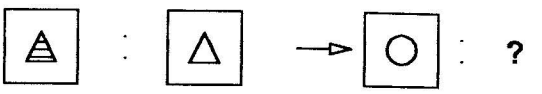
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

18.  ?

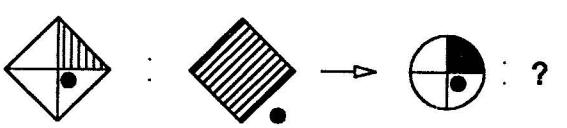
ก. 

ข. 

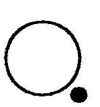
ค. 

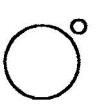
ง. 

จ. 

19.  ?

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

20. E : F → S : ?

ก. R

ข. I

ค. T

ง. U

จ. N

21.  : ?

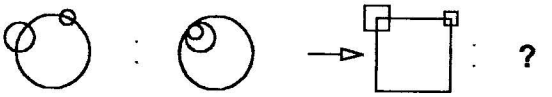
ก. ↓

ข. →

ค. ←

ง. ↑

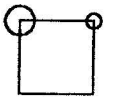
จ. ↗

22.  : ?

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

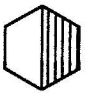
จ. 

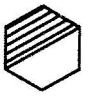
23.  : ?

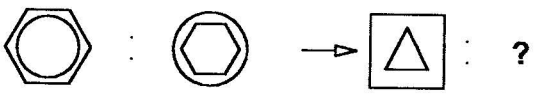
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

24. 

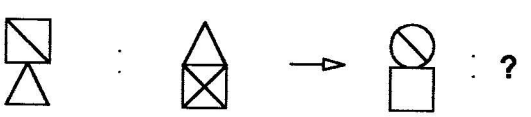
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

25. 

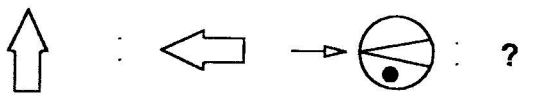
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

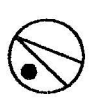
26. 

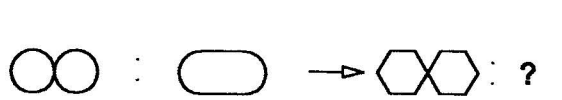
ก. 

ข. 

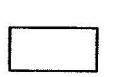
ค. 

ง. 

จ. 

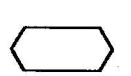
27. 

ก. 

ข. 

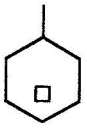
ค. 

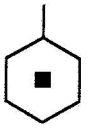
ง. 

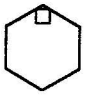
จ. 

28. 

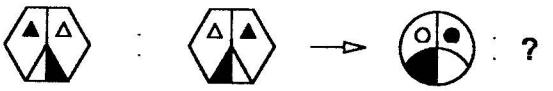
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

29. 

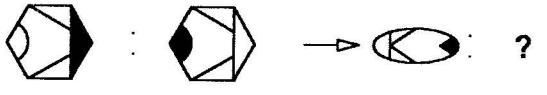
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

30. 

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

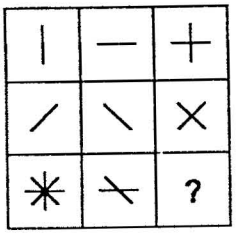
แบบทดสอบอนุกรมมิติ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 20 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. ซึ่งแต่ละข้อจะกำหนดรูปภาพมาให้ รูปภาพนั้นจะมีความสัมพันธ์กันในแนวตั้งและแนวนอน ให้นักเรียนหาว่ารูปที่มีเครื่องหมาย ? ควรเป็นรูปใด โดยพิจารณาเลือกคำตอบจากข้อ ก – จ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0.



ก. 

ข. 

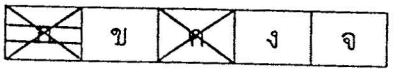
ค. 

ง. 

จ. 

จากตัวอย่างข้อ ตอบ 0.) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ จ

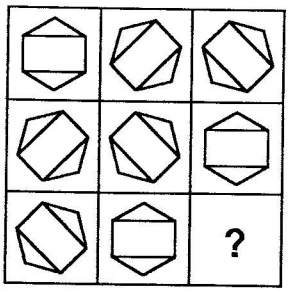
4. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษร ก ข ค ง และ จ ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ก ให้เป็นตัวเลือก ค ให้ทำดังตัวอย่าง



5. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไปให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่

6. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

1.



ก. 

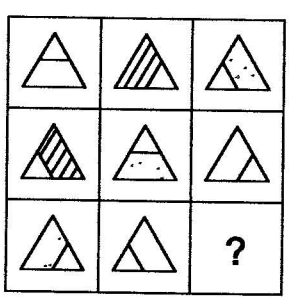
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

2.



ก. 

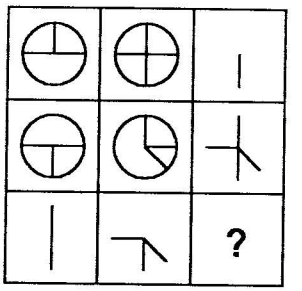
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

3.



ก.

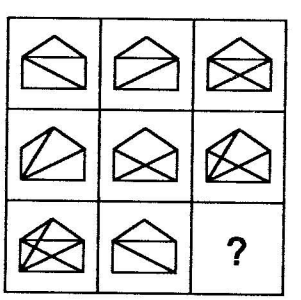
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

4.



ก. 

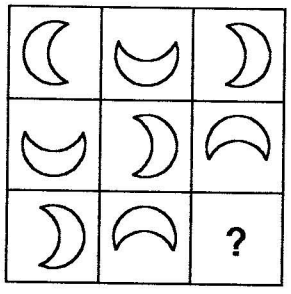
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

5.



ก. 

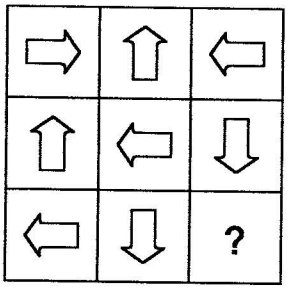
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

6



ก. 

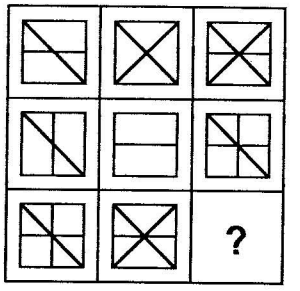
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

7.



