

ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์
ของ
วสันต์ เตือนแจ้ง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2546

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

510.712
๖๖๖๖
๖.๒

ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

วสันต์ เดือนแจ้ง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2546

๖๖๖๖๖๖

วสันต์ เดือนแจ้ง (2546). ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. ส. วาสนา ประวาลพฤกษ์ ,อาจารย์ชวลิต รวยอาจิ้น

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการ ได้แก่ ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และศึกษาคำนำหน้ความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครปฐม จำนวน 270 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS/PC+ (Statistical Package for the Social Sciences Personal Computer Plus) ผลการศึกษาได้ผลดังนี้

1. ปัจจัยความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข และการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ .368 , .485 และ .373 ตามลำดับซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. คำนำหน้ของปัจจัยส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรียงจากคำนำหน้ความสำคัญมากไปน้อย ได้แก่ ความถนัดทางด้านตัวเลข มีคำนำหน้ความสำคัญเท่ากับ .357 การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีคำนำหน้ความสำคัญเท่ากับ .281 และความถนัดทางด้านภาษามีคำนำหน้ความสำคัญเท่ากับ .151

FACTORS AFFECTING MATTHAYOM SUEKSA 3 STUDENTS
MATHEMATICAL PROBLEM – SOLVING ABILITY

AN ABSTRACT
BY
WASAN DUENCHAENG

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University
MAY 2003

Wasan Duenchaeng (2003) : *Factors Affecting Matthayom Sueksa 3 Students Mathematical Problem – Solving Ability*. Master Thesis, M.Ed. (Educational Measurement) Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University Advisor committee : Associate Professor Sor.Wasna Pravalpruk, Lecturer Chawalit Ruayajin.

The purposes of this study were to investigate the relationships among Verbal, Number Aptitudes and Perceived Self – Efficacy in learning Mathematics and Mathematical Problem – Solving and to determine beta weights of these factors (aptitudes self – perceived ability) contributed to mathematical problem – solving. Subjects consisted of 270 M.S.3 students during the second semester of academic year 2002 in demonstration school and secondary schools under General Education Department in Nakhonpathom Province. Research tools included tests of verbal and number aptitudes and a test of Mathematical Problem – Solving and a questionnaire on Perceived Self - Efficacy in learning Mathematics. Pearson Product Moment correlation and multiple regression were used to analyze the data. The results revealed as follows :

1. Verbal aptitude , Number aptitude , and Perceived Self – Efficacy in learning Mathematics correlated to Mathematical Problem – Solving at .368 , .485 , and .373 respectively with were statistical significant at .01

2. Beta weights of factors contributed to Mathematical Problem – Solving ranged from the highest to the lowest were Number aptitude (.357), Perceived Self – Efficacy in learning mathematics (.281) and verbal aptitude (.151).

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ
นายวสันต์ เดือนแจ้ง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)

วันที่ 9 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. ส.วาสนา ประवालพฤษ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ขวลิต รวยอาจิณ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร. สุพร เข้มเฮง)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำให้ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงษ์ศิริ เลาสุริโยธิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์แสงเดือน เจริญนิม ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ แนะนำให้ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องในการสร้างเครื่องมือ

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารโรงเรียนและครู-อาจารย์ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณ คุณสุวิณา เตือนแจ้ง ตลอดจนญาติพี่น้องที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนให้ผู้วิจัยสามารถศึกษาเล่าเรียนจนสำเร็จการศึกษาตามที่มุ่งหวังไว้

ขอขอบคุณเพื่อนชาววัดผล และเพื่อนๆ อาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของบิดา-มารดา ครู-อาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้จนทำให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

วสันต์ เตือนแจ้ง

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
	ความสำคัญของการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
	ความสามารถในการแก้ปัญหา.....	7
	ความถนัดทางการเรียน.....	33
	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ	
	วัดความถนัดทางการเรียน.....	37
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	41
	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง	
	ในด้านคณิตศาสตร์.....	45
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	46
	สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า.....	49
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	50
	การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	50
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	51
	วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	52
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	64
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	76
ความมุ่งหมาย สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า	76
กลุ่มตัวอย่าง	76
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	77
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
อภิปรายผล	78
ข้อเสนอแนะ.....	82
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก	95
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	162

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงรายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....	51
2 จำนวนข้อ คะแนนเต็ม คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของเครื่องมือ	73
3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษากับความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	74
4 คำนำนัยสำคัญของตัวแปร (b, β) ค่าความคาดเคลื่อน ของสัมประสิทธิ์ของตัวแปร (SE_b) ของตัวแปรที่ศึกษา กับความสามารถ ในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์.....	75

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร.....	17
2 การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข.....	60
3 การสร้างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์.....	62
4 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	65

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 - 2544) ได้เน้นการพัฒนา “คน” เป็นศูนย์กลางของการพัฒนาเพื่อให้เป็นประชากรที่มีคุณภาพ ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีเหตุผล และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การศึกษาเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาประชากร ให้มีคุณภาพ ดังที่ต้องการ โดยเฉพาะการพัฒนาความสามารถในการคิด เพราะการที่คนเราจะอยู่รอดในสังคมปัจจุบันได้นั้นจะต้องเป็นผู้ที่รู้จักคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์อย่างมีเหตุผล รู้จักปัญหา และรู้วิธีของการแก้ปัญหา จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ที่มุ่งเน้นให้การจัดการศึกษามุ่งเน้นความสำคัญด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อพัฒนาคนให้มีความสมดุลโดยยึดหลักผู้เรียนสำคัญที่สุด ทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ในด้านความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ สถานศึกษาจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน ปลูกฝัง คุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรู้รวมทั้งความสามารถในการวิจัยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และด้วยความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยส่งเสริมในด้านการคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ประกอบกับการแก้ปัญหาจะต้องใช้ การคิดในขั้นสูงที่สลับซับซ้อน ซึ่งในปัจจุบันนักเรียนมีภาระที่ต้องเรียนและรับรู้มากกว่าเดิมจากวิชาความรู้หรือวิทยาการต่าง ๆ ที่มีเพิ่มมากขึ้น และเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงต้องมีวิธีการในการศึกษา และกระบวนการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และรับวิทยาการใหม่ ๆ ได้มากขึ้น ดังนั้นการเรียนการสอนจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เนื้อหาสาระที่เป็นแก่นสารความรู้ โดยเน้นความถนัดทางการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เพื่อให้นักเรียนได้ประสบความสำเร็จ บรรลุเป้าหมายในการเรียนที่สูงสุดตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ดังที่ พิร์พล ศิริวงศ์ (2525 : 2) ได้อธิบายว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องสอนให้นักเรียนเข้าใจในโครงสร้างของคณิตศาสตร์สามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งการที่นักเรียนจะเกิดทักษะได้นั้นจะต้องมีความเข้าใจเป็นพื้นฐานของสิ่งที่เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดจะมีประโยชน์ในประเทศที่มีความเป็นประชาธิปไตย คิดเพื่อสังคมมากกว่าคิดเพื่อตนเอง และมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคม ครูจึงมีหน้าที่ต้องพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้ ความคิด เจตคติ ค่านิยม ทักษะกระบวนการ ซึ่งตรงกับจุดเน้นในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ที่กำหนดให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเน้นกระบวนการคิดอย่างมีระบบและมีเหตุผล รู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์การแสดงความคิดเห็น การแสวงหาความรู้และรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะตามระบอบประชาธิปไตยเพื่อเป็นการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมได้อย่างเหมาะสม เป็นการพัฒนาทักษะพื้นฐานของการมีส่วนร่วมที่มีคุณภาพของสมาชิกในสังคม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 67-68) การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงต้องเน้นที่วิธีการสอน โดยมุ่งเอาเป้าหมายหรือปัญหาเป็นตัวตั้ง ให้ผู้สอนช่วยกระตุ้นหรือชี้แนะให้ผู้เรียนฝึกทักษะ การสังเกต มีกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อแสวงหาแนวทางให้บรรลุผลตามที่มุ่งหมาย การนำหลักการศึกษาเป็นแนวทางในการคิดพิจารณาแก้ปัญหาหรือปฏิบัติให้บรรลุผลตามที่มุ่งหมายนั้นต้องมีการฝึกการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รวมทั้งใฝ่หาความรู้และฝึกลงมือกระทำ (กรมวิชาการ. 2544 : 6)

ในด้านความถนัด ขวาล แพรัตกุลและคนอื่นๆ (2520 : 1) ได้กล่าวว่า ความถนัดหมายถึงสมรรถวิสัยและทิศทางแห่งความมั่งคั่งของสมอง หรืออาจกล่าวให้ง่ายขึ้นก็หมายถึงมีระดับความสามารถสูงสุดของบุคคล ที่มีผลต่อการเรียนรู้และการฝึกฝนให้มีวิทยาการ ทักษะต่าง ๆ ถ้าหากบุคคลได้รับการฝึกฝนและประสบการณ์ที่เหมาะสม ในการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา นั้นเป็น การศึกษาเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ทั้งวิชาการและวิชาชีพที่เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ และความถนัด เพื่อให้แต่ละบุคคลเข้าใจและเลือกอาชีพที่เป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคม ในการที่ผู้เรียนจะเลือกเรียนวิชาใด ๆ นั้นต้องคำนึงถึงความสามารถความถนัดของตนเองเป็นประการสำคัญทั้งนี้ เพราะความถนัดเป็นเครื่องชี้ศักยภาพและความสามารถทางการเรียนของบุคคล ความถนัดทางด้านตัวเลข (Numerical Aptitude) เป็นตัวพยากรณ์ความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วบุคคลมีความแตกต่างกันโดยเฉพะอย่างยิ่งความแตกต่างทางด้านสติปัญญา มีผลต่อความสำคัญในการเรียนรู้ของบุคคล การจัดการศึกษาในแต่ละวิชาตามทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของแบนดูรา (Bandura. 1982) กล่าวว่าบุคคล ถ้ารับรู้ว่าคุณมีความสามารถด้านใดมากจะให้ความสนใจ และมีความพยายามทำกิจกรรมนั้นมากกว่าปกติ ในขณะที่เดียวกันบุคคลถ้ารับรู้ว่าคุณ

ตนเองมีความสามารถด้านใดต่ำหรือไม่มีความสามารถในด้านใดมักจะหลีกเลี่ยงการกระทำกิจกรรมนั้น

ในการเรียนคณิตศาสตร์นั้น พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันส่งผลให้นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำ ทำให้นักเรียนมีความสนใจ และความพยายามเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำจะไม่สนใจ เกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนุกและมีความเครียดกับการเรียนคณิตศาสตร์ ในขณะเดียวกันนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูง มีความพยายามและสนใจในการเรียน ความมั่นใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อให้เกิดความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ซึ่งถูกค้นพบเพื่อทำนายการกระทำที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้อย่างสม่ำเสมอ ซาลิวสกี (Zalewski, 1978 : 2804 – A) ได้ศึกษาองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ประกอบด้วย คือ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และทักษะในการคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับทักษะ ความรู้ ความคิด กระบวนการ และเหตุผล คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกมนุษย์ให้มีความคิดที่เป็นระเบียบ มีเหตุมีผล คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ซึ่งสอดคล้องกับการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกจากการได้รับความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และต้องตัดสินใจจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และความรู้นั้นจะส่งผลไปสู่ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการเรียน การคิด การจำ ความรู้สึกและการตัดสินใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านต่าง ๆ ด้วย ✓

ผลจากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น ปัจจัยด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ได้แก่ ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข ปัจจัยด้านความรู้สึก (Affective Domain) ได้แก่ การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นต้น หากผู้เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมกับการจัดการศึกษา ได้ทราบว่า ปัจจัยใดที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาจทำให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพขึ้น ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ซึ่งพบปัญหาในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างมาก จึงใคร่ที่จะทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงสนใจที่จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หากสามารถศึกษาทราบว่าปัจจัยใดที่สัมพันธ์ และส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็จะทำให้ทราบแนวทางที่จะนำมาใช้พิจารณา เพื่อปรับปรุงระบบการเรียนการสอน กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยตระหนักถึงความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคน ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้กระบวนการ

และขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตามความถนัด ความรู้ ความสามารถของตนเองเพื่อจะได้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น จะส่งผลให้การเรียนคณิตศาสตร์ได้ผลการเรียนที่ดี และประสบผลสำเร็จได้ตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ ยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยกำหนดความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว่าดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาคำแนะนำนักความสำคัญของความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบว่า ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนอกจากนี้ยังให้ทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากที่สุด อันจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตลอดจนใช้ในการแนะแนวการศึกษาในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดีต่อไปด้วย

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขต ไว้ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครปฐม จำนวน 33 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 189 ห้องเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนรวมทั้งสิ้น 7,940 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครปฐม จำนวน 7 โรงเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียน 270 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two Stage Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่

3.1 ตัวแปรอิสระ

- ความถนัดทางด้านภาษา
- ความถนัดทางด้านตัวเลข
- การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

3.2 ตัวแปรตาม

- ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ปัจจัยบางประการ หมายถึง ตัวแปรที่นำมาศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้มีปัจจัย ได้แก่ ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข และการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

1.1 ความถนัดทางด้านภาษา หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นในการเข้าใจทางภาษาและนำภาษาไปใช้ได้ถูกต้อง ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา แบบเลือกตอบห้าตัวเลือก

1.2 ความถนัดทางด้านตัวเลข หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจด้านปริมาณและความสัมพันธ์ของปริมาณ จำนวน หรือทักษะในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ และมีความคิดรวบยอดในวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข 2 ด้านโดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบห้าตัวเลือก ประกอบด้วย

1.2.1 ด้านตัวเลขอนุกรม หมายถึง ตัวเลขอนุกรมที่เป็นลักษณะการวางเรียงอย่างเป็นระบบ มีกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยแบบทดสอบจะตัดตัวเลขตัวใดตัวหนึ่งในระบบออกให้หาว่าตัวเลขที่ถูกตัดออกน่าจะเป็นตัวเลขใด

1.2.2 ด้านคณิตศาสตร์เหตุผล หมายถึง ความสามารถด้านตัวเลขที่สามารถจะนำวิธีการ ความรู้ และความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในการคิดอย่าง

เป็นเหตุเป็นผล และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และประเมินค่า ในการแก้ปัญหา ต่าง ๆ

1.3 การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกจากการที่นักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การตัดสินใจความสามารถของตนเองจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และความรู้นั้นจะส่งผลไปสู่ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการ การเรียน การคิด การจำ ความรู้สึก และการตัดสินใจ ซึ่งวัดด้วยแบบสอบถาม วัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ใช้วิธีการหรือเทคนิคต่าง ๆ ตามความคิดความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในการคิดและหาวิธีแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้สำเร็จโดยใช้สติปัญญาอย่างรอบคอบและมีเหตุมีผลในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

3. ผู้ตรวจให้คะแนน หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิการศึกษาอย่างน้อยปริญญาตรี สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา หรือวิชาคณิตศาสตร์ และมีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์มาแล้ว ไม่น้อยกว่า 5 ปี

4. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง นักวัดผลการศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโททางการวัดผลทางการศึกษา หรือสาขาวิชาคณิตศาสตร์หรืออาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ ที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 - แบบทดสอบอัตนัย
2. ทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองและความถนัดทางการเรียน
3. งานวิจัยเกี่ยวกับความถนัดทางการเรียน
4. เอกสารและงานวิจัยด้านการรับรู้ความสามารถตนเอง
5. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา

1.1.1 ความหมายและประเภทของปัญหา

การแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ กระบวนการประยุกต์ที่นำหลักเกณฑ์ ความรู้ที่มีอยู่ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ (ดุซงกี สิตลวรพงศ์. 2531 : 55; วัลลภา อาริรัตน์. 2528 : 57-61; Hilgard and Bower. 1975 : 615; Gagne. 1985 : 178) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานความคิดรวบยอด และทักษะที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลานาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ (หล้า ภวภูตานนท์. 2538 : 8)

อดัมส์ เอลลิสและบีสัน (Adams , Ellis and Beeson. 1977 : 173-174)

ได้ให้ความหมายของปัญหาว่า คือสถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหามust ค้นหาว่า จะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

ได้มีผู้ให้ความหมายของปัญหาในทำนองเดียวกันนี้อีกหลายคน เช่น เดย์ (Day. 1986 : 14) แคนโทวสกี (Kantowski. 1980 : 195) ครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993 : 6) สำหรับชาร์ลและเลสเตอร์ (Charles and Lester. 1982 : 5) ได้ให้ความหมายของปัญหาทำนองเดียวกัน แต่ได้เพิ่มประเด็นว่าจะถือว่าเป็นปัญหา เมื่อบุคคลนั้นต้องการ

หรืออยากที่จะหาคำตอบและต้องมีความมานะพยายามในการหาคำตอบ ซึ่งได้มีผู้แบ่งปัญหาออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

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

1.1 ปัญหาให้ค้นคว้า เป็นปัญหาให้ค้นคว้าหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือให้หาวิธีการอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท (Reys , Suydm and Lindquist. 1992 : 29) คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามust ประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. พิจารณาตามลักษณะของปัญหา ฮาร์ทฟิลด์ เอ็ดเวิร์ดส์และบิลเทอร์ (Hartfield , Edwards and Biliter. 1993 : 37) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะคือ

3.1 ปัญหาปลายเปิด (Opend-Ended) เป็นปัญหามีจำนวนคำตอบที่เป็นได้หลายคำตอบปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

3.2 ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลายหลากหลายวิธี

3.3 ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้อง ค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

4. พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก ชาร์ลและเลสเตอร์ (Charles and Lester. 1982 : 6-10) ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภทดังนี้

4.1 ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณ เบื้องต้น

4.2 ปัญหาการแปลความอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยน

ประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจโมเดลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคำนวณ

4.3 ปัญหาการแปลความที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่ายแต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

4.4 ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือ แบ่งเป็น ขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหา เป็นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจวางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

4.5 ปัญหาการประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์ เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับ ข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนคติ และ ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าทาง คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

4.6 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการ เดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหา ที่มองได้หลายมุมมอง

การแก้ปัญหา เป็นความเกี่ยวข้องระหว่างประสบการณ์เดิม ความรู้ ความเข้าใจ และการดำเนินการที่ใช้ข้อมูลที่กำหนดแล้วสังเคราะห์เป็นข้อค้นพบที่เป็นคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหามุ่งหมายถึง กระบวนการทั้งหมดในการแก้ปัญหาไม่ใช่แค่ผลลัพธ์สุดท้าย โพลยา (Kaur, 1993 : 71; citing Polya, 1969. *Mathematics in commonweelth schools*. P. 27-34) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาทั้งปัญหาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ต่างก็มีความสำคัญ โดยมีจุดหมายที่ต่างกันคือ ปัญหาธรรมดามีจุดหมายที่เฉพาะเจาะจง เกี่ยวกับการใช้กฎต่าง ๆ เป็นการมุ่งฝึกกระบวนการและความหมาย ไม่ได้ต้องการที่จะให้คิดสร้างหรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในการหาคำตอบ ส่วนปัญหาแปลกใหม่ต้องการให้มีการคิดสร้างหรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในการ หาคำตอบของปัญหา นอกจากนี้ เขายังกล่าวว่าการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาไม่สามารถบรรลุ เป้าหมายขั้นสูงได้ถ้าปราศจากการใช้การแก้ปัญหาแปลกใหม่ในกิจกรรมการเรียนการสอน ในชั้นเรียนอย่างเหมาะสม

1.1.2 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Problem Solving Strategies)

เมื่อพบปัญหา บุคคลต้องสืบค้นสถานการณ์ และเลือกยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้นักแก้ปัญหาที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีที่เผชิญปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีหลากหลาย (Kennedy. 1984 : 82) เช่น

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

นอกจากนี้ ฮาร์ทฟิลด์ เอ็ดเวิร์ดส์ และ บิลเทอร์ (Hartfield, Edwards and Bilter. 1993 : 55-60) ได้เสนอยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับของแคนเนดี้ แต่ได้เพิ่มยุทธวิธีอื่น ๆ อีก เช่น

- การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก
- การพัฒนาสูตรและเขียนสมการ
- การเทียบเคียงกับปัญหาอื่น
- การเขียนแผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

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

1. ยุทธวิธีทั้งหลายสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาที่มีอยู่อย่างหลากหลาย
2. ยุทธวิธีสามารถประยุกต์ใช้ในแนวทางต่างกัน สำหรับปัญหาที่ต่างกัน
3. การแก้ปัญหาสามารถแก้ได้หลากหลายวิธี ไม่จำเป็นต้องเสมอไปที่จะใช้ยุทธวิธีที่เฉพาะเจาะจง
4. นักเรียนจะไม่บรรลุในระดับเดียวกันทั้งหมดในการใช้แต่ละยุทธวิธี
5. กระบวนการเลือกใช้ยุทธวิธีมีความสำคัญพอ ๆ กับความถูกต้องของการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาได้คำตอบไม่ถูกต้อง นักเรียนควรมีโอกาสเลือกและลองใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น ๆ

6. นักเรียนทุกคนต้องการโอกาสที่จะเรียนและใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา การที่จะแก้ปัญหาได้นั้น ยุทธวิธีนั้นมีความสำคัญ ยุทธวิธีนั้นมีหลากหลาย การรู้จักเลือกใช้ยุทธวิธีให้เหมาะสมกับปัญหา นอกจากจะส่งผลให้แก้ปัญหาได้แล้ว ยังอาจมีผลต่อวิธีการแก้ปัญหาให้ง่ายและสั้นอีกด้วย

1.1.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

เมื่อมีกระบวนการและยุทธวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ก็ยังไม่ได้ประกันว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีเพราะความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ใช่ความสามารถที่เป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดตายตัว ต้องมีการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบการคิดและการแก้ปัญหาใหม่ ๆ เลย ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความสามารถหลาย ๆ ด้าน อัดัมส์ เอลลิส และ บีสัน (Adams, Ellis and Beeson. 1977 : 174-175) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ

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

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

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับโมโนติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Factor) ซึ่งจะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน
3. องค์ประกอบทางด้านการคิดโดยใช้เหตุผลขั้นสูง (Metacognitive Factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่า ทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

นอกจากจะมีความรู้ความเข้าใจ มียุทธวิธีและการสังเคราะห์ความคิดในการแก้ปัญหามีความรู้สึกที่ดีเป็นแรงขับเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว บาร์ดูดี (Baroody. 1993 : 2-10) ยังกล่าวย่ำว่านักแก้ปัญหาที่ดี จะต้องมีความยืดหยุ่น เพราะความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับทรัพยากรที่อยู่ในลักษณะบูรณาการองค์ความรู้ในการแก้ปัญหา

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

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

การจัดบรรยากาศในห้องเรียนส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ฉะนั้นครูจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียน ที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้นให้เหตุผลและสื่อสารกัน

เวลานับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องมีเวลาเพียงพอในการแก้ปัญหา แต่ละคนต้องการเวลาในการแก้ปัญหาไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

เฮิร์ท (Hert. 1993 : 169-170) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือในกลุ่มย่อย พบว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดี 3 ประการคือ

1. ความร่วมมือกันในกลุ่ม
2. ความช่วยเหลือกันในกลุ่ม
3. ปทัสถานทางสังคมในกลุ่มย่อย

นอกจากนี้ ฮาร์ท ยังพบว่า องค์ประกอบที่ขัดขวางพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

4 ประการ คือ

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

1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2.1 ความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์เป็นรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหาที่ต้องใช้หลักการและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาประมวลเข้ากับสถานการณ์ปัญหาใหม่ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 53)

การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ (Lester. 1977 : 12) และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตรและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หลายหน่วยงานที่รับผิดชอบและดูแลการจัด การเรียนการสอน คณิตศาสตร์ต่างก็ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา ดังเช่น ในปี ค.ศ. 1977 สมาคมศึกษานิเทศก์ ในสหรัฐอเมริกา (NCSM. 1977 : 19-12 ; ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรกในจำนวนทักษะพื้นฐานที่จำเป็น 10 ประการ ทำนองเดียวกันในปี ค.ศ. 1980 สมาคมครูคณิตศาสตร์ ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1980 : 1-3 ; ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537) ได้เสนอให้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญของ หลักสูตรเป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อผลักดันให้การแก้ปัญหามุ่งตามเป้าหมาย ในปี ค.ศ. 1989 สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดเป้าหมายและแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียนไว้ใน Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics โดยระบุเป้าหมายแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน ตลอดจนแนวการวัดผล ประเมินผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน (NCTM. 1989 ; ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537) ในส่วนของการสอน เบลล์ (Bell. 1987 : 311) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่าการแก้ปัญหามีความสำคัญและเหมาะที่จะใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการแก้ปัญหามathematics ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ และเป็นเครื่องช่วยให้ประยุกต์ศักยภาพเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์ใหม่ การแก้ปัญหามีช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนคติ และหลักการต่าง ๆ โดยการแสดงการประยุกต์ใช้ในคณิตศาสตร์เอง และที่สัมพันธ์กับสาขาวิชาอื่น ๆ นอกจากนี้ เพอติคาริส (Perdikaris. 1993 : 423) ยังได้กล่าวถึงการแก้ปัญหว่าเป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ที่จะนำไปสู่แนวความคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ความสำเร็จในการแก้ปัญหจะทำให้เกิดการพัฒนาคูณลักษณะที่ต้องการแก่นักเรียน เช่น ความใฝ่รู้ ความอยากรู้อยากเห็น

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ภาษา หรือโจทย์เรื่องราว หรือโจทย์เชิงสนทนา ที่ไม่คุ้นเคยประกอบด้วย สถานการณ์ที่เป็นข้อความและตัวเลข โดยต้องการคำตอบเชิงปริมาณ ตัวเลข หรือคำอธิบายให้เหตุผล ซึ่งผู้แก้ปัญหามักต้องค้นพบว่า ใช้วิธีการใดแก้โจทย์ปัญหา

(Adams, Ellis and Beeson. 1977 : 178 ; ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 52) ดังนั้นการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะหลาย ๆ ทักษะ เช่น ทักษะการอ่าน ทักษะการวิเคราะห์ปัญหา ทักษะการคิดคำนวณ การมองเห็นสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มาประกอบกัน จึงจะสามารถบรรลุผลสำเร็จในการแก้ปัญหา (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2526 : 427)

เป้าหมายสูงสุดของหลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์ทั่วโลก คือ พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา (น้อมศรี เคท. 2526 : 65 ; Adams, Ellis and Beeson. 1977 : 197; Ashlock and others. 1983 : 238) ประเทศไทยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 40)

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ปรากฏในสิ่งแวดล้อมสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระเบียบชัดเจน และรัดกุม

2. เพื่อให้มีทักษะในการคิดคำนวณ

3. เพื่อให้เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งที่มีต่อชีวิตประจำวันและเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้

4. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ที่ใช้คณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์จุดประสงค์ทั้ง 4 ข้อพบว่า เป็นจุดประสงค์ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาเป็นประเด็นสำคัญ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องเน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยจะต้องปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนกำหนดโจทย์ปัญหาให้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ และเรียนรู้โดยการค้นพบหรือการร่วมมือของเพื่อนในห้อง โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ประสานงานคอยชี้แจงในสิ่งที่ปัญหาและช่วยพิจารณาแก้ไขในส่วนที่ผู้เรียนบกพร่อง (น้อมศรี เคท. 2526 : 65)

1.2.2 รูปแบบของโจทย์ปัญหา

แบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 63 ; Ashlock and others. 1983 : 239 ; สุนี เหมะประสิทธิ์. 2536 ; อ้างอิงจาก Baroody. 1987. *Children's Mathematical Thinking*. P. 260-261)

1. โจทย์ปัญหาปกติ (Routine Problem) คือ โจทย์ปัญหาที่มุ่งเน้นฝึกทักษะใดทักษะหนึ่งใช้หลักการและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยาก มีข้อมูลที่จำเป็นและมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว

2. โจทย์ปัญหาไม่ปกติ (Nonroutine Problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง มีข้อมูลทั้งจำเป็นและไม่จำเป็น ใช้หลักการและกฎเกณฑ์ที่ซับซ้อน เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล คำตอบอาจจะมีมากกว่า 1 คำตอบก็ได้

ครูลีค และรูนิค (Krulik and Rudnick. 1980 : 10-11) ได้เสนอคุณลักษณะของปัญหาที่ดี ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสังเกต
3. เป็นปัญหาที่มีคำตอบไม่ชัดเจนเหมาะสำหรับการอภิปรายในกลุ่ม
4. เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมโนคติและการประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์
5. เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการหรือรูปแบบทั่วไปของการแก้ปัญหา
6. เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรืออาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ

คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นคำตอบ ที่อยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล
2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือเป็นเท็จ

1.2.3 กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process)

การมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ดี และกระบวนการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคณิตศาสตร์ เพราะคำตอบของปัญหาที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาก็จะทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่น ๆ ได้ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Perdikaris. 1993. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. P. 432) กระบวนการแก้ปัญหาก็เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป คือกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Polya. 1957. *How To Solve it . A New Aspect of Mathematical Method*. P. 16-17) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) นั่นคือเข้าใจว่า อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่

หากเกิดความกำกวม ลึกซึ้งหรือขัดแย้ง ควรใช้การวาดรูปและควรแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็น ส่วน ๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษจะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ ก็อาจอาศัยหลักการวางแผน ในการแก้ปัญหาดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมา หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้ และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกันและพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาคือเคยพบมาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

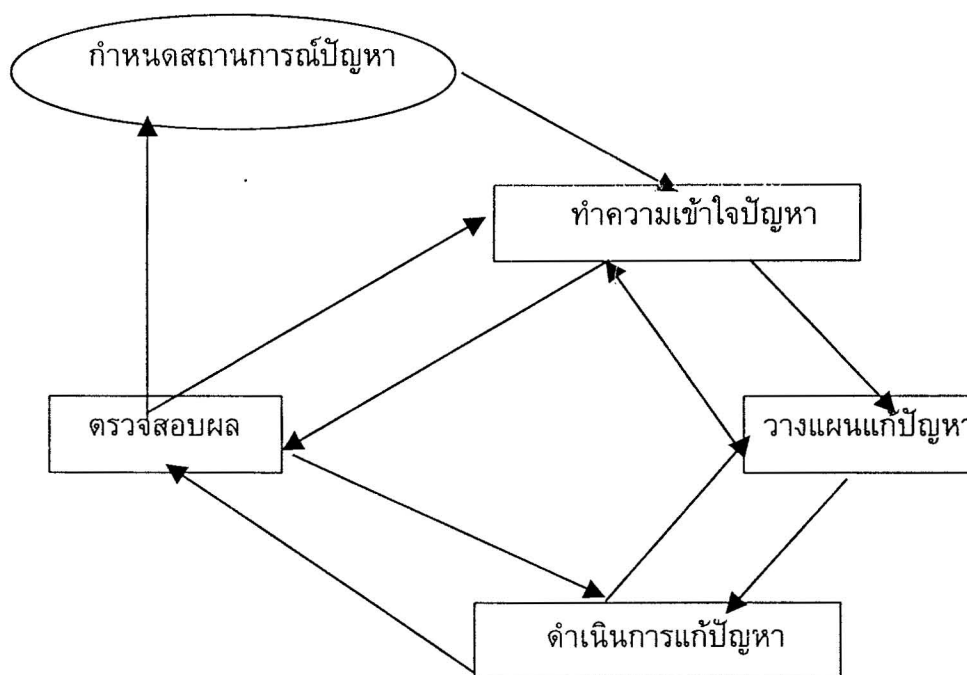
ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการในการแก้ปัญหาวีธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่หรืออาจใช้การประมาณค่าคำตอบอย่างคร่าว ๆ

ในการตรวจสอบ นอกจากจะเป็นการตรวจสอบผลที่ได้ว่าถูกต้อง เหมาะสมแล้ว อาจปรับเปลี่ยนเงื่อนไขบางประการแล้วหาข้อสรุปและสรุปผลในรูปการแก้ปัญหาในรูปทั่วไป ซึ่ง วิลสัน, เฟอ์นันเดซ และฮาดเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993. *Research Ideas for the Classroom, High School*. P. 60-62) มองว่ารูปแบบ ดังกล่าวนี้อาจมีข้อบกพร่องดังนี้

1. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาคือกระบวนการในแนวตรงเสมอ
2. การแก้ปัญหาคือเป็นดังเช่นชุดของขั้นตอน
3. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ต้องจำ ต้องฝึกและต้องกระทำซ้ำ
4. เป็นการเน้นการได้มาเพียงคำตอบ

จากข้อบกพร่องข้างต้น วิลสัน เฟอ์นันเดซ และ ฮาดเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993. *Research Ideas for the Classroom, the Classroom , High School*. P. 60-62) ได้ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคือแสดง

ความเป็นพลวัตร (Dynamic) และเป็น วงจรของขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่วางแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร
(สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 17 ; อ้างอิงจาก Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993.
Research Ideas for the Classroom, High School. P. 62)

จากภาพประกอบ 1 ลูกศรเป็นการแสดงการพิจารณาตัดสินใจที่เป็นการดำเนินการทำงาน จากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่งหรืออาจจะพิจารณาย่อยกลับไปขั้นตอนเดิม หากมีปัญหาหรือข้อสงสัยจะเห็นว่ากระบวนการไม่จำเป็นต้องเป็นแนวตรงตามรูปแบบเดิม เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นตอนแรก คือ ทำความเข้าใจปัญหาแล้วดำเนินการไปสู่ขั้นตอนการวางแผน ระหว่างการดำเนินการนั้นนักเรียนอาจค้นพบสิ่งที่ทำให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ นักเรียนอาจจะกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ หรือ ทำความเข้าใจปัญหาใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป

1.2.4 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บลูม (สุพัทตรา เสวตะดุล. 2529 : 15-16 ; อ้างอิงจาก Bloom. 1971. *Evaluation of Student Learning*. P. 81) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของวิชาคณิตศาสตร์ว่า ในด้านการพัฒนาสติปัญญา (Cognitive Domain) นั้นเป็นการพัฒนาทางความรู้ (Knowledge) ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Ability) และทักษะ (Skill) และได้แบ่งโครงสร้างของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์เป็น 5 ด้าน คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Knowledge of Concept) เช่น กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความจริง และหลัก

2. ทักษะในการคำนวณ (Computational Skill)

3. ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill)

4. ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และการพิสูจน์ที่มีเหตุผล

5. ทักษะในการสื่อความหมายในการทางคณิตศาสตร์

ชาลิวสกี (สุพัทตรา เสวตะดุล. 2529 : 16 ; อ้างอิงจาก Zalewski. 1978. *Dissertation Abstracts International*. P. 2804-A) ได้ศึกษาองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า สิ่งที่เป็นองค์ประกอบมีดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์

2. ความสามารถในการจัดกระทำ

3. ความสามารถในการอ่านและตีความ

4. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts)

5. ทักษะในการคำนวณ (Computation Skill)

เกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (สุพัทตรา เสวตะดุล. 2529 : 16-17 ; อ้างอิงจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524. *ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์*. หน้า 147) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา โดยพิจารณาแยกแยะระหว่างสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา

2. จากสิ่งที่กำหนดให้ แปลงให้อยู่ในรูปที่เห็นชัดขึ้น โดยใช้แผนภาพ หรือรูปภาพประกอบ

3. จากแผนภาพที่สร้างขึ้น พิจารณาหาเงื่อนไขอื่น ๆ เพิ่มเติม โดยอาศัยนิยาม คุณสมบัติทฤษฎีต่าง ๆ ที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

4. ในบรรดาสิ่งที่กำหนดให้กับเงื่อนไขที่ได้เพิ่มเติม มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร หรือมีเงื่อนไขอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่

5. คิดหาวิธีการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงปัญหาที่คล้ายคลึงกัน และทดลองเลียนแบบวิธีการแก้ปัญหา หรืออาจวิเคราะห์จากสิ่งที่โจทย์ต้องการ พิจารณาว่าต้องมีเงื่อนไขใดอีกบ้างจึงจะได้สิ่งที่ต้องการและเงื่อนไขนั้นจะพบได้อย่างไร

6. เรียบเรียงจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

7. ทดสอบคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่

8. ถ้าการแก้ปัญหาทำได้หลายวิธี เลือกวิธีที่สั้น และง่ายที่สุด

โรเบิร์ต จอห์นสัน (สุพัทธรา เสวตะดุล. 2529 : 17 ; อ้างอิงจากทบวงมหาวิทยาลัย.