ก. 

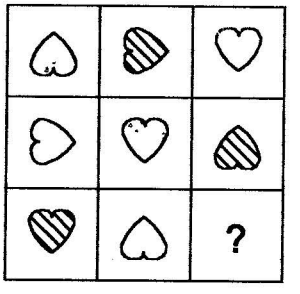
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

8.



ก. 

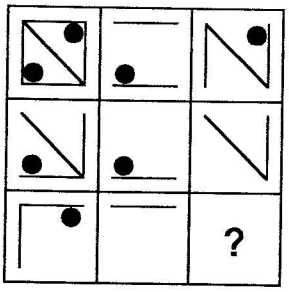
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

9.



ก. 

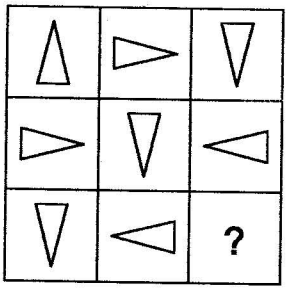
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

10.



ก. 

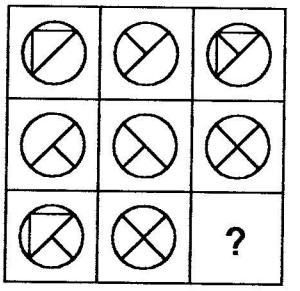
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

11.



ก. 

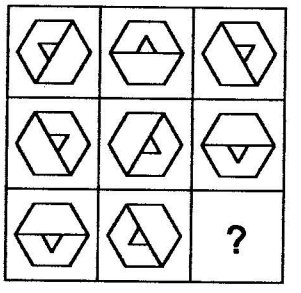
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

12.



ก. 

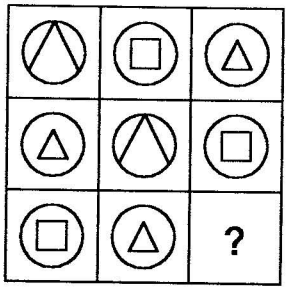
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

13.



ก. 

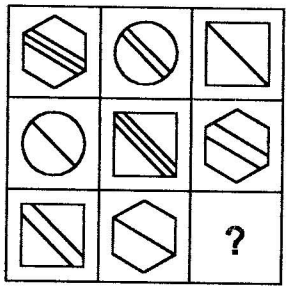
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

14.



ก. 

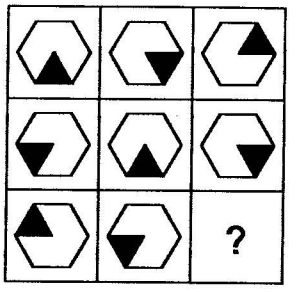
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

15.



ก. 

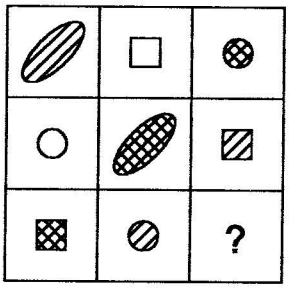
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

16.



ก. 

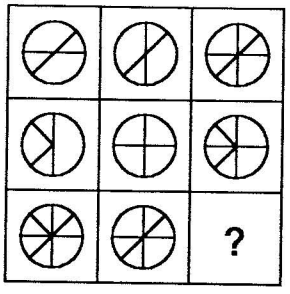
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

17.



ก. 

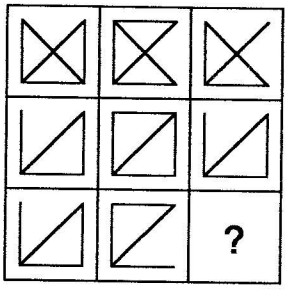
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

18.



ก. 

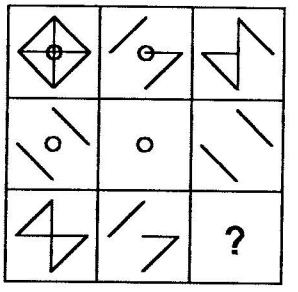
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

19.



ก. 

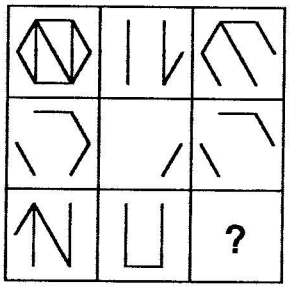
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

20.



ก. 

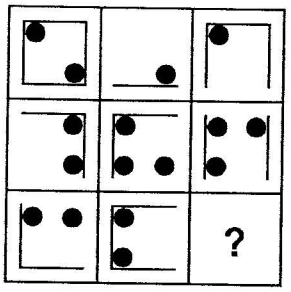
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

21.



ก. 

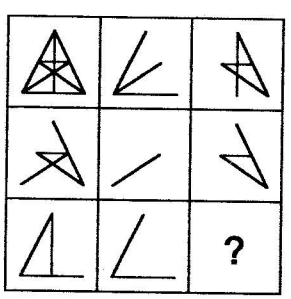
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

22.



ก.

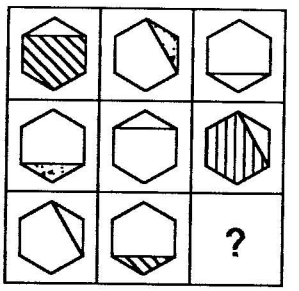
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

23.



ก. 

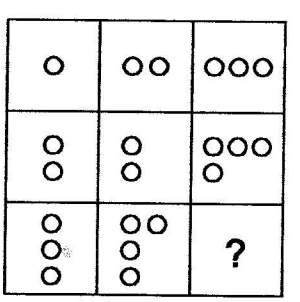
ข. 

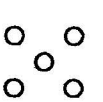
ค. 

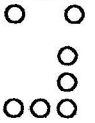
ง. 

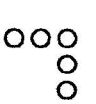
จ. 

24.

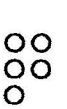


ก. 

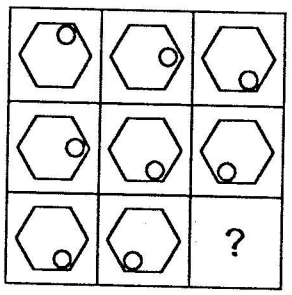
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

25.



ก. 

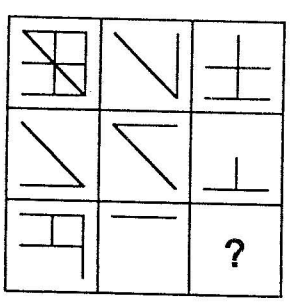
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

26.



ก. 

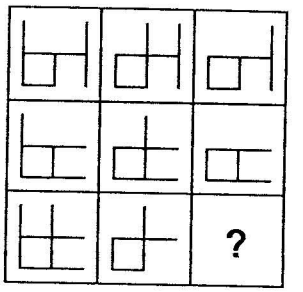
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

27.



ก. 

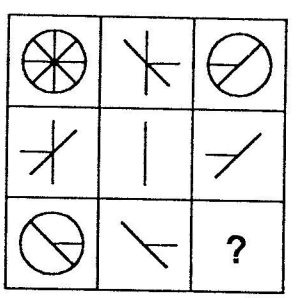
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

28.



ก. 

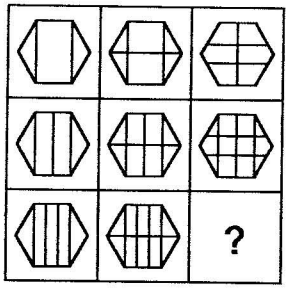
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

29.



ก. 

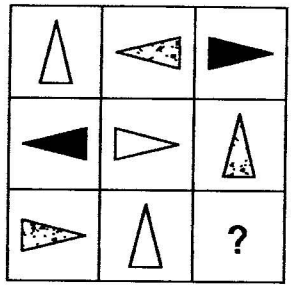
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

30.



ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

แบบทดสอบสรุปความ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 20 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. การหาคำตอบให้นักเรียนอ่านบทความที่กำหนดให้ แล้วหาข้อสรุปจากบทความที่กำหนดให้โดยพิจารณาเลือกคำตอบจากข้อ ก – จ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0.) เดือนสูงกว่าดาว แต่เตี้ยกว่าแก้ว และแก้วสูงกว่าแพรว
ดังนั้นใครสูงที่สุด

ก. ดาว

ข. แก้ว

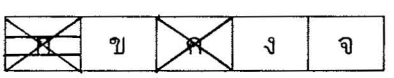
ค. เดือน

ง. แพรว

จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

จากตัวอย่างข้อ ตอบ 0.) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ ข

4. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษร ก ข ค ง และ จ ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ก ให้เป็นตัวเลือก ค ให้ทำดังตัวอย่าง



5. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไปให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่

6. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

1. นกบินสูงกว่าเป็ด แต่ต่ำกว่าห่าน ห่านบินต่ำกว่าไก่ และหงษ์ สัตว์ตัวใดบินได้ต่ำที่สุด
   ก. ไก่
   ข. นก
   ค. เป็ด
   ง. หงส์
   จ. ห่าน

2. บ้านศักอยู่ระหว่างบ้านของชูกับนิต บ้านชูอยู่ระหว่างบ้านศัก บ้านของสี บ้านนิตอยู่ระหว่างบ้านศัก บ้านมาลัย ดังนั้นบ้าน ของใครอยู่ตรงกลาง
   ก. ชู
   ข. ศัก
   ค. นิต
   ง. มาลี
   จ. มาลัย

3. เสียงที่ไม่น่าฟังของดนตรีทำให้รำคาญ เสียงไพเราะของดนตรีทำให้สุขสบาย ดังนั้นเสียงดนตรีเป็นเสียงอย่างไร
   ก. ทำให้สบาย
   ข. ทำให้รำคาญ
   ค. มีทั้งหน้าฟังและไม่น่าฟัง
   ง. รำคาญและสบายผสมกัน
   จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

4. $a + b$ เท่ากับ $a + d$
   $d + c$ มากกว่า $b + g$ ดังนั้น.....
   ก. a เท่ากับ b
   ข. b มากกว่า d
   ค. $g - c$ มากกว่า $d - b$
   ง. $a + c$ เท่ากับ $a + g$
   จ. $a - c$ น้อยกว่า $a - g$

5. นายสมเป็นเพื่อนกับนายสาย นายสายเป็นเพื่อนกับนายสาน นายสานเป็นเพื่อนกับนายสม ดังนั้น.....
   ก. ทุกคนเป็นเพื่อนกัน
   ข. นายสนเป็นเพื่อนนายสม
   ค. นายสานเป็นเพื่อนนายสม
   ง. นายสนเป็นเพื่อนนายสาน
   จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

6. ธงสีขาวแพงกว่าธงสีม่วง ธงสีม่วงแพงกว่าธงสีแดง แต่ถูกกว่าธงสีฟ้า ธงสีแสดแพงกว่าธงสีขาว ธงสีใดถูกที่สุด
   ก. ฟ้า
   ข. ส้ม
   ค. ขาว
   ง. ม่วง
   จ. แดง

7. ดวง เด่น ดาว เป็นพ่อลูกกัน ดาวอายุมากกว่าดวง ดวงเป็นพี่ของเด่น ดังนั้น.....
   ก. เด่นเป็นพี่ของดาว
   ข. ดวงเป็นพี่ของดาว
   ค. ดาวเป็นพี่ของดวง
   ง. ดวงและเด่นเป็นลูกของดาว
   จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

8. F อยู่ทางทิศเหนือของ A และ D, B อยู่ทางทิศตะวันออกของ A, C อยู่ทางทิศใต้ของ B, D อยู่ทางทิศตะวันตกของ C, E อยู่ทางทิศตะวันตกของ A, D อยู่ทางทิศใดของ E
   ก. ตะวันตก
   ข. ตะวันออก
   ค. ตะวันตกเฉียงใต้
   ง. ตะวันออกเฉียงใต้
   จ. ตะวันออกเฉียงเหนือ

9. นายแดงยืนอยู่หน้านายดำ แต่หลังนายฟ้า นายขาวยืนอยู่หลังนายเขียว แต่อยู่หน้านายแดง ใครยืนหลังสุด
   ก. ฟ้า
   ข. ดำ
   ค. ขาว
   ง. แดง
   จ. เขียว