2524. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์. หน้า 141 ; อ้างอิงจาก Johnson. 1977. The Arithmetic teacher.) กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหามองใช้กระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน มโนคติและทักษะที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ การที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้พื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มโนคติ และทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ

2. มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ

3. มีความสามารถในการแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ

4. มีความสามารถในการวิเคราะห์หาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เก่า

5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน การวิเคราะห์หารูปแบบการหาข้อสรุป

ทบวงมหาวิทยาลัย (สุพัทธรา เสวตะดุล. 2529 : 17-18; อ้างอิงจากทบวงมหาวิทยาลัย. 2524. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูคณิตศาสตร์. หน้า 99) ได้เสนอแนะลักษณะการแสดงออกของพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ดังนี้

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

2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการ ตีความ ขยายความสรุปผลเปรียบเทียบบอกขั้นตอนก่อนหลัง เช่น สามารถบอกว่า คู่อันดับใดสอดคล้องกับสมการที่กำหนดให้ได้

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ทั้งที่เคยพบเห็นและไม่เคยพบเห็นมาก่อน โดยอาศัยการคิดคำนวณ การให้เหตุผลและมโนคติต่าง ๆ ประมวลเข้าด้วยกันในการแก้ปัญหานั้น ๆ ตลอดจนความสามารถในการติดตามการพิสูจน์

สำหรับการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีของเธอร์สโตน (สุพัทธรา เศวตะกุล. 2529 : 18 ; อ้างอิงจาก Thurstone. 1947. *Multiple-factor Analysis ; a Development and Expansion of the vectors of Mind*. P. 121) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านตัวเลขหรือด้านคณิตศาสตร์นั้น คือ สมรรถภาพในการที่จะเข้าใจ และสามารถคำนวณตัวเลขโดยใช้พื้นฐานเบื้องต้นผู้ที่มีความชำนาญ คล่องแคล่วแม่นยำมาก ก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนั้นสูง ลักษณะข้อสอบประเภทนี้มีโครงสร้าง ดังนี้

1. ข้อสอบประเภททักษะ เป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณ
2. ข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับการย่นหรือการขยายกฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และมโนภาพในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือเมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่
3. ข้อสอบประเภทปัญหาโจทย์ เป็นการวัดสมรรถภาพด้านการแก้ปัญหาแบบทดสอบประเภทนี้ประกอบด้วย คำถามโจทย์ปัญหาทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลักษณะของคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความ ให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวน และการใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้เป็นความสามารถการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วต้องเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตร

ลัวัน และอังคณา สายยศ (2527 : 45) ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกข้อสอบคณิตศาสตร์ ว่าควรเน้น 3 ประการ คือ คณิตศาสตร์ทักษะ คณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา เพื่อจะได้รู้จักบ่มพร่องในการคิดคณิตศาสตร์ของเด็กเมื่อเด็กบ่มพร่องด้านใดจะได้สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นการแก้ปัญหาตั้งแต่จุดเริ่มต้น

ก. คณิตศาสตร์ทักษะ หมายถึง ความคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ถอดรากหรือทำเลขเศษซ้อนได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ในเวลาที่กำหนดให้

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

ค. คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา การเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์แบบโจทย์ปัญหานั้น มุ่งตรวจสอบผลสัมฤทธิ์สุดท้ายในการคิด นั่นคือ สร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา แล้วหาว่าผลลัพธ์เป็นเท่าไรนั่นเองวิธีการหรือเหตุผลจะเป็นอย่างไร ข้อสอบลักษณะนี้ไม่สนใจสนใจแต่คำตอบสุดท้ายจากการแก้ปัญหาเมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ ขึ้นเท่านั้น

ชวาล แพรัตกุล (สุพัทตรา เสวตะดุล. 2529 : 19-20 ; อ้างอิงจาก ชวาล แพรัตกุล. 2517. การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ. หน้า 46-47) ได้ชี้ให้เห็นว่าโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับวัดทักษะหรือความคล่องแคล่วแม่นยำ ในการคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบสำหรับวัดความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่าแบบทดสอบ วัดเหตุผล เชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการ บวก ลบ คูณ หาร ตัวเลข ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ เทียบได้กับความสามารถในการสะกดคำของวิชาภาษาไทย ฉะนั้นโครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการให้อธิพจน์ของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเลย จัดว่าเป็นการวัดความคล่องในการคำนวณตัวเลขโดยเฉพาะ

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

3. แบบทดสอบประเภทเหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ ต้องการวัดค่าเมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วเขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นไปในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมหรือไม่ แบบทดสอบประเภทนี้จะช่วยให้ครู-อาจารย์ได้ทราบว่า หลังจากเรียนเนื้อหาต่าง ๆ แล้วนักเรียนเกิดความคิดในเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณเหล่านั้นหรือไม่ หรือเพียงแต่จำสูตรและวิธีการตรวจคำตอบได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการในกฎเกณฑ์เหล่านั้นเลย

1.2.5 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 64-66) ได้เสนอองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ 5 ประการ คือ

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจในปัญหามีทักษะที่เกี่ยวข้อง คือ ทักษะการอ่านและทักษะการฟัง โดยแยกแยะประเด็นสำคัญว่า ปัญหากำหนดอะไรให้และต้องการให้หา

มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็น ต้องรู้ศัพท์ นิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงและนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ หรือการเน้นข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจัดบันทึก เพื่อแยกประเด็นสำคัญ การเขียนแผนภาพหรือ แผนภูมิ การสร้างตัวแบบ การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดจากการฝึกทักษะการแก้ปัญหา จนกระทั่งมีความชำนาญกับรูปแบบการแก้ปัญหา ดังนั้นเมื่อเผชิญปัญหาใหม่ จึงสามารถเชื่อมโยงนำวิธีการไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผลแม้ว่าผู้เรียนจะแก้ปัญหาได้แต่ถ้าการคำนวณผิดพลาด ก็ถือว่าการแก้ปัญหาไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล ผู้เรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด มีความเข้าใจกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ต้องอาศัยความสามารถสูง ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องอาศัยแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ได้แก่ เจตคติ ความสนใจ อึดทนหนักแน่น หรือแรงจูงใจในใฝ่สัมฤทธิ์เป็นต้น เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีต้องยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดติดรูปแบบที่คุ้นเคย ยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ เพราะความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิด แก้ปัญหา โดยการบูรณาการความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหา แรงขับที่มีอยู่จะเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่

1.2.6 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 66-74) ได้เสนอวิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ขั้นตอนการแก้ปัญหามาเป็นวิธีการพัฒนา ดังนี้

1. พัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่านโดยการวิเคราะห์ความสำคัญ ความเข้าใจในปัญหาเป็นรายบุคคล หรือกลุ่ม อภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบ ความเพียงพอหรือความเกินพอของข้อมูลปัญหาที่ใช้เพิ่มเติมอาจไม่ใช่ปัญหาคณิตศาสตร์ก็ได้

1.2 การใช้กลวิธีเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจ

1.2.1 การเขียนภาพ แผนภาพ หรือแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล จะช่วยให้ข้อมูลมีความเป็นรูปธรรมทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.2.2 ลดปริมาณที่กำหนดในปัญหาให้น้อยลง เพื่อเน้นโครงสร้างของปัญหา มีความชัดเจนขึ้น โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้และควรมีเหตุมีผล

1.2.3 การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

1.2.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

1.3 การใช้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันมาให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจ โดยกำหนดข้อมูลเกินความจำเป็น หรือไม่เพียงพอ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ว่า ข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดไม่ได้ใช้หรือข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ที่บางครั้งมีข้อมูลมากมายที่ผู้เรียนจะต้องเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ หรือบางครั้งข้อมูลอาจไม่เพียงพอผู้เรียนจะต้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผน

ถ้าโจทย์ปัญหามีความซับซ้อน ควรฝึกให้ผู้เรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ และเขียนหรือพูดลำดับขั้นตอนการคิดอย่างคร่าว ๆ ก่อนลงมือทำเพราะขั้นตอนดังกล่าวเป็นเสมือนการวางแผนการในการแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนฝึกฝนสม่ำเสมอทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีแนวทาง ดังนี้

2.1 ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาโดยตรง แต่จะกระตุ้นโดยใช้คำถามนำแล้วให้ผู้เรียนหาคำตอบ ถ้ายังตอบไม่ได้ให้เปลี่ยนคำถามให้ง่ายลง คำตอบของผู้เรียนจะช่วยให้แผนการแก้ปัญหาชัดเจนขึ้น

2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดออกมادัง ๆ (Think Aloud) สามารถบอกให้ผู้อื่นทราบว่าตนคิดอะไร ไม่ใช่คิดอยู่ในใจตนเองเงียบ ๆ การคิดออกมادัง ๆ อาจอยู่ในรูปของการสนทนา หรือการเขียนลำดับขั้นตอนการคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 สร้างลักษณะนิสัยของผู้เรียน คิดวางแผนก่อนลงมือทำ ทำให้เห็นภาพรวมของปัญหา ประเมินความเป็นไปได้ก่อนลงมือแก้ปัญหา ป้องกันการผิดพลาดหรือแก้ไข ข้อบกพร่องได้ทันที เน้นวิธีการแก้ปัญหาสำคัญกว่าคำตอบ

2.4 จัดปัญหาให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ควรเป็นปัญหาที่ท้าทายเหมาะสมกับความสามารถ ไม่ยากหรือง่ายเกินไป

2.5 ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหา ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ในการดำเนินการตามแผน ผู้เรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนและประเมินความสามารถที่จะดำเนินการได้หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ

การตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรกตรวจสอบขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการอีกครั้งหนึ่ง รวมทั้งหา ยุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหา ประเด็นที่สอง คือ มองไปข้างหน้าเป็นการใช้ประโยชน์ จากกระบวนการการแก้ปัญหา โดยสร้างสรรค์ปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขึ้นมาใหม่ มีแนวทางการพัฒนา ดังนี้

4.1 กระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชิน จนเป็นนิสัย

4.2 ฝึกให้ผู้เรียนคาดคะเนคำตอบ

4.3 ฝึกการตีความหมายของคำตอบ (ความเป็นไปได้)

4.4 สนับสนุนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี

4.5 ให้ผู้เรียนฝึกสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

~~X~~1.3. แบบทดสอบอัตนัย

1.3.1 ลักษณะของแบบทดสอบอัตนัย

เมห์เรนส์ และเลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann. 1969 : 206-277) กล่าวถึง ทดสอบแบบอัตนัยว่ามีลักษณะของคำถามที่แตกต่างจากคำถามชนิดอื่น ดังนี้

1. ไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวที่สมบูรณ์และถูกต้อง
2. ผู้สอบได้ตอบอย่างอิสระ
3. คุณภาพของคำตอบมีระดับต่างกัน

ทอร์นไคต์ และเฮเกน (Thorndike and Hagen. 1977 : 35-58) กล่าวถึงทดสอบแบบ อัตนัยว่ามีลักษณะสำคัญที่กำหนดให้นักเรียนแต่ละคนจัดระเบียบคำตอบ และใช้ถ้อยคำของ เขาเองโดยมีข้อจำกัดน้อยที่สุด ตอบคำถามจำนวนน้อยข้อและคำตอบมีระดับแตกต่างกัน

เมห์เรนส์ และเลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann. 1969 : 206-277) ได้แบ่งแบบ ทดสอบอัตนัยออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของควมมีอิสระในการตอบ ดังนี้

1. แบบตอบขยาย (Extended Response) หรือแบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted Response) ข้อสอบนี้จะถามความรู้ความสามารถต่าง ๆ โดยให้อิสระในการตอบแก่นักเรียน หรือ ผู้สอบมาก เปิดโอกาสให้เขียนแสดงความคิดเห็น อธิบาย อภิปรายได้อย่างเต็มที่ ทุกแง่ทุกมุมตามที่ต้องการไม่จำกัด ลักษณะของคำถามจึงกว้างขวาง เหมาะกับการวัดความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะคิด และการประเมินค่า (Evaluation) เพราะข้อสอบแบบนี้ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักรวบรวมความคิดต่าง ๆ การประเมินคุณค่าของสิ่งเหล่านั้นและการใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุผลนี้ ปริมาณคำตอบของข้อสอบแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับคำถามและความรู้ที่สั่งสมไว้มากน้อยเพียงใด ประกอบกับความสามารถในการจัดระบบการตอบ และความสามารถในการใช้ภาษาของนักเรียนแต่ละคนเป็นสำคัญ จุดอ่อนของการถามแบบนี้อยู่ที่การให้คะแนนเพราะยากที่จะหาเกณฑ์ในการให้คะแนนที่ถูกต้องเที่ยงตรงได้ คำถามที่ไข่มักจะเป็นคำถามประเภท “จงอภิปราย, เปรียบเทียบ, แสดงความคิดเห็น” เป็นส่วนใหญ่

2. แบบตอบจำกัด (Restricted Response หรือ Short-Essay Item) ข้อสอบแบบนี้จะสามารถขจัดจุดอ่อนของคำถามแบบแรกได้ ทั้งนี้เนื่องจากข้อสอบแบบขยายคำตอบเป็นแบบทดสอบที่ให้อิสระในการตอบโดยไม่จำกัด ทำให้ได้คำตอบที่แตกต่างกันมาก จึงมักมีปัญหาในการตรวจให้คะแนน โดยเฉพาะในแง่ของการเปรียบเทียบกันในกลุ่ม ข้อสอบแบบนี้จึงถามแบบเจาะจง ผู้เขียนข้อสอบจะกำหนดขอบเขต ลักษณะการตอบตลอดจนเนื้อหา ทิศทางการตอบและความยาวในการตอบไว้ด้วยคำตอบจึงสั้นและอยู่ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ ผู้ตอบต้องจัดเรียงเรียงความคิดให้เป็นระเบียบแล้วตอบให้ตรงประเด็นของคำถามเพียงสั้น ๆ โดยไม่มีโอกาสอภิปรายแสดงความคิดเห็นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ได้ ข้อสอบแบบนี้จึงมีความสะดวกในการให้คะแนนมากกว่าแบบแรก เพราะมีเกณฑ์ต่าง ๆ ที่จะตัดสินให้คะแนนมากขึ้น ผู้เขียนข้อสอบจึงจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องคำสั่งของโจทย์ ขอบเขตของเนื้อหา และเวลาที่กำหนดให้นักเรียนตอบ คำถามที่ไข่มักอยู่ในรูป “จงนิยาม, ตอบสั้น ๆ, อธิบายสั้น ๆ” อย่างไรก็ตาม ข้อสอบแบบนี้ให้ออกาสแก่นักเรียนน้อยมากในการแสดงความสามารถเกี่ยวกับการจัดกรรวบรวม การแสดงความคิดเห็น และการจัดหาสิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็นเกี่ยวกับการตอบ จึงมีประโยชน์สำหรับการวัดผลการเรียนรู้ระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์แต่จะมีคุณค่าน้อยมาก ถ้านำไปใช้ได้ ในระดับการสังเคราะห์และการประเมินค่า

สำหรับในประเทศไทยได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบอัตรานี้ไว้ดังนี้

อนันต์ ศรีโสภ (2525 : 137-177) กล่าวว่า ข้อสอบอัตรานี้มีลักษณะที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. ให้นักเรียนมีอิสระในการตอบ
2. คุณภาพและความถูกต้องของการตอบมีระดับแตกต่างกัน

วิเชียร เกตุสิงห์ (2516 : 25-60) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้โดยให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนดให้

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 35-36) กล่าวถึงทดสอบแบบอัตนัยไว้ว่าเป็นข้อสอบที่ต้องการให้เด็กอธิบายหรือบรรยายเรื่องราว ประพันธ์ อภิปราย หรือวิพากษ์วิจารณ์ ผู้สอบจะต้องใช้วิธีเขียนตอบเป็นความเรียงหรือบทประพันธ์

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2521 : 124-162) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยดังนี้ ข้อสอบอัตนัยจะเขียนคำถามหรือโจทย์โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่งอย่างกว้าง ๆ หรือเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็น ทักษะคิดได้อย่างไม่จำกัด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 86) กล่าวถึง แบบทดสอบอัตนัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์วัดความสามารถในการบรรยาย อธิบาย และแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตน อาจจำกัดความยาวหรือไม่จำกัดความยาวก็ได้

จากลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยดังกล่าวข้างต้นพอที่จะสรุปได้ดังนี้คือ แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือเรื่องราวให้ โดยให้ผู้ตอบอธิบาย หรือบรรยายแสดงความคิดเห็น หรือวิพากษ์วิจารณ์อย่างอิสระภายในเวลาที่กำหนดให้

หลักสำคัญในการสร้างข้อคำถามแบบอัตนัย คือ

1. ต้องดูจุดประสงค์ของการสอบก่อน แล้วจึงเขียนข้อคำถาม เพื่อถามให้ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
2. ควรใช้คำถามที่มีความกระชับ ชัด ด้วยหลักการถามและหลักภาษา
3. คำถามหนึ่ง ๆ ควรเป็นเรื่องเดียว เพื่อให้ผู้ตอบตอบได้ตรงเป้าหมายที่ผู้ถามต้องการ
4. คำถามควรคำนึงถึงเวลาให้ผู้ตอบทำการตอบ
5. คำถามทุกคำถามผู้สอบควรทำความเข้าใจ และวางแผนการให้คะแนนแต่ละส่วนว่าเป็นเท่าไร เพื่อใช้เปรียบเทียบ นอกจากนั้นจะต้องพิจารณาคำตอบที่มีโอกาสเป็นไปได้ที่ไม่จำเป็นจะต้องตรงกับเฉลยทุกตัว แต่ก็จะสามารถได้คะแนนได้ด้วย

1.3.2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย

เนื่องจากข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย เปิดโอกาสให้ผู้ตอบมีอิสระในกาตอบ จึงทำให้มีจุดอ่อนในการตรวจให้คะแนนมาก จากผลการวิจัย คอฟฟ์แมน (Coffman. 1971) พบว่า ปัญหาสำคัญที่สุดของข้อสอบความเรียงหรืออัตนัยอยู่ที่ความไม่แน่นอนของผู้ตรวจให้คะแนน

ดังนั้นในการตรวจให้คะแนน จึงจำเป็นต้องมีวิธีการและหลักเกณฑ์ที่ดีและรัดกุม เพื่อช่วยให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นได้มากขึ้น

วิธีการตรวจเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่ง ที่จะทำให้คะแนนที่ได้จากการตรวจนั้นมีความเชื่อมั่นได้วิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ (Heglie-King. 1991 : 20)

1. วิธีรวม (Holistic method) เป็นวิธีที่ผู้ประเมินพิจารณาคำตอบโดยรวมมากกว่าตรวจสอบรายละเอียดปลีกย่อยเฉพาะ

2. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical method หรือ Point Method) ใช้การวิเคราะห์ด้วยประเด็นที่มีลักษณะแตกต่างกันของคำตอบ

นักวัดผลหลายท่าน ได้ให้ความหมายและวิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบทั้ง 2 วิธีนี้ดังนี้

1.3.2.1 การตรวจโดยวิธีรวม (Holistic Method)

เมห์เรนส์ และเลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann. 1984 : 229-238) ได้อธิบายถึงการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวมว่า วิธีนี้คำตอบจะไม่ถูกแบ่งเป็นส่วน ๆ เป็นประเด็นเฉพาะ แต่ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วแล้วใช้ความประทับใจและใช้มาตรฐานบางอย่าง กำหนดระดับของคำตอบ การตรวจคำตอบจะขึ้นอยู่กับระดับของการแบ่ง อาจจะแบ่งข้อสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ “กลุ่มที่ยอมรับได้ – กลุ่มที่ยอมรับไม่ได้” หรือ 5 กลุ่ม คือ “ดีมากจนถึงต่ำกว่ามาตรฐาน” โดยมากจะแบ่งประมาณ 4 หรือ 5 กลุ่ม สำหรับกรณี que แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย

1. คุณภาพดีมาก
2. คุณภาพดีกว่าปานกลาง
3. คุณภาพปานกลาง
4. คุณภาพต่ำกว่าปานกลาง
5. คุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน

ในการอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วนั้น ผู้ตรวจจะกำหนดคุณภาพของคำตอบให้อยู่ 1 ใน 5 กลุ่มนี้ แต่ละคำตอบจะต้องอ่านอย่างน้อยที่สุด 2 ครั้ง เพื่อจัดอันดับคุณภาพ วิธีนี้จะไม่ลำบากและไม่เสียเวลามากไป จึงทำได้เร็วกว่าวิธีการวิเคราะห์ ซึ่งวิธีรวมจะมีประสิทธิภาพมากเมื่อแบบทดสอบมีจำนวนมาก

กรอนลันด์ (Gronlund. 1976 : 79) ได้อธิบายถึงวิธีการตรวจให้คะแนนว่าการให้คะแนนคำถามแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended – response) ด้วยวิธีการจัดระดับ (Rating method) โดยการใช้การกำหนดเกณฑ์เป็นแนวทาง ข้อสอบแบบไม่จำกัดคำตอบจะให้อิสระในการตอบ ผู้ตรวจแบบทดสอบจะต้องตรวจให้คะแนนแต่ละคำตอบด้วยการพิจารณาคุณภาพ จากเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้วเกณฑ์ที่ใช้ประเมินคำตอบกำหนดคะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนั้นเมื่ออ่านคำตอบ

แล้วจะต้องกำหนดระดับคุณภาพของคำตอบจาก 1 – 5 คะแนน ในแต่ละระดับคะแนนอาจกำหนดให้เป็นคุณภาพโดยรวมของทั้งคำตอบ หรือแยกพิจารณาตามเกณฑ์ก็ได้ โดยปกติ วิธีนี้ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบแต่ละข้อ 2 ครั้ง ครั้งแรกจะจัดระดับคร่าว ๆ เข้ากองใดกองหนึ่ง 1 ใน 5 กอง โดยจัดจากคุณภาพสูงไปต่ำ การอ่านครั้งที่ 2 จะช่วยตรวจสอบคำตอบแต่ละกอง และสามารถเปลี่ยนการจัดระดับได้ถ้าต้องการ

คอร์ทนี่ (Courtney. 1996 : 34) ยังได้เสนอลำดับขั้นตอนการให้คะแนนแบบรวม (Holistic) ไว้ดังนี้ จัดแบ่งงานของนักเรียนออกเป็น 3 กอง

กองที่ 1 งานที่มีคุณภาพพิเศษ

กองที่ 2 งานที่ได้รับการยอมรับ

กองที่ 3 งานที่ไม่ได้รับการยอมรับ

แล้วแบ่งงานแต่ละกองออกเป็น 2 ระดับ

กองที่ 1 ให้คะแนน 6 หรือ 5 คะแนน

กองที่ 2 ให้คะแนน 4 หรือ 3 คะแนน

กองที่ 3 ให้คะแนน 2 หรือ 1 คะแนน

ส่วนงานที่แสดงว่าไม่ได้ใช้ความพยายามเลยให้ 0 คะแนน

กรมวิชาการ (2540 : 54-59) ได้สรุปไว้ว่า การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่า มีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมายกระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงาน หรือความสำเร็จของงานเป็นชิ้น ๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพ ตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 สำหรับในขั้นตอนการให้คะแนนรูปรีด อาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่ งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของงานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อย หรือยอมรับไม่ได้ และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ

กองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5 คะแนน

กองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3 คะแนน

กองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1 คะแนน

วิธีที่ 2 กำหนดตามระดับความผิดพลาด คือพิจารณาความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยจะหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาที่ระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูก แนวคิดชัดเจน

3 หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูก แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ

1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ

0 หมายถึง ไม่คำตอบหรือตอบไม่ถูกเลย

วิธีที่ 3 กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย เช่น เกณฑ์การให้คะแนนของความ สามารถเข้าใจ เนื้อหาสาระ เขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือ สถานการณ์ที่กำหนดรวมทั้งเสนอ แนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์ หรือลักษณะของข้อมูล

3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องใน หลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้อง ในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือ สถานการณ์ที่กำหนดได้น้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

ทั้ง 3 วิธีดังกล่าวนี้ พอที่จะสรุปได้ว่า มีส่วนที่เหมือนกันก็คือ เป็นการตรวจให้คะแนนที่ มองภาพรวมของผลงานในที่นี้หมายถึง การตอบในกระดาษคำตอบของนักเรียน) แล้วแยกออกเป็นกอง ๆ ส่วนที่แตกต่างกันของทั้ง 3 วิธี ก็คือ การแยกออกเป็นกอง ๆ นั้น ใช้คุณสมบัติ ในการแยกต่างกัน กล่าวคือ

วิธีที่ 1 แยกโดยใช้คุณภาพของผลงานเป็นหลัก

วิธีที่ 2 แยกโดยใช้ความผิดพลาดของผลงานเป็นหลัก

วิธีที่ 3 แยกโดยใช้ความสามารถในการอธิบายหรือการแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจ เป็นหลัก

1.3.2.2 การตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method)

เมห์เรนส์ และเลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann. 1973 : 229-238) ได้อธิบายถึง การตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point – Score method) ว่าวิธีการวิเคราะห์เป็นวิธีที่มีรูปแบบคำตอบประกอบด้วยประเด็นเฉพาะที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว

คะแนนของนักเรียนที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนประเด็นที่เขาตอบ รวมไปถึงส่วนอื่นๆ เช่น แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน การให้เหตุผลและการยกตัวอย่างสนับสนุนในประเด็นคำตอบ และการกำหนดคะแนนในแต่ละประเด็นจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการตอบ ความซับซ้อนของคำถาม และเนื้อหาที่ครูสอน

ข้อดี ของการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. ให้ผลคะแนนที่เชื่อถือได้ เมื่อผู้ตรวจตรวจอย่างยุติธรรม
2. เมื่อมีการเตรียมรายละเอียดของคำตอบไว้แล้ว ครูสามารถพิจารณาความผิดพลาดจากการใช้คำ ความยาก หรือความซับซ้อนของคำถาม รวมทั้งเวลาที่ไม่เหมาะสม และสามารถเปลี่ยนแปลงคำถาม หรือขยายเวลาให้เหมาะสมได้
3. มีการแบ่งคำตอบเป็นกอง ๆ ทำให้สามารถตรวจให้คะแนน จัดระดับคุณภาพข้อสอบของนักเรียนได้ง่ายขึ้น

ข้อจำกัด

1. ตรวจยาก และเสียเวลา
2. การกำหนดประเด็นหรือใส่ส่วนประกอบมากเกินไปอาจทำให้ได้รับคำตอบด้านต่าง ๆ ไม่ลึกซึ้ง

ถึงแม้การตรวจด้วยวิธีการวิเคราะห์จะใช้ได้ทั้งคำถามชนิดจำกัดคำตอบและไม่จำกัด คำตอบ แต่จะใช้ได้ดีกับชนิดจำกัดคำตอบและไม่มากเกินไปจึงจะเชื่อมั่นได้มากกว่า

กรอนลันด์ (Gronlund. 1976 : 79) ได้อธิบายถึงวิธีการตรวจให้คะแนนว่า การให้คะแนนคำถามแบบจำกัดคำตอบ (Restricted – response) ด้วยวิธีแยกประเด็น (Point – Method) โดยใช้รูปแบบคำตอบเป็นแนวทางการให้คะแนนแบบนี้จะต้องมีการเตรียมกำหนดคะแนนไว้ก่อน ขั้นตอนคือ ต้องกำหนด จำนวนประเด็นที่จะให้คะแนนในแต่ละคำตอบ ซึ่งประเด็นเหล่านี้จะต้องสามารถวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการได้

กรมวิชาการ (2540 : 54-59) ได้อธิบายถึง การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนน และการอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในการแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด
2. การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

3. การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการนำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ความสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มา และตรวจสอบผลงาน

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 96-97) กล่าวว่า ไม่ว่าจะใช้วิธีใดตรวจให้คะแนน การตรวจที่จะช่วยเพิ่มความเชื่อถือได้ของคะแนน ควรกระทำดังต่อไปนี้

1. ไม่ควรให้เด็กเขียนชื่อในกระดาษคำตอบ เพื่อป้องกันการให้คะแนนจากความรู้สึกประทับใจ ในเรื่องอื่น ๆ ของเด็ก ซึ่งเรียกว่า halo effect เช่น ให้คะแนนจากความคุ้นเคย ความสันทัดว่าเด็กมีความตั้งใจและขยันขันแข็ง เป็นต้น

2. ตรวจคำตอบทีละข้อ ไม่ควรตรวจทุกข้อของแต่ละคนเพราะจะก่อให้เกิด halo effect ได้เช่นกัน เช่น เห็นว่าข้อแรก ๆ ของเด็กได้คะแนนมาก ข้อต่อไปจึงให้คะแนนน้อย (ทั้งที่ คำตอบดี) หรือในทางตรงกันข้าม การตรวจคำถามข้อเดียวกันของทุก ๆ คนให้เสร็จจะ ช่วยในแง่การเปรียบเทียบคุณภาพการตอบของเด็กทั้งกลุ่มได้ด้วย อีกทั้งช่วยให้การตรวจแต่ละ ข้อนั้น ๆ ของแต่ละคนยึดเกณฑ์ที่เหมือนกัน

3. ไม่ควรย้อนกลับไปดูคะแนนของเด็กจากข้อที่ตรวจแล้วในการตรวจข้อต่อ ๆ ไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้คะแนนจากข้ออื่น ๆ มีผลกระทบกับการให้คะแนนในข้ออื่น ๆ

4. ไม่ควรให้คะแนนโดยยึดความถูกต้องทางภาษาเป็นหลัก ถ้าหากไม่ได้มุ่งวัด ความถูกต้องในการเขียนและการใช้ภาษา ความถูกต้องสละสลวยในการใช้ถ้อยคำสำนวนใน การตอบ ไม่ควรมีอิทธิพลต่อการได้คะแนนมากหรือน้อย ผู้ตรวจควรพิจารณาเฉพาะเป้าหมาย การตอบในแง่ของความสมบูรณ์ครบถ้วนของเนื้อหาหรือความสมเหตุสมผลของความคิดเป็น หลักในการให้คะแนน

5. ถ้าเป็นไปได้ควรให้คนอื่นช่วยตรวจสอบผลการตรวจให้คะแนน ทั้งนี้เพื่อให้คน อื่นได้ประเมินความเหมาะสมในการให้คะแนนของเรา ตามหลักการที่ถูกต้องนั้นคะแนนที่เด็กได้ ควรเป็นคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากผู้ตรวจให้คะแนนหลาย ๆ คน ซึ่งคงเป็นเรื่องยากในเชิงปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามถ้าไม่อาจปฏิบัติได้ อย่างน้อยผู้ตรวจควรได้ทบทวนความเหมาะสมในการตรวจ ให้คะแนนของตนอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำคะแนนเหล่านั้นไปใช้

6. ควรเขียนข้อวิจารณ์ ข้อท้วงติง (Comments) ลงบนคำตอบ เพื่อประโยชน์ใน การเรียนรู้ของผู้เรียน หรืออย่างน้อยให้เป็นหลักฐานว่า ทำไมจึงให้คะแนนเท่านี้ สำหรับคำตอบ ของเด็กคนนี้

7. การตรวจให้คะแนนต้องกระทำอย่างตั้งใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีเกณฑ์การ ให้คะแนนและต้องอ่านคำตอบของเด็กอย่างถี่ถ้วน เมื่อใดที่ผู้ตรวจขาดหลักเกณฑ์การให้คะแนน หรือไม่ได้อ่านคำตอบอย่างตั้งใจ คะแนนที่ให้กับเด็กมักออกมาในรูปกลาง ๆ ซึ่งเป็นไปตามหลัก

ของ Central Tendency Error ซึ่งเป็นไปในลักษณะที่ว่า “เมื่อไม่แน่ใจก็ให้คะแนนกลาง ๆ ไว้ก่อน” ซึ่งแน่นอนคะแนนที่ได้จากการสอบวัดนั้นจะมีความเชื่อมั่นต่ำลง

อนันต์ ศรีโสภา (2525 : 145-146) กล่าวว่า วิธีการตรวจสอบแบบอัตนัยที่นิยมใช้ทั่วไปมีอยู่ 2 วิธี คือ การตรวจแบบ Analytical Method และการตรวจแบบ Holistic Method จะเลือกใช้วิธีตรวจแบบไหนนั้นก็ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการทดสอบ การนำคะแนนผลการสอบไปใช้ เวลาและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ และยังขึ้นอยู่กับเป็นข้อสอบแบบจำกัดคำตอบหรือไม่จำกัดคำตอบอีกด้วย ซึ่งการตรวจแบบ Analytical Method นั้นเป็นวิธีการตรวจที่แยกคำตอบของแต่ละข้อออกเป็นประเด็นสำคัญเฉพาะจุด คะแนนที่นักเรียนได้ก็ขึ้นอยู่กับจำนวนจุดที่อยู่ในคำตอบ การตรวจด้วยวิธีนี้จะช่วยป้องกันอิทธิพลจากสิ่งภายนอกที่มีส่วนให้การพิจารณาคำตอบว่าถูกหรือผิดลงได้มาก ประโยชน์ของการตรวจด้วยวิธีนี้พอจะสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้คะแนนที่ได้มีความเชื่อมั่นสูงขึ้น
2. วิธีการของการตรวจแบบนี้ ช่วยให้ครูผู้ตรวจสนใจในแต่ละประเด็นว่า มีความคลาดเคลื่อนในการใช้คำที่ผิดพลาดหรือไม่ คำถามค่อนข้างยากหรือมีความสลับซับซ้อนเพียงใด และใช้เวลาในการตอบมาน้อยเพียงใด
3. การแบ่งแยกคำตอบออกเป็นประเด็นต่าง ๆ ช่วยให้การอธิบายแก้ข้อสงสัยให้นักเรียนได้สะดวกและง่ายขึ้น

อย่างไรก็ดี การตรวจให้คะแนนด้วยวิธีนี้มีข้อเสียอยู่ 2 ประการ คือ

1. สิ้นเปลืองแรงงานและเวลาในการตรวจมาก
2. การแยกคำตอบออกเป็นประเด็นย่อย ๆ มาก อาจทำให้ผิดจุดมุ่งหมายในการวัดของข้อนั้น เนื่องการตรวจสอบด้วยวิธีนี้นำไปใช้ได้กับข้อสอบแบบจำกัดคำตอบและไม่จำกัดคำตอบ

ส่วนการตรวจแบบ Holistic Method นั้นเป็นการแบ่งคุณภาพของคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนทุกคน ออกเป็นกอง ๆ เรียงจากคุณภาพดีมากไปจนถึงคุณภาพดีน้อย ครูผู้ตรวจจะต้องอ่านคำตอบของนักเรียนแต่ละคนอย่างรวดเร็ว แล้วพิจารณาดูว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับไหน แล้วแยกออกเป็นกอง ๆ การพิจารณาของครูควรอาศัยเฉลยคำตอบของแต่ละข้อ และทำการเปรียบเทียบคำตอบระหว่างนักเรียนด้วยกัน ประกอบไปด้วยการแบ่งคุณภาพของคำตอบ ออกเป็นกอง ๆ นั้น อาจจะแบ่งเป็น 2 กอง คือ ยอมรับกับไม่ยอมรับ หรือแบ่งออกเป็น 3 กอง คือ ดี ปานกลาง และเลว หรือแบ่งออกเป็น 5 กอง คือ ดีมาก ดี ปานกลาง เลว และเลวมาก ก็ได้ ซึ่งในการตรวจแต่ละครั้งควรเริ่มข้อหนึ่งของนักเรียนทุกคน เสร็จแล้วก็เริ่มข้อสองในครั้งถัดไปจนกว่าจะตรวจครบทุกข้อ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการตรวจให้คะแนนที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปถึงการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีวิเคราะห์ และวิธีประเมินรวม ได้ดังนี้

1. การตรวจวิธีประเมินรวม หรือการตรวจคะแนนแบบจัดระดับคุณภาพ (Global Scoring หรือ Holistic หรือ Rating Method) เป็นวิธีการตรวจให้คะแนนรวมๆ ทั้งข้อ การให้คะแนนจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของประเด็นหลัก สามารถตรวจได้รวดเร็ว การตรวจแบบนี้ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบทุกฉบับอย่างรวดเร็วในขั้นต้น แล้วแยกกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มๆ ตามระดับคุณภาพของการตอบเช่น แยกเป็นคุณภาพ 3 ระดับ คือ ดี ปานกลาง ไม่ดี หรือแยกเป็น 5 ระดับ ดีมาก ดี ค่อนข้างดี พอใช้ อ่อน เมื่อจัดเรียงคำตอบเป็นกลุ่มเสร็จแล้วให้อ่านอย่างละเอียดทีละกลุ่มคุณภาพเพื่อให้คะแนนตามลำดับคุณภาพอีกทีหนึ่ง ในการแยกกลุ่มกระดาษคำตอบอาจเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างกันเองภายในกลุ่ม หรืออาจมีคำตอบตัวแบบ หรือกำหนดเกณฑ์ในการเปรียบเทียบคุณภาพคำตอบก็ได้

2. การตรวจวิธีวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method) เป็นวิธีการตรวจที่เหมาะสมกับการตรวจประเภทจำกัดคำตอบ ในสถานการณ์การประเมินผลการเรียนการสอนที่มีผู้สอบไม่มากนัก การตรวจแบบนี้ผู้ตรวจต้องมีคำตอบไว้ล่วงหน้าซึ่งได้แยกเป็นประเด็นย่อย ๆ ตามองค์ประกอบของการตอบตามความสำคัญหรือตามประเด็นที่ถาม เช่น การจัดเรียงความคิด การยกตัวอย่าง การตอบได้ตรงประเด็น เป็นต้น โดยกำหนดคะแนนของแต่ละประเด็นย่อย ๆ ไว้เป็นเกณฑ์ ตรวจเทียบกับคำตอบของผู้ตอบแต่ละตอนย่อยๆ จากนั้นจึงเอาคะแนนของแต่ละตอนย่อย ๆ มารวมกันเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ จุดอ่อนของการตรวจแบบวิธีวิเคราะห์ คือ เสียเวลาตรวจมาก เพราะต้องตรวจทีละประเด็นและการแยกประเด็นย่อยมากๆ อาจวัดคุณลักษณะที่ไม่ตรงหรือไม่ลึกซึ้งในด้านจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนที่ต้องการได้

สำหรับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบรวม (Holistic Method)

2. ความถนัดทางการเรียน

2.1 ความหมายของความถนัด

ความถนัดตรงกับภาษาอังกฤษว่า Aptitude มีรากศัพท์มาจาก Aptos ซึ่งเป็นภาษากรีก แปลว่าเหมาะสมกับ (Fitted for) ความถนัดเป็นเครื่องชี้ให้ทราบว่าบุคคลใดควร จะเรียนหรือประกอบอาชีพใดจึงจะเหมาะสม เพราะมนุษย์มีความแตกต่างทั้งร่างกายและสมรรถภาพทางสมอง มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของความถนัดแตกต่างกันไว้มากมาย ดังนี้

ฟรีแมน (Freeman. 1966 : 431) กล่าวว่า ความถนัดเป็นผลรวมของคุณลักษณะต่าง ๆ ที่จะชี้ให้เห็นนิสัยของแต่ละคนในการที่จะได้มาซึ่งความรู้ทักษะหรือการตอบสนอง ดังนั้นแบบ

ทดสอบวัดความถนัดจึงออกแบบเพื่อวัดศักยภาพของความสามารถในกิจกรรมเฉพาะภายในพิสัยที่จำกัด

ครอนบัค (Cronbach. 1970 : 39) กล่าวว่า ความถนัดทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสมองที่ร่วมกันทำงานเพื่อเพิ่มพูนความสำเร็จในกิจกรรมทางปัญญา

บิงแฮม (Bingham. 1987 : 17) กล่าวว่า ความถนัดเป็นสภาวะที่แสดงถึงความเหมาะสมของบุคคลที่สำคัญประการแรกคือความพร้อมของบุคคลในการเพิ่มพูนความชำนาญให้แกตนเองหรือเป็นศักยภาพของบุคคลนั้น หรืออีกนัยหนึ่งคือความพร้อมที่จะสนใจในความสามารถของบุคคลนั้น ๆ

ชวาล แพรัตกุล (2518 : 50) กล่าวว่า ความถนัดเป็นความสามารถของบุคคลที่จะทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง จึงให้ความหมายของความถนัดว่า หมายถึง ความพยายามที่จะคาดคะเนหรือพยากรณ์ภายหน้าอันเป็นเรื่องราวของอนาคตกาล โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐานว่าเด็กสามารถไปได้ไกลเพียงใดจะเรียนรู้สิ่งนั้นสิ่งนี้ได้เท่าไร ถ้าเขาได้รับประสบการณ์การฝึกสอนที่เหมาะสม

ทองหล่อ วิภาวีน (2523 : 16-17) ได้ให้ความหมายของความถนัดว่า

1. ความถนัด หมายถึง ปัญญาของบุคคล หรือเรียกว่า ง่าย ๆ ว่าไหวพริบหรือความฉลาด หรือความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการนำความรู้และหลักวิชาไปแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ซึ่งเป็นลักษณะของพลังความคิดที่สำคัญในการแก้ไขอุปสรรคและตัดสินใจเหตุการณ์เฉพาะหน้าได้ถูกต้อง

2. ความถนัดเป็นสมรรถภาพทางสมองที่ประกอบด้วยความสามารถเฉพาะด้าน ซึ่งความสามารถแต่ละด้านจะมีคุณภาพแตกต่างกันออกไป ดังนั้น คนแต่ละคนจึงแตกต่างกันในเรื่องของความสามารถทางสมองอีกด้วย ฉะนั้นในการวัดจึงต้องวัดความสามารถหลาย ๆ ด้าน ถ้าบุคคลใดมีความสามารถทางสมองด้านใดมากก็就会有ความถนัดหรือเก่งด้านนั้นด้วย

3. ความถนัดไม่ได้หมายถึงกรรมพันธุ์ และพรหมลิขิตไม่ใช่เป็นสมรรถภาพทางสมองที่ติดตัวมาแต่กำเนิด หากแต่เป็นผลที่เกิดจากการที่ได้มีโอกาสฝึกฝนและคิดปัญหาหรือมีประสบการณ์ในด้านนั้นมากพอ

ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2527 : 27) กล่าวว่า ความถนัด หมายถึง ความสามารถที่บุคคลได้รับประสบการณ์ฝึกฝนตนเอง และมีการสั่งสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะพิเศษที่เด่นชัดด้านใดด้านหนึ่งพร้อมที่จะปฏิบัติด้านนั้นได้อย่างดี

จากความหมายดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ความถนัดเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ ด้วยการฝึกฝนตนเอง และสะสมมาจนสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้สำเร็จตามความสามารถของตนเอง

2.2 ทฤษฎีสมรรถภาพสมอง และความถนัด

ทฤษฎีสมรรถภาพสมอง และความถนัด มีหลายทฤษฎี แต่ที่สำคัญที่จะกล่าวต่อไปนี้คือ ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2527 : 42-47)

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni – Factor Theory) บางทีทฤษฎีนี้เรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บิเนท์ และซิมอน (Binet and Simon.) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างเชิงวิธานเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวไม่แบ่งออกเป็นส่วนตัวย่อย คล้ายกับความสามารถทั่วไป (General Ability) นั้นเอง ในปี ค.ศ. 1905 หรือ พ.ศ. 2448 บิเนท์ และซิมอน ได้สร้างข้อสอบวัดตามแนวคิดของเขาเป็นครั้งแรก ข้อสอบนี้สร้างวัดเชิงวิธานเป็นแบบ Global Measure คือ วัดออกมาเป็นคะแนนเดียว แล้วแปลความหมายมีปัญญาระดับใด

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi – Factor Theory) ทฤษฎีนี้เสนอโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ชื่อ สเปียร์แมน (Charles Spearman) ในปี ค.ศ. 1927 เป็นทฤษฎีที่อาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า กิจกรรมทางสมองทั้งหลายเมื่อวิเคราะห์แล้วมีองค์ประกอบร่วมกันอันหนึ่ง เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เรียกว่า G – Factor และอีกองค์ประกอบหนึ่งเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เรียกว่า S – Factor และต่อองค์ประกอบเฉพาะนี้มีกิจกรรมเฉพาะของมันเอง

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple – Factor Theory) ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เฮอร์สโตน (L.L. Thurstone) เสนอทฤษฎีนี้เมื่อ ปี ค.ศ. 1933 โดยทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างกว้างขวาง และใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถทางสมองออกได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นเด่นชัดและสำคัญ ๆ มีอยู่ 7 ประการ คือ

3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor ใช้ตัวย่อว่า V)

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor ใช้ตัวย่อว่า W)

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor ใช้ตัวย่อว่า N)

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor ใช้ตัวย่อว่า S)

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor ใช้ตัวย่อว่า M)

3.6 องค์ประกอบด้านสังเกต (Perceptual Speed Factor ใช้ตัวย่อว่า P)

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor ใช้ตัวย่อว่า R)

4. ทฤษฎีไฮราซิคอล (Hierarchical Theory) ผู้นำทฤษฎี คือ เวอร์นอน (Vernon) เบิร์ต (Burt) ชาวอังกฤษ และฮัมฟรีย์ (Humphreys) ชาวอเมริกา โดยเฉพาะเวอร์นอน ได้เสนอโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน เสนอว่าในส่วนขององค์ประกอบทั่วไป (General Factor : G – Factor) แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ ความถนัดภาษา (Verbal Education ; V : ed) ความถนัดทางช่าง (Practical Mechanical ; k : m) ซึ่งองค์ประกอบใหญ่ทั้งสองรวมเรียกว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่ทั้งสองยังแบ่งองค์ประกอบย่อยลงไปอีกได้เรียกว่า minor Group Factors เช่น ด้าน V ; ed ยังแบ่งย่อยเป็น องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) องค์ประกอบด้านตัวเลข (Number) และอื่น ๆ อีกส่วน K ; m ได้แบ่งย่อยออกเป็นความรู้เชิงกล (Mechanical Information) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถในการใช้กลไกของกล้ามเนื้อ (Psychomotor Abilities) และอื่น ๆ อีก ซึ่งแต่ละองค์ประกอบย่อย ยังแบ่งเป็น องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors)

5. ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Theory) ผู้ตั้งทฤษฎีนี้ คือ กิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกาได้ศึกษาพัฒนาจากทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสติปัญญาแล้ว เสนอโครงสร้างทางสมองของมนุษย์ใน ปี ค.ศ. 1967 อธิบายโครงสร้างทางสมองในรูปแบบจำลองสามมิติ (Three – Dimensional Model) ดังนี้ (Guilford and Fruchter. 1971 : 20-21)

มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operations) เป็นการปฏิบัติงานทางสมองหรือขบวนการแบบต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นตามลำดับจากง่ายไปหายาก เริ่มจากการรู้และเข้าใจ การจำ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการประเมินค่า

มิติที่ 2 เนื้อหา (Contents) เป็นสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่รับรู้จักด้วยระบบประสาทสัมผัสทั้งหลายของมนุษย์ แบ่งเป็น 4 อย่าง คือ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) แบ่งเป็น 6 ลักษณะ คือ หน่วย จำนวน ความสัมพันธ์ ระบบการแปลงรูป และการประยุกต์

6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two – Level Theory of Mental Ability) ทฤษฎีนี้เสนอโดย เจนเซน (Jensen) เจนเซนเสนอทฤษฎีว่าความสามารถทางสมองมีอยู่สองระดับ คือ ระดับ 1 (Level I) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือเป็นความสามารถที่จะสะสมหรือเก็บข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ ระดับ II (Level II)

เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ระดับ II นี้เหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G – Theory) นั่นเอง

บุญชม ศรีสะอาด (2526 : 4-5) กล่าวว่า การจัดประเภทแบบทดสอบความถนัดของเมห์เรนส์ และเลห์มานน์ จัดแบบทดสอบวัดความถนัดออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบความถนัดทั่วไปรายบุคคล (Individually Administer Tests of General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายผลสำเร็จทางการเรียน และใช้ทางคลินิก ได้แก่ แบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาเด็กของเวคสเลอร์ (Wechsler Intelligence Scale for Children) ฯลฯ

2. แบบทดสอบความถนัดทั่วไปของกลุ่ม (Group Tests of General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในสถาบันการศึกษาอย่างกว้างขวางกว่าแบบทดสอบรายบุคคล ได้แก่ แบบทดสอบอาร์มีแอลฟา (Army Alpha) แบบทดสอบโอติส-เลนนอน (Otis-Lennon Mental Ability Test) ฯลฯ

3. แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Special Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการคัดเลือกทางอาชีพและทางการศึกษา ได้แก่ แบบทดสอบวัดการมองเห็น และการได้ยิน (Test of Visual and Hearing) แบบทดสอบความถนัดด้านจักรกล (Mechanical Aptitude Test) ฯลฯ

4. แบบทดสอบความถนัดพหุคุณ (Multifactor Aptitude Test) ได้แก่ แบบทดสอบดิฟเฟอเรนเชียล แอปติจูด เทสต์ (Differential Aptitude Test) ฯลฯ

3. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน

3.1 เอกสารงานวิจัยภายในประเทศ

การศึกษาเกี่ยวกับความถนัดด้านตัวเลขนั้น ชาวล แพร์ตกุล และคนอื่น ๆ (2520 : 3) ได้เขียนรายงานเกี่ยวกับโครงสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน สำหรับวัดความถนัดทางการเรียนของวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ซึ่งเรียวย่อว่า CESAT (College of Education Scholastic Aptitude Test) โดยใช้แบบทดสอบห้าฉบับ คือ แบบทดสอบแบบจัดเข้าพวก แบบทดสอบตีความหมาย แบบทดสอบตัวเลข แบบทดสอบสรุปความ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ สำหรับแบบทดสอบด้านตัวเลขนั้น เป็นการวัดความสามารถด้านจำนวนและปริมาณ มีข้อคำถาม 50 ข้อให้เวลาทำ 30 นาที ได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .71-.75 และในปีต่อมาได้สร้างขึ้น มาใหม่โดยอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์ผลจากปีที่แล้ว โดยนำไปสอบคัดเลือกนิสิตชั้นปีที่หนึ่ง ปีที่สาม นิสิตวิชาเฉพาะและนิสิตปริญญาโทด้วย โดยเฉพาะแบบทดสอบความถนัด

ด้านคณิตศาสตร์ เป็นการวัดมโนภาพทางตัวเลข มีข้อคำถาม 50 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที ได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .77-.81

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านตัวเลขกับความสามารถในการเรียนวิชาต่าง ๆ นั้น พิกุล เกตุประดิษฐ์ (2522 : 45) ได้ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบ ความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่า องค์ประกอบด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ต่าย เชียงณี (2519 : 18) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สาม จำนวน 318 คน โดยใช้แบบทดสอบหกฉบับ คือ ภาษา เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความจำ การรับรู้ทางสายตา และจำนวนตัวเลข พบว่าสมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลขเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวดคณิตศาสตร์ได้สูงที่สุด

X การศึกษาผลของการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนั้น มณี วรศิริ (2518 : 88) ได้ศึกษาโดยใช้คะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าเรียนในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง จากแบบทดสอบมาตรฐานของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวนห้าฉบับ คือ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ มิติสัมพันธ์ อุปมาอุปไมย และไม่เข้าพวก สำหรับแบบทดสอบความถนัดด้านคณิตศาสตร์นั้นเป็นแบบโจทย์ปัญหาสั้น ๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์พื้นฐานมีจำนวน 30 ข้อ เวลาทำ 30 นาที พบว่า แบบทดสอบความถนัดด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวพยากรณ์เกรดเฉลี่ยรวมทุกวิชา และเกรดเฉลี่ยเฉพาะหมวดวิชาได้ดีที่สุด

3.2 เอกสารงานวิจัยของต่างประเทศ

การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดตามแนวทฤษฎีของ เทอร์สโตน ได้เริ่มพัฒนาหลังจากที่ เทอร์สโตน ได้เสนอทฤษฎีหลายองค์ประกอบ แต่การสร้างมักรวมเป็นชุด ซึ่งเรียกว่าชุดวัดความถนัดพหุคูณ (Multiple Aptitude Battery) ในแต่ละชุดจะมีแบบทดสอบย่อย มุ่งวัดตัวประกอบที่บริสุทธิ์หลายตัวที่สัมพันธ์กัน สามารถจัดทำเกณฑ์ปกติและหาค่าความเที่ยงตรงของแต่ละฉบับกับผลการเรียนแต่ละด้าน และกับอาชีพต่าง ๆ ได้แบบทดสอบลักษณะนี้ เช่นแบบทดสอบวัด ความสามารถขั้นมูลฐาน พี เอ็ม เอ (PMA : Primary Mental Ability) ซึ่งสร้างโดย เทอร์สโตน ประกอบด้วยองค์ประกอบเจ็ดด้าน คือ ความหมายทางภาษา (Verbal Meaning) มิติสัมพันธ์ (Spatial Perception) เหตุผล (Reasoning) ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency) จำนวน (Number) สำหรับแบบทดสอบด้านจำนวนนั้น ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับการบวกง่าย ๆ เป็นการวัดความสามารถในการคิดเกี่ยวกับตัวเลขปริมาณ

อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชุดนี้ หาโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง .87-.96 (Freeman. 1966 : 427)

ในปี ค.ศ. 1947 เบนเนตต์ และคนอื่น ๆ ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดมีชื่อว่า ดี เอ ที (DAT : Differential Aptitude Tests) ใช้ทดสอบนักเรียนในระดับเกรดแปดถึงเกรดสิบสอง เพื่อใช้ในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการศึกษาและอาชีพประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยแปดฉบับคือ แบบทดสอบเหตุผลทางภาษา แบบทดสอบความสามารถทางตัวเลข แบบทดสอบเหตุผลทางนามธรรม แบบทดสอบความเร็วแม่นยำทางงานเสมียน แบบทดสอบเหตุผลทางจักรกล แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบสะกดคำ แบบทดสอบการใช้ภาษา สำหรับแบบทดสอบย่อยชุดความสามารถทางตัวเลขประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 40 ข้อ เวลา 30 นาที ค่าความเชื่อมั่นซึ่งหาโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบและแบบคู่ขนานได้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .79-.97 สำหรับความเที่ยงตรงจะเกี่ยวข้องกับความเที่ยงตรงในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สามารถพยากรณ์ได้ดีด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านตัวเลข (บุญชม ศรีสะอาด. 2521 : 108-119)

คราวเดอร์ (Crowder. 1957 : 281-286) ได้ศึกษาผลการใช้แบบทดสอบ The Holzinger -Crowder Uni-Factor Tests) กับนักเรียนระดับปีที่สามและปีที่สี่ (Junior and Senior) โดยมีแบบทดสอบเก้าฉบับ แต่มีองค์ประกอบทางสมองเพียงสี่ด้าน คือ ด้านภาษา (Verbal) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ตัวเลข (Numerical) และเหตุผล (Reasoning) สำหรับความสามารถด้านตัวเลขนั้นสร้างอยู่ในแบบทดสอบฉบับที่ห้าและฉบับที่หก ซึ่งจะประกอบด้วยแบบอนุกรมแบบโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวกับบวก ลบ คูณ หาร แบบการหาผลลัพธ์ที่เหลือจากการแบ่ง แบบความคล่องแคล่วในการเปลี่ยนแปลงตัวเลขง่าย ๆ พบว่า แบบทดสอบความสามารถด้านตัวเลขมีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .53 วิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ .33 วิชาสังคมศึกษา .35 วิชาภาษาอังกฤษ เท่ากับ .47 วิชางานฝีมือ เท่ากับ .54 และกับคะแนนรวมทุกวิชา เท่ากับ .44

สมิธ (Smith. 1963 : 39-42) ได้ใช้แบบทดสอบสองฉบับ คือ แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (SCAT : School and College Ability Test Battery) และแบบทดสอบ ซี ที บี (CTB : California Test Battery) ซึ่งแต่ละฉบับประกอบด้วยแบบทดสอบสมรรถภาพสมองด้านภาษาและด้านตัวเลข เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ ซี ที บี (CTB) ด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .74 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (SCAT) ด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .46

ในการใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันพยากรณ์นักเรียนต่างระดับกันนั้น อินเกอร์ซอล และ ปีเตอร์ (Ingersoll and Porter. 1966 : 931-937) ได้ศึกษาถึงการใช้แบบทดสอบ จี เอ ที บี (GATB : General Aptitude Test Battery) สำหรับแนะแนวนักเรียนในเรื่องการเรียน โดยใช้นักเรียนระดับเกรดเก้าและเกรดสิบ จำนวน 4,000 คน ในรัฐโอไฮโอว่า พบว่าความถนัดด้านตัวเลข (Numerical Aptitude) เป็นตัวพยากรณ์ความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไป (General Mathematics) และความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน (Basic Mathematics) ได้ดีที่สุดส่วนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (General Science) นั้นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ ความถนัดทางด้านภาษา (Verbal Aptitude) และความถนัดทางด้านตัวเลข (Numerical Aptitude) ในระดับเกรดสิบ ตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปคือ ความถนัดทางด้านตัวเลข และในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ ความถนัดทางด้านภาษา

ต่อมาในปี 1959 สตินสัน (Stinson. 1959 : 103-104) ได้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน Differential Aptitude Test (DAT) พยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนักเรียนในเมืองเมเปิลวูด รัฐมิสซูรี (Maplewood Miszuri) จำนวน 69 คน ได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยกับแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (DAT) ด้านภาษาเท่ากับ .45 ตัวเลข .55 เหตุผล .34 มติสัมพันธ์ .48 และ ต่อมาเบเนเนตต์ และเพื่อน (Benneth and others. 1956 : 81-91) ศึกษาแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (DAT) ปรากฏว่าได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนคณิตศาสตร์กับภาษาเท่ากับ .70 สัมพันธ์กับตัวเลขเท่ากับ .65 และสัมพันธ์กับมิติสัมพันธ์ เท่ากับ .53

จากผลการศึกษาของ สโตรบริดจ์ (Strowbridge. 1967 : 1014 -A) ซึ่งได้ทำการศึกษากับนักเรียนเกรด 7, 8 และ 9 พบว่าความสามารถด้านภาษามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของกอร์แมน (Gorman. 1968 : 4811-4819)

จากงานวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นว่าความถนัดของการเรียน แบบทดสอบวัดความถนัดทั้งทางด้านความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการที่จะพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือความสำเร็จในการทำงาน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ตามทฤษฎีของเทอร์สโตน (Thurstone. 1947 : 121) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ คือ สมรรถภาพในการที่จะเข้าใจ และสามารถคำนวณตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้น ผู้ที่มีความชำนาญคล่องแคล่วแม่นยำมาก ก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนั้นสูง ลักษณะข้อสอบประเภทนี้มีโครงสร้าง ดังนี้

1. ข้อสอบประเภททักษะ เป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณ

2. ข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการวัดสมรรถภาพด้านการคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการสรุปหรือขยายกฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และโมโนภาพในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ เมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นรูปภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่

3. ข้อสอบประเภทโจทย์ปัญหา เป็นการวัดสมรรถภาพด้านการแก้ปัญหา ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้ประกอบด้วย คำถามโจทย์ปัญหาทำนองเดียวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลักษณะของคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความ ให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลข จำนวนและการใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้เป็นความสามารถในการจำสูตร และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วต้องเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตร

นอกจากนี้ ขวาล แพร์ตกุล (ขวาล แพร์ตกุล. 2518 : 46-47) ได้ระบุโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ว่า นิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับวัดทักษะหรือความคล่องแคล่วแม่นยำในการคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบสำหรับความคิดรวบยอด หรือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หารตัวเลข ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ เทียบได้กับความสามารถในการสะกดคำของวิชาภาษาไทย ฉะนั้น โครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการให้มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเลย จัดว่าเป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณ ตัวเลขโดยเฉพาะ

2. แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทโจทย์ต่าง ๆ ทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลีลาคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความหมาย และการใช้หาความสัมพันธ์ของตัวเลข จำนวน กับวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นสำคัญ คำถามประเภทโจทย์ปัญหานี้ มิได้หมายถึงคำถามที่ให้นักเรียนนำตัวเลขไปแทนค่าในสูตรโดยตรง ดังเช่น ในเรื่องการหาดอกเบี้ย หรือให้หาพื้นที่วงกลมเลยเพราะคำถามชนิดนี้

ไม่มีลักษณะเป็นปัญหา แต่เป็นการวัดความสามารถในการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว ก็เอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตรเท่านั้นเอง

3. แบบทดสอบประเภทเหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในการคิดแบบนามธรรม นั่นคือ ต้องการวัดว่า เมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว เขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่ แบบทดสอบประเภทนี้จะช่วยให้ครูอาจารย์ได้ทราบว่าหลังจากเรียนเนื้อหาต่าง ๆ แล้ว นักเรียนเกิดความคิดในเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณเหล่านั้นหรือไม่ หรือเพียงแต่จำสูตรและวิธีการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการในกฎเกณฑ์เหล่านั้นเลย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน

ลักษณะแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขตามแนวทฤษฎีของเธอร์สโตนนั้น มีผู้คิดสร้างรูปแบบแตกต่างกันไปดังนี้ ล้วน สายยศ (2541 : 79-87) ได้กล่าวถึงลักษณะแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขไว้สามแบบ คือ แบบทดสอบอนุกรมทางเดียว แบบทดสอบอนุกรมหลายชั้น อนุกรมหลายชั้นชนิดที่หาที่ผิดตำแหน่งเดียว หาที่ผิดสองตำแหน่ง อนุกรมหลายมิติ และแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล สำหรับ วิเชียร เกตุสิงห์ (2523 : 12-13) เสนอว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ คือ แบบโจทย์ปัญหา และแบบอนุกรมตัวเลข ส่วน บุญชม ศรีสะอาด (2521 : 83-85) เสนอว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขนั้นสามารถแบ่งได้สี่แบบ