10. ไก่แพงกว่าเป็ด เป็ดถูกกว่าปลาช่อน และปลาช่อนถูกกว่าปูม้า ดังนั้น.....
   ก. ปูแพงกว่าไก่
   ข. เป็ดราคาถูกที่สุด
   ค. ปูม้าราคาแพงที่สุด
   ง. ไก่แพงกว่าปลาช่อน
   จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

11. ศรินทราสวยมากกว่ามาช่า แต่สวยน้อยกว่าแอม แอมสวยเท่ากับนันทิดา นันทิดาสวยน้อยกว่าสินใจ ดังนั้น.....
   ก. สินใจส่วยที่สุด
   ข. มาช่าสวยเท่ากับนันทิดา
   ค. ศรินทราสวยมากกว่าสินใจ
   ง. ศรินทราและสินใจสวยเท่ากัน
   จ. ศรินทราสวยอยู่ในระดับกลางของทั้งหมด

12. ถ้านพพรมาโรงเรียนสายแล้วครูจะตัดคะแนน คนที่ถูกตัดคะแนนส่วนใหญ่มีความประพฤติไม่ดี จันทนามีความประพฤติไม่ดี ดังนั้น.....
   ก. จันทนาถูกหักคะแนน
   ข. จันทนาต้องถูกลงโทษ
   ค. จันทนากระทำความผิด
   ง. จันทนามาโรงเรียนสาย
   จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

13. กระต่ายวิ่งเร็วกว่ากระรอก แต่ช้ากว่ากระแต กระรอกวิ่งเร็วกว่ากระจอกเทศ ดังนั้น.....
    ก. กระรอกวิ่งช้าที่สุด
    ข. กระแตวิ่งเร็วที่สุด
    ค. กระต่ายวิ่งเร็วปานกลาง
    ง. กระจอกเทศวิ่งเร็วกว่ากระต่าย
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

14. บ้านของสมศรีเล็กว่าบ้านของสมทรง แต่บ้านของสมชายใหญ่กว่าบ้านของสมทรง ดังนั้น.....
    ก. บ้านของสมทรงใหญ่ที่สุด
    ข. บ้านของสมชายใหญ่ที่สุด
    ค. บ้านของสมศรีเท่ากับบ้านของสมชาย
    ง. บ้านของสมชายเท่ากับบ้านของสมศรี
    จ. สรุปแน่นนอนไม่ได้

15. แพทย์ทุกคนเป็นคนที่เรียนเก่ง คนเรียนเก่งบางคนเป็นทนายความ ทนายความบางคนเรียนจบแพทย์ ดังนั้น.....
    ก. ทนายความเรียนเก่งที่สุด
    ข. ทนายความเก่งกว่าแพทย์
    ค. แพทย์ทุกคนเป็นทนายความ
    ง. ทนายความบางคนเป็นแพทย์
    จ. สรุปแน่นนอนไม่ได้

16. คนอีสานทุกคนกินส้มตำ คนกินส้มตำบางคนเป็นคนภาคกลาง คนภาคกลางบางคนกินส้มตำและปลาร้า ดังนั้น.....
    ก. คนอีสานชอบกินส้มตำ
    ข. คนกินส้มตำเป็นคนอีสาน
    ค. ส้มตำเป็นอาหารของคนภาคอีสานเท่านั้น
    ง. ส้มตำกินได้ทั้งคนภาคกลางและภาคอีสาน
    จ. สรุปแน่นนอนไม่ได้

17. คนผอมทุกคนเป็นโรคขาดอาหาร โรคขาดอาหารเป็นกับคนอ้วนบางคน เจียมใจเป็นโรคขาดอาหาร ดังนั้น.....
    ก. เจียมใจเป็นคนอ้วน
    ข. เจียมใจเป็นคนผอม
    ค. โรคขาดอาหารเป็นกับคนผอมทุกคน
    ง. สมพรเป็นคนเรียนเก่งแต่เป็นโรคขาดอาหาร
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

18. มดขยันกว่าผึ้ง ปลวกขยันกว่ามด ผึ้งขยันกว่าแมงป่อง สัตว์ชนิดใดขยันที่สุด
    ก. มด
    ข. ผึ้ง
    ค. ปลวก
    ง. แมงป่อง
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

19. นกขุนทองเสียงไพเราะกว่านกแก้ว แต่ไพเราะน้อยกว่านกเอี้ยง นกแก้วเสียงไพเราะกว่าไก่แจ้ สัตว์อะไรเสียงไพเราะ มากที่สุด
    ก. ไก่แจ้
    ข. นกแก้ว
    ค. นกเอี้ยง
    ง. นกขุนทอง
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

20. เมือง ก อยู่เหนือเมือง ข เมือง ข อยู่ใต้เมือง ค เมือง ค อยู่เหนือเมือง ง และ ก อยู่ใต้เมือง ง เมืองใดอยู่เหนือสุด
    ก. เมือง ก
    ข. เมือง ข
    ค. เมือง ค
    ง. เมือง ง
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

21. เด็กวัยรุ่นทุกคนชอบฟังเพลงและเล่นกีฬา บิ๊ก ไม่ชอบฟังเพลง ดังนั้น.....
    ก. บิ๊กชอบเล่นกีฬา
    ข. บิ๊กเป็นเด็กวัยรุ่น
    ค. บิ๊กไม่ใช่เด็กวัยรุ่น
    ง. บิ๊กไม่ชอบเล่ยกีฬา
    จ. สรุปแน่นนอนไม่ได้

22. นายดำกินส้มตำ ไก่ย่าง ปวดท้อง
    นายแดงกินลาบ ไก่ย่าง ไม่ปวดท้อง
    นายดู๋กินส้มตำ เนื้อย่าง ปวดท้อง
    นายดี๋กินลาบ เนื้อย่าง ไม่ปวดท้อง
    อาหารชนิดใดทำให้ปวดท้อง
    ก. ลาบ
    ข. ส้มตำ
    ค. ไก่ย่าง
    ง. เนื้อย่าง
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

23. แจ๋วเรียนอ่อนกว่า แต๋ว แต่เก่งกว่าแป๋ว แมวเก่งเท่ากับหมูซึ่งเก่งกว่า แจ๋ว ใครเรียนอ่อนที่สุด
    ก. หมู
    ข. แมว
    ค. แจ๋ว
    ง. แต๋ว
    จ. แป๋ว