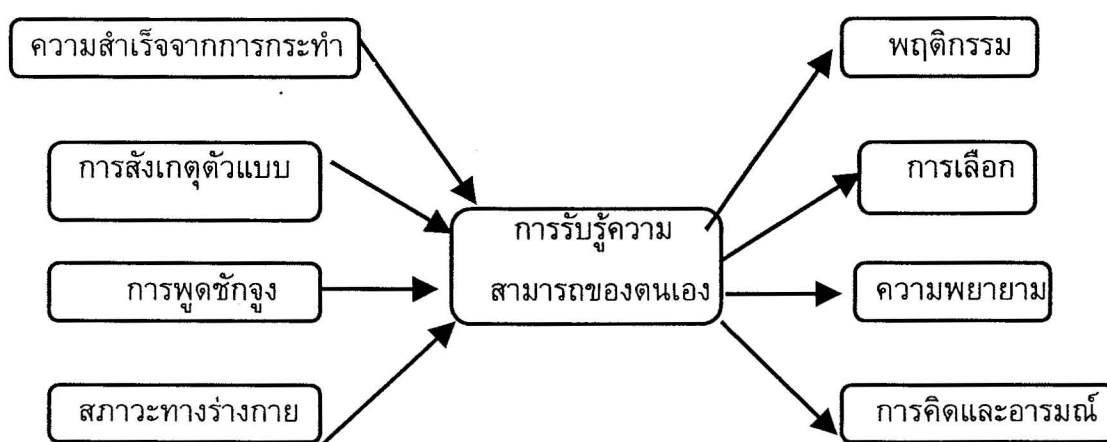
ทองหล่อ วิภาวิน (2523 : 42-49) ได้กล่าวว่าการวัดความถนัดด้านตัวเลขสามารถแบ่งได้เป็นสองแบบคือ แบบคณิตศาสตร์เหตุผล และแบบทดสอบอนุกรม ซึ่งสามารถแยกย่อยไปได้อีกสองลักษณะคือแบบอนุกรมหลายมิติ และอนุกรมหาที่ผิด แต่สำหรับวิญญา วิศาลาภรณ์ (2522 : 64-72) ได้แยกลักษณะของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขไว้ห้าแบบ ดังนี้ แบบทดสอบอนุกรมธรรมดา แบบทดสอบอนุกรมผสม แบบทดสอบอนุกรมเชิงซ้อน แบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์ และแบบทดสอบคำนวณ และแก้ปัญหา

ซึ่งจะทำให้บุคคลกระทำกิจกรรมที่ยากพอเหมาะและท้าทายความสามารถ ส่วนการประเมินที่แม่นยำตรงกับความสามารถ กิจกรรมที่เลือกมีแนวโน้มสูงที่จะประสบความสำเร็จ

2. การใช้ความพยายามและการยืนหยัด (Effort Expenditure and Persistence) การตัดสินความสามารถของตนเป็นตัวกำหนดว่า บุคคลจะใช้ความพยายามมากเท่าไร และจะคงทนทำกิจกรรมไปนานเท่าไร เมื่อพบอุปสรรคและประสบการณ์ที่ไม่น่าพอใจ บุคคลที่ตัดสินว่าตนมีความสามารถจะมีความเข้มแข็ง และคงทน ในความพยายาม มีความแตกต่างระหว่างความพยายามที่ใช้ในช่วงของการเรียนรู้กับช่วงทำทักษะของการเรียนรู้ไปใช้ ในขั้นตอนเรียนรู้คนที่รับรู้ว่าจะมีความสามารถสูงอาจรู้สึกว่าจะมีความจำเป็นน้อยที่จะต้องใช้ความพยายามมาก แต่เวลาที่จะนำเอาทักษะการเรียนรู้ไปใช้จะใช้ความพยายามและการลงทุนสูง ส่วนคนที่สงสัยในความสามารถของตนจะใช้ความพยายามมากในการเรียนแต่ใช้ความพยายามน้อยเมื่อต้องใช้ทักษะที่ได้เรียนมา

3. แบบแผนความคิดและการตอบสนองทางอารมณ์ (Thought Patterns and Emotional Reactions) การรับรู้ความสามารถของตนมีอิทธิพลต่อแบบแผนของการคิดและการตอบสนองทางอารมณ์ของบุคคลนั้นในตอนที่ปฏิบัติสัมพันธ์จริงกับตนที่คาดว่าจะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม คนที่ตัดสินว่าตนไร้ความสามารถในการจัดการกับความต้องการของสิ่งแวดล้อมก็จะมีความรู้สึกว่าตนไร้ความสามารถ และตระหนักถึงสิ่งนี้อาจเป็นอุปสรรคว่าเป็นเรื่องน่าวิตกกังวลมากกว่าความเป็นจริง ส่วนคนที่รู้สึกว่าจะมีความสามารถสูงจะให้ความสนใจและใช้ความพยายามในการจัดการสภาพการณ์ และสิ่งที่เป็นอุปสรรคก็จะกระตุ้นให้เขาใช้ความพยายามมากขึ้น นอกจากนี้การรับรู้ความสามารถก็จะมีอิทธิพลต่อความคิดในการแก้ปัญหาที่ยาก คนที่รับรู้ว่าจะตนเองมีความสามารถสูงมีแนวโน้มที่จะพิจารณาว่าความล้มเหลวเกิดจากการที่เขาพยายามไม่เพียงพอ แต่คนที่มีความท้อแท้พอ ๆ กันแต่รับรู้ความสามารถของตนเองต่ำจะเห็นว่าความล้มเหลวเกิดจากการที่ตนไร้ความสามารถ

ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนของแบนดูรา สามารถแสดงเป็นแบบแผนกราฟได้ดังนี้



จากทฤษฎีการรับรู้ตัวเองของแบนดูราทำให้นักจิตวิทยาสนใจที่จะทำการศึกษาค้นคว้าตัวแปรนี้ต่อมา บารอน (Baron. 1994 : 185) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นส่วนหนึ่งในมโนทัศน์แห่งตนซึ่งเป็นความรู้สึกของบุคคลในการมองเห็นความสามารถ และมีแนวคิดที่จะทำตามความสามารถที่มีอยู่ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองจะต่างกับการเคารพตนเอง (Self – Esteem) ทั้งนี้เพราะการเคารพตนเองเกิดจากผลรวมของการรับรู้ความสามารถของตนเองในหลาย ๆ ด้าน ขณะที่การรับรู้ความสามารถของตนเองการรับรู้ความสามารถจะเป็นการเจาะจงความสามารถของตนเองในแต่ละด้าน ตัวอย่างเช่นในบุคคลเดียวกันอาจมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์สูง แต่อาจจะรับรู้ว่าคุณเองไม่มีความสามารถพอในด้านกีฬา บุคคลนั้นย่อมทำการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากการรับรู้ว่าคุณเองสามารถที่จะทำการแก้ปัญหานี้ได้และให้ความสนใจกับปัญหา ขณะเดียวกันบุคคลนั้นย่อมปฏิเสธในการเล่นกีฬาซึ่งคิดว่าตนเองไม่มีความสามารถพอทำให้ไม่สนใจในกิจกรรมด้านนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์

สต็อกตัน และเบท (Stockton and Beth. 1995) ศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศชาย เพศหญิงกับการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 346 คน ผลการศึกษาพบว่า เพศหญิงมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.005

ปาจาเรส และมิลเลอร์ (Pajares and Miller. 1994) ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ กับความเชื่อในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในเด็กจำนวน 350 คน พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มีผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มากกว่า มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กชาย มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์สูงกว่า และมีความเครียดในการทำกิจกรรมด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเด็กหญิง

ปาจาเรส และเครนซ์เลอร์ (Pajares and Kranzler. 1995) ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ และการแสดงออกทางอารมณ์ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในนักเรียนชั้น 9, 10, 11 และ 12 จำนวน 329 คน ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มีผลต่อความเครียดขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์เพศชายและเพศหญิง มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่เพศหญิงจะมีความเครียดขณะทำกิจกรรมมากกว่า

ทามาโอ (Tamao.1990) ได้ศึกษาในประเทศญี่ปุ่นเกี่ยวกับแหล่งที่ได้มาเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีของแบนดูรา อันได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวแบบ การพูดชักจูง และการตอบสนองทางอารมณ์ ผลการศึกษาพบว่า การพูดชักจูงไม่สามารถบอกได้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ และเพศชายมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงกว่า เพศหญิง

โลเปซ และเลนท์ (Lopez and Lent. 1992) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งที่มาของการรับรู้ความสามารถของตนเอง 4 แหล่งตามทฤษฎีของแบนดูราว่าจะมีความสัมพันธ์กับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 50 คน โดยให้ตอบแบบสอบถามถึงแหล่งที่มาของการรับรู้ความสามารถของตนเอง แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการศึกษาสหสัมพันธ์พบว่าแหล่งที่มาของการรับรู้ความสามารถของตนเองทั้ง 4 แหล่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ แต่แหล่งที่เป็นการสังเกตตัวแบบและการกระตุ้นทางอารมณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอร์วิช (Norwich. 1987) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ในเด็กอายุ 9-10 ปี จำนวน 72 คน โดยแบ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ 4 ระดับ ผลการศึกษาพบว่าไม่สามารถทำนายความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

จากเอกสารงานวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นว่า การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะถ้ามีการรับรู้ความสามารถตนเองที่สูงก็จะแสดงออกถึงความพยายามในการที่จะแก้ปัญหาที่กำหนดให้สำเร็จ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ซอนเบอร์เกอร์ (Schonberger. 1976 : 2536 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศ ความถนัดเชิงมิติสัมพันธ์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนเกรด 7 จากโรงเรียนในเมืองเบงเกอร์ (Bangor) มลรัฐเมน (Maine) ใช้แบบทดสอบวัดความถนัด 5 ฉบับ คือ

1. แบบทดสอบ Card Rotations
2. แบบทดสอบ Form Board 2
3. แบบทดสอบ Hidden Figures 2 from the NLSMA battery
4. แบบทดสอบ Cubes Comparison from the ETS Kit
5. แบบทดสอบ Space Relations from the Differential Aptitude Tests

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยสามฉบับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ผลปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งสามฉบับมีความสัมพันธ์กับความถนัดเชิงมิติสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สโตนวอเตอร์ (Stonewater. 1977 : 2602 – 2603 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับความถนัดทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนเทอมแรกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมิชิแกน จำนวน 27 คน เมื่อวิเคราะห์ผลโดยการหาค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหากับความถนัดทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มูราสกี (Muraski. 1979 : 4104 – A) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม อย่างละ 13 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 บทเรียน แต่ละบทเรียนจะแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง ใช้เวลา 5 สัปดาห์ ต่อจากนั้นวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของทั้งสองกลุ่ม ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 งานวิจัยในประเทศ

ทองหล่อ วงษ์อินทร์. 2527 : 13 ศึกษาสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดหาเหตุผลความเข้าใจในการอ่าน และความคล่องในการคำนวณ ซึ่งมีผลต่อการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิตของเด็กเกรด 4 จำนวน 523 คน พบว่า สมรรถภาพด้านเหตุผล มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิต

วิชัย พาณิชยสว (2522 : จ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์ กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กับความคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์ มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.496

วรรณดี วรรณศิลป์ (2523 : 62) ได้วิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 310 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ในทางบวก กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จรรยา ภูอุดม (2524 : 48-54) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินครู โดยใช้ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 6 โรงเรียน เป็นนักเรียนชาย 235 คน นักเรียนหญิง 190 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยทุกวิชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย

นนุช วรรณนะวะ (2514 : 75) ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ชั้นสูงโดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีแตกต่างกัน 2 วิธีคือ การคิดแก้ปัญหาโดยใช้หลักการ และการคิดแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริงพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งสองวิธีต่างมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อำนาจ เลิศขยันดี (2523 : 91-115) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถทางสมอง พบว่า องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบของความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ต่างก็มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับ หัสยา เกียรติวิลาส (2537 : 83-86) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วพบว่า ความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เน่งน้อย ทองธวัช (2526) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำ และความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2526 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และโปรแกรมศิลปศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 936 คน ผลการศึกษาปรากฏว่า ความสามารถด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำและความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การเรียนการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการเรียน และการรับรู้ตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องรู้จักวิธีในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับ ผู้เรียนเพื่อประสิทธิภาพในการเรียนและการทำ กิจกรรมต่าง ๆ ให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาถึงความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข และการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่น่าจะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. มีความสัมพันธ์ระหว่าง ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข และการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. คำนวณหาค่าความสำคัญของปัจจัยด้านความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ด้านส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วยประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและวิธีการสร้างเครื่องมือ วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครปฐม จำนวน 33 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 189 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 7,940 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครปฐม จำนวน 7 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 7 ห้อง และจำนวนนักเรียน 270 คน ซึ่งได้มาโดย การสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two Stage Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นกลุ่มการสุ่ม เมื่อประมาณกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ซึ่งเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 381 คน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2536 : 260; อ้างอิงจาก Yamane. 1967 : 886-887) ดังที่ (Cohen and Cohen. 1983 : 531-535) กล่าวว่า การหาความสัมพันธ์ของตัวแปรซึ่งถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ นั้นอำนาจในการทดสอบทางสถิติและอำนาจในการสรุปอ้างอิงก็ย่อมสูงตามด้วย ในเทคนิคของการวิเคราะห์การถดถอย จะใช้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดอย่างน้อย 40 เท่าของตัวแปร ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 270 คน ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่ม ดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียนจากโรงเรียนทั้งหมด 33 โรงเรียน ด้วยสัดส่วน 20 เปอร์เซนต์ โดยใช้ตารางสุ่มได้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 7 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ของขั้นที่ 1 โดยการสุ่มโรงเรียนละ 1 ห้องเรียนในแต่ละโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงรายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับ ที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน		จำนวนนักเรียน (คน)
		ประชากร (ห้อง)	กลุ่มตัวอย่าง (ห้อง)	
1	สิรินธรราชวิทยาลัย	7	1	44
2	ศรีวิชัยวิทยา	13	1	38
3	กำแพงแสนวิทยา	10	1	39
4	สาธิตเกษตร กำแพงแสน	3	1	40
5	ภัทรญาณวิทยา	6	1	33
6	แหลมบัววิทยา	3	1	38
7	คงทองวิทยา	9	1	38
รวมทั้งหมด		51	7	270

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีทั้งหมด 4 ชุด ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ แบบห้าตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบห้าตัวเลือก จำนวน 40 ข้อโดยเป็นแบบทดสอบตัวเลขอนุกรม 20 ข้อและด้านคณิตศาสตร์เหตุผล 20 ข้อ

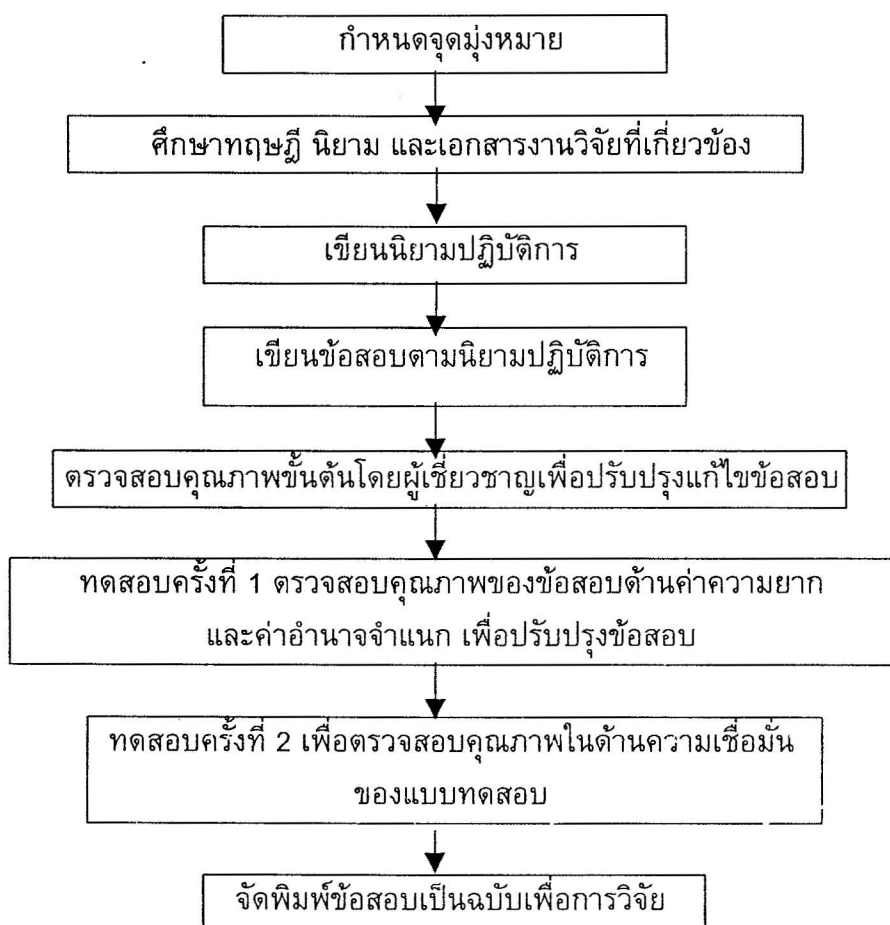
ชุดที่ 3 แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

ชุดที่ 4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย 5 ข้อ

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา และชุดที่ 2 ความถนัดทางด้านตัวเลข มีขั้นตอนการสร้าง ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ



ภาพประกอบ 2 การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามแผนข้างต้นดังรายละเอียด ดังนี้

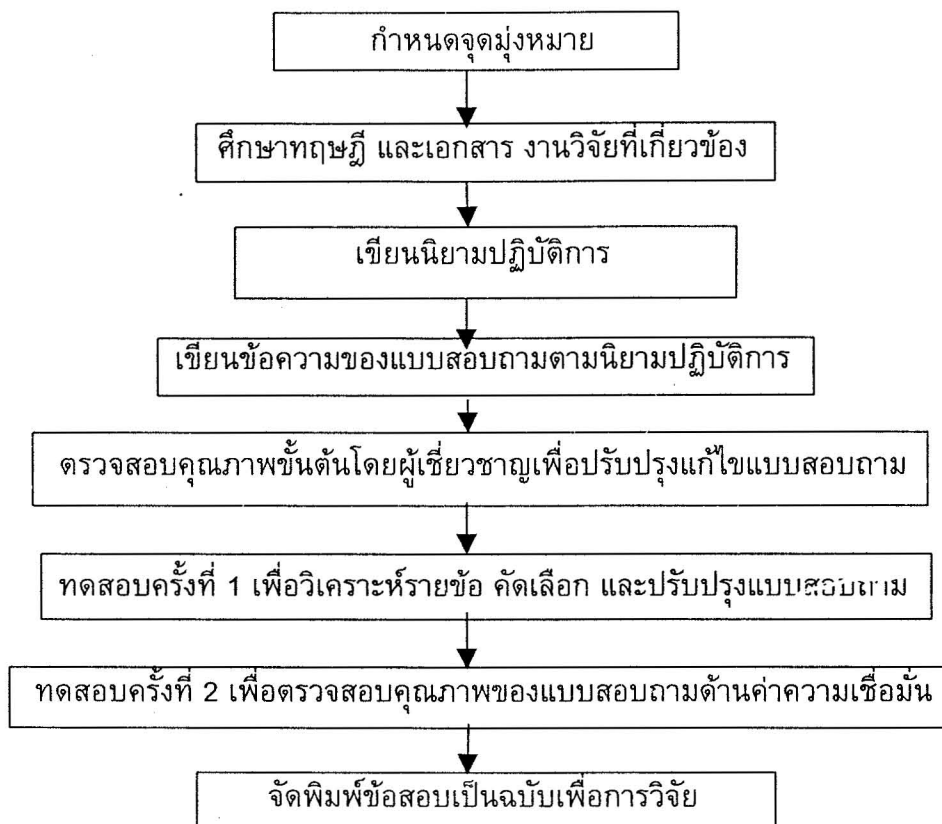
1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
 - 1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข ในการเรียนคณิตศาสตร์
 - 1.2 เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบไปใช้ในการหาความสัมพันธ์กับความสามารถ ในการแก้ปัญหาวางการเรียนคณิตศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้
 - 2.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้าน ภาษาและความถนัดทางด้านตัวเลข
 - 2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบเพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง แบบทดสอบ
3. เขียนนิยามปฏิบัติการของความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
4. เขียนข้อสอบตามนิยามปฏิบัติการ โดยให้มีเนื้อหาตามขอบเขตที่กำหนดไว้ และ สร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ แบบห้าตัวเลือก 2 ฉบับ โดยแบบทดสอบ ความถนัดทางด้านภาษา จำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบความถนัดทางด้านตัวเลข จำนวน 80 ข้อ
5. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพื้นผิว (Face Validity) โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นนั้น ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมในแต่ละด้าน ที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่า IOC ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6-1.00
6. นำแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข ไปทดสอบ กับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตเกษตรกำแพงแสนและโรงเรียนศรีวิชัย จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัย จำนวน 100 คน
7. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ โดยนำผลจากการ ทดลองมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ ด้านค่าความยาก

และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และเปิดตารางสำเร็จรูป จุง เทห์ ฟาน (Chung Teh Fan) เพื่อคัดเลือกข้อสอบความถนัดทางด้านภาษา ไว้ 20 ข้อ และความถนัดทางด้านตัวเลข ไว้ 40 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบความถนัดทางด้านภาษา มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .24 ถึง .67 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง .22 ถึง .62 ความถนัดทางด้านทางตัวเลข มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 ถึง .62 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง .23 ถึง .82

8. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองครั้งที่ 2 กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตเกษตรกำแพงแสนและโรงเรียนศรีวิชัย จังหวัดนครปฐม จำนวน 100 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับของทั้ง 2 ฉบับ คำนวณโดยสูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR-20) ซึ่งแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษามีความเชื่อมั่น เท่ากับ .8002 แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลขมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .7810

9. จัดพิมพ์ข้อสอบเป็นฉบับพร้อมคู่มือการดำเนินการสอบเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการวิจัย

ชุดที่ 3 การสร้างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ



ภาพประกอบ 3 การสร้างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบถามตามแผนข้างต้นดังรายละเอียด ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบถาม
 - 1.1 เพื่อสร้างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์
 - 1.2 เพื่อนำคะแนนจากแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ไปศึกษาความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ตนเอง (Perceived Self-Efficacy) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

3. เขียนนิยามปฏิบัติการของการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

4. เขียนข้อคำถามตามนิยามปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ลักษณะของแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเป็นข้อความ (Statement) โดยให้ตอบเป็นระดับตามความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้ตอบ 4 ระดับ

4.2 สร้างข้อความให้ครอบคลุมด้านการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ

4.3 การให้คะแนนแต่ละข้อความ จะมีน้ำหนักดังนี้

ข้อความทางบวก

ความรู้สึกหรือความคิดเห็น จริงที่สุด	ให้ 4 คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น จริง	ให้ 3 คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ค่อนข้างจริง	ให้ 2 คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ไม่จริง	ให้ 1 คะแนน

ข้อความทางลบ

ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ไม่จริง	ให้ 4 คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ค่อนข้างจริง	ให้ 3 คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น จริง	ให้ 2 คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น จริงที่สุด	ให้ 1 คะแนน

5. ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) แล้วคัดเลือกข้อความที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองครั้งที่ 1 โดยพิจารณาจากค่า IOC ซึ่งแบบสอบถามมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.8-1.00 จำนวน 40 ข้อ

6. ทดลองครั้งที่ 1 นำแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

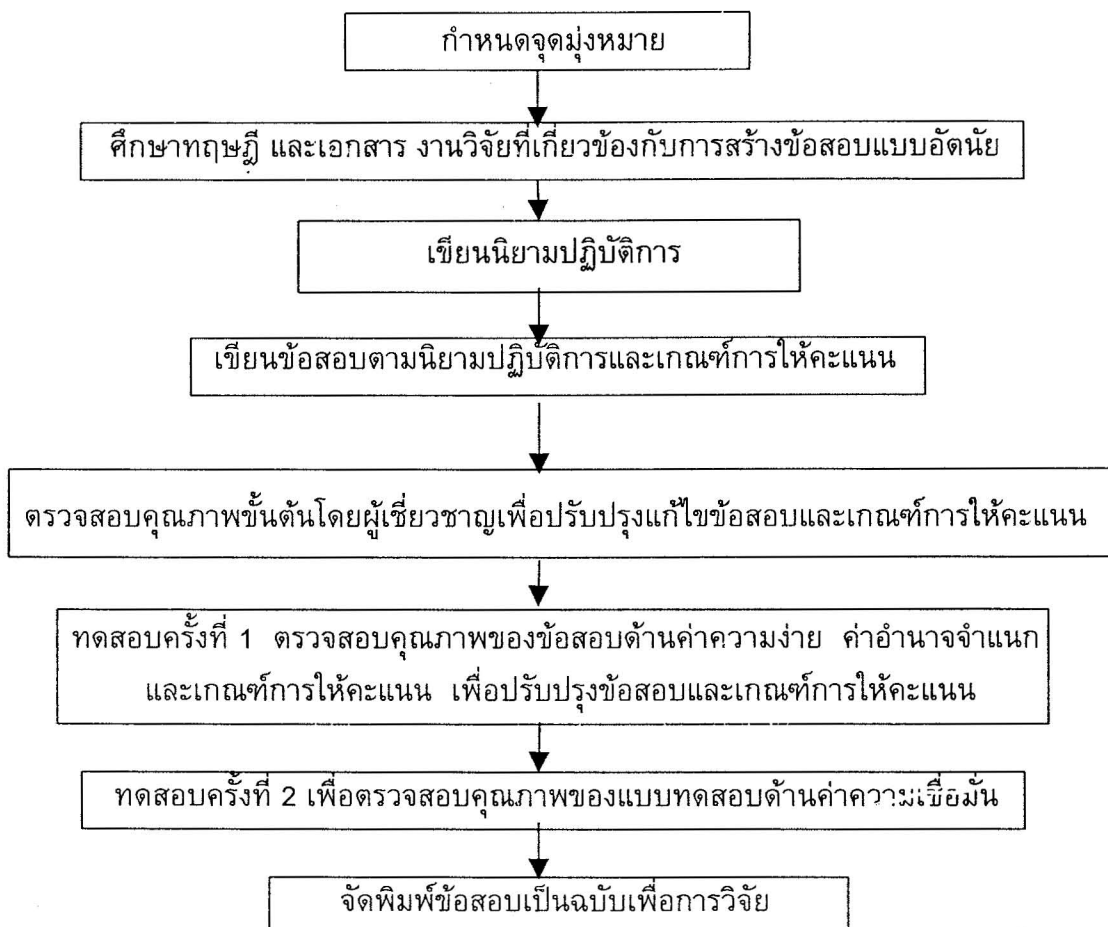
ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตเกษตรกำแพงแสนและโรงเรียนภัทรญาณวิทยา จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัย จำนวน 100 คน

7. นำผลจากการทดลองครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของข้อความรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค 25 เปอร์เซนต์ ของกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ แล้ววิเคราะห์ด้วย t-test เพื่อคัดเลือกข้อความที่ค่าอำนาจจำแนกที่มีนัยสำคัญทางสถิติไว้ จำนวน 30 ข้อ โดยแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกที่มีค่า t อยู่ระหว่าง 3.637 ถึง 9.523 ซึ่งเป็นค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

8. ทดลองครั้งที่ 2 นำแบบสอบถามที่คัดเลือกและปรับปรุงจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตเกษตรกำแพงแสนและโรงเรียนภัทรญาณวิทยา จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 จำนวน 100 คนเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม คำนวณด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8515

9. จัดพิมพ์แบบสอบถามเป็นฉบับพร้อมคู่มือการดำเนินการสอบเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการวิจัย

ชุดที่ 4 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
มีขั้นตอนการสร้าง ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ



ภาพประกอบ 4 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามแผนข้างต้นดังรายละเอียด ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
 - เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้
 - 2.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างและการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3. เขียนนิยามปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

4. เขียนข้อสอบตามนิยามปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 สร้างข้อคำถามให้ตรงตามนิยามปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

4.2 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของข้อคำถามแต่ละข้อแบบวิธีวิเคราะห์ (Holistic Method) ที่เน้นความสามารถของนักเรียนในด้านต่อไปนี้

เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าทำถูกต้อง 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- | | | |
|---------|-------|--|
| 4 คะแนน | เมื่อ | - ดีความใจหายได้ถูกต้อง
- มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์ถูกต้องเหมาะสม
- ใช้วิธีการที่สมเหตุสมผล
- ไม่มีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณและคำตอบถูกต้อง |
| 3 คะแนน | เมื่อ | - ดีความใจหายได้ถูกต้อง
- มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์ถูกต้องเหมาะสม
- ใช้วิธีการที่สมเหตุสมผล
- มีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณและคำตอบที่ผิดพลาด |
| 2 คะแนน | เมื่อ | - ดีความใจหายได้ถูกต้อง
- ใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
- ใช้วิธีการที่ไม่สมเหตุสมผล
- ผิดพลาดในการคำนวณ แก้ปัญหาไม่ได้ หรือไม่มีคำตอบ |
| 1 คะแนน | เมื่อ | - ดีความใจหายถูกต้องบางส่วน
- ไม่มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์
- ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่สมเหตุสมผล
- คำนวณผิดพลาดแก้ปัญหาไม่ได้ |
| 0 คะแนน | เมื่อ | - ไม่ตอบ |

5. ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษา หรือด้านคณิตศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาไปทดลองครั้งที่ 1

6. ทดลองครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตเกษตรกำแพงแสนและโรงเรียนกำแพงแสนวิทยา จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัย จำนวน 50 คน

7. นำผลจากการทดลองครั้งที่ 1 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบโดยนำผลจากการทดลองมาตรวจให้คะแนนโดยการตรวจโดยวิธีรวม (Holistic) และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ดังนี้

7.1 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ ด้านคุณภาพดัชนีค่าความง่ายและค่าอำนาจจำแนก จากสูตร D.R. Whitney and D.L. Saber. และค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของผู้ตรวจ 2 คน โดยคำนวณค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนด้วยสูตรค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson Product Moment Correlation Coefficient (r_{xy}) ซึ่งมีค่าความง่ายอยู่ระหว่าง .58 ถึง .64 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง .72 ถึง .84 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .978 เพื่อคัดเลือกข้อสอบไว้ 5 ข้อ

8. ทดลองครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสาธิตเกษตรกำแพงแสนและโรงเรียนกำแพงแสนวิทยา จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 จำนวน 50 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของ แบบทดสอบ

8.1 นำผลจากการทดลองครั้งที่ 2 ของแบบทดสอบตรวจให้คะแนนด้วยผู้ตรวจให้คะแนน จำนวน 2 คน แล้วหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่น โดยคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) และคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนด้วยสูตรค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson Product Moment Correlation Coefficient (r_{xy}) ซึ่งความเชื่อมั่นของแบบทดสอบค่าเท่ากับ .8025 และค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนเท่ากับ .966

9. จัดพิมพ์แบบสอบถามเป็นฉบับพร้อมคู่มือการดำเนินการสอบเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการวิจัย

ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีทั้งหมด 4 ชุด ประกอบด้วย ชุดที่ 1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความเข้าใจ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบห้าตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ดังตัวอย่าง

จงใช้บทประพันธ์นี้ตอบคำถาม

“น้ำปลาโอซารส มาตรแมนมดหมดเมืองมา

ได้ลิ้มชิมน้ำปลา จะดูดื่มน้ำตาล”

ข้อ (0) จากบทประพันธ์ผู้เขียนข้อความนี้ต้องการเน้นในเรื่องใด

ก. น้ำปลา

ข. น้ำตาล

ค. รสโอซา

ง. นิสยของมด

จ. ความหวาน

ชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการเข้าใจด้านปริมาณและความสัมพันธ์ของปริมาณ จำนวนทักษะทางการคิดคำนวณ และความคิดรวบยอดด้านเหตุผล และนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบห้าตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบด้านตัวเลขอนุกรม 20 ข้อ และด้านคณิตศาสตร์เหตุผล 20 ข้อ ดังนี้

2.1 แบบทดสอบด้านตัวเลขอนุกรม ดังตัวอย่าง

จงเติมตัวเลขตัวถัดไป

ข้อ (0) 2 5 4 8 7 ...

ก. 10

ข. 12

ค. 13

ง. 14

จ. 15

2.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) ข้อความต่อไปนี้ข้อใดเป็นเท็จ

- ก. ถ้าสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการแล้วสามเหลี่ยมสองรูปนี้จะมีมุมเท่ากันสามคู่
- ข. ถ้าสามเหลี่ยมสองรูปมีด้านเท่ากันสามคู่แล้วสามเหลี่ยมสองรูปนี้จะมีมุมเท่ากันทุกประการ
- ค. ถ้าสามเหลี่ยมสองรูปมีพื้นที่เท่ากันแล้วสามเหลี่ยมสองรูปนี้จะเท่ากันทุกประการ
- ง. ถ้าสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการแล้วสามเหลี่ยมสองรูปจะมีพื้นที่เท่ากัน
- จ. ถ้าสามเหลี่ยมสองรูปมีเส้นรอบรูปยาวเท่ากันแล้วสามเหลี่ยมสองรูปจะมีพื้นที่เท่ากัน

ชุดที่ 3 แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ แบบสอบถามวัดความรู้สึกที่นักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การตัดสินใจของตนเอง จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และความรู้ได้รับนั้นส่งผลไปสู่ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ข้อความ	จริงที่สุด	จริง	ค่อนข้างจริง	ไม่จริง
(0)	ข้าพเจ้าสามารถทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้				
(00)	ข้าพเจ้าสามารถอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ให้เพื่อนเข้าใจได้				

ชุดที่ 4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถของบุคคลที่รู้จักใช้พลังความคิดที่มีอยู่ในการแก้ปัญหา โดยพยายามหาวิธีคำนวณตลอดจนเหตุผลที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้จำนวน 5 ข้อ เวลา 50 นาที ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแห่งหนึ่งมีด้านยาวยาวกว่า 2 เท่าของด้านกว้าง อยู่ 3 เมตร ถ้าความยาวรอบสนามหญ้าแห่งนี้ยาว 33 เมตร จงหาพื้นที่ของสนามหญ้าแห่งนี้

วิธีทำ ให้ด้านกว้างของสนามหญ้ายาว	x	เมตร
ด้านยาวของสนามหญ้ายาว	$2x+3$	เมตร
สมการ	$2(x+2x+3) = 33$	
	$6x+6 = 33$	
	$6x = 33-6$	
	$6x = 27$	
	$x = \frac{27}{6}$	
	$x = 4.5$	เมตร
ด้านกว้างของสนามหญ้ายาว	4.5	เมตร
ด้านยาวของสนามหญ้ายาว	$2(4.5)+3 = 12$	เมตร
พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า	$= \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$	
	$= 4.5 \times 12$	
พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า	$= 54$	ตารางเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

4 คะแนน	เมื่อ	- ดีความโจทย์ได้ถูกต้อง
		- มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์ถูกต้องเหมาะสม
		- ใช้วิธีการที่สมเหตุสมผล
		- ไม่มีความคาดเคลื่อนในการคำนวณและคำตอบถูกต้อง
3 คะแนน	เมื่อ	- ดีความโจทย์ได้ถูกต้อง
		- มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์ถูกต้องเหมาะสม
		- ใช้วิธีการที่สมเหตุสมผล
		- มีความคาดเคลื่อนในการคำนวณและคำตอบที่ผิดพลาด

- | | | |
|---------|-------|---|
| 2 คะแนน | เมื่อ | - ดีความจ้อยได้ถูกต้อง |
| | | - ใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง |
| | | - ใช้วิธีการที่ไม่สมเหตุผล |
| | | - ผิดพลาดในการคำนวณ แก้ปัญหาไม่ได้ หรือไม่มีคำตอบ |
| 1 คะแนน | เมื่อ | - ดีความจ้อยถูกต้องบางส่วน |
| | | - ไม่มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์ |
| | | - ใช้วิธีการแก้ปัญหามิสมเหตุผล |
| | | - คำนวณผิดพลาดแก้ปัญหามิได้ |
| 0 คะแนน | เมื่อ | - ไม่ตอบ |

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำหนังสือติดต่อและขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อนัดหมาย หมายวัน และเวลา ในการสอบ
2. จัดเตรียมแบบทดสอบวัดความถนัดด้านทางภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบของแต่ละโรงเรียน
3. นำแบบทดสอบที่จัดเตรียมไว้ในข้อ 2 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแล้วไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
4. ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยเป็นผู้อธิบายคำชี้แจงให้แก่ นักเรียนเองเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน ในการทำแบบทดสอบและขอรับแบบทดสอบคืนด้วยตนเองทุกฉบับ
5. ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ในการตอบแบบทดสอบและแบบสอบถามของนักเรียนทุกฉบับ
6. นำแบบทดสอบและแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน
7. บันทึกคะแนนแต่ละข้อของแบบทดสอบและแบบสอบถามแต่ละฉบับลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

8. ตรวจสอบความถูกต้องในการบันทึกข้อมูลเป็นรายข้อ
9. จัดเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณค่าสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC แยกการวิเคราะห์เป็นการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปร และการวิเคราะห์ค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยการทำการวิเคราะห์ตามลำดับ ดังนี้

1. คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ($\bar{X}$, S, CV)
2. คำนวณหาค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านทางภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข และการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 คำนวณหาค่าให้หนักความสำคัญของความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข และการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย (CV)

1.1.1 คะแนนเฉลี่ย (Ferguson 1981 : 49)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Ferguson 1981 : 68)

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.1.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย โดยใช้สูตร (Friedman. 1972:105)

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} (100)$$

เมื่อ CV แทนค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย

S แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย

1.2 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis)

1.2.1 การวิเคราะห์แบบทดสอบเลือกตอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ของกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ และเปิดตารางสำเร็จรูป จุง เตห์ ฟาน (Chung Teh Fan) วิเคราะห์ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

1.2.2 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการหาค่าอำนาจจำแนกด้วย t-test แบบเทคนิค 25 เปอร์เซนต์ ของกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 185, อ้างอิงจาก Edwards. 1957 : 152-154)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทนค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$\bar{X}_H$ แทนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทนคะแนนแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทนคะแนนแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง

n_L แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

1.2.3 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาดัชนีค่าความง่าย และดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอรรถนัยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 25 เปอร์เซนต์ ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรที่ D.R. Whitney and D.L. Sabers, 1970 ได้เสนอไว้ใน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199-201)

1.2.3.1 ดัชนีค่าความง่าย (P_E) คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2 \text{ Xmin})}{2N (X_{\max} - X_{\min})}$$

1.2.3.2 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$D = \frac{S_U - S_L}{N (X_{\max} - \min)}$$

เมื่อ	P_E	แทนดัชนีค่าความง่าย
	S_U	แทนผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทนผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทนจำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทนคะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทนคะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.3 ค่าความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์กับคะแนนจากการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

ของนักเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson Product Moment (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 252)

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

เมื่อ r_{xy} แทนค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงตรง

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (X)

$\sum Y$ แทนผลรวมของคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Y) โดยอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์

$\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนน X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทนผลรวมของคะแนน Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทนผลรวมของผลคูณคะแนน X กับ Y ทุกคู่

N แทนจำนวนนักเรียน

1.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

1.4.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา และแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร กูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 215)

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

เมื่อ r_{tt} แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทนสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทนสัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

s_t^2 แทนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

1.4.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาค่าความเชื่อมั่น ของผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson Product Moment (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 210)

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

เมื่อ r_{xy}	แทนค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
$\sum X$	แทนผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1
$\sum Y$	แทนผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2
$\sum XY$	แทนผลรวมของผลคูณที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1 กับคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2
$\sum X^2$	แทนผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1
$\sum Y^2$	แทนผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2
N	แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.4.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ คำนวณโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient ของครอนบัค (Cronbach)) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 218)

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

เมื่อ α	แทนค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
n	แทนจำนวนข้อของแบบสอบถาม
s_i^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
s_t^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบถามทั้งฉบับ

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานในการวิจัย

2.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 85)

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

เมื่อ r_{xy} แทนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน ตัวแปร X กับตัวแปร Y

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนน X

$\sum Y$ แทนผลรวมของคะแนน Y

$\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนน X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทนผลรวมของคะแนน Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทนผลรวมของผลคูณ X กับ Y ทุกคู่

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตร t-test (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 105)

$$\text{สูตร } t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad df = n-2$$

2.3 ค่า Beta – Weight (β) (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 25)

$$\beta_i = b_i \frac{SD_x}{SD_y}$$

เมื่อ β_i แทนค่า Beta – Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

b_i แทนค่า Score – Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

SD_y แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์

SD_x แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระตัวที่ i

ค่า Score Weight (b) (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 87)

$$b_i = r_{iy} \frac{SD_y}{SD_x}$$

เมื่อ b_i แทนค่า Score – Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

r_{xy} แทนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ x กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (y)

SD_y แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์

SD_x แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระตัวที่ x

2.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 75)

$$R^2_{y..12...m} = \sum \beta_i r_{iy}$$

เมื่อ $R_{y..123...m}$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวแปรที่ศึกษาตัวที่ i กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Y)

β_i แทน ค่า Beta – Weight

r_{iy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาตัวที่ i กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Y)

2.4 ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 159)

$$F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (n - k - 1)}$$

เมื่อ F แทน ค่าการแจกแจงแบบ F (F – distribution)

R แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

k แทน จำนวนตัวแปรที่ศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ / แบบสอบถาม
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
CV	แทน	สัมประสิทธิ์ของการกระจาย
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติใช้ในการพิจารณา t-distribution
X_1	แทน	คะแนนจากความถนัดทางด้านภาษา
X_2	แทน	คะแนนจากความถนัดทางด้านตัวเลข
X_3	แทน	คะแนนจากการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์
Y	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
b	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ
β	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน
SE_b	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ
R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกัน

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับขั้นดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย
2. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละตัว และตัวแปรทำนายที่ใช้หาความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. คำนำนัยสำคัญของตัวแปรแต่ละตัว ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของแบบทดสอบและแบบสอบถาม ได้ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนข้อ คะแนนเต็ม คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย ของเครื่องมือ

เครื่องมือ	จำนวนข้อ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	CV
แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา	20	20	12.17	2.89	23.75
แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข	40	40	22.82	6.78	29.71
แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์	30	4	2.34	10.48	16.29
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	5	20	11.79	6.09	51.65

จากตาราง 2 พบว่า

แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนด้านภาษา มีคะแนนเฉลี่ย 12.17 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.89 ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 23.75 แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข มีคะแนนเฉลี่ย 22.82 ค่าความเบี่ยงเบนแบบมาตรฐาน 6.78

ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 29.71 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.79 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 6.09 และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 51.65 ส่วนแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.34 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.48 และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 16.29 กล่าวได้ว่านักเรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเล็กน้อย และการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละตัว แล้วทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษา กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	X ₁	X ₂	X ₃	Y
X ₁	1.000	.488**	.151*	.368**
X ₂		1.000	.193**	.485**
X ₃			1.000	.373**
Y				1.000
R = .578 R ² = .334 F = 44.471				

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางด้านภาษา (X₁) ด้านความถนัดทางด้านตัวเลข (X₂) การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (X₃) กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Y) ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรทั้ง 3 ตัว คือ ความถนัดทางด้านภาษา (X₁) ความถนัดทางด้านตัวเลข (X₂) การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (X₃) มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์สูงสุดกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความถนัดทางด้านตัวเลข (x_2) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็น .485 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .578 และค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดรวมกันเท่ากับ .334

3. คำนำน้หนักความสำคัญของตัวแปรแต่ละตัวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้คำนวณหาคำน้หนักความสำคัญของตัวแปรในแต่ละตัวแปร แล้วทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์ของปัจจัยที่ศึกษา ดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 คำนำน้หนักความสำคัญของตัวแปร (b , β) ค่าความคลาดเคลื่อนของสัมประสิทธิ์ของตัวแปร (SE_b) ของตัวแปรกับตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปร	b	β	SE_b	t
X_1	.319	.151	.121	2.634**
X_2	.321	.357	.052	6.175**
X_3	.163	.281	.030	5.498**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรความถนัดทางด้านภาษา (X_1) ความถนัดทางด้านตัวเลข (X_2) การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_3) ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับตัวแปรที่มีค่าน้หนักความสำคัญสูงสุดกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความถนัดทางด้านตัวเลข มีค่าน้หนักความสำคัญเท่ากับ .357

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาคำแนะนำนักความสำคัญของความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. มีความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข และการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. คำแนะนำนักความสำคัญของปัจจัยด้านความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ด้าน ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2545 ในจังหวัดนครปฐม จำนวน 270 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two Stage Random Sampling) โดยสุ่มโรงเรียน และสุ่มห้องเรียนโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน จากทุกโรงเรียนที่สุ่มได้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีทั้งหมด 4 ชุด คือ

1. แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถด้านความเข้าใจด้านภาษาซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบห้าตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ เวลา 20 นาที

2. แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางด้านสมอง ในการคิดคำนวณความเข้าใจและการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ แบบห้าตัวเลือกเวลา 40 นาทีประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลขอนุกรมจำนวน 20 ข้อ

2.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผลจำนวน 20 ข้อ

3. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามความรู้ หรือความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งทางด้านบวกและด้านลบ จำนวน 30 ข้อ เวลา 10 นาที

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบ เขียนคำตอบและมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนจำนวน 5 ข้อ เวลา 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์ของการกระจาย

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight) ของปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้านี้ ผลของการหาความสัมพันธ์และค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปร ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปรากฏผลคือมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความถนัดทางด้านตัวเลขมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ .485 ตามด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ .373 และ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความถนัดทางด้านภาษา เท่ากับ .368

2. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปรากฏผลคือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของความถนัดทางด้านตัวเลข ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากที่สุด เท่ากับ .357 ตามด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญของการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ .281 และค่าน้ำหนักความสำคัญของความถนัดทางด้านภาษา เท่ากับ .151 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เท่ากับ .578 และค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดรวมกันเท่ากับ .334

อภิปรายผล

1. แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 3 ฉบับ และแบบสอบถาม 1 ฉบับ ในการทำการวิจัยครั้งนี้ศึกษากับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้แก่

แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบห้าตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์มีค่าความยากตั้งแต่ .242 ถึง .667 ค่าอำนาจจำแนกมีค่า ตั้งแต่ .215 ถึง .615 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษาเท่ากับ .8002 เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วสามารถกล่าวได้ว่าแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษาที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพมีความยากอยู่ระดับปานกลาง มีค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่เหมาะสม

แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลขเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบห้าตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ผลการวิเคราะห์มีค่าความยากตั้งแต่ .30 ถึง .62 ค่าอำนาจจำแนกมีค่า ตั้งแต่ .225 ถึง .815 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลขเท่ากับ .7810 เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วสามารถกล่าวได้ว่า แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลขที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพมีความยากอยู่ระดับปานกลาง มีค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่เหมาะสม

แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามนิยามศัพท์เฉพาะเป็นความหมายทั่วไป โดยมีได้จำแนกออกเป็นด้านต่าง ๆ มีค่าอำนาจจำแนกแบบค่า $t(t\text{-test})$ ตั้งแต่ 3.646 ถึง 9.523 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ .8515 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นในระดับที่ใช้ได้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยชนิดเขียนตอบจำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน โดยวิธี Holistic Method ผลการวิเคราะห์มีดัชนีค่าความง่ายตั้งแต่ .577 ถึง .639 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .72 ถึง .84 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนมีค่า .966 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .8025 และค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเท่ากับ .919 วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนได้ผ่านการตรวจสอบและความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนโดยผู้ตรวจจำนวน 2 คน และนำผลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงข้อสอบและเกณฑ์การให้คะแนนโดยการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปทดลองครั้งที่สองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำผลการสอบมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบซึ่งวิเคราะห์โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับคะแนนจากการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รายบุคคลโดยอาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์ จากการที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบด้วยตนเองพบว่า การทำแบบทดสอบอัตนัยชนิดเขียนตอบนั้นนักเรียนส่วนใหญ่มีความพยายามในการตอบแบบทดสอบน้อย ตลอดจนไม่มีความพยายามที่จะคิดหรือเขียนบรรยาย ในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะเขียนเฉพาะคำตอบเท่านั้น และนักเรียนบางส่วนไม่สนใจที่จะทำแบบทดสอบเท่าที่ควร ด้วยเหตุผลนี้คะแนนของการสอบแต่ละคนจึงมีค่าต่ำ เมื่อใช้ผู้ตรวจ 2 คน คะแนนของการสอบจึงไม่ต่างกันมากนัก ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนจากผู้ตรวจทั้งสองจึงมีค่าค่อนข้างสูง จากผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับคำกล่าวของพัชรา ทศนวิจิตรวงศ์ (อ้างใน สุนี เหมะประสิทธิ์ 2536 : 33) ที่ว่า แบบทดสอบอัตนัยชนิดไม่จำกัดคำตอบเป็นข้อสอบ ที่เหมาะสมสำหรับวัดความสามารถในการสังเคราะห์และประเมินค่าที่บ่งชี้ถึงศักยภาพในระดับสูงของผู้ตอบ แต่การทำแบบทดสอบฉบับนี้ผู้สอบบางส่วนไม่มีความตั้งใจสอบเท่าที่ควรจึงทำให้ คะแนนต่ำ ซึ่งหากได้รับการกระตุ้นยั่วยุ ส่งเสริม ตลอดจนกำหนดให้ผลการสอบมีผลต่อการเรียนของนักเรียนแล้วแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบน่าจะมีคุณภาพและความเหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างมาก ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวทางการวัดและประเมิน

ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ที่การประเมินตัดสินผล การเรียนของนักเรียนจะต้องใช้คะแนน หรือข้อมูลจากคะแนนทดสอบในด้านการเขียนตอบ ร้อยละ 70 และแบบทดสอบชนิดเลือกตอบไม่เกินร้อยละ 30

2. ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เรียงจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ความถนัดทางด้านตัวเลข เท่ากับ .485 การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ .373 และความถนัด ทางด้านภาษา เท่ากับ .368 ความถนัดการเรียนทั้ง 2 ด้าน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าปานกลาง อย่างไรก็ตามก็ตีผลการวิเคราะห์ครั้งนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ คลาวเดอร์ (Crowder. 1957:281-286) ด่าย เชียงฉี (2519 : 69) และสมชัย วงษ์นายะ (2524 : 98) ที่พบเช่นเดียวกันว่า ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทาง ด้านตัวเลข และเหตุผล มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ สอดคล้อง กับผลงานวิจัยของ พัทธรา ทศนวิจิตรวงศ์ (2540 : 80-81) ที่พบ ผลการวิเคราะห์ความ สัมพันธ์ของตัวแปรค่าความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข มีความสัมพันธ์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตลอดจนสอดคล้องกับสมมติฐานของ งานวิจัยที่ตั้งขึ้นอีกด้วย ส่วนการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีความ สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าปานกลาง การศึกษาครั้งนี้แสดงว่าปัจจัยด้านความรู้สึกรับ รู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ถ้าหากมีความรู้สึกที่ดีย่อมส่งผลการเรียนดีแต่ถ้าหากมีความรู้สึกที่ไม่ดีย่อมทำ ให้ผลการเรียนไม่ดีด้วย ปาจาเรส และมิลเลอร์ (Pajares and Miller. 1994) พบว่าการรับรู้ ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มีผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และสอดคล้อง กับผลการวิจัยของ พัทธรา ทศนวิจิตรวงศ์ (2540 : 80-81) ที่พบผลการวิเคราะห์ความ สัมพันธ์ของตัวแปรว่า การรับรู้ความสามารถ ตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และตลอดจนสอดคล้องกับสมมติฐานของงาน วิจัยที่ตั้งขึ้นอีกด้วย

3. คำนำนักความสำคัญของความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ผลว่าความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญของสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าถ้ามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็ต้องมีความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมิธ (Smith, 1963 : 39-42) ที่ศึกษาพบว่าความถนัดทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบ เอสซีเอที (SCAT : School and College Ability Test) ด้านภาษาและด้านตัวเลขเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และผลงานการวิจัยของ นงนุช วรรณชนวหะ (2514 : 75) ที่พบว่าความสามารถ ในการแก้ปัญหา (โดยคำนึงถึงหลักการ) และความสามารถในการแก้ปัญหา โดยอาศัยหลักการ ต่างมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากผลการวิจัยของ พัทธรา ทศนวิจิตรวงศ์ ที่พบว่า คำนำนักความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นกัน ดังนั้นคำนำนักความสำคัญของความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข จึงเป็นตัวแปรที่ดีที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วย ดังที่ พัทธรา ทศนวิจิตรวงศ์ กล่าวไว้ว่าเนื่องจากแนวทางการคิดแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมด้านความรู้ และ เป็นความคิดที่บุคคลเลือกใช้ในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์จิตใจ มนุษย์อันเกี่ยวข้องกับทักษะ ความรู้ความคิด กระบวนการและเหตุผล จะเห็นได้ว่า การคิดแก้ปัญหาและวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิธีการเชื่อมโยงถึงกัน อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สอนให้มนุษย์มีความรู้ ความคิดทักษะกระบวนการต่าง ๆ ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความคิดตลอดจนทักษะกระบวนการต่าง ๆ มาใช้แก้ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ประสบ ซึ่งผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับสมมติฐานงานวิจัยที่ตั้งขึ้นด้วย

ส่วนคำนำนักความสำคัญของการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ผลว่า การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แสดงว่า มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีแล้วก็ต้องมีการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีด้วยซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ รัสเซลล์ (Russell 1969 : 263-266) ที่ว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์สูงกับผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งขึ้นด้วย การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ย่อมสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาก คือถ้ามีความรู้สึกการรับรู้ที่ดีย่อมเกิดผลการเรียนดีแต่พวกที่มีความรู้สึกและมีการรับรู้ไม่ดีย่อมทำให้ผลการเรียนไม่ดีตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาค้นคว้าไปใช้ประโยชน์

1.1 คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มุ่งเน้นด้านการคิด การแก้ปัญหา และในการเรียนการสอนการแก้ปัญหาเป็นหัวใจสำคัญ และเป้าหมายสูงสุดเพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านการวิเคราะห์ พัฒนาทักษะเพื่อเป็นพื้นฐานไปสู่ แนวความคิดใหม่ ดังนั้นครูจึงควรจัดการเรียนการสอนแบบอธิบาย แสดงเหตุผลให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ ชี้แจง ตีความ เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งควรทำการสอบแบบอัตนัย แบบเขียนคำตอบ และแสดงวิธีการคิดมาใช้ในการประเมินผลในการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ ให้มากขึ้น ซึ่งจะสอดคล้องกับการประเมินผลการเรียนของนักเรียน ตามแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนของนักเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ที่การประเมินตัดสินผลการเรียนของนักเรียนจะใช้คะแนนหรือข้อมูลที่ได้จาก ข้อสอบชนิดเลือกตอบได้ไม่เกินร้อยละ 30 ของคะแนนทั้งหมด และอีกร้อยละ 70 ที่ได้จากการประเมินผลตามสภาพจริงหรือการประเมิน ด้วยแบบทดสอบอื่น ๆ และการเขียนตอบ เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนสามารถเขียนคำตอบ บรรยายประกอบการให้เหตุผลการตอบตลอดจนทำให้สามารถวัดและพัฒนาระดับความสามารถในขั้นสูงของนักเรียนได้อีกด้วย และนอกจากนี้ปัจจัยด้านความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข ตลอดจนปัจจัยด้านความรู้สึกลังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ตลอดจนผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ควรออกแบบทดสอบแบบอัตนัยแบบเขียนตอบให้มากขึ้น พร้อมทั้งคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวข้างต้นด้วย

1.2 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะคำถามแบบปลายเปิด ควรมีการตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวมโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนรูบิก (Rubric Scoring)

1.3 ควรสนับสนุนให้มีการสร้างแบบทดสอบในลักษณะการแก้ปัญหาเช่นเดียวกันนี้ในเนื้อหาอื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ ให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อที่จะทำให้การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนมีความเป็นมาตรฐานและสอดคล้องกับนโยบายการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการอันจะเป็นผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นอื่น โดยเฉพาะระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยชนิดเขียนตอบที่มีแนวคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ ตลอดจนมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน เพื่อให้ผล การสอบและการตรวจให้คะแนนมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นตรงตามจุดมุ่งหมายการศึกษา กันคว้า

2.2 ควรทำการวิจัยทดลองให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการหาคำตอบเองพร้อมทั้งแสดงวิธีการคิดทางแนวการคิดเพื่อให้เกิดความคิดในขั้นสูงต่อไป

2.3 ควรทำการศึกษาวิจัยเกณฑ์การตรวจให้คะแนนทั้งแบบ Analytical Method และ Holistic Method กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

๒๑๐.๑๑๒ ๐๙๕๘/

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544.

กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

_____. แนวการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

กมล สุดประเสริฐ. (2510). หลักและวิธีการวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

จรรยา ภูอุดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้. ปรินิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร , อัดสำเนา.

ชวาล แพรัตกุล. (2518). เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

ชวาล แพรัตกุล และคนอื่น ๆ. (2520). คู่มือดำเนินการสอบแบบทดสอบมาตรฐานความถนัดทางการเรียนเรียงลำดับ ก. เรียงอันดับฉบับ ข. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงพิมพ์คุรุสภา

ดุขฎี สิตลวรารค์ (2531, กันยายน). "แนวคิดของกาเยเกี่ยวกับการเรียนการสอน," ใน สารพัฒนาหลักสูตร. 78: 50-57.

ด่าย เชียงฉ. (2519). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , อัดสำเนา.

ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2527). ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลในเชิงตรรกศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษาตอนต้น ปี 2514 ปรินิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , อัดสำเนา

ทองหล่อ วิภาวิน. (2523). การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและ จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, อัดสำเนา.

นงนุช วรรณนวะ. (2514). ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , อัดสำเนา.

น้อมศรี เคท. (2526). "การสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์," ใน หลักและแนวปฏิบัติในโรงเรียนประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

- แน่งน้อย ทองธวัช. (2527). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำและความสามารถในการนิยามและใช้ทฤษฎีบทกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรินูญานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มณี วรศิริ (2518). การศึกษาตัวพยากรณ์ในการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . อัดสำเนา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2526) . การวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัด. ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม อัดสำเนา .
- _____. (2521). ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา อัดสำเนา .
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2521) . การวัดและการประเมินผลการศึกษา:ทฤษฎีและการประยุกต์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
- _____. (2527). การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์:แนวคิดและวิธีการ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ✓ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537 , พฤศจิกายน-ธันวาคม). "การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์," ในคณิตศาสตร์. (2537). 38. (434-435) : 64 – 74 .
- พวงแก้ว ปุณฺชกนก. (2535 ,เมษายน-มิถุนายน) . แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) เพื่อใช้ในการวัดทักษะการแก้ปัญหา . วารสารคุรุศาสตร์. 20(4) : 111-119 .
- พรรณี เจียมลุ่มบุตร . (2543). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน . ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา .
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530) . การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
- พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์. (2540) . การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.

- พิกุล เกตุประดิษฐ์. (2522). การวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- _____. (2523). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2526). เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8 – 15. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ล้วน และอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- _____. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2528). หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร.
- _____. (2522). หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อัดสำเนา.
- _____. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2527). หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- วรรณข สิริภาพ. (2524). การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ. อัดสำเนา.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. (2522) . การวัดความถนัดเบื้องต้น. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- วัลลภา อาริรัตน์. (2528 ,มกราคม). “สอนให้ค้นพบความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร,” ใน คีชาศาสตรมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 9 (1) : 57 – 61 .
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2516). การวัดผลการศึกษาและสถิติและสถิติเบื้องต้น . มงคลการพิมพ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2524). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). สำนักงานแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544). กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

- ✓ สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สมสว่าง ธนพานิชย์สกุล. (2539). *การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . อัดสำเนา.
- สุณี เหมาะะประสิทธิ์. (2536,มกราคม-เมษายน). "ข้อสอบอัตนัย, "วารสารการวัดผลการศึกษา. 14(42) : 32 – 39 .
- ✓ สุพัทธรา เศวตตะกุล. (2529). *การศึกษารูปแบบคำตอบของแบบทดสอบเลือกตอบ ที่มีผลต่อการเลือกคำตอบและลักษณะของแบบทดสอบ ในวิชาคณิตศาสตร์*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . อัดสำเนา .
- หล้า ภวภูตานนท์. (2538,กุมภาพันธ์-พฤษภาคม). "การช่วยให้เด็กค้นพบวิธีแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง. " ใน *ศึกษาศาสตร์*. 18 (1) : 8 – 17.
- หัสยา เถียรวิฑู. (2537). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , อัดสำเนา.
- อนันต์ ศรีโสภ. (2525). *การวัดและการประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ✓ Adams, sam., Leslie Ellis & B.F. Beeson. (1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York : Harper & Row, Publishers.
- Ahmann, J., Staney and Marvin D. Glock. (1969). *Evaluating Pupil Growth : Principle of Tests and Measurement*. Boston : Atlyn and Bacon.
- ✓ Ashlock, Robert B. and others. (1983). *Guiding Each Child's Learning of Mathematics : A Diagnostic Approach to Instruction*. Columbus : A Bell & Howell.
- Bandura, A. (1982,July). "Self – efficacy theory in human agency," *American Psychologist*. 37(14) :122–147 .
- _____. (1977, April). "Self-efficacy : Toward a unifying theory of behavioral change," *Psychological Review*. 84(8) : 191-215.

- ✓ Baroody Arthur J. (1993). *Problem Solving , Reasoning , and Communicating , K-8. Helping Children Think Mathematically .* New York : Macmillan Publishing Company.
- Betz, N.E. and G. Hackett. (1983). "The Reartionship of Mathematics Self – Efficacy Expectation to the Selection of Science – Based College major," *Journal of Vacation Behavior.* 23(3) : 329–345.
- ✓ Bell, Frederick H. (1987). *Teaching and learning Mathenatics (in Secondary Schools).* Dubuque, Iowa : Wm. C. Brown Company Publisgers.
- Bennet, G.K., H.G. Seashore and A.G. Weshman. (1956). "The Differential Aptitude Test An Overview," *The Personal and Guidance Journal.* 2 (35) : 81 – 91.
- Bingham, Walter Van Duke. (1987). *Aptitude and Aptitude testing.* New York : Harper and Brother.
- Bloom, Benjamin S. (1971). *Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning.* New York : McGraw-Hill Company.
- Charles, Randall and Frank K. Lester. (1982). *Teaching Problem Soiving. What Why & How.* Dale Seymour Publications.
- Coffman, W.E. (1971). " Essay Examinations" *Educational Measurement.* 2nd ed. Pp. 271-280. Edited by Thorndike, R..L. Washington D.C. : American Council on Education.
- Cohen and Cohen. (1983). *Applied mutiple regression : correletion analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Hillsdale,N.J. Lawrence Erlbaum Associate. p : 531-535.
- Courtney, E.W. (1996). "Alternative Assessment Techniques at the Elementary and Secondary Levels, "เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Cronbach, Lee. J. (1970). *Essentials of Psychological Testing.* 3rd ed., New York, Harper and Row Publisher, 752 p.

- Crowder, Norman A. (1957). "The Holzinger – Crowder Uni – Factor Tests," *The Personal Guidance Journal*. 35 : 281 – 286; January.
- Day, Roger P. (1986,October). " A Problem-Solving Compoment for Junior High School Mathematics," *Arithmetic teacher*. 32(2) : 14-17.
- Fan, Chung-teh. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey : Education Testing Service Princeton.
- Ferguson, George A. (1981). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. Fifth Edition McGraw-Hill International book Company.
- Forsyth, Robert A. and Ansley N. Timothy. (1982). "The Importance of Computational Skill for Answering item in Mainemantics Problem Solving Test; Implications for Construct Validity.", *Educational and Psychological Measurement*. 42:257-263.
- Freeman, Frank S. (1966). *Theory and Practice of Psychological Testing*. 3rd ed. New York : Holt Rinchart and Winston.
- Friedman, Herbert. (1972). *Introduction to Statistics*. New York : Ramdom House, Inc.,
- Frust, Edward J.(1966).Validity of Some Objective Scale Motivation for Predicting Academic Achievement,"*Educational and Psychological Measurement*. 26 : 927– 933.
- Gagne, Robert M. (1985). *The Conditions of Instruction*. 4th ed. New York : Holt Rinehart and Winston.
- Gorman, C.J. (1968,May). "A Critical Analysis of Research on Written Problems in Elementary School Mathematics", *Dissertation Abstracts*. 28 : 4181-4189 A.
- Gronlund, Norman E. (1976). *Measurement and Evaluation in Teaching*. 3rd ed. New York : Macmillan.
- Gronlund, Norman E. and Robert L. Linn. (1990). *Measurement and Evaluation in Teaching*. New York : Macmillan Publishing company.
- Guiford , J.P. (1988). "Some Change in Structure of intellect Model," *Education and Psychological Measurement*. 48:1-4 ;Spring.
- Heddens , James W. and William R. Speer. (1992). *Problem Solving , Decision Making , and Communicating in Mathematics*. 7th ed. New York : Macmillan Publishing .

- ✓ Hartfield, Mary M., Noney T. Edwards & Gury G. Bilter. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and middle School*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- ✓ Heddens, James W. and William R. Speer. (1992). *Problem Solving, Decision Making, and Communicating in Mathematics*. 7th ed. New York : Macmillan Publishing company.
- ✓ Hert, Lynn C. (1993, March). "Same Factors That Impede or Enhance Performance in Mathematical Problem Solving," *Journal for Research in Mathematics Education*. 24 (2) : 167-171.
- Higard, E. R. and G. H. Bower. (1975). *Theories of Learning*. 4th ed. New Delhi : Prentice-Hall of India.
- ✓ Kantowski, Mary Grace. (1980). "Some Thoughts on Teaching for problem Solving", In *Problem Solving in School Mathematics*. 1980 yearbook. P. 195-203. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Kantowski, Mary Grace. (1980). "Some Thoughts on Teaching for Problem Solving", In *Problem Solving in School Mathematics*. 1980 yearbook. p.195-203. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Kapffer, Phillip, and Mirion Kapfer. (1972). *Learning Package in American Education*. New Jersey : Educational Technology Publication.
- ✓ Kaur, Berinderjeet. (1993, June). "Mathematical Problem Solving in the Classroom. The Why, What and how," *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*. 16 (1) : 70 – 78.
- ✓ Kennedy, Leonard M. (1984). *Guiding Children's learning of Mathematics*. 4th ed. Belmont, California : Wadsworth Publishing company.
- Kerlinger, Fred N. and Elazar J. Pedhazur. (1973, March). *Multiple Regression in Behavioral Research*. USA : Holt, Rinehart and Winston Inc.
- ✓ Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick. (1993). *Reasoning and problem Solving. A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.