24. หมู่บ้านแห่งหนึ่งมีลำธารไหลผ่านขนานไปกับถนนและทิวสนมีทางรถไฟขนานไหกับสายโทรเลขแต่ตัดกับทิสน ข้อใดสรุป**ไม่**ถูกต้อง
    ก. ถนนขนานกับทิวสน
    ข. ถนนตัดกับสายโทรเลข
    ค. ลำธารตัดกับทางรถไฟ
    ง. ลำธารตัดกับสายโทรเลข
    จ. ลำธารขนานกับสายโทรเลข

25. เงินของแดงและดำรวมกันเท่ากับเงินของเขียวและขาวรวมกัน เงินของเขียวและขาวรวมกันเท่ากับเงินของแสดและสมรวมกัน ถ้าแดงมีเงินเท่ากับแสด ดังนั้น.....
    ก. ดำกับส้มมีเงินเท่ากัน
    ข. แดงกับส้มมีเงินเท่ากัน
    ค. เขียวกับส้มมีเงินเท่ากัน
    ง. ขาวกับแสดมีเงินเท่ากัน
    จ. เขียวกับแสดมีเงินเท่ากัน

26. มีรหัสบอกว่า ถ้าพบ A ให้ไปทางขวา ถ้าพบB ให้ไปทางซ้าย และพบ C ให้หันหลังกลับ ถ้าเขาเดินทางไปพบ A-C-A-B เมื่อทำตามรหัสแล้วปรากฏว่าเขาหันหน้าไปทางทิศตะวันตก ดังนั้นเมื่อเริ่มเดินทางเขาหันหน้าไปทางทิศใด
    ก. ทิศใต้
    ข. ทิศเหนือ
    ค. ทิศตะวันตก
    ง. ทิศตะวันออก
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

27. บังอรเป็นเด็กดี เด็กดีทุกคนขยัน คนขยันบางคนมีทุกข์และมีปัญหา ดังนั้น.....
    ก. บังอรมีทุกข์
    ข. บังอรมีความสุข
    ค. บังอรมีความขยัน
    ง. บังอรเป็นคนมีปัญหา
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

28. ความดีเป็นของที่ทำยาก ความชั่วเป็นของทำง่ายคนทุกคนย่อมมีทั้งความดีและความชั่ว สรุปได้ว่า.....
    ก. คนทำดีมีมาก
    ข. คนทำชั่วมีมาก
    ค. คนทำดีจะไม่มีความชั่ว
    ง. คนทำดีย่อมมีความชั่วอยู่ด้วย
    จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

29. จะพูดถึงกิ่งยอมพูดถึงแก้ว พูดถึงแก้วก็ย่อมเกี่ยวกับกุ้งและถ้าพูดถึง กบ ก็เกี่ยวกับกุ้งด้วย สรุปได้ว่า

ก. กิ่งเกี่ยวข้องกับกุ้ง

ข. กิ่งเกี่ยวข้องกับกบ

ค. แก้วเกี่ยวข้องกับกบ

ง. กิ่ง แก้ว กุ้ง เกี่ยวข้องกัน

จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

30. A สูงกว่า B แต่เตี้ยกว่า C, D สูงเท่ากับ G และ A ใครสูงที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

จ. G

แบบทดสอบวิเคราะห์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

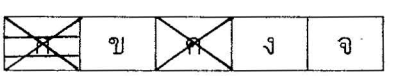
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 20 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. การหาคำตอบ แบบวิเคราะห์ตัวร่วมให้นักเรียนพิจารณาว่าสิ่งที่กำหนดให้มีลักษณะร่วมกันอย่างไร และแบบวิเคราะห์ตัวต่างให้นักเรียนพิจารณาว่าสิ่งที่กำหนดให้มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร โดยเลือกคำตอบจากข้อ ก – จ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

แบบวิเคราะห์ตัวร่วม	**แบบวิเคราะห์ตัวต่าง**
0.) มะนาว ฟุตบอล ลูกเปตอง	00.) นักเรียน นักการ ครู
ก. กีฬา	ก. อายุ
ข. ขนาด	ข. เพศ
ค. วงกลม	ค. หน้าที่
ง. ของเล่น	ง. ความรู้
จ. ทรงกลม	จ. ความสำคัญ

จากตัวอย่างข้อ 0.) คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ จ และ 00.) คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค

4. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษร ก ข ค ง และ จ ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ก ให้เป็นตัวเลือก ค ให้ทำดังตัวอย่าง



5. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไปให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่
6. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

แบบวิเคราะห์ตัวร่วม

1. ชกมวย ทุ่มน้ำหนัก พุ่งแหลน
   ก. กติกา
   ข. ความสนุก
   ค. ความนิยม
   ง. ประเภทกีฬา
   จ. จำนวนผู้เล่น

2. ม้า วัว ช้าง
   ก. อายุ
   ข. กำลัง
   ค. ขนาด
   ง. ประเภท
   จ. การใช้งาน

3. รถไฟ รถไฟฟ้า รถไฟเหาะ
   ก. รูปร่าง
   ข. ใช้ราง
   ค. ใช้ไฟฟ้า
   ง. ความนิยม
   จ. ใช้เชื้อเพลิง

4. กุฎิ บ้าน กระท่อม
   ก. คน
   ข. ที่พัก
   ค. ขนาด
   ง. สถานที่
   จ. ความจำเป็น

5. ขา ตา แขน
   ก. ดึง
   ข. เดิน
   ค. อวัยวะ
   ง. การสัมผัส
   จ. ประโยชน์

6. อยุธยา ภูเก็ต เชียงใหม่
   ก. ภาค
   ข. พื้นที่
   ค. จังหวัด
   ง. สถานที่
   จ. แห่งท่องเที่ยว

7. ป่าสัก เจ้าพระยา บางปะกง
   ก. ทะเล
   ข. เขื่อน
   ค. แม่น้ำ
   ง. คลอง
   จ. เส้นทางเรือ

8. คะน้า ต้นหอม ถั่วฟักยาว
   ก. พืช
   ข. สัตว์
   ค. อาหาร
   ง. รสชาติ
   จ. เครื่องปรุง

9. เสื้อ กางเกง กระโปรง
   ก. ราคา
   ข. คุณภาพ
   ค. ประโยชน์
   ง. เครื่องประดับ
   จ. เครื่องแต่งกาย

10. วา ฟุต เมตร
   ก. พื้นที่
   ข. ขนาด
   ค. สัดส่วน
   ง. ปริมาณ
   จ. ความยาว

11. แพทย์ อาจารย์ ทนายความ
   ก. จรรยา
   ข. อาชีพ
   ค. สังคม
   ง. ปฏิบัติ
   จ. ประโยชน์

12. พม่า ไทย รัสเซีย
   ก. ทวีป
   ข. ภาค
   ค. ประเทศ
   ง. การค้าขาย
   จ. ความสัมพันธ์

13. แป้ง น้ำหอม ครีมรองพื้น

ก. หน้า

ข. กลิ่น

ค. โลชั่น

ง. ปริมาณ

จ. เครื่องสำอาง

14. วัน เดือน ปี .