Krulik, S. and R.E. Rey. (1980). *Problem solving in school mathematics*. Washington D.C. : The National Council of teacher of Mathematics.

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

Lopez, F.G. and R.W. Lent. (1992). "Sources of mathematics self-efficacy in high student , " *The Career Development Quarrel*. 41 : 3-21.

Heglie – King. (1991). *Mathematics Assessment : myths, models, good question, and Practical Suggestion*. Edited by Jean Kerr Stenmark. University of California Council of Teachers of Mathematics.

Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. (1969). *Measurement and Evaluation in Education and psychology*. New York, Rinehartand Winston, 718 p.

Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. (1984). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. 3rd ed. New York : Holt, Rinehart and Winston.

Norwich, B. (1987). "Self-Efficacy and Mathematics Achievement : A Study of their Relation," *Journal of Educational Psychology*. 79(4) : 384-387.

Pajares F and J. Kranzler. (1995). *Role of Self-Efficacy and General Mental Ability in Mathematic Problem – Solving : A Path Analysis*. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research.

Pajares, F. and M.D. Miller. (1994). "Role of Self-Efficacy and Self Concept beliefs in Mathematical Problem Solving," *Journal of Educational Psychology*. 86(2) : 193-203.

✓ Perdikaris, s. C. (1993, May–June). "Applications of Ergodic Chains to Problem Solving," *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*. 24 (3) ; 243 – 247.

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

Reys, Robert E., Marityn N. Suydum & Mary Montgomery Lindquist. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. 3re ed. Boston : Altyn And Bacon, Inc.

- Schonherger, An Koch. (1976, December). "The Interrelationship of Sex, Visual Spatial Ability in Grade Seven," *Dissertation Abstracts Internationals*. 37 : 3536A.
- Smith, W.N. (1963, September). "Differential Prediction of Two Test Batteries," *The Journal of Educational Research*. 5 : 39 – 42 .
- Stonewater, Jerry K. (1977, November). "Instruction in Problem Solving and Piaget. Theory of Cognitive Development," *Dissertation Abstracts Internationals*. 38 : 2602A .
- Strowbridge, E.D. (1967, September). "Relationships between Twelve Characteristics of Abilities in Mathematics and Successful Achievement in an Eighth Grade SMSG Algebra Program," *Dissertation Abstracts*. 28 : 1014 – A .
- Stockton, M.B.,Beth.(1995). "The influence of same-sex Role modeling on the Math anxiety, math self-Efficacy, and Math performance of Female College algebra Students." *MAL* 33 (1) : 30.
- Suydam, M.N. (1980). *Untangling Clues from research on problem solving*. Problem solving in school mathematics. National Council of Teacher of mathematics Inc.
- Tamao, M. (1990) "Mechanisms Underlying Math Self-efficacy Learning of College Students." *Journal of Vocational Behavior*. 37(2) : 225; 199.
- Thorndike, Robert Ladd and Elizabeth Hagen. (1960). *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. 3rd ed. New York, Wiley, 705 p.
- Thorndike, R.L. and Elizabeth Hagen. (1977). *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. New York : John Wiley.
- Watson, G. and Edward, M. Glasre. (1964). *Watson – Glaser Critical Thinking Appraise Manual for Ym and Zm*. New York : Harcourt Brace and World.
- Wesman , A. G. (1997). "Writing The Test Item," *Educational Measurement*. Second Edition. Washington D.C. : American Council on Education.

- Whirl, Robert T. (1973, October). "Problem Solving – Solution or Technique", *The Arithmetic Teacher*. 6 :1551-A .
- Zalewski, Chaire Jean. (1978,July). "An Investigation of Selected Factor, Contributing to Success in Solving Mathematical Word Problem", *Dissertation Abstracts Intentional*. 4 : 2804-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความยากมาตรฐาน (Δ)

ของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา จำนวน 40 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
1	ก	0.000	0.000	0.010	0.000	22.33	ตัดทิ้ง
	ข	*1.000	1.000	0.990	0.000	3.67	
	ค	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	ง	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	จ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
2	ก	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	นำไปใช้
	ข	0.000	0.192	0.071	0.192	18.92	
	ค	*0.769	0.346	0.545	0.423	12.50	
	ง	0.000	0.423	0.182	0.423	16.67	
	จ	0.000	0.038	0.202	0.192	16.38	
3	ก	0.423	0.538	0.424	0.115	13.80	นำไปใช้
	ข	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	ค	0.308	0.308	0.222	0.000	16.10	
	ง	*0.269	0.115	0.343	0.254	14.65	
	จ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
4	ก	0.077	0.000	0.051	0.077	19.60	นำไปใช้
	ข	0.000	0.077	0.061	0.077	19.24	
	ค	0.077	0.231	0.111	0.154	17.92	
	ง	*0.808	0.577	0.707	0.231	10.78	
	จ	0.038	0.115	0.071	0.077	18.92	
5	ก	*0.577	0.462	0.485	0.215	13.19	นำไปใช้
	ข	0.000	0.154	0.081	0.154	18.64	
	ค	0.154	0.077	0.452	0.077	17.16	
	ง	0.154	0.115	0.101	0.038	18.14	
	จ	0.115	0.192	0.182	0.077	16.67	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
6	ก	0.077	0.077	0.081	0.000	18.64	ตัดทิ้ง
	ข	*0.923	0.846	0.889	0.077	8.08	
	ค	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	ง	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	จ	0.000	0.038	0.020	0.038	21.25	
7	ก	0.231	0.192	0.172	0.038	16.83	นำไปใช้
	ข	0.346	0.462	0.343	0.115	14.65	
	ค	0.000	0.308	0.202	0.308	16.38	
	ง	*0.423	0.000	0.253	0.423	15.71	
	จ	0.000	0.038	0.030	0.038	20.54	
8	ก	0.077	0.000	0.020	0.077	21.25	ตัดทิ้ง
	ข	0.077	0.000	0.030	0.077	20.54	
	ค	0.000	0.154	0.081	0.154	18.64	
	ง	*0.500	0.500	0.556	0.000	12.40	
	จ	0.346	0.346	0.313	0.000	14.99	
9	ก	0.000	0.077	0.020	0.077	21.25	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	ค	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	ง	0.115	0.038	0.040	0.077	20.02	
	จ	*0.885	0.885	0.939	0.000	6.76	
10	ก	0.077	0.000	0.071	0.077	18.92	ตัดทิ้ง
	ข	0.231	0.192	0.172	0.038	16.83	
	ค	*0.423	0.462	0.444	0.038	13.60	
	ง	0.231	0.308	0.273	0.077	15.46	
	จ	0.038	0.038	0.040	0.000	20.02	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
11	ก	*0.000	0.000	0.051	0.000	19.60	ตัดทิ้ง
	ข	0.385	0.538	0.414	0.154	13.91	
	ค	0.154	0.115	0.202	0.038	16.38	
	ง	0.038	0.192	0.081	0.154	18.64	
	จ	0.423	0.154	0.253	0.269	15.71	
12	ก	*0.077	0.077	0.040	0.000	20.02	ตัดทิ้ง
	ข	0.154	0.154	0.131	0.000	17.52	
	ค	0.308	0.115	0.222	0.192	16.10	
	ง	0.000	0.077	0.020	0.077	21.25	
	จ	0.462	0.577	0.586	0.115	12.09	
13	ก	0.038	0.115	0.071	0.077	18.92	นำไปใช้
	ข	0.115	0.269	0.141	0.154	17.85	
	ค	0.154	0.192	0.232	0.038	15.96	
	ง	*0.577	0.192	0.364	0.385	14.43	
	จ	0.115	0.231	0.192	0.115	16.52	
14	ก	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	ตัดทิ้ง
	ข	0.154	0.192	0.202	0.038	16.38	
	ค	0.192	0.423	0.293	0.231	15.22	
	ง	0.115	0.038	0.111	0.077	17.92	
	จ	*0.538	0.346	0.394	0.192	14.12	
15	ก	*0.269	0.308	0.313	0.038	14.99	ตัดทิ้ง
	ข	0.615	0.615	0.586	0.000	12.09	
	ค	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	
	ง	0.038	0.077	0.040	0.038	20.02	
	จ	0.077	0.000	0.040	0.077	20.02	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
16	ก	0.000	0.346	0.121	0.346	17.71	นำไปใช้
	ข	0.000	0.077	0.030	0.077	20.54	
	ค	*0.731	0.500	0.646	0.231	11.46	
	ง	0.154	0.000	0.071	0.154	18.92	
	จ	0.115	0.077	0.131	0.038	17.52	
17	ก	0.038	0.231	0.111	0.192	17.92	นำไปใช้
	ข	0.154	0.115	0.091	0.038	18.38	
	ค	0.000	0.231	0.071	0.231	18.92	
	ง	0.231	0.346	0.303	0.115	15.10	
	จ	*0.577	0.077	0.424	0.500	13.80	
18	ก	0.038	0.115	0.121	0.077	17.71	ตัดทิ้ง
	ข	*0.308	0.192	0.222	0.115	16.10	
	ค	0.462	0.500	0.475	0.038	13.29	
	ง	0.115	0.154	0.111	0.038	17.92	
	จ	0.077	0.038	0.071	0.038	18.92	
19	ก	*0.538	0.346	0.394	0.292	14.12	นำไปใช้
	ข	0.154	0.269	0.333	0.115	14.76	
	ค	0.192	0.154	0.121	0.038	17.71	
	ง	0.115	0.115	0.071	0.000	18.92	
	จ	0.000	0.115	0.081	0.115	18.64	
20	ก	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	นำไปใช้
	ข	0.000	0.000	0.001	0.000	18.14	
	ค	*0.615	0.038	0.424	0.308	13.80	
	ง	0.269	0.231	0.222	0.038	16.10	
	จ	0.115	0.423	0.242	0.308	15.83	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
21	ก	0.192	0.154	0.283	0.038	15.34	นำไปใช้
	ข	0.154	0.385	0.192	0.231	16.52	
	ค	*0.385	0.115	0.283	0.269	15.34	
	ง	0.115	0.038	0.051	0.077	19.60	
	จ	0.154	0.308	0.192	0.154	16.52	
22	ก	*0.769	0.692	0.788	0.077	9.77	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.038	0.010	0.038	22.23	
	ค	0.077	0.000	0.040	0.077	20.02	
	ง	0.154	0.269	0.141	0.115	17.83	
	จ	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	
23	ก	0.038	0.231	0.121	0.192	17.71	ตัดทิ้ง
	ข	0.538	0.385	0.475	0.154	13.29	
	ค	*0.231	0.077	0.192	0.154	16.52	
	ง	0.000	0.115	0.040	0.115	20.02	
	จ	0.192	0.192	0.172	0.000	16.83	
24	ก	0.385	0.038	0.293	0.346	15.22	ตัดทิ้ง
	ข	0.115	0.154	0.131	0.038	17.52	
	ค	*0.038	0.308	0.212	0.000	16.23	
	ง	0.115	0.385	0.232	0.269	15.96	
	จ	0.077	0.115	0.131	0.038	17.52	
25	ก	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	นำไปใช้
	ข	0.154	0.308	0.172	0.154	16.83	
	ค	*0.577	0.423	0.566	0.254	12.30	
	ง	0.000	0.192	0.081	0.192	18.64	
	จ	0.269	0.038	0.172	0.231	16.83	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	R	Δ	หมายเหตุ
26	ก	*0.538	0.231	0.414	0.308	13.91	นำไปใช้
	ข	0.269	0.654	0.444	0.385	13.60	
	ค	0.000	0.077	0.030	0.077	20.54	
	ง	0.154	0.038	0.091	0.115	18.38	
	จ	0.038	0.000	0.020	0.038	21.25	
27	ก	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	ตัดทิ้ง
	ข	*0.423	0.346	0.444	0.077	13.60	
	ค	0.231	0.154	0.111	0.077	17.92	
	ง	0.154	0.308	0.192	0.154	16.52	
	จ	0.192	0.182	0.232	0.000	15.96	
28	ก	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	นำไปใช้
	ข	*0.923	0.462	0.677	0.462	11.13	
	ค	0.000	0.192	0.131	0.192	17.52	
	ง	0.038	0.269	0.152	0.231	17.16	
	จ	0.038	0.038	0.030	0.000	20.54	
29	ก	0.000	0.077	0.020	0.077	21.25	นำไปใช้
	ข	0.423	0.654	0.525	0.231	12.71	
	ค	*0.462	0.192	0.343	0.269	14.65	
	ง	0.000	0.038	0.020	0.038	21.25	
	จ	0.115	0.038	0.091	0.077	18.38	
30	ก	0.077	0.115	0.121	0.038	17.71	นำไปใช้
	ข	*0.731	0.115	0.465	0.615	13.39	
	ค	0.000	0.346	0.111	0.346	17.92	
	ง	0.115	0.269	0.222	0.154	16.10	
	จ	0.077	0.154	0.081	0.077	18.64	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
31	ก	0.038	0.154	0.081	0.115	18.64	นำไปใช้
	ข	0.077	0.308	0.182	0.231	16.67	
	ค	*0.846	0.500	0.667	0.346	11.24	
	ง	0.038	0.038	0.051	0.000	19.60	
	จ	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	
32	ก	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	ตัดทิ้ง
	ข	*0.962	0.962	0.960	0.000	5.98	
	ค	0.038	0.000	0.010	0.038	22.33	
	ง	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	จ	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	
33	ก	*0.308	0.115	0.242	0.192	15.83	ตัดทิ้ง
	ข	0.038	0.154	0.172	0.115	16.83	
	ค	0.000	0.115	0.030	0.115	20.54	
	ง	0.615	0.615	0.545	0.000	12.50	
	จ	0.038	0.000	0.010	0.038	22.33	
34	ก	0.077	0.308	0.232	0.231	15.96	ตัดทิ้ง
	ข	0.115	0.000	0.040	0.115	20.02	
	ค	*0.808	0.654	0.697	0.154	10.90	
	ง	0.000	0.038	0.030	0.038	20.54	
	จ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
35	ก	0.000	0.071	0.040	0.077	20.02	ตัดทิ้ง
	ข	*1.000	0.923	0.939	0.077	6.76	
	ค	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	ง	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	จ	0.000	0.000	0.020	0.020	21.25	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
36	ก	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	ค	0.077	0.500	0.384	0.423	14.22	
	ง	*0.500	0.385	0.404	0.115	14.01	
	จ	0.423	0.077	0.202	0.346	16.38	
37	ก	0.115	0.346	0.242	0.231	15.83	นำไปใช้
	ข	0.038	0.077	0.061	0.038	19.24	
	ค	*0.808	0.500	0.616	0.308	11.78	
	ง	0.000	0.038	0.030	0.038	20.54	
	จ	0.038	0.038	0.051	0.000	19.60	
38	ก	0.000	0.115	0.010	0.115	20.02	นำไปใช้
	ข	0.000	0.000	0.010	0.000	22.33	
	ค	0.769	0.808	0.788	0.038	9.77	
	ง	*0.231	0.000	0.241	0.231	17.83	
	จ	0.000	0.077	0.020	0.077	21.25	
39	ก	*1.000	0.885	0.970	0.115	5.46	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	ค	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	ง	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	จ	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
40	ก	*0.846	0.231	0.535	0.615	12.61	นำไปใช้
	ข	0.077	0.77	0.071	0.000	18.92	
	ค	0.038	0.269	0.202	0.231	16.38	
	ง	0.038	0.346	0.162	0.308	16.99	
	จ	0.000	0.077	0.030	0.077	20.54	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความยากมาตรฐาน (Δ)

ของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลขอนุกรม
จำนวน 40 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
1	ก	0.000	0.259	0.080	0.259	18.66	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.370	0.110	0.370	17.94	
	ค	*1.000	0.333	0.790	0.667	9.73	
	ง	0.000	0.000	0.010	0.000	22.34	
	จ	0.000	0.037	0.010	0.037	22.34	
2	ก	0.000	0.074	0.030	0.074	20.56	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.444	0.140	0.444	17.36	
	ค	*0.963	0.481	0.820	0.481	9.30	
	ง	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	จ	0.037	0.000	0.010	0.037	22.34	
3	ก	0.000	0.074	0.020	0.074	21.25	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.222	0.060	0.222	19.26	
	ค	0.000	0.074	0.020	0.074	21.25	
	ง	*0.963	0.630	0.890	0.333	8.06	
	จ	0.037	0.000	0.010	0.037	22.34	
4	ก	0.185	0.370	0.250	0.185	15.74	นำไปใช้
	ข	*0.593	0.185	0.410	0.407	13.95	
	ค	0.222	0.148	0.220	0.074	16.13	
	ง	0.000	0.148	0.080	1.148	18.66	
	จ	0.000	0.148	0.040	0.148	20.04	
5	ก	0.000	0.148	0.010	0.148	20.04	ตัดทิ้ง
	ข	0.185	0.222	0.180	0.037	16.70	
	ค	*0.815	0.296	0.650	0.519	11.42	
	ง	0.000	0.259	0.110	0.259	17.94	
	จ	0.000	0.074	0.020	0.074	21.25	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
6	ก	*0.000	0.148	0.050	0.148	19.62	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.148	0.040	0.148	20.04	
	ค	0.000	0.296	0.090	0.296	18.40	
	ง	0.000	0.111	0.080	0.111	18.66	
	จ	0.000	0.296	0.740	0.704	10.39	
7	ก	0.519	0.296	0.470	0.222	13.34	ตัดทิ้ง
	ข	0.333	0.333	0.290	0.000	15.25	
	ค	0.074	0.259	0.150	0.185	17.18	
	ง	*0.000	0.074	0.060	0.074	19.26	
	จ	0.074	0.037	0.030	0.037	20.56	
8	ก	0.000	0.037	0.010	0.037	22.34	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.259	0.120	0.259	17.74	
	ค	*0.963	0.519	0.800	0.444	9.59	
	ง	0.037	0.148	0.060	0.111	19.26	
	จ	0.000	0.037	0.010	0.037	22.34	
9	ก	0.037	0.148	0.060	0.111	19.26	ตัดทิ้ง
	ข	*0.889	0.444	0.740	0.444	10.39	
	ค	0.074	0.259	0.150	0.185	17.18	
	ง	0.000	0.111	0.040	0.111	20.04	
	จ	0.000	0.037	0.010	0.037	22.34	
10	ก	0.037	0.111	0.050	0.074	19.62	ตัดทิ้ง
	ข	0.148	0.185	0.100	0.037	18.17	
	ค	0.259	0.259	0.270	0.000	15.49	
	ง	*0.556	0.370	0.560	0.185	12.36	
	จ	0.000	0.074	0.000	0.074	21.25	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
11	ก	0.000	0.111	0.070	0.111	18.94	นำไปใช้
	ข	0.037	0.484	0.190	0.444	16.55	
	ค	0.037	0.111	0.060	1.074	19.26	
	ง	0.037	0.148	0.060	0.111	19.26	
	จ	*0.889	0.148	0.620	0.741	11.74	
12	ก	0.259	0.333	0.260	0.074	15.61	ตัดทิ้ง
	ข	*0.481	0.185	0.290	0.296	15.25	
	ค	0.259	0.148	0.340	0.111	14.69	
	ง	0.000	0.259	0.090	0.259	18.40	
	จ	0.000	0.047	0.020	0.074	21.25	
13	ก	*1.000	0.370	0.730	0.630	10.51	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.111	0.040	0.111	20.04	
	ค	0.000	0.148	0.070	0.148	18.94	
	ง	0.000	0.074	0.060	0.074	19.26	
	จ	0.000	0.296	0.100	0.296	18.17	
14	ก	0.000	0.111	0.040	0.111	20.04	ตัดทิ้ง
	ข	*0.852	0.407	0.650	0.444	11.42	
	ค	0.111	0.259	0.170	0.148	16.86	
	ง	0.037	0.185	0.090	0.148	18.40	
	จ	0.000	0.037	0.050	0.037	19.62	
15	ก	0.037	0.148	0.060	0.111	19.26	นำไปใช้
	ข	0.000	0.259	0.110	0.259	17.94	
	ค	0.037	0.333	0.160	0.296	17.02	
	ง	0.074	0.185	0.170	0.111	16.86	
	จ	*0.852	0.174	0.500	0.778	13.00	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
16	ก	0.037	0.296	0.170	0.259	16.86	นำไปใช้
	ข	0.037	0.259	0.200	0.222	16.41	
	ค	0.185	0.259	0.220	0.074	16.13	
	ง	0.111	0.074	0.070	0.037	18.94	
	จ	*0.630	0.111	0.340	0.519	14.69	
17	ก	*0.704	0.185	0.410	0.519	13.95	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.407	0.190	0.407	16.55	
	ค	0.037	0.148	0.150	0.111	17.18	
	ง	0.111	0.148	0.140	0.037	17.36	
	จ	0.148	0.111	0.110	0.037	17.94	
18	ก	0.111	0.148	0.130	0.037	17.54	ตัดทิ้ง
	ข	*0.519	0.333	0.370	0.185	14.37	
	ค	0.185	0.185	0.250	0.000	15.74	
	ง	0.000	0.185	0.140	0.185	17.36	
	จ	0.185	0.148	0.110	0.037	17.94	
19	ก	0.000	0.222	0.110	0.222	17.94	นำไปใช้
	ข	0.000	0.111	0.120	0.111	17.74	
	ค	0.037	0.185	0.200	0.148	16.41	
	ง	*0.963	0.370	0.540	0.593	12.56	
	จ	0.000	0.111	0.030	0.111	20.56	
20	ก	0.037	0.333	0.160	0.296	17.18	นำไปใช้
	ข	*0.704	0.074	0.420	0.630	13.95	
	ค	0.259	0.370	0.260	0.111	17.85	
	ง	0.000	0.111	0.090	0.111	16.55	
	จ	0.000	0.111	0.070	0.111	16.45	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
21	ก	0.000	0.259	0.160	0.259	17.02	นำไปใช้
	ข	*0.852	0.259	0.480	0.593	13.24	
	ค	0.037	0.259	0.170	0.222	16.86	
	ง	0.111	0.148	0.160	0.037	17.02	
	จ	0.000	0.074	0.030	0.074	20.56	
22	ก	0.000	0.185	0.150	0.185	17.18	ตัดทิ้ง
	ข	0.037	0.296	0.190	0.259	16.55	
	ค	0.037	0.185	0.110	0.148	17.94	
	ง	*0.667	0.185	0.370	0.481	14.37	
	จ	0.259	0.148	0.180	0.111	16.70	
23	ก	0.222	0.185	0.190	0.037	16.55	นำไปใช้
	ข	*0.704	0.148	0.360	0.556	14.47	
	ค	0.074	0.333	0.250	0.259	15.74	
	ง	0.000	0.185	0.130	0.185	17.54	
	จ	0.000	0.148	0.070	0.148	18.94	
24	ก	0.519	0.222	0.350	0.296	14.58	ตัดทิ้ง
	ข	0.074	0.259	0.190	0.185	16.55	
	ค	*0.333	0.259	0.240	0.074	15.86	
	ง	0.074	0.185	0.140	0.111	17.36	
	จ	0.000	0.074	0.080	0.070	18.66	
25	ก	*0.889	0.222	0.460	0.667	13.75	นำไปใช้
	ข	0.000	0.333	0.190	0.333	16.55	
	ค	0.037	0.111	0.170	0.074	16.86	
	ง	0.000	0.296	0.170	0.296	16.86	
	จ	0.074	0.037	0.040	0.037	20.04	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
26	ก	0.000	0.185	0.150	0.185	17.18	ตัดทิ้ง
	ข	0.037	0.259	0.200	0.222	16.41	
	ค	0.074	0.185	0.170	0.111	16.86	
	ง	0.407	0.259	0.280	0.148	15.37	
	จ	*0.481	0.111	0.200	0.370	16.41	
27	ก	0.000	0.111	0.080	0.111	18.66	นำไปใช้
	ข	0.037	0.111	0.130	0.074	17.54	
	ค	*0.889	0.481	0.580	0.407	12.15	
	ง	0.074	0.296	0.180	0.222	16.70	
	จ	0.000	0.000	0.030	0.000	20.56	
28	ก	0.000	0.185	0.100	0.185	18.17	นำไปใช้
	ข	0.037	0.333	0.160	0.296	17.02	
	ค	*0.889	0.111	0.530	0.778	12.66	
	ง	0.074	0.148	0.100	0.074	18.17	
	จ	0.000	0.222	0.111	0.222	17.94	
29	ก	*0.778	0.000	0.380	0.778	14.26	นำไปใช้
	ข	0.185	0.296	0.200	0.111	16.41	
	ค	0.037	0.481	0.240	0.444	15.86	
	ง	0.000	0.148	0.140	0.148	17.36	
	จ	0.000	0.074	0.040	0.074	20.04	
30	ก	0.000	0.259	0.130	0.259	17.54	นำไปใช้
	ข	1.000	0.185	0.590	0.815	12.05	
	ค	0.000	0.333	0.160	0.333	17.02	
	ง	0.000	0.111	0.080	0.111	18.66	
	จ	0.000	0.111	0.040	0.111	20.04	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
21	ก	0.192	0.154	0.283	0.038	15.34	นำไปใช้
	ข	0.154	0.385	0.192	0.231	16.52	
	ค	*0.385	0.115	0.283	0.269	15.34	
	ง	0.115	0.038	0.051	0.077	19.60	
	จ	0.154	0.308	0.192	0.154	16.52	
22	ก	*0.769	0.692	0.788	0.077	9.77	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.038	0.010	0.038	22.23	
	ค	0.077	0.000	0.040	0.077	20.02	
	ง	0.154	0.269	0.141	0.115	17.83	
	จ	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	
23	ก	0.038	0.231	0.121	0.192	17.71	ตัดทิ้ง
	ข	0.538	0.385	0.475	0.154	13.29	
	ค	*0.231	0.077	0.192	0.154	16.52	
	ง	0.000	0.115	0.040	0.115	20.02	
	จ	0.192	0.192	0.172	0.000	16.83	
24	ก	0.385	0.038	0.293	0.346	15.22	ตัดทิ้ง
	ข	0.115	0.154	0.131	0.038	17.52	
	ค	*0.038	0.308	0.212	0.000	16.23	
	ง	0.115	0.385	0.232	0.269	15.96	
	จ	0.077	0.115	0.131	0.038	17.52	
25	ก	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	นำไปใช้
	ข	0.154	0.308	0.172	0.154	16.83	
	ค	*0.577	0.423	0.566	0.254	12.30	
	ง	0.000	0.192	0.081	0.192	18.64	
	จ	0.269	0.038	0.172	0.231	16.83	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	R	Δ	หมายเหตุ
26	ก	*0.538	0.231	0.414	0.308	13.91	นำไปใช้
	ข	0.269	0.654	0.444	0.385	13.60	
	ค	0.000	0.077	0.030	0.077	20.54	
	ง	0.154	0.038	0.091	0.115	18.38	
	จ	0.038	0.000	0.020	0.038	21.25	
27	ก	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	ตัดทิ้ง
	ข	*0.423	0.346	0.444	0.077	13.60	
	ค	0.231	0.154	0.111	0.077	17.92	
	ง	0.154	0.308	0.192	0.154	16.52	
	จ	0.192	0.182	0.232	0.000	15.96	
28	ก	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	นำไปใช้
	ข	*0.923	0.462	0.677	0.462	11.13	
	ค	0.000	0.192	0.131	0.192	17.52	
	ง	0.038	0.269	0.152	0.231	17.16	
	จ	0.038	0.038	0.030	0.000	20.54	
29	ก	0.000	0.077	0.020	0.077	21.25	นำไปใช้
	ข	0.423	0.654	0.525	0.231	12.71	
	ค	*0.462	0.192	0.343	0.269	14.65	
	ง	0.000	0.038	0.020	0.038	21.25	
	จ	0.115	0.038	0.091	0.077	18.38	
30	ก	0.077	0.115	0.121	0.038	17.71	นำไปใช้
	ข	*0.731	0.115	0.465	0.615	13.39	
	ค	0.000	0.346	0.111	0.346	17.92	
	ง	0.115	0.269	0.222	0.154	16.10	
	จ	0.077	0.154	0.081	0.077	18.64	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
31	ก	0.038	0.154	0.081	0.115	18.64	นำไปใช้
	ข	0.077	0.308	0.182	0.231	16.67	
	ค	*0.846	0.500	0.667	0.346	11.24	
	ง	0.038	0.038	0.051	0.000	19.60	
	จ	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	
32	ก	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	ตัดทิ้ง
	ข	*0.962	0.962	0.960	0.000	5.98	
	ค	0.038	0.000	0.010	0.038	22.33	
	ง	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	จ	0.000	0.000	0.020	0.000	21.25	
33	ก	*0.308	0.115	0.242	0.192	15.63	ตัดทิ้ง
	ข	0.038	0.154	0.172	0.115	16.83	
	ค	0.000	0.115	0.030	0.115	20.54	
	ง	0.615	0.615	0.545	0.000	12.50	
	จ	0.038	0.000	0.010	0.038	22.33	
34	ก	0.077	0.308	0.232	0.231	15.96	ตัดทิ้ง
	ข	0.115	0.000	0.040	0.115	20.02	
	ค	*0.808	0.654	0.697	0.154	10.90	
	ง	0.000	0.038	0.030	0.038	20.54	
	จ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
35	ก	0.000	0.071	0.040	0.077	20.02	ตัดทิ้ง
	ข	*1.000	0.923	0.939	0.077	6.76	
	ค	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	ง	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	จ	0.000	0.000	0.020	0.020	21.25	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
36	ก	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	ค	0.077	0.500	0.384	0.423	14.22	
	ง	*0.500	0.385	0.404	0.115	14.01	
	จ	0.423	0.077	0.202	0.346	16.38	
37	ก	0.115	0.346	0.242	0.231	15.83	นำไปใช้
	ข	0.038	0.077	0.061	0.038	19.24	
	ค	*0.808	0.500	0.616	0.308	11.78	
	ง	0.000	0.038	0.030	0.038	20.54	
	จ	0.038	0.038	0.051	0.000	19.60	
38	ก	0.000	0.115	0.010	0.115	20.02	นำไปใช้
	ข	0.000	0.000	0.010	0.000	22.33	
	ค	0.769	0.808	0.788	0.038	9.77	
	ง	*0.231	0.000	0.241	0.231	17.83	
	จ	0.000	0.077	0.020	0.077	21.25	
39	ก	*1.000	0.885	0.970	0.115	5.46	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	ค	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	ง	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
	จ	0.000	0.038	0.010	0.038	22.33	
40	ก	*0.846	0.231	0.535	0.615	12.61	นำไปใช้
	ข	0.077	0.77	0.071	0.000	18.92	
	ค	0.038	0.269	0.202	0.231	16.38	
	ง	0.038	0.346	0.162	0.308	16.99	
	จ	0.000	0.077	0.030	0.077	20.54	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความยากมาตรฐาน (Δ)

ของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลขอนุกรม
จำนวน 40 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
1	ก	0.000	0.259	0.080	0.259	18.66	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.370	0.110	0.370	17.94	
	ค	*1.000	0.333	0.790	0.667	9.73	
	ง	0.000	0.000	0.010	0.000	22.34	
	จ	0.000	0.037	0.010	0.037	22.34	
2	ก	0.000	0.074	0.030	0.074	20.56	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.444	0.140	0.444	17.36	
	ค	*0.963	0.481	0.820	0.481	9.30	
	ง	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
	จ	0.037	0.000	0.010	0.037	22.34	
3	ก	0.000	0.074	0.020	0.074	21.25	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.222	0.060	0.222	19.26	
	ค	0.000	0.074	0.020	0.074	21.25	
	ง	*0.963	0.630	0.890	0.333	8.06	
	จ	0.037	0.000	0.010	0.037	22.34	
4	ก	0.185	0.370	0.250	0.185	15.74	นำไปใช้
	ข	*0.593	0.185	0.410	0.407	13.95	
	ค	0.222	0.148	0.220	0.074	16.13	
	ง	0.000	0.148	0.080	1.148	18.66	
	จ	0.000	0.148	0.040	0.148	20.04	
5	ก	0.000	0.148	0.010	0.148	20.04	ตัดทิ้ง
	ข	0.185	0.222	0.180	0.037	16.70	
	ค	*0.815	0.296	0.650	0.519	11.42	
	ง	0.000	0.259	0.110	0.259	17.94	
	จ	0.000	0.074	0.020	0.074	21.25	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
6	ก	*0.000	0.148	0.050	0.148	19.62	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.148	0.040	0.148	20.04	
	ค	0.000	0.296	0.090	0.296	18.40	
	ง	0.000	0.111	0.080	0.111	18.66	
	จ	0.000	0.296	0.740	0.704	10.39	
7	ก	0.519	0.296	0.470	0.222	13.34	ตัดทิ้ง
	ข	0.333	0.333	0.290	0.000	15.25	
	ค	0.074	0.259	0.150	0.185	17.18	
	ง	*0.000	0.074	0.060	0.074	19.26	
	จ	0.074	0.037	0.030	0.037	20.56	
8	ก	0.000	0.037	0.010	0.037	22.34	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.259	0.120	0.259	17.74	
	ค	*0.963	0.519	0.800	0.444	9.59	
	ง	0.037	0.148	0.060	0.111	19.26	
	จ	0.000	0.037	0.010	0.037	22.34	
9	ก	0.037	0.148	0.060	0.111	19.26	ตัดทิ้ง
	ข	*0.889	0.444	0.740	0.444	10.39	
	ค	0.074	0.259	0.150	0.185	17.18	
	ง	0.000	0.111	0.040	0.111	20.04	
	จ	0.000	0.037	0.010	0.037	22.34	
10	ก	0.037	0.111	0.050	0.074	19.62	ตัดทิ้ง
	ข	0.148	0.185	0.100	0.037	18.17	
	ค	0.259	0.259	0.270	0.000	15.49	
	ง	*0.556	0.370	0.560	0.185	12.36	
	จ	0.000	0.074	0.000	0.074	21.25	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
11	ก	0.000	0.111	0.070	0.111	18.94	นำไปใช้
	ข	0.037	0.484	0.190	0.444	16.55	
	ค	0.037	0.111	0.060	1.074	19.26	
	ง	0.037	0.148	0.060	0.111	19.26	
	จ	*0.889	0.148	0.620	0.741	11.74	
12	ก	0.259	0.333	0.260	0.074	15.61	ตัดทิ้ง
	ข	*0.481	0.185	0.290	0.296	15.25	
	ค	0.259	0.148	0.340	0.111	14.69	
	ง	0.000	0.259	0.090	0.259	18.40	
	จ	0.000	0.047	0.020	0.074	21.25	
13	ก	*1.000	0.370	0.730	0.630	10.51	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.111	0.040	0.111	20.04	
	ค	0.000	0.148	0.070	0.148	18.94	
	ง	0.000	0.074	0.060	0.074	19.26	
	จ	0.000	0.296	0.100	0.296	18.17	
14	ก	0.000	0.111	0.040	0.111	20.04	ตัดทิ้ง
	ข	*0.852	0.407	0.650	0.444	11.42	
	ค	0.111	0.259	0.170	0.148	16.86	
	ง	0.037	0.185	0.090	0.148	18.40	
	จ	0.000	0.037	0.050	0.037	19.62	
15	ก	0.037	0.148	0.060	0.111	19.26	นำไปใช้
	ข	0.000	0.259	0.110	0.259	17.94	
	ค	0.037	0.333	0.160	0.296	17.02	
	ง	0.074	0.185	0.170	0.111	16.86	
	จ	*0.852	0.174	0.500	0.778	13.00	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
16	ก	0.037	0.296	0.170	0.259	16.86	นำไปใช้
	ข	0.037	0.259	0.200	0.222	16.41	
	ค	0.185	0.259	0.220	0.074	16.13	
	ง	0.111	0.074	0.070	0.037	18.94	
	จ	*0.630	0.111	0.340	0.519	14.69	
17	ก	*0.704	0.185	0.410	0.519	13.95	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.407	0.190	0.407	16.55	
	ค	0.037	0.148	0.150	0.111	17.18	
	ง	0.111	0.148	0.140	0.037	17.36	
	จ	0.148	0.111	0.110	0.037	17.94	
18	ก	0.111	0.148	0.130	0.037	17.54	ตัดทิ้ง
	ข	*0.519	0.333	0.370	0.185	14.37	
	ค	0.185	0.185	0.250	0.000	15.74	
	ง	0.000	0.185	0.140	0.185	17.36	
	จ	0.185	0.148	0.110	0.037	17.94	
19	ก	0.000	0.222	0.110	0.222	17.94	นำไปใช้
	ข	0.000	0.111	0.120	0.111	17.74	
	ค	0.037	0.185	0.200	0.148	16.41	
	ง	*0.963	0.370	0.540	0.593	12.56	
	จ	0.000	0.111	0.030	0.111	20.56	
20	ก	0.037	0.333	0.160	0.296	17.18	นำไปใช้
	ข	*0.704	0.074	0.420	0.630	13.95	
	ค	0.259	0.370	0.260	0.111	17.85	
	ง	0.000	0.111	0.090	0.111	16.55	
	จ	0.000	0.111	0.070	0.111	16.45	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
21	ก	0.000	0.259	0.160	0.259	17.02	นำไปใช้
	ข	*0.852	0.259	0.480	0.593	13.24	
	ค	0.037	0.259	0.170	0.222	16.86	
	ง	0.111	0.148	0.160	0.037	17.02	
	จ	0.000	0.074	0.030	0.074	20.56	
22	ก	0.000	0.185	0.150	0.185	17.18	ตัดทิ้ง
	ข	0.037	0.296	0.190	0.259	16.55	
	ค	0.037	0.185	0.110	0.148	17.94	
	ง	*0.667	0.185	0.370	0.481	14.37	
	จ	0.259	0.148	0.180	0.111	16.70	
23	ก	0.222	0.185	0.190	0.037	16.55	นำไปใช้
	ข	*0.704	0.148	0.360	0.556	14.47	
	ค	0.074	0.333	0.250	0.259	15.74	
	ง	0.000	0.185	0.130	0.185	17.54	
	จ	0.000	0.148	0.070	0.148	18.94	
24	ก	0.519	0.222	0.350	0.296	14.58	ตัดทิ้ง
	ข	0.074	0.259	0.190	0.185	16.55	
	ค	*0.333	0.259	0.240	0.074	15.86	
	ง	0.074	0.185	0.140	0.111	17.36	
	จ	0.000	0.074	0.080	0.070	18.66	
25	ก	*0.889	0.222	0.460	0.667	13.75	นำไปใช้
	ข	0.000	0.333	0.190	0.333	16.55	
	ค	0.037	0.111	0.170	0.074	16.86	
	ง	0.000	0.296	0.170	0.296	16.86	
	จ	0.074	0.037	0.040	0.037	20.04	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
26	ก	0.000	0.185	0.150	0.185	17.18	ตัดทิ้ง
	ข	0.037	0.259	0.200	0.222	16.41	
	ค	0.074	0.185	0.170	0.111	16.86	
	ง	0.407	0.259	0.280	0.148	15.37	
	จ	*0.481	0.111	0.200	0.370	16.41	
27	ก	0.000	0.111	0.080	0.111	18.66	นำไปใช้
	ข	0.037	0.111	0.130	0.074	17.54	
	ค	*0.889	0.481	0.580	0.407	12.15	
	ง	0.074	0.296	0.180	0.222	16.70	
	จ	0.000	0.000	0.030	0.000	20.56	
28	ก	0.000	0.185	0.100	0.185	18.17	นำไปใช้
	ข	0.037	0.333	0.160	0.296	17.02	
	ค	*0.889	0.111	0.530	0.778	12.66	
	ง	0.074	0.148	0.100	0.074	18.17	
	จ	0.000	0.222	0.111	0.222	17.94	
29	ก	*0.778	0.000	0.380	0.778	14.26	นำไปใช้
	ข	0.185	0.296	0.200	0.111	16.41	
	ค	0.037	0.481	0.240	0.444	15.86	
	ง	0.000	0.148	0.140	0.148	17.36	
	จ	0.000	0.074	0.040	0.074	20.04	
30	ก	0.000	0.259	0.130	0.259	17.54	นำไปใช้
	ข	1.000	0.185	0.590	0.815	12.05	
	ค	0.000	0.333	0.160	0.333	17.02	
	ง	0.000	0.111	0.080	0.111	18.66	
	จ	0.000	0.111	0.040	0.111	20.04	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
31	ก	0.000	0.370	0.200	0.370	16.41	นำไปใช้
	ข	0.037	0.259	0.140	0.222	17.36	
	ค	*0.889	0.185	0.570	0.704	12.25	
	ง	0.074	0.185	0.080	0.111	18.66	
	จ	0.000	0.000	0.010	0.000	22.34	
32	ก	0.074	0.259	0.110	0.185	17.94	นำไปใช้
	ข	*0.852	0.185	0.520	0.667	12.76	
	ค	0.037	0.185	0.160	0.148	17.02	
	ง	0.037	0.259	0.150	0.222	17.18	
	จ	0.000	0.111	0.060	0.111	19.26	
33	ก	0.000	0.074	0.090	0.074	18.40	นำไปใช้
	ข	*1.000	0.259	0.550	0.741	12.46	
	ค	0.000	0.296	0.160	0.296	17.02	
	ง	0.000	0.296	0.170	0.296	16.86	
	จ	0.000	0.074	0.030	0.074	20.56	
34	ก	0.963	0.185	0.480	0.778	13.24	ตัดทิ้ง
	ข	*0.000	0.296	0.170	0.296	16.86	
	ค	0.000	0.259	0.140	0.259	17.36	
	ง	0.037	0.222	0.180	0.185	16.70	
	จ	0.000	0.037	0.030	0.037	20.56	
35	ก	0.000	0.074	0.110	0.074	17.94	นำไปใช้
	ข	0.000	0.333	0.160	0.333	17.02	
	ค	*1.000	0.259	0.540	0.741	12.56	
	ง	0.000	0.222	0.140	0.222	17.36	
	จ	0.000	0.111	0.050	0.111	19.62	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
36	ก	0.222	0.185	0.170	0.037	16.86	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.185	0.140	0.185	17.36	
	ค	*0.667	0.407	0.510	0.259	12.96	
	ง	0.111	0.148	0.150	0.037	17.18	
	จ	0.000	0.074	0.030	0.047	20.56	
37	ก	0.000	0.444	0.160	0.444	17.02	นำไปใช้
	ข	0.037	0.111	0.180	0.074	16.70	
	ค	*0.926	0.148	0.490	0.778	13.04	
	ง	0.037	0.111	0.120	0.074	17.74	
	จ	0.000	0.185	0.050	0.185	19.62	
38	ก	0.000	0.074	0.070	0.074	18.94	นำไปใช้
	ข	0.000	0.259	0.110	0.259	17.94	
	ค	0.074	0.333	0.160	0.259	17.02	
	ง	*0.926	0.259	0.600	0.667	11.95	
	จ	0.000	0.074	0.060	0.074	19.26	
39	ก	*0.519	0.444	0.400	0.074	14.05	ตัดทิ้ง
	ข	0.000	0.259	0.150	0.259	17.18	
	ค	0.037	0.074	0.080	0.037	18.66	
	ง	0.444	0.148	0.320	0.296	14.91	
	จ	0.000	0.074	0.050	0.074	19.62	
40	ก	0.000	0.111	0.110	0.111	17.94	นำไปใช้
	ข	*0.963	0.259	0.620	0.704	11.74	
	ค	0.037	0.296	0.130	0.259	17.54	
	ง	0.000	0.222	0.070	0.222	18.94	
	จ	0.000	0.111	0.070	0.111	18.94	

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความยากมาตรฐาน (Δ)
ของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์
จำนวน 40 ข้อ

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
1	ก	0.222	0.222	0.230	0.000	15.99	นำไปใช้
	ข	0.074	0.185	0.190	0.111	16.55	
	ค	*0.519	0.333	0.400	0.285	14.05	
	ง	0.185	0.259	0.180	0.074	16.70	
	จ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
2	ก	0.000	0.037	0.020	0.037	21.25	นำไปใช้
	ข	0.148	0.296	0.290	0.148	15.25	
	ค	0.196	0.444	0.290	0.148	15.25	
	ง	*0.519	0.222	0.360	0.296	14.47	
	จ	0.037	0.000	0.040	0.037	20.04	
3	ก	0.037	0.222	0.120	0.185	17.74	นำไปใช้
	ข	0.444	0.519	0.510	0.074	12.96	
	ค	0.074	0.111	0.110	0.037	17.94	
	ง	*0.370	0.111	0.200	0.259	16.41	
	จ	0.074	0.037	0.060	0.037	19.26	
4	ก	0.037	0.111	0.110	0.074	17.94	นำไปใช้
	ข	0.000	0.111	0.050	0.111	19.62	
	ค	0.074	0.296	0.180	0.222	16.70	
	ง	*0.593	0.222	0.430	0.370	13.75	
	จ	0.296	0.259	0.230	0.037	15.99	
5	ก	0.296	0.519	0.400	0.222	14.05	ตัดทิ้ง
	ข	0.185	0.000	0.110	0.185	17.94	
	ค	0.259	0.148	0.200	0.111	16.41	
	ง	0.111	0.148	0.090	0.037	18.40	
	จ	*0.148	0.185	0.200	0.037	16.41	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
6	ก	0.370	0.259	0.320	0.111	14.91	ตัดทิ้ง
	ข	*0.222	0.037	0.150	0.185	17.18	
	ค	0.259	0.296	0.290	0.037	15.25	
	ง	0.074	0.259	0.160	0.185	17.02	
	จ	0.074	0.148	0.080	0.074	18.66	
7	ก	*0.148	0.074	0.190	0.074	16.55	ตัดทิ้ง
	ข	0.370	0.370	0.410	0.000	13.95	
	ค	0.185	0.111	0.110	0.074	17.94	
	ง	0.296	0.148	0.150	0.148	17.18	
	จ	0.000	0.296	0.140	0.296	17.36	
8	ก	0.111	0.185	0.180	0.074	16.70	ตัดทิ้ง
	ข	0.407	0.333	0.360	0.074	14.47	
	ค	0.111	0.185	0.100	0.074	18.17	
	ง	*0.370	0.296	0.360	0.074	14.47	
	จ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
9	ก	0.000	0.148	0.140	0.148	17.36	ตัดทิ้ง
	ข	0.444	0.296	0.410	0.148	13.95	
	ค	0.370	0.259	0.260	0.111	15.61	
	ง	*0.074	0.148	0.111	0.074	17.94	
	จ	0.111	0.148	0.080	0.037	18.66	
10	ก	*0.259	0.222	0.200	0.037	16.41	ตัดทิ้ง
	ข	0.22	0.148	0.220	0.074	16.13	
	ค	0.074	0.407	0.260	0.333	15.61	
	ง	0.185	0.148	0.130	0.037	17.54	
	จ	0.259	0.074	0.190	0.185	16.55	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
11	ก	0.037	0.185	0.120	0.148	17.74	นำไปใช้
	ข	0.111	0.111	0.120	0.000	17.74	
	ค	*0.519	0.222	0.390	0.296	14.16	
	ง	0.111	0.222	0.150	0.111	17.18	
	จ	0.222	0.259	0.220	0.037	16.13	
12	ก	0.296	0.556	0.390	0.259	14.16	ตัดทิ้ง
	ข	*0.185	0.000	0.200	0.185	16.41	
	ค	0.259	0.185	0.200	0.074	16.41	
	ง	0.222	0.111	0.140	0.111	17.36	
	จ	0.037	0.148	0.070	0.111	18.94	
13	ก	0.148	0.145	0.160	0.000	17.20	ตัดทิ้ง
	ข	*0.259	0.145	0.210	0.111	16.27	
	ค	0.370	0.444	0.320	0.074	14.91	
	ง	0.111	0.185	0.190	0.074	16.55	
	จ	0.111	0.074	0.120	0.037	17.74	
14	ก	0.074	0.148	0.120	0.074	17.74	นำไปใช้
	ข	0.222	0.222	0.260	0.000	15.61	
	ค	*0.593	0.074	0.320	0.519	14.91	
	ง	0.000	0.370	0.170	0.370	16.86	
	จ	0.111	0.185	0.130	0.074	17.54	
15	ก	0.222	0.259	0.210	0.037	16.27	นำไปใช้
	ข	*0.296	0.074	0.220	0.222	16.13	
	ค	0.185	0.222	0.250	0.037	15.74	
	ง	0.148	0.259	0.160	0.111	17.02	
	จ	0.148	0.185	0.160	0.037	17.02	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
16	ก	0.037	0.185	0.140	0.148	17.36	นำไปใช้
	ข	0.111	0.111	0.160	0.000	17.02	
	ค	*0.704	0.444	0.540	0.259	12.56	
	ง	0.111	0.111	0.080	0.000	18.66	
	จ	0.037	0.148	0.080	0.111	18.66	
17	ก	*0.407	0.111	0.270	0.296	15.45	นำไปใช้
	ข	0.259	0.074	0.190	0.185	16.55	
	ค	0.037	0.370	0.170	0.333	16.86	
	ง	0.185	0.074	0.130	0.111	17.54	
	จ	0.111	0.370	0.240	0.259	15.86	
18	ก	0.074	0.222	0.160	0.148	17.02	ตัดทิ้ง
	ข	0.185	0.222	0.210	0.037	16.27	
	ค	0.333	0.259	0.300	0.374	15.14	
	ง	0.259	0.222	0.240	0.037	15.86	
	จ	*0.148	0.074	0.090	0.074	18.40	
19	ก	0.037	0.222	0.140	0.185	17.36	ตัดทิ้ง
	ข	0.259	0.111	0.200	0.148	16.41	
	ค	0.296	0.370	0.260	0.274	15.61	
	ง	*0.259	0.148	0.250	0.111	15.74	
	จ	0.148	0.148	0.150	0.000	17.84	
20	ก	0.074	0.148	0.140	0.074	17.36	ตัดทิ้ง
	ข	0.185	0.333	0.250	0.148	15.74	
	ค	*0.259	0.148	0.220	0.111	16.13	
	ง	0.222	0.148	0.160	0.074	17.02	
	จ	0.259	0.222	0.230	0.037	15.99	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
21	ก	0.148	0.333	0.184	0.185	16.70	นำไปใช้
	ข	0.111	0.111	0.160	0.000	17.02	
	ค	*0.370	0.222	0.280	0.248	15.37	
	ง	0.185	0.185	0.190	0.000	16.55	
	จ	0.185	0.148	0.190	0.037	16.55	
22	ก	0.222	0.148	0.170	0.074	16.86	ตัดทิ้ง
	ข	0.259	0.185	0.210	0.074	16.27	
	ค	0.237	0.259	0.230	0.222	15.99	
	ง	*0.370	0.259	0.280	0.111	15.37	
	จ	0.111	0.148	0.110	0.037	17.94	
23	ก	0.519	0.296	0.360	0.222	14.47	ตัดทิ้ง
	ข	0.148	0.370	0.240	0.222	15.86	
	ค	0.111	0.259	0.250	0.148	15.74	
	ง	0.074	0.074	0.090	0.000	18.40	
	จ	*0.148	0.000	0.060	0.148	19.26	
24	ก	0.037	0.259	0.150	0.222	17.18	นำไปใช้
	ข	0.111	0.222	0.240	0.111	15.86	
	ค	*0.481	0.111	0.240	0.370	15.86	
	ง	0.148	0.185	2.170	0.037	16.86	
	จ	0.222	0.222	0.270	0.000	16.41	
25	ก	0.222	0.185	0.190	0.037	16.55	ตัดทิ้ง
	ข	0.259	0.148	0.210	0.111	16.27	
	ค	0.185	0.370	0.280	0.185	15.37	
	ง	*0.296	0.148	0.220	0.148	16.13	
	จ	0.037	0.148	0.110	0.111	18.17	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
26	ก	0.407	0.296	0.340	0.111	14.69	ตัดทิ้ง
	ข	0.111	0.111	0.200	0.000	16.41	
	ค	0.259	0.370	0.250	0.111	15.74	
	ง	0.111	0.222	0.150	0.111	17.18	
	จ	*0.111	0.000	0.060	0.111	19.26	
27	ก	0.074	0.148	0.130	0.074	17.54	นำไปใช้
	ข	0.074	0.185	0.160	0.111	17.02	
	ค	0.185	0.259	0.200	0.074	16.41	
	ง	*0.481	0.222	0.320	0.259	14.91	
	จ	0.185	0.185	0.190	0.000	16.55	
28	ก	0.148	0.074	0.144	0.074	17.36	ตัดทิ้ง
	ข	0.333	0.222	0.260	0.111	15.61	
	ค	0.333	0.333	0.250	0.000	15.74	
	ง	*0.148	0.185	0.230	0.037	15.99	
	จ	0.037	0.185	0.120	0.148	17.74	
29	ก	0.111	0.148	0.120	0.037	17.74	นำไปใช้
	ข	*0.593	0.185	0.330	0.047	14.80	
	ค	0.185	0.259	0.250	0.074	15.74	
	ง	0.111	0.259	0.190	0.148	16.55	
	จ	0.000	0.148	0.110	0.148	17.94	
30	ก	0.222	0.259	0.280	0.037	15.37	นำไปใช้
	ข	*0.407	0.259	0.300	0.248	15.14	
	ค	0.148	0.185	0.180	0.037	16.70	
	ง	0.111	0.074	0.100	0.037	18.17	
	จ	0.111	0.222	0.140	0.111	17.36	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
31	ก	0.222	0.222	0.230	0.000	15.99	ตัดทิ้ง
	ข	0.222	0.370	0.250	0.148	15.74	
	ค	*0.259	0.259	0.240	0.000	15.86	
	ง	0.185	0.148	0.210	0.037	15.27	
	จ	0.111	0.000	0.070	0.111	18.94	
32	ก	*0.074	0.148	0.160	0.074	17.02	ตัดทิ้ง
	ข	0.259	0.111	0.240	0.148	15.86	
	ค	0.296	0.333	0.300	0.037	15.14	
	ง	0.185	0.222	0.180	0.037	16.70	
	จ	0.185	0.185	0.120	0.000	17.74	
33	ก	0.148	0.296	0.200	0.148	16.41	ตัดทิ้ง
	ข	*0.295	0.222	0.270	0.037	15.49	
	ค	0.519	0.222	0.340	0.296	14.69	
	ง	0.074	0.185	0.120	0.111	17.74	
	จ	0.000	0.074	0.070	0.074	18.94	
34	ก	0.185	0.222	0.200	0.037	16.41	นำไปใช้
	ข	0.185	0.111	0.170	0.074	16.86	
	ค	*0.296	0.111	0.200	0.225	16.55	
	ง	0.185	0.370	0.250	0.185	15.74	
	จ	0.148	0.185	0.190	0.037	16.55	
35	ก	0.074	0.222	0.130	0.148	17.54	นำไปใช้
	ข	0.222	0.148	0.180	0.074	16.70	
	ค	0.259	0.333	0.300	0.074	15.14	
	ง	*0.370	0.074	0.240	0.296	15.86	
	จ	0.074	0.222	0.150	0.148	17.18	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	PH	PL	P	r	Δ	หมายเหตุ
36	ก	*0.333	0.148	0.270	0.235	15.49	นำไปใช้
	ข	0.148	0.222	0.200	0.074	16.41	
	ค	0.222	0.333	0.250	0.111	15.74	
	ง	0.111	0.185	0.150	0.074	17.85	
	จ	0.185	0.111	0.130	0.074	17.54	
37	ก	0.222	0.185	0.230	0.037	15.99	นำไปใช้
	ข	*0.444	0.111	0.270	0.333	15.49	
	ค	0.222	0.222	0.180	0.000	16.70	
	ง	0.074	0.222	0.200	0.148	16.41	
	จ	0.037	0.259	0.120	0.222	17.74	
38	ก	0.111	0.259	0.150	0.148	17.18	นำไปใช้
	ข	0.074	0.259	0.230	0.185	15.99	
	ค	*0.778	0.185	0.470	0.593	13.34	
	ง	0.037	0.185	0.090	0.148	18.40	
	จ	0.000	0.111	0.060	0.111	19.36	
39	ก	0.111	0.111	0.120	0.000	17.74	นำไปใช้
	ข	*0.704	0.444	0.500	0.259	13.00	
	ค	0.111	0.185	0.180	0.074	16.70	
	ง	0.037	0.148	0.140	0.111	17.36	
	จ	0.037	0.111	0.060	0.074	19.26	
40	ก	0.185	0.037	0.170	0.148	16.86	ตัดทิ้ง
	ข	*0.370	0.222	0.200	0.148	16.41	
	ค	0.111	0.407	0.270	0.296	15.49	
	ง	0.111	0.111	0.140	0.000	17.36	
	จ	0.222	0.222	0.220	0.000	16.13	

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (t-test) ของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของ
แบบทดสอบวัดการรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่า t	คุณภาพ	ข้อที่	ค่า t	คุณภาพ
1	7.854**	นำไปใช้	21	4.603**	นำไปใช้
2	6.156**	นำไปใช้	22	.342	ตัดทิ้ง
3	6.682**	นำไปใช้	23	-3.206	ตัดทิ้ง
4	1.483	ตัดทิ้ง	24	-2.530	ตัดทิ้ง
5	-3.183	ตัดทิ้ง	25	4.662**	นำไปใช้
6	3.762**	นำไปใช้	26	5.511**	นำไปใช้
7	3.637**	นำไปใช้	27	1.232	ตัดทิ้ง
8	7.621**	นำไปใช้	28	3.646**	นำไปใช้
9	9.523**	นำไปใช้	29	8.538**	นำไปใช้
10	5.511**	นำไปใช้	30	5.580**	นำไปใช้
11	4.731**	นำไปใช้	31	-2.872	ตัดทิ้ง
12	4.697**	นำไปใช้	32	4.919**	นำไปใช้
13	5.886**	นำไปใช้	33	4.105**	นำไปใช้
14	7.621**	นำไปใช้	34	5.159**	นำไปใช้
15	5.612**	นำไปใช้	35	3.783**	นำไปใช้
16	8.814**	นำไปใช้	36	6.256**	นำไปใช้
17	2.530	ตัดทิ้ง	37	7.399**	นำไปใช้
18	2.530	ตัดทิ้ง	38	7.911**	นำไปใช้
19	3.717**	นำไปใช้	39	5.629**	นำไปใช้
20	4.854**	นำไปใช้	40	1.911	ตัดทิ้ง

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ดัชนีค่าความง่าย (P_E) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบความสามารถตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นรายข้อ และผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในของผู้ตรวจ (W)

ข้อที่	P_E	D	W	ผลการพิจารณา
1	.808	.38	.942**	ตัดทิ้ง
2	.641	.72	.929**	นำไปใช้
3	.639	.72	.969**	นำไปใช้
4	.635	.73	.955**	นำไปใช้
5	.644	.71	.884**	ตัดทิ้ง
6	.519	.81	.825**	ตัดทิ้ง
7	.587	.83	.859**	ตัดทิ้ง
8	.577	.85	.929**	นำไปใช้
9	.582	.84	.896**	นำไปใช้
10	.558	.79	.726**	ตัดทิ้ง

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 6 คะแนนและค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน (r_{xy}) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองครั้งที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

นักเรียน คนที่	คะแนน		นักเรียน คนที่	คะแนน	
	ผู้ตรวจคนที่ 1	ผู้ตรวจคนที่ 2		ผู้ตรวจคนที่ 1	ผู้ตรวจคนที่ 2
1	31.5	32	21	26	25.5
2	33.5	35	22	37	38
3	34	35	23	35.5	37.5
4	30	34.5	24	36.5	37
5	10	12	25	32.5	35.5
6	13.5	12	26	32.5	33.5
7	32.5	33.5	27	35.5	37.5
8	33.5	34.5	28	36.5	37
9	30.5	34.5	29	32	34.5
10	38.5	39.5	30	31	30
11	32	33	31	26.5	29.5
12	34.5	38.5	32	31	33
13	6.5	9	33	31.5	32.5
14	20	22	34	5.5	5.5
15	17.5	18	35	34.5	34.5
16	27.5	28	36	18.5	19.5
17	19.5	19.5	37	24.5	24.5
18	13.5	14	38	33.5	31
19	21.5	21.5	39	38	36.5
20	21.5	21.5	40	24	26

ตารางที่ 6 (ต่อ)

นัก เรียน คนที่	คะแนน		นักเรียน คนที่	คะแนน	
	ผู้ตรวจคนที่ 1	ผู้ตรวจคนที่ 2		ผู้ตรวจคนที่ 1	ผู้ตรวจคนที่ 2
41	37.5	26.5	46	21.5	21.5
42	35.5	35	47	26	25.5
43	39.5	39.5	48	37	38
44	27	35	49	35.5	37.5
45	32.5	31	50	37	37

ค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน (r_{xy}) มีค่า .978

ภาคผนวก 8
ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 7 ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ คำนวณโดยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient)
และ KR-20

เครื่องมือ	สูตรค่า	ค่าความ
	ความเชื่อมั่น	เชื่อมั่น
แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา	KR-20	.8002
แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลข	KR-20	.7810
แบบทดสอบวัดการรับรู้ความสามารถตนเอง ในการเรียนคณิตศาสตร์	สัมประสิทธิ์แอลฟา	.8515
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	สัมประสิทธิ์แอลฟา	.8025

ตารางที่ 8 คะแนนค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน (r_{xy}) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองครั้งที่ 2 จำนวน 5 ข้อ

นักเรียน คนที่	คะแนน		นักเรียน คนที่	คะแนน	
	ผู้ตรวจคนที่ 1	ผู้ตรวจคนที่ 2		ผู้ตรวจคนที่ 1	ผู้ตรวจคนที่ 2
1	16.5	17	21	7.5	7.5
2	18.5	19.5	22	13	13
3	17	18	23	19.5	20
4	12	15.5	24	18.5	19.5
5	7	7	25	19	19
6	6.5	5	26	18.5	19.5
7	18.5	19	27	18.5	19
8	17	18	28	16.5	17
9	15.5	18	29	16	17
10	18.5	18.5	30	15	13.5
11	19.5	19.5	31	11.5	13
12	15	16	32	16	15
13	17.5	20	33	14	14
14	2.5	3	34	2.5	3.5
15	10	1.2	35	16.5	15.5
16	6	6.5	36	8.5	9.5
17	14.5	15	37	10.5	11
18	7.5	7.5	38	17.5	16.5
19	7.5	7	39	20	18.5
20	7.5	7.5	40	10	10.5

ตารางที่ 8 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน		นักเรียน คนที่	คะแนน	
	ผู้ตรวจคนที่ 1	ผู้ตรวจคนที่ 2		ผู้ตรวจคนที่ 1	ผู้ตรวจคนที่ 2
41	15.5	13	46	7.5	7.5
42	18	17.5	47	13	13
43	20	20	48	19.5	20
44	13	18.5	49	18.5	19.5
45	13.5	16	50	19	19

ค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน (r_{xy}) มีค่า .966

ตารางที่ 9 ความเที่ยงตรงเชิง (r_{xy}) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นัก เรียน คนที่	คะแนน	
	แบบทดสอบการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ประเมินความสามารถในการแก้ ปัญหา
1	16.5	14
2	18	15
3	17	14
4	12	14
5	7	5
6	6.5	5
7	18	15
8	17	16
9	15.5	15
10	18.5	17
11	19.5	20
12	15	18
13	17.5	16
14	2.5	5
15	10	8
16	6	5
17	14.5	10
18	8	8
19	7	5
20	7	4

ตารางที่ 9 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน	
	แบบทดสอบการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ประเมินความสามารถในการแก้ ปัญหา
21	7	9
22	13	10
23	19	20
24	18.5	16
25	19	20
26	18	17
27	18.5	20
28	15.5	13
29	16	16
30	15	15
31	12	10
32	15	11
33	14	12
34	2.5	3
35	16.5	16
36	8	5
37	10	8
38	17.5	15
39	19	17
40	10	8

ตารางที่ 9 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน	
	แบบทดสอบการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ประเมินความสามารถในการแก้ ปัญหา
41	15	13
42	19	18
43	19	16
44	13	11
45	12.5	12
46	8	6
47	13	10
48	19.5	20
49	18	15
50	19	15

ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ (r_{xy}) มีค่า .919

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือปฏิญาณพันธ

เรื่อง ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

เครื่องมือฉบับนี้ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ความถนัดทางด้านภาษา	จำนวน	20	ข้อ
ตอนที่ 2 ความถนัดทางด้านตัวเลข	จำนวน	40	ข้อ
2.1 แบบทดสอบตัวเลขอนุกรม		20	ข้อ
2.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล		20	ข้อ
2. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

	จำนวน	30	ข้อ
--	-------	----	-----
3. แบบทดสอบแสดงวิธีทำ จำนวน 5 ข้อ ๆ ละ 4 คะแนน
4. กรุณาย้ายขีด เขียน ข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งฉบับ ใช้เวลา 120 นาที

ตอนที่ 1 ความถนัดทางด้านภาษา

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบตอนที่ 1 ความถนัดทางด้านภาษา (เรื่อง ความเข้าใจภาษา)
เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบมี 5 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ตัวอย่างคำถาม
 - 0.) อ่านข้อความแล้วตอบคำถาม “คนที่ตามใจตนเองอยู่เสมอ คือ คนที่ไม่มีความอดทนที่จะรักษาระเบียบวินัย หรือประเพณีอันดีงามได้ ถ้าคนไทยส่วนมากไม่มีความอดทน ก็จะกลายเป็นชนชาติที่ไม่มีวินัย” ข้อใดมีความหมายตรงกับคำว่า “วินัย”
 - ก. กฎหมาย
 - ข. กฎเกณฑ์
 - ค. ข้อบังคับ
 - ง. ข้อตกลง
 - จ. หลักเกณฑ์

แบบทดสอบความถนัดทางด้านภาษา

เรื่อง ความเข้าใจภาษา

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

คำชี้แจง อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 1-2

“ยิ่งเรียนมากเท่าใด บัณฑิตย่อมรู้สึกวาทนมีความรู้้น้อยลง ฉะนั้นผู้ที่เป้นบัณฑิตย่อมถ่อมตนและแสวงหาความรู้เพิ่มพูนยิ่งๆ ขึ้นไป”

1. ข้อความนี้เกี่ยวกับเรื่องใด

- ก. การเมือง
- ข. การศึกษา
- ค. เศรษฐกิจ
- ง. วัฒนธรรม
- จ. การปกครอง

2. ผู้เขียนประสงค์จะสอนอะไร

- ก. สอนให้คนขยัน
- ข. สอนให้คนสุภาพ
- ค. ให้สติแก่คนทั่วไป
- ง. ให้สติแก่ผู้มีความรู้
- จ. สอนให้รู้จักเลือกคบคน