ก. นาฬิกา

ข. สัดส่วน

ค. ปริมาณ

ง. ระยะทาง

จ. ระยะเวลา

15. สูง หนา ผอม

ก. ขนาด

ข. รูปร่าง

ค. ประเภท

ง. ความสูง

จ. ความสัมพันธ์

แบบวิเคราะห์ตัวต่าง

16. คนขับ กระเป๋า ผู้โดยสาร

ก. หน้าที่

ข. บริการ

ค. รายได้

ง. มารยาท

จ. ความสามารถ

17. ชาวนา ชาวสวน ชาวประมง

ก. เพศ

ข. อายุ

ค. ฐานะ

ง. ความรู้

จ. ประกอบการ

18. พ่อ แม่ ลูก

ก. เพศ

ข. อายุ

ค. ความรู้

ง. อำนาจ

จ. สถานะ

19. นักการ อาจารย์ นักเรียน
    ก. หน้าที่
    ข. ความรู้
    ค. โรงเรียน
    ง. ตำแหน่ง
    จ. สถานภาพ

20. อีซูซุ นิสสัน โตโยต้า
    ก. ยี่ห้อ
    ข. ชนิด
    ค. ราคา
    ง. ความเร็ว
    จ. ประเภท

21. ทหาร ตำรวจ ประชาชน
    ก. ฐานะ
    ข. สิทธิ
    ค. หน้าที่
    ง. ความรู้
    จ. เสรีภาพ

22. แว่นตา แหวน นาฬิกา
    ก. ราคา
    ข. ขนาด
    ค. คุณภาพ
    ง. ประโยชน์
    จ. ความหรูหรา

23. ฟุตบอล เทนนิส ตระกร้อ
    ก. ความสนุก
    ข. จำนวนผู้ชม
    ค. ความเหนื่อย
    ง. ความตื่นเต้น
    จ. จำนวนผู้เล่น

24. เรือแข่ง เรือแจว เรือยนต์
    ก. ขนาด
    ข. ความเร็ว
    ค. ความสวย
    ง. ความทนทาน
    จ. ความปลอดภัย

25. แก้ว ขวด เหยือก
    ก. สี
    ข. วัสดุ
    ค. ราคา
    ง. ขนาด
    จ. รูปร่าง

26. น้ำส้ม น้ำเชื่อม น้ำปลา
    ก. สี
    ข. รส
    ค. ราคา
    ง. ความอร่อย
    จ. ภาชนะบรรจุ

27. สบู่ ยาสีฟัน ยาสระผม
    ก. กลิ่น
    ข. ราคา
    ค. วิธีใช้
    ง. คุณภาพ
    จ. ความนุ่ม

28. แท่ง กรวย ปิรามิด
    ก. วัสดุ
    ข. รูปทรง
    ค. ปริมาตร
    ง. หน่วยวัด
    จ. หน่วยตวง

29. ขว้างจักร พุ่งแหลน ทุ่มน้ำหนัก
    ก. ความสนุก
    ข. ความนิยม
    ค. ความเหนื่อย
    ง. ความตื่นเต้น
    จ. อุปกรณ์ที่ใช้

30. หิด ไข้หวัด เรื้อน
    ก. วัย
    ข. โรค
    ค. เพศ
    ง. ป่วย
    จ. อาการ

แบบทดสอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 50 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. จากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อให้นักเรียนใช้ความรู้ที่เรียนมาหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยเลือกคำตอบจากข้อ ก – จ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0. ณรงค์เลี้ยงไก่ไว้ 126 ตัว ปรากฏว่าตายไปเสีย $\frac{1}{9}$ ของทั้งหมด ไก่ที่เหลือขายไปตัวละ 40 บาท ณรงค์จะได้รับเงินเท่าไรจากการขายไก่

ก. 4,230 บาท

ข. 4,480 บาท

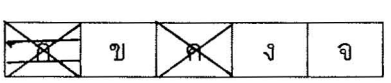
ค. 4,520 บาท

ง. 4,850 บาท

จ. 5,240 บาท

จากตัวอย่างข้อ 0.) คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข

4. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษร ก ข ค ง และ จ ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ก ให้เป็นตัวเลือก ค ให้ทำดังตัวอย่าง



5. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไปให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่

6. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

1. มุกมีอายุ 32 ปี มาร์คมีอายุ $\frac{7}{8}$ ของมุก และ เมย์มีอายุ $1\frac{3}{4}$ ของมาร์ค เมย์มีอายุกี่ปี

   ก. 28

   ข. 35

   ค. 42

   ง. 49

   จ. 53

2. รายการโทรทัศน์รายการหนึ่ง ใช้เวลารายการรวมโฆษณาด้วย $4\frac{3}{5}$ ชั่วโมง มีโฆษณาครั้งละ $1\frac{1}{2}$ นาที 3 ครั้ง และโฆษณาครั้งละ $1\frac{3}{4}$ นาที 4 ครั้ง เวลาที่ใช้ในการโฆษณาคิดเป็นเศษส่วนเท่าใดของเวลาที่ใช้ในรายการทั้งหมด

   ก. $\frac{1}{18}$

   ข. $\frac{1}{20}$

   ค. $\frac{1}{24}$

   ง. $\frac{3}{20}$

   จ. $\frac{5}{24}$

3. เหล็กแท่งที่หนึ่งหนัก $4\frac{4}{5}$ กิโลกรัม แท่งที่สองหนัก $3\frac{3}{5}$ กิโลกรัม เหล็กแท่งที่สามหนักมากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักเหล็กสองแท่งรวมกันอยู่ $1\frac{1}{3}$ กิโลกรัม เหล็กแท่งที่สามหนักกี่กิโลกรัม

   ก. $4\frac{4}{15}$

   ข. $4\frac{8}{15}$

   ค. $4\frac{11}{15}$

   ง. $5\frac{4}{15}$

   จ. $5\frac{8}{15}$

4. ในการส่งสัญญาณโทรเลขจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ใช้เวลาคำละ $2\frac{2}{9}$ วินาที ถ้าในการส่งสัญญาณข้อความหนึ่งใช้เวลา $2\frac{2}{3}$ นาที ข้อความนี้มีทั้งหมดกี่คำ

   ก. 69 คำ

   ข. 70 คำ

   ค. 71 คำ

   ง. 72 คำ

   จ. 73 คำ

5. โจขับรถในระยะทาง $145\frac{1}{2}$ กิโลเมตร ใช้เวลา $2\frac{1}{48}$ ชั่วโมง โจขับรถเร็วด้วยอัตรากี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

   ก. 72

   ข. 75

   ค. 79

   ง. 80

   จ. 82

6. หมู่บ้านแห่งหนึ่งใช้พื้นที่สร้างทาวน์เฮาส์ $\frac{2}{5}$ บ้านเดี่ยว $\frac{2}{9}$ บ้านสองชั้น $\frac{3}{10}$ ส่วนที่เหลือทำทางเดินและสวนหย่อม 7 ไร่ หมู่บ้านนี้มีพื้นที่ทั้งหมดกี่ไร่

   ก. 70

   ข. 80

   ค. 85

   ง. 90

   จ. 100

7. นักเรียน 740 คนเลือกเรียนคณิตศาสตร์ $\frac{1}{5}$ เลือกเรียนภาษาอังกฤษ $\frac{1}{4}$ ของที่เหลือและเลือกเรียนบัญชี $\frac{3}{4}$ ของที่เหลือจากภาษาอังกฤษ ส่วนที่เหลือเลือกเรียนคอมพิวเตอร์กี่คน

   ก. 110

   ข. 111

   ค. 112

   ง. 113

   จ. 114

8. สามในห้าของเงินของพี่คิดเป็นเงิน 270 บาท และห้าในแปดของเงินของน้องคิดเป็นเงิน 160 บาท พี่และน้องมีเงินต่างกันกี่บาท

   ก. 56

   ข. 65

   ค. 97

   ง. 149

   จ. 194

9. งานเลี้ยงแห่งหนึ่งมีผู้หญิง $\frac{4}{7}$ ของผู้มาร่วมงานทั้งหมด ปรากฏว่า $\frac{3}{20}$ ของผู้หญิง และ $\frac{7}{40}$ ของผู้ชายได้รับรางวัลจากการจับสลากในงาน ถ้ามีผู้ได้รับรางวัลทั้งสิ้น 27 คน มีผู้มาร่วมงานทั้งกี่คน

   ก. 167
   ข. 168
   ค. 169
   ง. 170
   จ. 171

10. ถ้า $\frac{2}{3}$ ของอายุชายคนหนึ่งเท่ากับ $\frac{4}{5}$ ของอายุภรรยาของเขา และภรรยาของเขาอายุ 45 ปี ชายผู้นี้อายุกี่ปี

   ก. 52
   ข. 53
   ค. 54
   ง. 55
   จ. 56

11. ในการแข่งขันฟุตบอล ทีมปีศาจแดงได้รับชัยชนะ $\frac{3}{4}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง แพ้ $\frac{1}{5}$ ของที่เหลือ นอกนั้นเสมอ ปรากฏว่าจำนวนครั้งที่ชนะมากกว่าจำนวนครั้งที่เสมออยู่ 11 ครั้ง ทีมปีศาจแดงลงแข่งทั้งหมดกี่ครั้ง

   ก. 16
   ข. 18
   ค. 20
   ง. 22
   จ. 24

12. ถังใส่น้ำเย็นมีน้ำอยู่ $\frac{4}{5}$ ของถัง เมื่อเปิดน้ำใช้ น้ำจะไหลออกนาทีละ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าเปิดน้ำใช้ติดต่อกัน 6 ชั่วโมง 40 นาที น้ำจะหมดถังพอดี ถังใบนี้บรรจุน้ำได้ทั้งหมดกี่ลิตร

   ก. 100
   ข. 120
   ค. 125
   ง. 130
   จ. 135

13. เมื่อ 10 ปีที่แล้ว ฉันมีอายุ 12 ปี และพ่อของฉันอายุ $\frac{5}{2}$ เท่าของอายุฉันในปัจจุบัน ปัจจุบันอายุฉันกับพ่อรวมกันเป็นกี่ปี

ก. 85

ข. 86

ค. 87

ง. 88

จ. 89

14. เสาต้นหนึ่งปักอยู่ในดิน $\frac{2}{3}$ อยู่ในน้ำ $\frac{1}{4}$ ของส่วนที่เหลืออยู่พ้นน้ำ 2 เมตร เสาต้นนี้ยาวกี่เมตร

ก. 12

ข. 16

ค. 18

ง. 20

จ. 24

15. ในการเดินทางครั้งหนึ่งเสียค่าที่พักเป็น $\frac{2}{5}$ ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ค่าเดินทาง $\frac{1}{4}$ ของที่เหลือจากค่าที่พักและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ คิดเป็นเงิน 450 บาท ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นกี่บาท

ก. 1,000

ข. 1,100

ค. 1,200

ง. 1,300

จ. 1,400

16. มานะอ่านหนังสือวันละ 18 หน้า ถ้าเขาอ่าน 1 สัปดาห์ จะพบว่าส่วนที่ยังไม่ได้อ่านคิดเป็นสี่ในเก้าของส่วนที่อ่านไปแล้ว ดังนั้นหนังสือเล่มนี้มีกี่หน้า

ก. 179

ข. 180

ค. 181

ง. 182

จ. 183

17. ล้อรถยนต์มีเส้นรอบวงยาว $1\frac{1}{4}$ เมตร ถ้ารถยนต์แล่นในระยะทาง $48\frac{3}{4}$ เมตร ล้อจะหมุนทั้งหมดกี่รอบ

    ก. 36

    ข. 37

    ค. 38

    ง. 39

    จ. 40

18. นกกระจิบตัวเล็กที่สุดหนักประมาณ 0.005 กิโลกรัม นกกระจอกเทศตัวใหญ่ที่สุดหนักประมาณ 150 กิโลกรัม อยากทราบว่านกกระจิบมากที่สุดกี่ตัวจึงจะมีน้ำหนักเท่านกกระจอกเทศหนึ่งตัว

    ก. 300

    ข. 3,000

    ค. 30,000

    ง. 300,000

    จ. 3,000,000

19. เชือกสามเส้นยาว 2.85 , 12.7, และ 15.9 เมตร นำมาผูกต่อกันแล้ววัดใหม่ได้ยาว 31 เมตรพอดี ดังนั้น เสียเชือกในการต่อไป
    เท่าไร

    ก. 30 เซนติเมตร

    ข. 35 เซนติเมตร

    ค. 40 เซนติเมตร

    ง. 45 เซนติเมตร

    จ. 50 เซนติเมตร

20. ผ้าผืนหนึ่งยาว 48.50 เมตร ตัดขายไป 19.25 เมตร ที่เหลือนำมาทำผ้าเช็ดตัว 25 ผืน แต่ละผืนยาวเท่ากัน แล้วยังเหลือเศษผ้าอีก 25 เซนติเมตร ผ้าเช็ดตัวแต่ละผืนยาวกี่เมตร

    ก. 1.06

    ข. 1.16

    ค. 1.26

    ง. 1.60

    จ. 1.61

21. ซื้อผัก 3.5 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 24 บาท น้ำตาล 2.5 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 16 บาท ถ้ามีเงินอยู่ 175.25 บาท จะเหลือเงินกี่บาท

ก. 51.25

ข. 51.50

ค. 51.75

ง. 52.00

จ. 52.25

22. ซื้อมะนาวราคาผลละ 1.80 บาท นำมาขายในราคาผลละ 2.75 บาท ถ้าขายมะนาวหมดได้กำไร 80.75 บาท แสดงว่าขายมะนาวไปทั้งหมดกี่ผล

ก. 84

ข. 85

ค. 86

ง. 87

จ. 88

23. อรุณจ่ายค่าอาหารเช้า 18.25 บาท ค่าอาหารกลางวัน 32.75 บาท และอาหารเย็น 25.50 บาท ถ้าเขาต้องจ่ายค่าอาหารวันละเท่าๆ กัน ใน 1 สัปดาห์เขาจะต้องจ่ายค่าอาหารเท่าไร

ก. 525.50 บาท

ข. 535.50 บาท

ค. 545.50 บาท

ง. 555.50 บาท

จ. 565.50 บาท

24. กล่องไม้ขีดกว้าง 3.8 เซนติเมตร ยาว 5.1 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร จะต้องทาสารช่วยให้ติดไฟชนิดหนึ่งทั้งสองข้าง พื้นที่ทาสารทั้งหมดกี่ตารางเซนติเมตร

ก. 5.7

ข. 6.73

ค. 7.65

ง. 11.4

จ. 15.3

25. สระน้ำจริงกว้าง 8 เมตร ยาว 50 เมตร แผนผังรูปสระน้ำที่ใช้มาตราส่วน 1 ซม : 4 ม. จะมีความยาวรอบสระน้ำเป็นกี่เซนติเมตร

ก. 27

ข. 28

ค. 29

ง. 30

จ. 31

26. ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนยาว 24 กิโลเมตร ทำแผนผังได้ระยะทางยาว 1.6 เซตติเมตร มาตราส่วนในการทำแผนผังเป็นเท่าใด

ก. $1: 10^5$

ข. 1 : 150,000

ค. 1 ซม. ต่อ 10 กม.

ง. 1 ซม. ต่อ 15 กม.

จ. 1 ซม. ต่อ 20 กม.

27. ต้องการทาสีห้องนอนซึ่งกว้าง 5 เมตร ยาว 7 เมตร รวมทึ้งเพดานห้องด้วย ห้องสูง 4 เมตร จะต้องใช้สีกี่กระป๋อง ถ้าสี 1 กระป๋องทาได้ 40 ตารางเมตร (ไม่ต้องทาพื้นห้อง)

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

จ. 7

28. ห้องกว้าง 3.6 เมตร ยาว 6.3 เมตร ต้องการปูพื้นด้วยไม้ปาเก้ขนาด 4 x 7 เซนติเมตร จะต้องใช้ไม้ปาเก้กี่ชิ้น

ก. 360

ข. 810

ค. 3,600

ง. 5,600

จ. 8,100

29. สี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งยาวด้านละ 16 เซนติเมตร ตัดมุมทั้งสี่ออกเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ทำให้เหลือพื้นที่ 224 ตารางเซนติเมตร จงหาว่าสามเหลี่ยมที่ตัดออไปมีด้านประกอบมุมฉากยาวด้านละกี่เซนติเมตร

    ก. 3

    ข. 4

    ค. 5

    ง. 6

    จ. 7

30. สี่เหลี่ยมคางหมูรูปหนึ่ง มีผลบวกของด้านคู่ขนานเท่ากับ 24 นิ้ว และคิดพื้นที่ของสี่เหลี่ยมรูปนี้ได้ 72 ตารางนิ้ว ระยะห่างระหว่างเส้นขนานยาวเท่าไร

    ก. 5 นิ้ว

    ข. 6 นิ้ว

    ค. 8 นิ้ว

    ง. 9 นิ้ว

    จ. 12 นิ้ว

ภาคผนวก ค
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์วรนุช สิริภาพ	หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์
2. อาจารย์สมนึก คู่เมือง	หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ"
3. อาจารย์นภา นิ่มนาค	หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านแพรกประชาสรรค์
4. อาจารย์สุภาพร พิสิฏฐ์พัฒนะ	หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนไผ่แถวอนุสรณ์
5. อาจารย์ทิพาภรณ์ สงเคราะห์	หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดดงบัง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางนุชรี อ่อนละม้าย
วันเดือนปีเกิด	8 เมษายน พ.ศ. 2516
สถานที่เกิด	อำเภอแสวหา จังหวัดอ่างทอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 156 หมู่ 1 ตำบลศรีพราน
	อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง 14150
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสตรีอ่างทอง
	อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2531	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนแสวงหาวิทยาคม
	อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง
พ.ศ. 2534	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนโพธิ์ทอง "จินดามณี"
	อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง
พ.ศ. 2538	กศ.บ (เอกคณิตศาสตร์)
	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางเขน
พ.ศ. 2546	กศ.ม (การวัดผลการศึกษา)
	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