คำชี้แจง อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 3

“พ่อแม่สอนว่าความจนไม่ใช่ของเลว ความจนเป็นเพียงโรคร้ายชนิดหนึ่งที่รักษาให้หายได้ยารักษา คือ ความขยันหมั่นเพียร ความรู้จักราคาค่าตัวของเราเอง ไม่ตีราคาต่ำไม่ขายตัวให้แก่เงิน ใครเอาเงินมาฟาดหัวเรา เราก็อฟาดหน้ามันให้หงายกลับไป ได้เงินมาต้องรู้จักค่าของมันว่าถ้ารวมมันเป็นก้อนโตๆ ละก็ซื้ออะไรได้หลายอย่าง ซื้อไหว ซื้อกราบของคนที่ได้”

3. ข้อความ “ใครเอาเงินมาฟาดหัวเรา เราก็อฟาดหน้ามันให้หงายกลับไป” แสดงว่าผู้พูดพูดด้วยอารมณ์อย่างไร

- ก. เสียใจที่มีผู้ดูถูก
- ข. สะใจที่มีผู้มาดูถูกคนเช่นนั้น
- ค. แค้นใจและอยากกระทำตอบไปบ้างเพื่อให้สาแก่ใจ
- ง. โกรธและหึงในศักดิ์ศรีของตนจึงกระทำตอบไปเช่นนั้น
- จ. สะเทือนใจและเกิดความรู้สึกแค้นใจ อยากทำตอบอย่างรุนแรง

คำชี้แจง อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 4-5

“การขอร้องและการให้อภัยเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะหากไม่มีการขอร้องและการให้อภัยกันแล้วก็ยิ่งแต่จะก่อให้เกิดความวิวาทบาดหมางแตกความสามัคคี การขอร้องเป็นการสำนึกในความผิดล่วงเกินและร้องขอความเห็นใจ ทำให้ผู้ถูกล่วงเกินเห็นเจตนาดีภายในและโกรธไม่ลง การให้อภัยเป็นการรับรู้และแสดงออกซึ่งความเห็นอกเห็นใจให้ฝ่ายที่ผิดพลาดคลายความวิตกกังวลเบาอกเบาใจทำให้เกิดความสบายใจด้วยกันทั้งสองฝ่าย”

4. การให้อภัยจะเกิดขึ้นเมื่อใด

- ก. เมื่อผู้ถูกล่วงเกินโกรธไม่ลง
- ข. เมื่อผู้ล่วงเกินกล่าวขออภัยแล้ว
- ค. เมื่อทั้งสองฝ่ายมีความสบายใจ
- ง. เมื่อผู้ถูกล่วงเกินเกิดความเห็นใจ
- จ. เมื่อผู้ล่วงเกินคลายความวิตกกังวล

5. การขอภัยกับการให้อภัย อย่างไหนสำคัญกว่ากัน

- ก. การขอภัยสำคัญกว่า เพราะผู้ กระทำผิดเป็นผู้ขอ
- ข. การขอภัยสำคัญกว่า เพราะผู้ให้อภัยเป็นฝ่ายถูกล่วงเกิน
- ค. การขอภัยสำคัญกว่า เพราะถ้าไม่ขออภัยก็ไม่มี การให้อภัย
- ง. การขอภัยและการให้อภัยมีความสำคัญเท่ากันเพราะต้องอยู่คู่กันเสมอ
- จ. การให้อภัยสำคัญกว่า เพราะจะเกิดบาดหมางหรือไม่ขึ้นอยู่กับฝ่ายที่ถูกล่วงเกิน

คำชี้แจง อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 6-7

“ยามเอ๋ยยามนี้ ปลูกพืชมีดมั่วทั่วสถาน อากาศเย็นหนาวคราววิกาล สวดปานป่าใหญ่ไร้สำเนียง มีแต่จิ้งหรีดกระกรีดกริ่ง เรไรหรีดร้องขรมระมเสียง คอกวัวคอกควายรวกเระเปาะเปาะเพียง รู้ว่าเสียง เกราะแว่วแผ่วแผ่วเอ๋ย”

6. ผู้แต่งมีความมุ่งหมายอย่างไร

- ก. สร้างภาพพจน์
- ข. บรรยายความรู้สึก
- ค. บรรยายภาพที่เห็น
- ง. เลียนเสียงธรรมชาติ
- จ. บรรยายพรรณนาชีวิตสัตว์

7. จากข้อความที่กล่าวมีเสียงอะไรบ้าง

- ก. เกราะกับสัตว์ป่า
- ข. เกราะกับจักจั่นเรไร
- ค. จิ้งหรีดเรไรกับเกราะ
- ง. จักจั่นเรไรระคนเสียงเกราะ
- จ. หรีดหรีดเรไรระคนกับเสียงวัวควาย

คำชี้แจง อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 8-9

“การที่ผู้แทนหันมาเล่นกีฬากันในยามว่างนี้ ผมมีความรู้สึกว่าเป็นเรื่องที่ดี เพราะกีฬาสอนคนให้เป็นคนมากขึ้นโดยเฉพาะเกมกอล์ฟนั้นเป็นเกมที่สอนให้มีความซื่อสัตย์ต่อตัวเอง และรับผิดชอบตัวเอง เพราะกอล์ฟเป็นกีฬาที่โกงกันง่ายที่สุด ผมก็ได้แต่คิดหวังว่าจะให้ความซื่อสัตย์ต่อตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อตัวเองติดตัวไปในยามที่บุญมาวาสนาส่ง ได้เป็นปากเสียงแทนประชาชนในอนาคตข้างหน้า”

8. จุดมุ่งหมายของผู้เขียนบทความนี้คือข้อใด

- ก. ให้ผู้อ่านเห็นความสำคัญของกีฬาและเล่นกีฬา
- ข. ให้ผู้แทนเล่นกีฬาเพื่อที่จะได้เป็นคนโดยสมบูรณ์
- ค. ให้ผู้แทนมีความซื่อสัตย์และรับผิดชอบต่อตนเองมากขึ้น
- ง. ให้ผู้แทนเป็นปากเป็นเสียงแทนประชาชนได้อย่างแท้จริง
- จ. ให้ผู้แทนเล่นกีฬากอล์ฟเพื่อฝึกความซื่อสัตย์และรับผิดชอบต่อ

9. ความรู้สึกของผู้เขียนที่แฝงอยู่ในบทความนี้คือข้อใด

- ก. ยินดีที่กีฬาสอนให้คนเป็นคนมากขึ้น
- ข. ชื่นชมที่ผู้แทนหันมาเล่นกีฬาในยามว่าง
- ค. ยินดีที่ผู้แทนหันมานิยมเล่นกอล์ฟกันมากขึ้น
- ง. มั่นใจว่ากีฬาเป็นยาวิเศษที่จะช่วยทำคนให้เป็นคน
- จ. ห่วงใยชาติบ้านเมืองหากมีผู้แทนที่เห็นแต่ประโยชน์ส่วนตน

คำชี้แจง อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 10-12

“ทีมเยาวชนไทยสร้างความประทับใจให้แก่ แฟนฟุตบอลที่แห่กันไปเอาใจช่วยอย่างมีดฟ้า มัวดินด้วยการเอาชนะมลายู “ตัวเก็ง” ได้อย่างดุเดือดถึง 3 ประตูต่อ 1”

10. ข้อความนี้ควรจัดอยู่ในประเภทใด

- ก. ข่าวสด
- ข. รายงาน
- ค. โฆษณา
- ง. บทความ
- จ. ความเห็น

11. ผู้เขียนใช้กลวิธีเขียนแบบใดเพื่อจูงใจคนอ่าน

- ก. ให้คติ
- ข. เรา้ใจ
- ค. อ้างอิง
- ง. เปรียบเทียบ
- จ. ยกอุทาหรณ์

12. เราควรสรุปข้อความนี้ว่าอย่างไร

- ก. ทีมมลายูเก่ง
- ข. ทีมเยาวชนไทยเก่ง
- ค. การเอาใจช่วยให้ชนะได้
- ง. การแข่งขันมักมีเลือดตกยางออก
- จ. คนชอบฟุตบอลตามไปดูฟุตบอลมาก

คำชี้แจง อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 13-14

“ตั้งว่าพฤษภโคเคาเผ่าชราจร ครึ่งว่าเห็น
เหยื่อหญ้าอ่อนนอกโอษฐ์อำ ละลนละลานแลบ
แสขิวหาทางระเหิดหัน เฒ่าก็มีจิตเกษมสันต์
โสมนัสยวนยิ่ง..”

13. ข้อความนี้กล่าวถึงอะไร

- ก. การดำรงชีวิต
- ข. ความรู้สึกของจิตใจ
- ค. ความจำเป็นในอาชีพ
- ง. ความต้องการของสังคม
- จ. การเปลี่ยนแปลงของร่างกาย

14. ข้อความนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใด

- ก. ความสุข
- ข. ความรัก
- ค. ความหลง
- ง. ความโลภ
- จ. ความโกรธ

คำชี้แจง อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 15-20

“เกี่ยวกับการเขียนการ์ตูน คุณวสันต์กล่าวว่าตัวเองมิได้เป็นอัจฉริยะทางด้านนี้แต่อย่างใดเท่าที่ประสบความสำเร็จชื่อเสียงอยู่ในขณะนี้ ก็เพราะอาศัยความเพียรกับความนับถือตัวเองเป็นสำคัญ ทุกวันนี้คุณวสันต์จะใช้เวลาวันละ 16 ชั่วโมงอ่านหนังสือพิมพ์ฟังวิทยุและวาดเขียน เพื่อให้ทันเหตุการณ์อยู่เสมอ คุณวสันต์เห็นว่านักเขียนนั้น แม้จะแก่ตัวลง แต่งานเขียนจะแก่ตามไม่ได้ เพราะถ้านงานเขียนแก่ไปตามวัยก็หมายถึงจุดดับของนักเขียนผู้นั้น”

15. ข้อความที่ว่า “คุณวสันต์กล่าวว่า ตนเองไม่ได้เป็นอัจฉริยะทางด้านนี้แต่อย่างใด” แสดงถึงข้อใด

- ก. ความเป็นผู้รู้
- ข. ความถ่อมตัว
- ค. ความโอ้อวด
- ง. ความเป็นจริง
- จ. ความไม่เป็นจริง

16. “อัจฉริยะ” หมายความว่าอย่างไร

- ก. ผู้มีเกียรติ
- ข. ผู้มีความเพียร
- ค. ผู้มีความเชี่ยวชาญ
- ง. ผู้มีความสามารถพิเศษ
- จ. ผู้ที่ได้รับความสำเร็จสูงสุด

17. ความสำเร็จของคุณวสันต์ อยู่ในข้อใดมากที่สุด

- ก. ความขยัน
- ข. ความตั้งใจ
- ค. ความเพียร
- ง. ความอดทน
- จ. ความนับถือตนเอง

18. คุณวสันต์อ่านหนังสือพิมพ์ ฟังวิทยุเพื่ออะไร

- ก. เพื่อความรู้
- ข. เพื่อความบันเทิง
- ค. เพื่อให้ทันเหตุการณ์
- ง. เพื่อทำงานของตนให้ทันสมัย
- จ. เพื่อใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

19. แก่เขียนนั้นแม้จะแก่ตัวลง คำว่า “แก่ตัวลง” หมายความว่าอย่างไร

- ก. อายุมากขึ้น
- ข. สุขภาพไม่ดี
- ค. ความจำเสื่อม
- ง. ชื่อเสียงลดลง
- จ. เขียนหนังสือได้ช้าลง

20. “จุดดับของนักเขียน” หมายความว่าอย่างไร

- ก. ไม่มีคนนิยม
- ข. ถึงแก่ความตาย
- ค. เลิกอาชีพนักเขียน
- ง. ไม่มีเรื่องที่จะนำมาเขียน
- จ. มีนักเขียนใหม่ๆ มากขึ้น

ตอนที่ 2 ความถนัดทางด้านตัวเลข

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบตอนที่ 2 แบบทดสอบความถนัดทางด้านตัวเลข เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบห้าตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยแบบทดสอบแบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่
 - 1.1 แบบทดสอบตัวเลขอนุกรม จำนวน 20 ข้อ
 - 1.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล จำนวน 20 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ตัวอย่างคำถาม จงหาตัวเลขตัวต่อไป

0.) 1 3 3 7 9 ...

- ก. 19
- ข. 17
- ~~ค.~~ 15
- ง. 14
- จ. 12

00.) จงเติมตัวเลขที่หายไป

3	5	7
11	13	15
19	?	23

- ก. 22
- ~~ข.~~ 21
- ค. 20
- ง. 17
- จ. 16

แบบทดสอบความถนัดทางด้านตัวเลข

เรื่อง อนุกรมเลขคณิต

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

21) 3 4 6 9 ...

ก. 11

ข. 12

ค. 13

ง. 14

จ. 15

22) 1 2 2 4 3 6 4 ...

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 6

จ. 8

23) 2111 4112 6113 ...

ก. 3111

ข. 4112

ค. 6113

ง. 8114

จ. 9115

25) 1 4 3 8 5 16 ...

ก. 5

ข. 7

ค. 9

ง. 15

จ. 18

26) 4 5 3 6 2 7 ...

ก. 1

ข. 3

ค. 5

ง. 7

จ. 9

27) 5 7 10 14 ...

ก. 15

ข. 17

ค. 19

ง. 21

จ. 23

24) 2 9 28 65 ... ဂ. 115 ဈ. 126 ည. 137 ဒ. 149 ဇ. 160	28) 3 6 11 18 ... ဂ. 21 ဈ. 27 ည. 29 ဒ. 35 ဇ. 38
29) 2 3 5 7 10 13 ... ဂ. 12 ဈ. 13 ည. 14 ဒ. 17 ဇ. 19	32) 1 2 10 4 100 8 ... ဂ. 10 ဈ. 80 ည. 400 ဒ. 500 ဇ. 1000
30) 81 3 27 9 9 27 ... ဂ. 3 ဈ. 9 ည. 27 ဒ. 51 ဇ. 81	33) 1 10 3 8 5 6 ... ဂ. 1 ဈ. 3 ည. 4 ဒ. 5 ဇ. 7
31) 2 5 4 8 7 ... ဂ. 10 ဈ. 12 ည. 13 ဒ. 14 ဇ. 16	34) 5 7 8 12 13 ... ဂ. 12 ဈ. 13 ည. 16 ဒ. 17 ဇ. 19

35)

.1	1	10
1	?	100
10	100	1000

- ဂ. 0.1
- ဈ. 1
- ဇ. 10
- င. 100
- ခ. 1000

36)

0	6	11
3	9	14
?	14	19

- ဂ. 8
- ဈ. 9
- ဇ. 10
- င. 11
- ခ. 13

37)

1	3	5
2	4	6
4	6	?

- ဂ. 7
- ဈ. 8
- ဇ. 10
- င. 11
- ခ. 12

38)

2	5	9
4	7	?
5	8	12

- ဂ. 6
- ဈ. 8
- ဇ. 11
- င. 12
- ခ. 13

39)

2	5	10
4	7	?
7	10	70

- ဂ. 24
- ဈ. 28
- ဇ. 40
- င. 50
- ခ. 60

40)

6	8	?
9	11	8
7	9	6

- ဂ. 3
- ဈ. 5
- ဇ. 9
- င. 13
- ခ. 15

ตอนที่ 2 ความถนัดทางด้านตัวเลข

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบ 1.2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบห้าตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ตัวอย่างคำถาม

0.) พีระมิดในข้อใดที่สูงเอียงยาวไม่เท่ากันทุกเส้น

- ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า
- ข. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- ง. พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า
- จ. พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า

46. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1. ปริมาตรของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีด้านยาวด้านละ a หน่วย และพีระมิดนี้สูง b หน่วย เท่ากับ $\frac{1}{3}a^2b$ ลูกบาศก์หน่วย 2. ปริมาตรของกรวยกลมตรงซึ่งมีรัศมีของฐานยาว a หน่วย และมีสูงเอียงยาว b หน่วย เท่ากับ $\frac{1}{3}\pi a^2 \sqrt{b^2 - a^2}$ ลูกบาศก์หน่วย 3. ปริมาตรของทรงกระบอกซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางของฐานยาว a หน่วย และทรงกระบอกนี้สูง b หน่วย เท่ากับ $\pi a^2 b$ ลูกบาศก์หน่วย 4. ปริมาตรของทรงกลมซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว a หน่วย เท่ากับ $\frac{1}{6}\pi a^3$ ลูกบาศก์หน่วย ข้อใดต่อไปนี้ <u>ถูกต้อง</u> ก. ผิดข้อเดียวคือ ข้อ 3 ข. ผิด 2 ข้อ คือข้อ 1, 2 ค. ผิด 3 ข้อ คือข้อ 1, 2 และ 4 ง. ผิด 2 ข้อ คือข้อ 3, 4 จ. ถูกหมดทุกข้อ	48. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1. ถ้า $a < 0$ และ $b > 0$ แล้ว $a+b = a + b$ 2. ถ้า $a < b < 0$ แล้ว $a + b > 0$ แต่ $b + a < 0$ 3. เซตคำตอบของ $x = x-1$ คือ $\emptyset$ ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับข้อความที่กำหนด ก. ข้อความข้อ 1, 2 ถูกต้อง ข. ข้อความข้อ 2, 3 ถูกต้อง ค. ข้อความข้อ 1, 3 ถูกต้อง ง. ข้อความถูกทั้ง 3 ข้อ จ. ข้อความผิดทั้ง 3 ข้อ 49. กำหนดให้ x, y เป็นจำนวนจริงใด ๆ ข้อใดต่อไปนี้ <u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. $- x \leq x \leq x$ ข. $\sqrt{(x-3)^2} \geq x-3$ ค. $x-y \geq x - y$ ง. $x y = x \cdot y$ จ. ถ้า $x < a$ โดยที่ a เป็นจำนวนจริงใด ๆ $-a < x < a$
47. ข้อใดกล่าว <u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. ผลคูณของจำนวนอตรรกยะและตรรกยะ เป็นอตรรกยะ ข. ผลบวกของจำนวนอตรรกยะและตรรกยะ เป็นอตรรกยะ ค. ไม่มีจำนวนตรรกยะที่มากที่สุดที่น้อยกว่า 5 ง. ผลหารของจำนวนตรรกยะและตรรกยะ เป็นตรรกยะ จ. จำนวนที่สามารถเขียนในรูป $\frac{a}{b}$ เมื่อ $a, b \in I$ และ $b \neq 0$ เรียกว่าจำนวนตรรกยะ	50. พีระมิดในข้อใดที่สูงเอียงยาวไม่เท่ากันทุกเส้น ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า ข. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ง. พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม จ. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม

51. ค่าของ $\frac{a}{b} + \frac{1}{x}$ จะมีค่ามากที่สุดในกรณีใด

ก. a เพิ่มขึ้น b ลดลง x ลดลง

ข. a เพิ่มขึ้น b ลดลง x เพิ่มขึ้น

ค. a ลดลง b ลดลง x ลดลง

ง. a ลดลง b เพิ่มขึ้น x เพิ่มขึ้น

จ. a เพิ่มขึ้น b เพิ่มขึ้น x เพิ่มขึ้น

52. กำหนดให้ a และ b แทนจำนวนจริงข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

ก. ถ้า $-4 \leq a \leq 4$ แล้ว $0 \leq a^2 \leq 16$

ข. ถ้า $-4 \leq a \leq 4$ แล้ว $|a| \leq 4$

ค. ถ้า $2 < a < 6$ และ $1 < b < 5$ แล้ว $1 < a+b < 6$

ง. ถ้า $3 < a < 9$ แล้ว $4 < a+1 < 10$

จ. ถ้า $1 \leq a < 3$ และ $-4 < b < 0$ แล้ว

$$1 < a^2 + b^2 < 14$$

53. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดเป็นจริง

ก. เส้นตรง $y+5=0$ กราฟขนานกับแกน y

ข. เส้นตรง $x+7=0$ กราฟตั้งฉากกับแกน y

ค. เส้นตรง $3x-4y=6$ ตัดแกน x ที่จุด (2, 0)

ง. เส้นตรง $x-4=0$ กราฟอยู่ห่างจากแกน

$$x=4 \text{ หน่วย}$$

จ. เส้นตรง $2y-3x-4=0$ กราฟทำมุมป้านกับ

แกน x เมื่อวัดมุมทวนเข็มนาฬิกาจากแกน

x ไปยังกราฟเส้นตรงนั้น

54. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง เมื่อกำหนด a, b และ c

แทนจำนวนจริงใดๆ

ก. $\sqrt{25a^2} = 5a$

ข. $\sqrt{16a^6b^8c^{10}} = 4a^3b^4c^5$

ค. $\sqrt[3]{-27a^6b^6c^6} = 3a^2b^2c^3$

ง. $\sqrt[3]{8a^3b^6c^{12}} = 2ab^2c^4$

จ. $\sqrt{(-5ab^2c)^2} = 5ab^2c$

55. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

ก. $(2x^2-x+5)(x-5+3x^2)$ มีดีกรีเท่ากับ 3

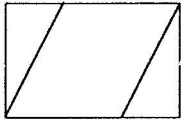
ข. (x^3-x^2+x+3) หารด้วย $x+1$ ไม่ลงตัว

ค. $(x^4+2x^2y+5xy)-(2x^2y+x^4-xy)$ มีดีกรีเท่ากับ 4

ง. $\frac{5x^3y^3}{x} + \frac{2x^2y^4}{y}$ มีสัมประสิทธิ์เท่ากับ 7

และดีกรีเท่ากับ 5

จ. $5x^2yz^{-1}$ เป็นเอกนาม ที่มีดีกรี 2

56.  จากรูป กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและ $\widehat{FAD} = \widehat{ECB}$ ข้อสรุปข้อใดไม่จริง

ก. $\triangle ADF = \triangle CBE$

ข. AECF เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

ค. $\widehat{DFA} = \widehat{BEC}$

ง. $\widehat{DAF} + \widehat{CEB} = 180^\circ$

จ. $\widehat{FAB} + \widehat{ECB} = 90^\circ$

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

- ก. ปริมาตรของทรงกระบอกเท่ากับ $2/3$ ของปริมาตรของทรงกลม
- ข. ปริมาตรของทรงกระบอกเท่ากับ $4/3$ ของปริมาตรของทรงกลม
- ค. ปริมาตรของทรงกระบอกเท่ากับ $1/3$ ของปริมาตรของทรงกลมกระบอก
- ง. ปริมาตรของทรงกลมเท่ากับ $2/3$ ของปริมาตรของทรงกระบอก
- จ. ปริมาตรของทรงกลมเท่ากับ $2/3$ ของปริมาตรของทรงกระบอก

58. ลูกบอลทรงกลมรัศมี r หน่วย จงหาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวของทรงกลมกับปริมาตรของทรงกลมนี้

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

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

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

60. กรวยมีปริมาตรเท่าใด เมื่อกำหนดให้แต่ละข้อมีพื้นที่ฐานและความสูงเท่ากัน

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

ชุดที่ 3 แบบสอบถาม

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามที่ต้องการสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกหรือการกระทำของนักเรียนที่เกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ
2. วิธีตอบแบบสอบถามให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงในตัวแบบสอบถามได้เลย
3. คำตอบของนักเรียนไม่มีถูก และไม่มีผิด

แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง กรุณากรอกแบบสอบถามให้ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน การตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ไม่มีถูกและไม่มีผิด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง

ข้อ	ข้อความ	จริงที่สุด	จริง	ค่อนข้างจริง	ไม่จริง
1.	ข้าพเจ้าสามารถอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ให้เพื่อนเข้าใจได้				
2.	ข้าพเจ้าเลือกวิธีการที่จำเป็นมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์				
3.	ข้าพเจ้าคิดคำตอบตามที่ผู้สอนถามคำถามได้				
4.	ข้าพเจ้าคิดและรู้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์				
5.	ข้าพเจ้าสามารถรับรู้และเข้าใจในบทเรียนได้				
6.	ข้าพเจ้าสามารถแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่ ๆ ได้				
7.	ข้าพเจ้ารู้สึกว่ามันง่ายวิชาคณิตศาสตร์				
8.	ข้าพเจ้าสามารถทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แปลก ๆ ได้				
9.	ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจวิธีคิดคำตอบและอธิบายให้เพื่อนฟังได้				
10.	ข้าพเจ้าสามารถอธิบายแก่นักเรียนคนอื่น ๆ ได้ว่าเหตุใดจึงคิดคำตอบออกมาได้ถูกต้อง				
11.	ข้าพเจ้าสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีที่ต่างออกไปแก่นักเรียนคนอื่นได้				

ข้อ	ข้อความ	จริง ที่สุด	จริง	ค่อนข้าง จริง	ไม่จริง
12.	ข้าพเจ้ารู้ว่าข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้				
13.	ข้าพเจ้ารู้สึกไม่มั่นใจในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ร่วมกับผู้อื่น				
14.	ข้าพเจ้ามีความมั่นใจกับความรู้ในเนื้อหาวิชาที่ข้าพเจ้าจำเป็นต้องใช้				
15.	ข้าพเจ้าเข้าใจในบทเรียนทันทีหลังจากผู้สอนอธิบายให้ฟังในชั้นเรียน				
16.	ข้าพเจ้าสามารถทำการบ้านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้				
17.	ข้าพเจ้าชอบทำการบ้านคณิตศาสตร์ที่ยาก ๆ เพราะข้าพเจ้าได้เรียนรู้เพิ่มเติม				
18.	ข้าพเจ้าไม่เคยคาดหวังว่าจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้				
19.	ข้าพเจ้าไม่เข้าใจวิธีประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์				
20.	ข้าพเจ้าสามารถทำการบ้านคณิตศาสตร์ได้เพราะข้าพเจ้าตั้งใจเรียนในชั้นเรียน				
21.	ข้าพเจ้าไม่มีความมั่นใจในขณะที่ทำการบ้านคณิตศาสตร์				

ข้อ	ข้อความ	จริง ที่สุด	จริง	ค่อนข้าง จริง	ไม่จริง
22.	ข้าพเจ้าไม่เหมาะที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์				
23.	ข้าพเจ้าไม่สามารถทำการบ้านคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง				
24.	ข้าพเจ้าทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์เสร็จเร็วและถูกต้อง				
25.	ข้าพเจ้าไม่เก่งในการเรียนคณิตศาสตร์				
26.	ข้าพเจ้าไม่สามารถเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนในแต่ละคาบ				
27.	วิธีการคิดคำนวณต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ยากสำหรับข้าพเจ้า				
28.	ข้าพเจ้าสามารถสรุปประเด็นสำคัญของบทเรียนคณิตศาสตร์				
29.	ข้าพเจ้ามีความชำนาญในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์				
30.	ข้าพเจ้าสามารถสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์				

ชุดที่ 4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย (แสดงวิธีทำ) เป็นข้อคำถาม 5 ข้อ ๆ ละ 4 คะแนน
2. แบบทดสอบในแต่ละข้อเป็นข้อสอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแสดงการคิด และกระบวนการคิดคำนวณเป็นขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้
3. ในการตอบคำถามแต่ละข้อ ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการคิด วิธีการคิดคำนวณลงในกระดาษคำตอบที่จัดเตรียมไว้ให้ทั้งหมด เพราะทุกขั้นตอนส่งผลต่อการให้คะแนน
4. พยายามเขียนขั้นตอนการคิด ใช้สัญลักษณ์เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ให้ชัดเจนถูกต้องเหมาะสม และสามารถใช้แผนภาพ วาดรูป ประกอบกระบวนการคิดได้

1. นายวิทยาขับรถออกจากเมือง A ไปทางทิศเหนือ ตัวเมือง B เป็นระยะทาง 10 กิโลเมตร แล้วขับต่อไปทางทิศตะวันออกเป็นระยะทาง 5 กิโลเมตร ตัวเมือง C แล้วขับไปทางทิศเหนืออีก 5 กิโลเมตร ตัวเมือง D จากนั้นขับต่อไปทางทิศตะวันออกอีกครั้งเป็นระยะทาง 15 กิโลเมตร ก็ถึงปลายทาง คือเมือง E จะพบว่า ขณะนี้วิทยายอยู่ห่างจากเมือง A เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร

[illegible]

2. จำนวนคู่บวกสามจำนวนเรียงกัน ผลบวกของจำนวนคู่สามจำนวนนี้เป็น 150 จงหาจำนวนคู่สามจำนวนนั้น

[illegible]

3. จงหาปริมาตรของกรวยตรง ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 10 นิ้ว และกรวยที่มีสูงเอียงยาว 13 นิ้ว

[illegible]

4. จะต้องใช้กระดาษตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างและยาวที่เซนติเมตร สำหรับปิดรอบข้างกระเบื้องทรงกระบอกใบหนึ่ง ซึ่งสูง 14 เซนติเมตร และฐานมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร

[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนนเบื้องต้น

4 คะแนน	เมื่อ	- ดีความจ้อยได้ถูกต้อง - มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์ถูกต้องเหมาะสม - ใช้วิธีการที่สมเหตุสมผล - ไม่มีความคาดเคลื่อนในการคำนวณและคำตอบถูกต้อง
3 คะแนน	เมื่อ	- ดีความจ้อยได้ถูกต้อง - มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์ถูกต้องเหมาะสม - ใช้วิธีการที่สมเหตุสมผล - มีความคาดเคลื่อนในการคำนวณและคำตอบที่ผิดพลาด
2 คะแนน	เมื่อ	- ดีความจ้อยได้ถูกต้อง - ใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง - ใช้วิธีการที่ไม่สมเหตุสมผล - ผิดพลาดในการคำนวณ แก้ปัญหาไม่ได้ หรือไม่มีคำตอบ
1 คะแนน	เมื่อ	- ดีความจ้อยถูกต้องบางส่วน - ไม่มีความแม่นยำในการใช้สัญลักษณ์ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่สมเหตุสมผล - คำนวณผิดพลาดแก้ปัญหาไม่ได้
0 คะแนน	เมื่อ	- ไม่ตอบ

การให้คะแนนในแต่ละข้อแบบถูกให้ 1 และผิดให้ 0

ข้อที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

การหาระยะทางจากเมือง E ไปเมือง A

- วาดรูปการเดินทางได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- เขียนสูตรความสัมพันธ์ตามทฤษฎีพีทาโกรัสได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- เขียนสูตรไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน ได้ 0 คะแนน
- แทนค่าสูตรตามระยะทางได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- แทนค่าสูตรไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
- คิดหาคำตอบและเขียนได้คำตอบถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- คิดหาคำตอบและเขียนคำตอบไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

ข้อที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

การหาจำนวนคู่สามจำนวนเรียงกัน

- กำหนดตัวแปรได้ถูกต้องทั้ง 3 จำนวน ได้ 1 คะแนน
- กำหนดตัวแปรใดตัวหนึ่งผิดหรือผิดทั้ง 3 จำนวน ได้ 0 คะแนน
- เขียนสมการได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- เขียนสมการไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
- แสดงวิธีการแก้สมการได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หาจำนวนคู่ทั้งสามจำนวนได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หาจำนวนคู่ทั้งสามจำนวนไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

ข้อที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

การหาปริมาตรของกรวยตรง

- หารัศมีของกรวยได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หารัศมีของกรวยไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
- หาสูงตรงของกรวยได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หาสูงตรงของกรวยไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
- เขียนสูตรการหาปริมาตรของกรวยได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- เขียนสูตรการหาปริมาตรของกรวยไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
- หาปริมาตรของกรวยได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หาปริมาตรของกรวยไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

ข้อที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

หาความกว้าง ความยาว ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจากรูปทรงกระบอก

- หาพื้นที่ผิวข้างของรูปทรงกระบอกถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หาพื้นที่ผิวข้างของรูปทรงกระบอกไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
- เขียนข้อความที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของพื้นที่ผิวข้าง
รูปทรงกระบอกสี่เหลี่ยมผืนผ้า ได้ 1 คะแนน
- สร้างสมการการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า ได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หาความกว้างและความยาวของด้านสี่เหลี่ยมผืนผ้า
ได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หาความกว้าง และความยาวไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

ข้อที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

การหาปริมาตรของแท่งโม (เนื้อแดงด้านใน)

- หารัศมีของแท่งโมทรงกลมใหญ่ได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หารัศมีของแท่งโมทรงกลมใหญ่ไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
- เขียนสูตรการหาปริมาตรทรงกลมได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- แทนค่าสูตรได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- แทนค่าสูตรไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
- หาปริมาตรของแท่งโมเนื้อแดงได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
- หาปริมาตรของแท่งโมเนื้อแดงไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

ด้านการวัดผล

1. รองศาสตราจารย์วิัญญา วิชาสาภรณ์
2. รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช

ด้านคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงษ์ศิริ เลาสุรโยธิน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์แสงเดือน เจริญนิม

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสร้างเกณฑ์และตรวจสอบเกณฑ์การให้คะแนน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงษ์ศิริ เลาสุริโยธิน
2. อาจารย์สวรส ศรีอนันตคม
3. อาจารย์วัฒนา มณีวงศ์
4. อาจารย์วิโชติ พงษ์ศิริ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	วสันต์ เตือนแจ้ง
วัน เดือน ปีเกิด	23 มิถุนายน พ.ศ. 2513
สถานที่เกิด	อำเภอท่าม่วง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	3/113 หมู่ 6 ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2528	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2532	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2536	วท.บ. (สถิติประยุกต์) วิทยาลัยครูเทพสตรี
พ.ศ. 2546	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร