

การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ
และวิธีการตรวจต่างกัน

ปริญญานิพนธ์
ของ
พรรณี เจียมสุขบุตร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2543
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ
และวิธีการตรวจต่างกัน

บทคัดย่อ
ของ
พรรณี เจียมสุบุตร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2543

๒ 80528

พรรณิ เจียมสุบุตร. (2543). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ , รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน โดยใช้วิธีการตรวจแบบวิธีรวม และ
วิธีการวิเคราะห์ โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542
ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกรุงเทพฯ กลุ่ม 7 จำนวน 70 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่ม
แบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการและอสมการ ผลการศึกษาค้นคว้าได้ผลดังนี้

1. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการ
ตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.92 และ 0.96 ตามลำดับ
ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวม ที่มีจำนวนผู้ตรวจ
2 คน และ 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.97 และ 0.98 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้
วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิธีรวม และ วิธีการวิเคราะห์ ของผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน มีค่าเท่ากับ 0.97
และ 0.92 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบที่ใช้วิธีการตรวจ
ให้คะแนนแบบวิธีรวม และ วิธีการวิเคราะห์ ของผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน มีค่าเท่ากับ 0.98 และ 0.96 ตามลำดับ
ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A COMPARISON OF RELIABILITY IN MATHEMATICAL
PROBLEM SOLVING TESTS WITH DIFFERENT
RATERS AND SCORING METHODS

AN ABSTRACT
BY
PUNNEE JEAMSUBUTR

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University
May 2000

Punnee Jeamsututr. (2000). *A Comparison of Reliability in Mathematical Problem Solving Tests with Different Raters and Scoring Methods*. Master thesis, M. Ed.
(Educational Measurement). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor Committee : Assoc. Prof. Aungkana Saiyos, Assoc. Prof. Chusri Wongrattana.

The purpose of this study was to comparison of reliability in Mathematical Problem Solving with two or three raters by Holistic and Analytical Scoring Method. The samples were selected by a Multistage Random Sampling of 70 Mathayomsuksa II students in academic year of 1999 from the seventh school group of Department of General Education in Bangkok. The instrument for collecting the data was the Mathematical Problem Solving Achievement Test. The result of this study were as the followings :

1. The reliability of Mathematical Problem Solving test that scoring by Analytical Method with two and three raters were 0.92 and 0.96 respectively and statistical significant of different at .05 level. But the test that scoring by Holistic Method with two and three raters were 0.97 and 0.98 respectively and were not statistical significant of different.

2. The reliability of Mathematical Problem Solving test that scoring by Holistic and Analytical Scoring Method with two raters were 0.97 and 0.92 respectively and statistical significant of different at .05 level. But the test that scoring by Holistic and Analytical Method with three raters were 0.98 and 0.96 respectively statistical significant of different at .05 level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

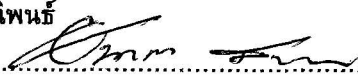
การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน

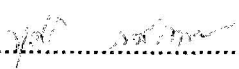
ของ
นางสาวพรรณณี เจียมสุบุตร

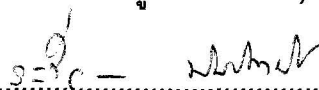
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่ เดือน พ.ศ. 2543

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์ธนะ)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็น และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่งจาก รศ.อังคณา สายยศ รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ ผศ.ระวีวรรณ พันธุ์พานิช และอ.ชวลิต รวยอาจิณ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำให้ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องในการสร้างเครื่องมือ

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารโรงเรียนและครู-อาจารย์ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณลัดดา เลือสืบทพันธุ์ คุณอัมพร วิชัยศรี คุณอรอนงค์ ป่ารุ่ง คุณอัจฉรา อรุณรักษ์สมบัติ คุณทัศนีย์ แสนพลพัฒน์ ที่ให้ข้อแนะนำ ช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูล พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ เอกการวัดผล การศึกษาที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการทำปริญญานิพนธ์

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของ บิดา-มารดา ครู-อาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอน และขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนในทุกด้าน จนทำให้ประสบความสำเร็จในการศึกษา

พรณี เจียมสุบุตร

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ความสามารถในการแก้ปัญหา.....	7
ประเภทของแบบทดสอบ.....	20
แบบทดสอบอัตนัย.....	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	35
ประชากร.....	35
กลุ่มตัวอย่าง.....	35
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	36
วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	36
ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	37
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	39
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	39
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	48
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	48
กลุ่มตัวอย่าง.....	48
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	48
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

5 (ต่อ)	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
	อภิปรายผล.....	50
	ข้อเสนอแนะ.....	50
	บรรณานุกรม.....	52
	ภาคผนวก.....	59
	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	70
	ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	71

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	35
2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	45
3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน.....	46
4 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจต่างกัน.....	47

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร	14
--	----

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

มนุษย์มีวิธีการแสวงหาความรู้ ความจริง หรือแก้ปัญหาที่ตนเองประสบมากมายหลายวิธี ทั้งที่มีระบบของเหตุผล และไม่มีระบบของเหตุผล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของปัญหาที่มนุษย์จำเป็นต้องแก้ปัญหานั้น ซึ่งการแก้ปัญหาโดยมิได้คำนึงถึงข้อมูลในสภาพความเป็นจริงที่ปรากฏในขณะนั้น อันเป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างไม่มีระบบของเหตุผลหรืออาจเรียกได้ว่าเป็นการคิดแก้ปัญหาโดยขาดการคิดที่มีคุณภาพ ลักษณะการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้นจึงมักจะไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร หรือข้อค้นพบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นไม่มีความยั่งยืนหรือนำไปใช้ได้ไม่กว้างขวาง มนุษย์จึงได้คิดค้นและนำเอาระบบของเหตุผลมาอธิบาย เพื่อสร้างเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น (เชตคักดี โฆวาสินธุ์, 2540 : 1)

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของทุกคน ทุกวัย และทุกสังคม นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรมีความเห็นสอดคล้องกันว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาควรจะเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญในหลักสูตร ดังที่ สาโรช บัวศรี (2518 : 7-9) ได้กล่าวไว้ว่า “ ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาควรเป็นจุดหมายปลายทางที่สำคัญของการจัดการศึกษา ” และ สิปปนนท์ เกตุทัต (2518 : 16-31) ก็ได้กล่าวไว้เช่นกันว่า “ ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาควรจัดไว้เป็นลักษณะของการศึกษาที่พึงประสงค์ ” นอกจากนี้ จอห์น ดิวอี้ (Dewey, 1933 : 17-21) นักการศึกษาและนักปรัชญาชาวอเมริกัน ก็ได้กล่าวไว้เช่นกันว่า “ ความสามารถแก้ปัญหาต้องเป็นเป้าหมายอันดับแรกของการจัดการศึกษา ” ส่วน เดวิด เทนเนอร์ (Tanner, 1975 : 25) ได้พูดถึงความสามารถแก้ปัญหาในการพัฒนาหลักสูตรว่า “ ความสามารถในการแก้ปัญหายังฉลาดและรวดเร็ว เป็นความต้องการพื้นฐานที่จะทำให้บุคคลประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิต ”

ปัจจุบันนี้การสอนให้คนคิดเป็นและการแก้ปัญหาเป็นนั้น ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่งของการจัดการศึกษาทั้งในระบบโรงเรียนและการศึกษานอกโรงเรียน ซึ่งแนวความคิดนี้ปรากฏในแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2520 ในหมวด 3 ระบบการศึกษาว่า การจัดการศึกษาในทุกระดับ จะต้องมุ่งให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา รักการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2524 : 10) ในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ได้กล่าวถึงคุณสมบัติที่ต้องการเน้น ที่ต้องการให้เกิดผลแก่ผู้เรียนในข้อ 1.4 ว่า ให้รู้จักคิด วิเคราะห์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และในส่วนของจัดการเรียนการสอน ได้เน้นให้ผู้สอนใช้วิธีสอนที่จะให้ผู้เรียนรู้ถึงสภาพของปัญหา และความต้องการของท้องถิ่น ผูกให้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น และรู้จักนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2524 : 2-4) ในส่วนของหลักการของแนวการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 กล่าวว่า การที่จะดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขนั้น จะต้องเป็นผู้ที่รู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2524 : 1) สำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ได้กำหนดการรู้จักแก้ปัญหาไว้ในจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 คือ เพื่อให้รู้จักวิธีการเรียนรู้ คิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ, 2524 : 7) นอกจากนี้ การศึกษานอกโรงเรียนยังได้กำหนดไว้อย่างชัดเจนในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับที่ 3 - 4 ว่ามีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงกระบวนการคิด (กรมการศึกษานอกโรงเรียน, 2526 : 2) จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญจุดหนึ่งของทุกระดับการศึกษา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีมุ่งเน้นด้านการคิด การแก้ปัญหา และในระบบการเรียนการสอน การแก้ปัญหานั้นเป็นหัวใจสำคัญและเป็นเป้าหมายสูงสุดเพราะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านการวิเคราะห์ พัฒนากทักษะเพื่อเป็นพื้นฐานไปสู่แนวความคิดใหม่ แต่การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังคงเน้นให้นักเรียน "จำ" และ "ทำ" ตามคำบอกของครู ด้วยการสอนแบบอธิบายและแสดงเหตุผล ขณะที่ผู้สอนอธิบายก็จะวิเคราะห์ ชี้แจง ดีความ ให้ผู้เรียนเข้าใจและสรุปด้วยตนเองผู้เรียนเป็นผู้ฟังเสียส่วนใหญ่ และไม่มีโอกาสร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมากนัก (ยุพิน พิพิธกุล. 2537 : 122-123) และเน้นการประเมินผลทางด้านพุทธิพิสัยในรูปของการสอบ โดยแบบทดสอบส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ก็จะเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ ซึ่งเชื่อว่า การวัดและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ด้วยแบบทดสอบประเภทนี้จะสามารถวัดได้ละเอียดและครอบคลุมตามเป้าหมายที่ตั้งไว้เหมือนกับวิชาอื่นๆด้วยเช่นกัน ซึ่งพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวถือว่า ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่เน้นให้ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิดคำนวณ และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ และไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของรายวิชาที่เน้นความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิดคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้นพฤติกรรมการเรียนรู้หรือผลสัมฤทธิ์ที่ต้องวัดต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิดคำนวณ และทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งอาจเทียบเคียงทักษะการแก้โจทย์ปัญหาได้กับการวิเคราะห์และการสังเคราะห์ของเซตย่อยของพุทธิพิสัยในสารถานุกรมของ Bloom และคณะ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2536 : 166-167) ซึ่งการแสดงความถึเห็น วิพากษ์วิจารณ์เรื่องราว หรือพฤติกรรมต่างๆ ซึ่งได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ ทศนคติ พฤติกรรมทางสมองด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) ซึ่งเป็นลักษณะความคิดในเชิงริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการใช้ภาษา ความสามารถในการใช้เหตุผล การวางแผนงาน และการแสดงออกในลักษณะจินตนาการ เราไม่สามารถใช้ข้อสอบปรนัยหรือข้อสอบชนิดอื่นวัดได้ หรือวัดได้ลำบาก (สมเกียรติ ปดิษฐพร. 2525:40) แม้ว่าแบบทดสอบแบบปรนัยแบบต่างๆจะเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันในช่วง 50 ปีที่แล้วมาก็ตาม แต่แบบทดสอบแบบความเรียงหรือแบบตอบสั้นๆก็ยังคงใช้กันอย่างกว้างขวาง กรอนลันด์ (Gronlund. 1965 : 108) ได้เปรียบเทียบประโยชน์ของแบบทดสอบแบบปรนัยกับแบบทดสอบแบบความเรียงไว้ว่า ในการวัดผลการเรียนรู้ แบบทดสอบแบบปรนัยเหมาะต่อการวัดความรู้ที่เกี่ยวกับความจริง และมีแบบทดสอบแบบปรนัยบางชนิดสามารถวัดความสามารถในการเข้าใจ และทักษะในการคิดได้ ส่วนแบบทดสอบแบบความเรียงนั้นไม่เหมาะที่จะใช้วัดความรู้เกี่ยวกับความจริง แต่เป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมต่อการวัดความสามารถด้านเข้าใจ ทักษะในการคิด ผลการเรียนรู้ที่ซับซ้อน ความสามารถในการเลือกสรร การประมวลความคิด ความสามารถทางการเขียน และทักษะในการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของซิลเวอร์ (M.E. Magone, et al. 1994 : 317 citing Silver. 1992. *International Journal of Education Research*) กล่าวว่า การใช้แบบทดสอบเลือกตอบในวิชาคณิตศาสตร์ไม่ก่อให้เกิดทักษะด้านการคิด มักเน้นความรู้ความจำมากกว่าความรู้ที่แท้จริง และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics : NCTM .1989 : 23) กล่าวว่า การใช้แบบทดสอบเลือกตอบในวิชาคณิตศาสตร์ขัดกับจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นความสำคัญด้านการคิด ความเข้าใจ การให้เหตุผล การแก้ปัญหาที่เน้นความต่อเนื่อง การประยุกต์ใช้ และการสื่อสาร โดยให้ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายและจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และให้การแก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญในกิจกรรมการเรียนการสอน สำหรับประเทศไทยแม้ว่าจุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจนว่า 1) เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ 2) สามารถคิดอย่างมีเหตุผล ใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระเบียบชัดเจนและรัดกุม 3) ให้มีทักษะในการคิดคำนวณ เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งที่มีต่อ

ชีวิตประจำวัน และเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ และ 4) สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการศึกษา (กรมวิชาการ, 2535 : 40) แต่การเรียนการสอนที่ผ่านมายังไม่บรรลุผลเท่าที่ควร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของการมัธยมศึกษา คณะแผนกสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ได้คะแนนร้อยละ 31.53 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนร้อยละ 29.63 (กรมวิชาการ, 2538 : 28 , 88) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของไทยร่วมกับนานาชาติเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงให้ดีขึ้น (ภัทรกุล จิรวิทย์านนท์, 2530 : 11)

เนื่องจากในปัจจุบันนิยมใช้การประเมินผลจากสภาพจริง เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงมากที่สุด ดังนั้นการวัดและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ ก็ควรเลือกใช้แบบทดสอบที่ก่อให้เกิดทักษะด้านการคิด ความเข้าใจ การให้เหตุผล และความสามารถในการแก้ปัญหา โครงสร้างของข้อสอบคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนิยมสอบวัดเป็น 3 ลักษณะคือ ความคล่องแคล่วในการคิดคำนวณตัวเลขได้อย่างแม่นยำ (สอบวัดด้านทักษะ) ความสามารถในการคิดคำนวณจากโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (การแก้ปัญหาโจทย์) และความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์) โดยการสอบวัดต้องสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา และลักษณะที่ต้องการ (วิรัช วรรณรัตน์, 2529 : 80) และจากผลการวิจัยของกองวิจัยทางการศึกษาดมวิชาการ (2532) พบว่าลักษณะข้อบกพร่องของเด็กทางคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะคือ ด้านความคิดรวบยอด ด้านการคิดคำนวณ และด้านการแก้ปัญหาโจทย์ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป้าหมายของการศึกษามักกำหนดความสามารถที่ติดอยู่กับรายวิชาไม่ได้เลยไปถึงการนำความรู้ไปใช้จึงมุ่งสอนให้จบเนื้อหาขาดการเชื่อมโยงในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ผู้เรียนไม่ค่อยมีโอกาสร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมแก้ปัญหา (โกวิท ประวาลพุกษ์, 2534 : 3) แบบทดสอบแบบอัตนัยจึงเป็นแบบทดสอบอีกประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะสามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แบบทดสอบอัตนัยโดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 204) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เรื่อง สมการและอสมการ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจ และวิธีการตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน ว่าแบบใดที่จะให้ความเชื่อมั่นสูงสุด โดยผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจะเป็นแนวทางในการเลือก จำนวนผู้ตรวจ และวิธีการตรวจให้เหมาะสมและมีความเชื่อมั่นสูงสุดที่จะใช้กับแบบทดสอบอัตนัย อันจะเป็นประโยชน์ต่อการวัดผลการศึกษา และเป็นการพัฒนาการประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ ครู-อาจารย์ และผู้ที่เกี่ยวข้อง

ได้สนใจและเห็นคุณค่า นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ ความสามารถในเรื่องอื่นๆ เพื่อให้ได้ตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกรุงเทพฯ กลุ่ม 7 จำนวน 15 โรงเรียน โดยแบ่งเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 5 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 6 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 178 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 7,303 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกรุงเทพฯ กลุ่ม 7 จำนวน 5 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 70 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย

3.1.1 จำนวนผู้ตรวจ แบ่งเป็น

3.1.1.1 ผู้ตรวจ 2 คน

3.1.1.2 ผู้ตรวจ 3 คน

3.1.2 วิธีการตรวจ แบ่งเป็น

3.1.2.1 การตรวจโดยวิธีรวม (Holistic Method)

3.1.2.2 การตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method)

3.2 ตัวแปรตาม คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสมการและอสมการ ซึ่งเป็นเนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถของนักเรียนได้คงที่แน่นอน
2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะผสมผสานทั้งความรู้ ความเข้าใจ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ที่จะหาค้นพบวิธี หรือแนวทางในการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดให้ได้เป็นผลสำเร็จ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบอันน้อย ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 204) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เรื่อง สมการและอสมการ

4. เกณฑ์การให้คะแนน หมายถึง หลักการที่ใช้ในการกำหนดคะแนน เพื่อชี้บอกระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. วิธีการตรวจ หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบจากการตอบในกระดาษคำตอบของนักเรียน สำหรับงานวิจัยนี้ มีการตรวจให้คะแนน 2 วิธี ดังนี้ คือ

5.1 การตรวจโดยวิธีรวม (Holistic Method) หมายถึง การตรวจที่พิจารณาข้อสอบโดยรวมมากกว่าการวิเคราะห์รายละเอียดปลีกย่อย โดยที่ผู้ตรวจจะพิจารณาข้อสอบที่ละเอียดแล้วจัดแบ่งข้อสอบออกเป็นกองๆ ตามระดับคุณภาพของข้อสอบ สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ การตรวจโดยวิธีรวมจะเป็นการตรวจโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งเป็นการปรับปรุงมาจากการตรวจให้คะแนนข้อสอบโดยกำหนดตามระดับความผิดพลาด (กรมวิชาการ. 2539 : 54-59) ตามเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 4 คะแนน เมื่อ - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหาสมการหรือสมการได้
 - แสดงวิธีการแก้ปัญหาสมการหรือสมการและคำนวณได้ถูกต้อง สมบูรณ์ตามหลักการทางคณิตศาสตร์
 - คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ
- 3 คะแนน เมื่อ - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาสมการหรือสมการได้
 - แสดงวิธีการแก้ปัญหาสมการหรือสมการ และคำนวณได้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ แต่อาจมีความผิดพลาดในการคำนวณเล็กน้อย
 - คำตอบถูกต้อง ชัดเจน ไม่คลุมเครือ แต่อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์
- 2 คะแนน เมื่อ - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาสมการหรือสมการได้เพียงเล็กน้อย
 - แสดงวิธีการแก้ปัญหาสมการหรือสมการตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้บ้าง แต่การคำนวณมีที่ผิดมาก
 - คำตอบยังไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนหรือมีสองนัย
- 1 คะแนน เมื่อ - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาสมการหรือสมการผิด หรือเน้นส่วนประกอบที่ไม่สำคัญมากเกินไป
 - แสดงวิธีการแก้ปัญหาสมการหรือสมการตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก และการคำนวณผิดพลาด
 - คำตอบผิด หรือเข้าใจยาก
- 0 คะแนน เมื่อ - ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกต้อง
 - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญผิด ไม่ตรงประเด็น
 - ไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหาสมการหรือสมการใด ๆ

5.2 การตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method) หมายถึง การตรวจตามประเด็นที่ได้ทำเฉลยไว้ล่วงหน้า โดยแบ่งออกเป็นประเด็นที่สำคัญ หรือเฉพาะ หรือชัดเจน และมีการกำหนดคะแนนเป็นส่วนย่อยๆ ในแต่ละประเด็นเหล่านั้น สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้การตรวจโดยการวิเคราะห์จะเป็นการตรวจโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งปรับปรุงมาจากการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของ เลสเตอร์ และโอล์เดเฟเฟอร์ (สมสว่าง ธนะพานิชย์สกุล. 2539 : 19-20 ; อ้างอิงจาก Lester and O'Daffer. 1987. *Educational Testing and Measurement.*) โดยเป็นการตรวจให้คะแนนตามลำดับขั้นดังนี้

ความเข้าใจในปัญหา	ให้	1 คะแนน เมื่อเขียนสมการหรือสมการถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อเขียนสมการหรือสมการไม่ถูกต้อง
วิธีการแก้ปัญหา	ให้	2 คะแนน เมื่อวิธีการแก้สมการหรือสมการได้ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อวิธีการแก้สมการหรือสมการได้ถูกต้องบางส่วน 0 คะแนน เมื่อวิธีการแก้สมการหรือสมการไม่ถูกต้อง
ผลลัพธ์ที่ได้	ให้	1 คะแนน เมื่อตอบถูก 0 คะแนน เมื่อตอบผิด

6. ผู้ตรวจ หมายถึง ครูที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 3 ปี

7. จำนวนผู้ตรวจ หมายถึง จำนวนครูที่ตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียน จากการสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งจำนวนผู้ตรวจดังนี้

7.1 ผู้ตรวจ 2 คน

7.2 ผู้ตรวจ 3 คน

8. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิทางการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป ทางด้านการวัดผลทางการศึกษาหรือทางด้านคณิตศาสตร์ หรือเป็นผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหาต่างๆ ตามลำดับต่อไปนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไป
 - 1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ประเภทของแบบทดสอบ
3. แบบทดสอบอัตนัย
 - 3.1 ลักษณะของแบบทดสอบอัตนัย
 - 3.2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย
 - 3.2.1 การตรวจโดยวิธีรวม
 - 3.2.2 การตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไป

1.1.1 ความหมายและประเภทของปัญหา

การแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ กระบวนการประยุกต์ที่นำหลักเกณฑ์ ความรู้ที่มีอยู่ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ (ดุษฎี สิตลวรพงศ์. 2531 : 55 ; วัลลภา อาริรัตน์. 2528 : 36 ; Hilgard and Bower. 1975 : 615 ; Gagne. 1985 : 178) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน ความคิดรวบยอด และทักษะที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลานาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ (หล้า ภวภูตานนท์. 2538 : 8)

อดัมส์ เอลลิสและบีสัน (Adams , Ellis and Beeson. 1977 : 173-174) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่า คือสถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้รับวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาคงค้นหาว่า จะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

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

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

1.1 ปัญหาให้ค้นคว้า เป็นปัญหาให้ค้นคว้าหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือให้หาวิธีการคำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือ ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

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

2.1 ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหาที่มีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

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

3.1 ปัญหาปลายเปิด (Open - Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

3.2 ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี

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

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

4.1 ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น

4.2 ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคำนวณ

4.3 ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

4.4 ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่างๆ เพื่อความเข้าใจวางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

4.5 ปัญหาการประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนคติ และข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

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

การแก้ปัญหา เป็นความเกี่ยวข้องระหว่างประสบการณ์เดิม ความรู้ ความเข้าใจ และการดำเนินการที่ใช้ข้อมูลที่กำหนดแล้วสังเคราะห์เป็นข้อค้นพบที่เป็นคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหามีความหมายถึง กระบวนการทั้งหมดในการแก้ปัญหาไม่ใช่แค่ผลลัพธ์สุดท้าย โพลยา (Kaur. 1993 : 71 ; citing Polya. 1969. *Mathematics in commonwealth schools*. p. 27-34) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาทั้งปัญหาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ต่างก็มีความสำคัญ แต่มีจุดหมายที่ต่างกันคือ ปัญหาธรรมดามีจุดหมายที่เฉพาะเจาะจง เกี่ยวกับการใช้กฎต่างๆ เป็นการมุ่งฝึกกระบวนการและความหมาย ไม่ได้ต้องการที่จะให้คิดสร้างหรือค้นพบสิ่งใหม่ๆ ในการหาคำตอบ ส่วนปัญหาแปลกใหม่ต้องการให้มีการคิดสร้างหรือค้นพบสิ่งใหม่ๆ ในการหาคำตอบของปัญหา นอกจากนี้เขายังกล่าวว่าการศึกษาระดับมัธยมศึกษาไม่สามารถบรรลุเป้าหมายขั้นสูงได้ถ้าปราศจากการใช้การแก้ปัญหาแปลกใหม่ในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนอย่างเหมาะสม

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. ระบุนโยบายที่ต้องการและข้อมูลที่กำหนดให้
10. แบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ หรือเปลี่ยนมุมมองปัญหา

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

- การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก
- การพัฒนาสูตรและเขียนสมการ
- การเทียบเคียงกับปัญหาอื่น
- การเขียนแผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

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

1. ยุทธวิธีทั้งหลายสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาที่มีอยู่อย่างหลากหลาย
2. ยุทธวิธีสามารถประยุกต์ใช้ในแนวทางต่างกัน สำหรับปัญหาที่ต่างกัน
3. การแก้ปัญหาสามารถแก้ได้หลากหลายวิธี ไม่จำเป็นต้องเลือกไปที่จะใช้ยุทธวิธีที่เฉพาะเจาะจงกับปัญหาที่กำหนด
4. นักเรียนจะไม่บรรลุผลในระดับเดียวกันทั้งหมดในการใช้แต่ละยุทธวิธี

5. กระบวนการเลือกใช้ยุทธวิธีมีความสำคัญพอๆ กับความถูกต้องของการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาได้คำตอบไม่ถูกต้อง นักเรียนควรมีโอกาสเลือกและลองใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ

6. นักเรียนทุกคนต้องการโอกาสที่จะเรียนและใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

การที่จะแก้ปัญหาได้นั้น ยุทธวิธีนับว่ามีความสำคัญ ยุทธวิธีนั้นมีหลากหลาย การรู้จักเลือกใช้ยุทธวิธีให้เหมาะสมกับปัญหา นอกจากจะส่งผลให้แก้ปัญหาได้แล้ว ยังอาจมีผลต่อวิธีการแก้ปัญหาให้ง่ายและสั้นอีกด้วย

1.1.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

เมื่อมีกระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแล้ว ก็ยังไม่ได้ประกันว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้ดี เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ใช่ความสามารถที่เป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดตายตัว ต้องมีการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบการคิดและการแก้ปัญหาใหม่ๆ เสมอ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความสามารถหลายๆ 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)

บาร์ดี้ (Baroddy. 1993 : 2-10) กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Factor) ซึ่งจะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน

3. องค์ประกอบทางด้านการคิดโดยใช้เหตุผลขั้นสูง (Metacognitive Factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่า ทริพยากรณ์อะไรบางอย่างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทริพยากรณ์เหล่านั้นได้อย่างไร

นอกจากจะมีความรู้ความเข้าใจ มียุทธวิธีและการสังเคราะห์ความคิดในการแก้ปัญหา มีความรู้สึกที่ดีเป็นแรงขับเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว บาร์ดี้ (Baroddy. 1993 : 2-10) ยังกล่าวย่ำว่า นักแก้ปัญหาที่ดี จะต้องมีความยืดหยุ่น เพราะความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับทริพยากรณ์ที่มีอยู่ในลักษณะบูรณาการองค์ความรู้ในการแก้ปัญหา

เฮดเดนส์ และ สเพียร์ (Heddens and Speer. 1982 : 34-35) ได้กล่าวถึงความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาว่า ขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบดังต่อไปนี้

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

การจัดบรรยากาศในห้องเรียนส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ฉะนั้นครูจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียน ที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้น ให้เหตุผลและสื่อสารกัน

เวลานับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องมีเวลาเพียงพอในการแก้ปัญหา แต่ละคนต้องการเวลาในการแก้ปัญหาไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

ฮาร์ท (Hart. 1993 : 169-170) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือในกลุ่มย่อย พบว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดี 3 ประการ คือ

1. ความร่วมมือกันในกลุ่ม
2. ความช่วยเหลือกันในกลุ่ม
3. ปทัสถานทางสังคมในกลุ่มย่อย

นอกจากนี้ ฮาร์ท ยังพบว่า องค์ประกอบที่ขัดขวางพฤติกรรมในการแก้ปัญหา 4 ประการ คือ

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

1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

1.2.1 ความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์เป็นรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหาที่ต้องใช้ หลักการและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาประมวลเข้ากับสถานการณ์ปัญหาใหม่ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 53)

การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ (Lester. 1977 : 12) และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตรและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หลายหน่วยงานที่รับผิดชอบและดูแลการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ต่างก็ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา ดังเช่น ในปี ค.ศ. 1977 สมาคมศึกษานิเทศก์ ในสหรัฐอเมริกา (NCSM. 1977 : 19-22) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรกในจำนวนทักษะพื้นฐานที่จำเป็น 10 ประการ ทำนองเดียวกันในปี ค.ศ. 1980 สมาคมครูคณิตศาสตร์ ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1980 : 1-3) ได้เสนอให้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญของหลักสูตร เป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อผลักดันให้การแก้ปัญหามุ่งตามเป้าหมาย ในปี ค.ศ. 1989 สมาคมครูคณิตศาสตร์ ในสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดเป้าหมายและแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนไว้ใน Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics โดยระบุเป้าหมาย แนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน ตลอดจนแนวการวัดผลประเมินผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน (NCTM. 1989) ในส่วนของการสอน เบลล์ (Bell. 1978 : 311) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่าการแก้ปัญหามีความสำคัญ และเหมาะที่จะใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะ การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ และเป็นเครื่องช่วยให้ประยุกต์ศักยภาพเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์ใหม่ การแก้ปัญหามีให้นักเรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนคติ และหลักการต่างๆ โดยการแสดงการประยุกต์ใช้ในคณิตศาสตร์เองและที่สัมพันธ์กับสาขาวิชาอื่นๆ นอกจากนี้ เพอดิคาลิส (Perdikaaris. 1993 : 423) ยังได้กล่าวถึงการแก้ปัญหว่าเป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ที่จะนำไปสู่แนว

ความคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการแก่นักเรียน เช่น ความใฝ่รู้ ความอยากรู้อยากเห็น

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ภาษา หรือโจทย์เรื่องราว หรือโจทย์เชิงสนทนาที่ไม่คุ้นเคย ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เป็นข้อความและตัวเลข โดยต้องการคำตอบเชิงปริมาณตัวเลข หรือคำอธิบายให้เหตุผล ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่า ใช้วิธีการใดแก้โจทย์ปัญหา (Adams, Ellis and Beeson. 1977 : 178 ; ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 52) ดังนั้นการแก้ปัญหาต้องอาศัยทักษะหลายๆ ทักษะ เช่น ทักษะการอ่าน ทักษะการวิเคราะห์ปัญหา ทักษะการคิดคำนวณ การมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ มาประกอบกัน จึงจะสามารถบรรลุผลสำเร็จในการแก้ปัญหา (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2526 : 427)

เป้าหมายสูงสุดของหลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์ทั่วโลก คือ พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524 : 140 ; น้อมศรี เกท. 2526 : 65 ; Adams, Ellis and Beeson. 1977 : 1977 ; Ashlock and others. 1983 : 238) ประเทศไทยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2535 : 40)

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ปรากฏในสิ่งแวดล้อม สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระเบียบชัดเจนและรัดกุม
2. เพื่อให้มีทักษะในการคิดคำนวณ
3. เพื่อให้เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งที่มีต่อชีวิตประจำวันและที่เป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้
4. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ที่ใช้คณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์จุดประสงค์ทั้ง 4 ข้อ พบว่า เป็นจุดประสงค์ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาเป็นประเด็นสำคัญ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องเน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยจะต้องปรับปรุงวิธีการเรียนการสอน กำหนดโจทย์ปัญหาให้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ และเรียนรู้โดยการค้นพบหรือการร่วมมือของเพื่อนในห้อง โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ประสานงานคอยชี้แจงในสิ่งที่ปัญหาและช่วยพิจารณาแก้ไขในส่วนที่ผู้เรียนบกพร่อง (น้อมศรี เกท. 2526 : 65)

1.2.2 รูปแบบของโจทย์ปัญหา

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

1. โจทย์ปัญหูปกติ (Routine Problem) คือ โจทย์ปัญหาที่มุ่งเน้นฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง ใช้หลักการและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยาก มีข้อมูลที่จำเป็นและมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว
2. โจทย์ปัญหาไม่ปกติ (Nonroutine Problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง มีข้อมูลทั้งจำเป็นและไม่จำเป็น ใช้หลักการและกฎเกณฑ์ที่ซับซ้อน เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล คำตอบอาจจะมีมากกว่า 1 คำตอบก็ได้

ดังนี้

ครูลิก และรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993 : 10-11) ได้เสนอคุณลักษณะของปัญหาที่ดี

1. เป็นปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการการการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสังเกต
3. เป็นปัญหาที่มีคำตอบไม่ชัดเจนเหมาะสำหรับการอภิปรายในกลุ่ม
4. เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับมโนคติและการประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์
5. เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการหรือรูปแบบทั่วไปของการแก้ปัญหา
6. เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรืออาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ

ปรีชา เนารีย์ผล (2537 : 62) เสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

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

1.2.3 กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process)

การมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ดี และกระบวนการแก้ปัญหา มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคณิตศาสตร์ เพราะคำตอบของปัญหาที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาก็จะทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่นๆ ได้ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Perdikaris. 1993. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. p. 432) กระบวนการแก้ปัญหาก็เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปคือกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14 - 17 ; อ้างอิงจาก Polya. 1957. *How To Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. p. 16-17) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) นั่นคือเข้าใจว่า อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ หากเกิดความกำกวม ลังคั่น หรือขัดแย้ง ควรใช้การวาดรูปและควรแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษ จะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้

- 2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมา หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่
- 2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้ และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่
- 2.3 พิจารณาลึกลับที่โจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่รู้เหมือนกัน และพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยพบ มาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

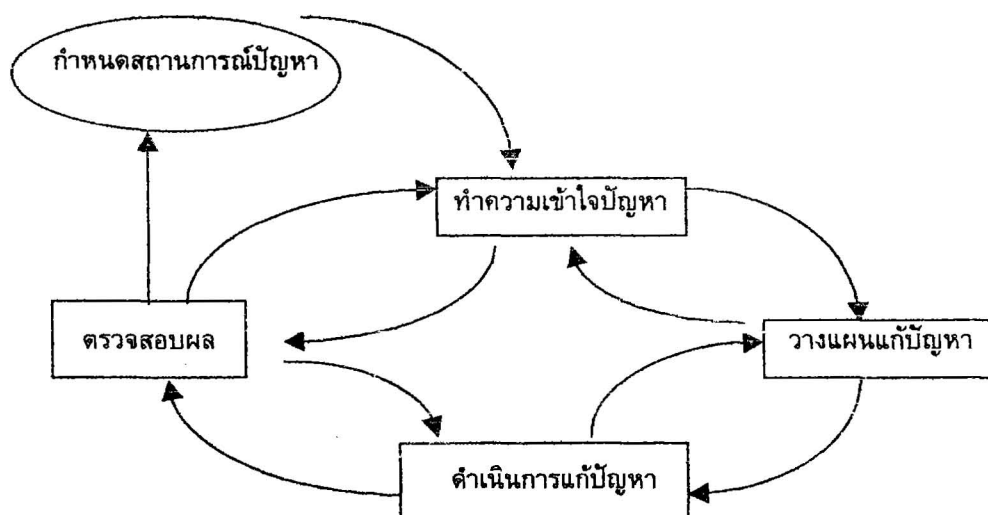
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการในการแก้ปัญหาวិธีอื่นๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆ

ในขั้นการตรวจสอบ นอกจากจะเป็นการตรวจสอบผลที่ได้ว่าถูกต้อง เหมาะสมแล้ว อาจปรับเปลี่ยนเงื่อนไขบางประการแล้วหาข้อสรุปและสรุปผลในรูปการแก้ปัญหาในรูปทั่วไป ซึ่ง วิลสัน, เฟร์นันเดซ และ ฮาดเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993. *Research Ideas for the Classroom, High School*. p. 60-62) มองว่ารูปแบบดังกล่าวมีข้อบกพร่องดังนี้

1. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในแนวตรงเสมอ
2. การแก้ปัญหาเป็นดังเช่นชุดของขั้นตอน
3. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องจำ ต้องฝึกและต้องกระทำซ้ำๆ
4. เป็นการเน้นการได้มาเพียงคำตอบ

จากข้อบกพร่องข้างต้น วิลสัน เฟร์นันเดซ และ ฮาดเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 14-17 ; อ้างอิงจาก Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993. *Research Ideas for the Classroom, High School*. p. 60-62) ได้ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของ โพลยา โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัตร (Dynamic) และเป็นวงจรของขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร

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

ลูกศรเป็นการแสดงการพิจารณาตัดสินใจที่เป็นการดำเนินการทำงาน จากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่งหรืออาจจะพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนเดิมหากมีปัญหาหรือข้อสงสัยจะเห็นว่ากระบวนการไม่จำเป็นต้องเป็นแนวตรงตามรูปแบบเดิม เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นตอนแรก คือ ทำความเข้าใจปัญหา แล้วดำเนินการไปสู่ขั้นการวางแผน ระหว่างการดำเนินการนั้นนักเรียนอาจค้นพบสิ่งที่ทำให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ นักเรียนอาจจะกลับไปเริ่ม

วางแผนใหม่ หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป

1.2.4 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บลูม (สุพัทธรา เศวตะดุล. 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. ทักษะในการสื่อความหมายในทางคณิตศาสตร์

ชาลิสกี (สุพัทธรา เศวตะดุล. 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 (สุพัทธรา เศวตะดุล. 2529 : 16-17 ; อ้างอิงจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524. *ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์*. หน้า 147) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา โดยพิจารณาแยกแยะระหว่างสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา

2. จากสิ่งที่กำหนดให้ แปลงให้อยู่ในรูปที่เห็นชัดขึ้น โดยใช้แผนภาพ หรือรูปภาพประกอบ

3. จากแผนภาพที่สร้างขึ้น พิจารณาหาเงื่อนไขอื่นๆ เพิ่มเติม โดยอาศัยนิยาม คุณสมบัติ

ทฤษฎีต่างๆ ที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

4. ในบรรดาสิ่งที่กำหนดให้กับเงื่อนไขที่ได้เพิ่มเติม มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร หรือมีเงื่อนไขอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่

5. คิดหาวิธีการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงปัญหาที่คล้ายคลึงกัน และทดลองเลียนแบบวิธีการแก้ปัญหา หรืออาจวิเคราะห์จากสิ่งที่โจทย์ต้องการ พิจารณาว่าต้องมีเงื่อนไขใดอีกบ้างจึงจะได้สิ่งที่ต้องการ และเงื่อนไขนั้นจะพบได้อย่างไร

6. เรียบเรียงจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

7. ทดสอบคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่

8. ถ้าการแก้ปัญหาทำได้หลายวิธี เลือกวิธีที่สั้น และง่ายที่สุด

โรเบิร์ต จอห์นสัน (สุพัทธรา เสวตะดุล. 2529 : 17 ; อ้างอิงจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524.

ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์. หน้า 141 ; อ้างอิงจาก Johnson. 1977. *The Arithmetic teacher.*) กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาต้องใช้กระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน มโนคติ และทักษะที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ การที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้พื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มโนคติ และทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ
2. มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ
3. มีความสามารถในการแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ
4. มีความสามารถในการวิเคราะห์หาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เก่า
5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน การวิเคราะห์หารูปแบบและการหา

ข้อสรุป

ทบวงมหาวิทยาลัย (สุพัทธรา เสวตะดุล. 2529 : 17-18 ; อ้างอิงจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524.

ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูคณิตศาสตร์. หน้า 99) ได้เสนอแนะลักษณะการแสดงออกของพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ทักษะการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการคิดคำนวณได้อย่างคล่องแคล่วแม่นยำ หรือแทนค่าสัญลักษณ์ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง ในเวลาที่กำหนดให้ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การแก้สมการอย่างง่ายๆ ไม่ซับซ้อน และการแทนค่าตัวแปรต่างๆ
2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการ ตีความ ขยายความ สรุปผล เปรียบเทียบบอกขั้นตอนก่อนหลัง เช่น สามารถบอกว่า คู่อันดับใดสอดคล้องกับสมการที่กำหนดให้ได้
3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆทั้งที่เคยพบเห็นและไม่เคยพบเห็นมาก่อน โดยอาศัยการคิดคำนวณ การให้เหตุผลและมโนคติต่างๆ ประมวลเข้าด้วยกันในการแก้ปัญหาต่างๆ ตลอดจนความสามารถในการติดตามการพิสูจน์

สำหรับการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีของเธอร์สโตน (สุพัทธรา เสวตะดุล. 2529 : 18 ; อ้างอิงจาก Thurstone. 1947. *Multiple-factor Analysis ; a Development and Expansion of the Vectors of Mind.* p. 121) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านตัวเลขหรือด้านคณิตศาสตร์นั้น คือ สมรรถภาพในการที่จะเข้าใจ และสามารถคำนวณตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้นผู้ที่มีความชำนาญ คล่องแคล่วแม่นยำมาก ก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนั้นสูง ลักษณะข้อสอบประเภทนี้มีโครงสร้าง ดังนี้

1. ข้อสอบประเภททักษะ เป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณ
2. ข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการย่นหรือการขยายกฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และมโนภาพในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ เมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่างๆ แล้วจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางกว่าเดิมได้หรือไม่
3. ข้อสอบประเภทปัญหาโจทย์เป็นการวัดสมรรถภาพด้านการแก้ปัญหา แบบทดสอบประเภทนี้ประกอบด้วย คำถามโจทย์ปัญหาทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลักษณะของคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความ ให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลข จำนวน และการใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ นอกจากนี้เป็นความสามารถการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่างๆ แล้วต้องเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตร

ล้วน สายยศ (สุพิทตรา เทวตะดุล. 2529 : 18-19 ; อ้างอิงจาก ล้วน สายยศ. 2518. พัฒนา
 วัฒน 11. หน้า 26-30) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกข้อสอบคณิตศาสตร์ ว่าควรเน้น 3 ประการ คือ
 คณิตศาสตร์ทักษะ คณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา เพื่อจะได้รู้จุดบกพร่องในการคิด
 คณิตศาสตร์ของเด็กเมื่อเด็กบกพร่องด้านใดจะได้สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นการแก้ปัญหา
 ตั้งแต่จุดเริ่มต้น

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

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

ค. คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา การเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์แบบโจทย์ปัญหานั้น มุ่งตรวจสอบ
 ผลสัมฤทธิ์สุดท้ายในการคิด นั่นคือ สร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา แล้วหาว่าผลลัพธ์เป็นเท่าไรนั่นเอง
 วิธีการหรือเหตุผลจะเป็นอย่างไร ข้อสอบลักษณะนี้ไม่สนใจ สนใจแต่คำตอบสุดท้ายจากการแก้ปัญหาเมื่อมี
 สถานการณ์ใดๆ ขึ้นเท่านั้น

ชวาล แพร่ติกุล (สุพิทตรา เทวตะดุล. 2529 : 19-20 ; อ้างอิงจาก ชวาล แพร่ติกุล. 2517.
 การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ. หน้า 46-47) ได้ชี้ให้เห็นว่า โครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์
 ในปัจจุบันนิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับวัดทักษะหรือความคล่องแคล่วแม่นยำใน
 การคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบสำหรับวัด
 ความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่า แบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการ
 บวก ลบ คูณ หาร ตัวเลข ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ เทียบได้กับความสามารถ
 ในการสะกดคำของวิชาภาษาไทย ฉะนั้นโครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการให้มีอิทธิพลของภาษา
 เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเลย จัดว่าเป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณตัวเลขโดยเฉพาะ

2. แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วย คำถามประเภทโจทย์ต่างๆ
 ทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลีลาคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความหมาย และ
 การให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวน กับวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นสำคัญ คำถามประเภทโจทย์ปัญหานี้
 มิได้หมายถึงคำถามที่ให้นักเรียนนำตัวเลขไปแทนค่าในสูตรโดยตรง ดังเช่น ในเรื่องการหาดอกเบี้ยหรือให้หา
 พื้นที่ของวงกลมเลย เพราะคำถามชนิดนี้ไม่มีลักษณะเป็นปัญหา แต่เป็นการวัดความสามารถในการจำสูตรและ
 กฎเกณฑ์ต่างๆ แล้วก็เอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตรเท่านั้นเอง

3. แบบทดสอบประเภทเหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอด
 เชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ ต้องการวัดว่า
 เมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่างๆ แล้วเขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์
 ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่ แบบทดสอบประเภทนี้จะช่วยให้ครู-อาจารย์ได้ทราบว่า หลังจากเรียนเนื้อหา
 ต่างๆ แล้ว นักเรียนเกิดความคิดในเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณเหล่านั้นหรือไม่ หรือเพียงแต่จำสูตรและ
 วิธีการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการในกฎเกณฑ์เหล่านั้นเลย

1.2.5 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

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

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา มีทักษะที่เกี่ยวข้อง คือ ทักษะการอ่านและทักษะการฟัง โดยแยกแยะประเด็นสำคัญว่า ปัญหากำหนดอะไรให้และต้องการให้หา มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็น ต้องรู้ศัพท์ นิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงและนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ หรือการเน้นข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึก เพื่อแยกประเด็นสำคัญ การเขียนแผนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างตัวแบบ การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดจากการฝึกทักษะการแก้ปัญหา จนกระทั่งมีความชำนาญกับรูปแบบการแก้ปัญหา ดังนั้นเมื่อเผชิญปัญหาใหม่ จึงสามารถเชื่อมโยงนำวิธีการไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผลมั่นใจว่าผู้เรียนจะแก้ปัญหาได้ แต่ถ้าการคำนวณผิดพลาด ก็ถือว่าแก้ปัญหาไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล ผู้เรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด มีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ต้องอาศัยความสามารถสูง ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องอาศัยแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ได้แก่ เจตคติ ความสนใจ อึดทนโน้ทน หรือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นต้น เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีต้องยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดติดรูปแบบที่คุ้นเคย ยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ เพราะความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยการบูรณาการความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหา แรงขับที่มีอยู่จะเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่

1.2.6 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

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

1. พัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน โดยการวิเคราะห์ความสำคัญ ความเข้าใจในปัญหาเป็นรายบุคคล หรือกลุ่ม อภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบ ความเพียงพอหรือความเกินพอของข้อมูลปัญหาที่ใช้เพิ่มเติมอาจไม่ใช่ปัญหาคณิตศาสตร์ก็ได้

1.2 การใช้กลวิธีเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจ

1.2.1 การเขียนภาพ แผนภาพ หรือแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล จะช่วยทำให้ข้อมูลมีความเป็นรูปธรรมทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.2.2 ลดปริมาณที่กำหนดในปัญหาให้น้อยลง เพื่อเน้นโครงสร้างของปัญหา มีความชัดเจนขึ้น โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้และความมีเหตุผล

1.2.3 การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

1.2.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

1.3 การใช้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันมาให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจ โดยกำหนดข้อมูลเกินความจำเป็น หรือไม่เพียงพอ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ว่า ข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดไม่ได้ใช้ หรือข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ที่บางครั้งมีข้อมูลมากมายที่ผู้เรียนจะต้องเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ หรือบางครั้งข้อมูลอาจไม่เพียงพอ ผู้เรียนจะต้องแสวงหาข้อมูลให้เพียงพอ

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผน

ถ้าโจทย์ปัญหามีความซับซ้อน ควรฝึกให้ผู้เรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ และเขียนหรือพูดลำดับขั้นตอนการคิดอย่างคร่าว ๆ ก่อนลงมือทำ เพราะขั้นตอนดังกล่าวเป็นเหมือนการวางแผนในการแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนฝึกฝนสม่ำเสมอจะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาให้มีแนวทาง ดังนี้

2.1 ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาโดยตรง แต่จะกระตุ้นโดยใช้คำถามนำแล้วให้ผู้เรียนหาคำตอบ ถ้ายังตอบไม่ได้ให้เปลี่ยนคำถามให้ง่ายลง คำตอบของผู้เรียนจะช่วยให้แผนการการแก้ปัญหาชัดเจนขึ้น

2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดออกมาดัง ๆ (Think Aloud) สามารถบอกให้ผู้อื่นทราบว่าตนคิดอะไร ไม่ใช่คิดอยู่ในใจตนเองเงียบ ๆ การคิดออกมาดัง ๆ อาจอยู่ในรูปของการสนทนา หรือการเขียน ลำดับขั้นตอนการคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 สร้างลักษณะนิสัยของผู้เรียน คิดวางแผนก่อนลงมือทำ ทำให้เห็นภาพรวมของปัญหา ประเมินความเป็นไปได้ก่อนลงมือแก้ปัญหา ป้องกันการผิดพลาดหรือแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที เน้นวิธีการแก้ปัญหาสำคัญกว่าคำตอบ

2.4 จัดปัญหาให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ควรเป็นปัญหาที่ท้าทายเหมาะสมกับความสามารถไม่ยากหรือง่ายเกินไป

2.5 ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหา ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ให้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ในการดำเนินการตามแผน ผู้เรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียด ชัดเจนและประเมินความสามารถที่จะดำเนินการได้หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ

การตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก ตรวจสอบขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการอีกครั้งหนึ่ง รวมทั้งหายุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหา ประเด็นที่สอง คือ มองไปข้างหน้าเป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้ปัญหา โดยสร้างสรรค์ปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขึ้นมาใหม่ มีแนวทางการพัฒนา ดังนี้

4.1 กระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินจนเป็นนิสัย

4.2 ฝึกให้ผู้เรียนคาดคะเนคำตอบ

4.3 ฝึกการตีความหมายของคำตอบ (ความเป็นไปได้)

4.4 สนับสนุนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี

4.5 ให้ผู้เรียนฝึกสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

2. ประเภทของแบบทดสอบ

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือทางการวัดผลที่เป็นที่นิยมใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากที่สุด มีนักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศหลายท่านได้ศึกษาและแบ่งแบบทดสอบออกเป็นชนิดต่างๆ สำหรับในประเทศไทยก็มี เวสแมน (Wesman. 1971 : 89-98) ได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็นหลายชนิด ดังนี้

1. แบบตอบสั้น (The Short - Answer Form) แบ่งได้อีก 3 แบบย่อยคือ
 - 1.1 แบบมีเฉพาะตัวคำถาม (The Question Variety)
 - 1.2 แบบเติมให้สมบูรณ์ (The Completion Variety)
 - 1.3 แบบมีตัวบ่งชี้หรือความสัมพันธ์ (The Identification or Association Variety)
2. แบบมีตัวเลือก (The Alternate - Choice Form) แบ่งได้อีก 5 แบบย่อยคือ
 - 2.1 แบบจริง - เท็จ (The True - False Variety)
 - 2.2 แบบถูก - ผิด (The Right - Wrong Variety)
 - 2.3 แบบใช่ - ไม่ใช่ (The Yes - No Variety)
 - 2.4 แบบจัดกลุ่ม (The Cluster Variety)
 - 2.5 แบบแก้ไขให้ถูกต้อง (The Correction Variety)
3. แบบหลายตัวเลือก (The Multiple - Choice Form) แบ่งได้อีก 8 แบบย่อยคือ
 - 3.1 แบบคำตอบถูกต้อง (The Correct - Answer Variety)
 - 3.2 แบบคำตอบถูกต้องที่สุด (The Best - Answer Variety)
 - 3.3 แบบให้ตอบทุกตัวเลือก (The Multiple - Response Variety)
 - 3.4 แบบประโยคไม่สมบูรณ์ (The Incomplete - Statement Variety)
 - 3.5 แบบปฏิเสธ (The Negative variety)
 - 3.6 แบบสถานการณ์จำลอง (The Subsituation Variety)
 - 3.7 แบบตัวเลือกไม่สมบูรณ์ (The Incomplete - Alternatives Variety)
 - 3.8 แบบตัวเลือกรวม (The Combined - Response Variety)
4. แบบจับคู่ (The Matching Form)

คาร์เมล (Karmel. 1978 : 407-408) ได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. แบบความเรียง (Essay Type)
2. แบบปรนัย (Objective Type) แบ่งได้เป็น 6 แบบย่อยดังนี้
 - 2.1 แบบให้คิดได้ง่าย (Simple Recall)
 - 2.2 แบบเติมให้สมบูรณ์ (Completion)
 - 2.3 แบบมีตัวเลือก (Alternative Response)
 - 2.4 แบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice)
 - 2.5 แบบจับคู่ (Matching)
 - 2.6 แบบเรียงลำดับ (Rearrangment)

ปอปปแฮม (Popham. 1981 : 235-284) ได้แบ่งชนิดของแบบทดสอบออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ชนิดเลือกตอบ (Selected - Response Tests) แบ่งย่อยได้เป็น
 - 1.1 แบบมี 2 ตัวเลือก (Binary - Choice Items)
 - 1.2 แบบจับคู่ (Matching Items)
 - 1.3 แบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice Items)
2. ชนิดเขียนคำตอบ (Constructed - Response Tests) แบ่งย่อยได้เป็น
 - 2.1 แบบตอบสั้น (Short - Answer Items)
 - 2.2 แบบความเรียง (The Essay Items)

คันทิงแฮม (Cunningham. 1986 : 134-149) ได้แบ่งชนิดของแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. แบบความเรียง (Essay Tests)
2. แบบตอบสั้น (Short Answer Tests)
3. แบบปรนัย (Objective Tests) แบ่งได้อีก 2 แบบย่อยคือ
 - 3.1 แบบจับคู่ (Matching Tests)
 - 3.2 แบบหลายตัวเลือก (Multiple - Choice Tests)

และ กรอนลันด์ (Gronlund. 1990 : 121-123) แบ่งชนิดของแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบปรนัย (The Objective Test Item) แบ่งเป็นดังนี้
 - 1.1 แบบเขียนตอบ (Supply Types) แบ่งเป็น 2 แบบย่อย ดังนี้
 - แบบตอบสั้น (Short Answer)
 - แบบเติมคำในช่องว่าง (Completion)
 - 1.2 แบบมีตัวเลือก (Selection Types) แบ่งเป็น 3 แบบย่อย ดังนี้
 - แบบถูกผิด (True - False or Alternative)
 - แบบจับคู่ (Matching)
 - แบบหลายตัวเลือก (Multiple - Choice)
2. แบบอัตนัย (The Essay Question) แบ่งเป็นดังนี้
 - 2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Types)
 - 2.2 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Types)

สำหรับในประเทศไทย อนันต์ ศรีโสภณ (2525:114-191) ได้จำแนกชนิดของแบบทดสอบออกเป็นแบบต่างๆ ดังนี้

1. แบบอัตนัย (Essay Type) ได้แก่
 - 1.1 แบบคำตอบสั้นหรือแบบจำกัดคำตอบ
 - 1.2 แบบเรียงความ
 - 1.3 แบบปากเปล่า
2. แบบปรนัย (Objective Type) ได้แก่
 - 2.1 แบบตอบสั้น
 - ตอบคำเดียว
 - ตอบเป็นวลีหรือประโยค
 - 2.2 แบบถูกผิด
 - 2.3 แบบเลือกตอบ
 - 2.4 แบบจับคู่

บุญธรรม กิจปริคาบวิรุทธิ์ (2524 : 28-50) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบอัตนัย แบ่งเป็น
 - 1.1 แบบขยายความ
 - 1.2 แบบจำกัดคำตอบ
2. แบบทดสอบปรนัยแบ่งเป็น
 - 2.1 แบบให้ตอบสั้น
 - แบบข้อความสมบูรณ์
 - แบบข้อความไม่สมบูรณ์
 - แบบสัมพันธ์
 - 2.2 แบบถูกผิด
 - แบบข้อความเดียว
 - แบบสองข้อความสัมพันธ์กัน
 - แบบข้อความหลักตามด้วยข้อความย่อย
 - แบบให้แก้ข้อความผิด
 - 2.3 แบบจับคู่
 - 2.4 แบบเลือกตอบ
 - แบบมีคำตอบถูกต้องข้อเดียว
 - แบบให้เลือกตอบที่ถูกต้องที่สุด
 - แบบเปรียบเทียบ
 - แบบให้หาคำตอบที่ไม่ถูก

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2539 : 85-120) ได้จัดรูปแบบของแบบทดสอบที่นิยมเขียนกันอยู่ 5 แบบ ดังนี้

1. แบบความเรียง (Essay Test)
2. แบบเติมคำ (Completion Test)
3. แบบถูกผิด (True - False Test)
4. แบบจับคู่ (Matching Test)
5. แบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) แบ่งตามรูปแบบของคำถามได้ 3 แบบ ดังนี้
 - 5.1 ประเภทคำถามโดดๆ (Single Item) แบ่งเป็นชนิดต่างๆได้ดังนี้
 - ชนิดคำตอบถูกต้องเดียว
 - ชนิดคำตอบดีที่สุด
 - ชนิดเติมแห่งเดียว
 - ชนิดเติมหลายแห่ง
 - ชนิดหาจุดที่ผิดจากประโยคหรือข้อความ
 - ชนิดคำตรงข้าม
 - ชนิดเรียงอันดับ
 - ชนิดอนุกรม
 - ชนิดจำแนกประเภท
 - ชนิดหาความสัมพันธ์

- ชนิดขาดหรือเกิน
- ชนิดอุปมาอุปไมย
- ชนิดหาตัวร่วม
- ชนิดหาตัวต่าง
- ชนิดสรุปความ
- ชนิดเลือกตอบถูกผิด
- ชนิดเลือกตอบซ้อน

5.2 ประเภทตัวเลือกคงที่ (Constant Choice)

5.3 ประเภทสร้างสถานการณ์ (Situation Test)

จากการแบ่งชนิดของแบบทดสอบที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปว่าแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบอัตนัย แบ่งเป็น 2 แบบย่อย คือ
 - 1.1 แบบจำกัดคำตอบ
 - 1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ
2. แบบทดสอบปรนัย แบ่งเป็น 4 แบบย่อย คือ
 - 2.1 แบบถูกผิด
 - 2.2 แบบตอบสั้น
 - 2.3 แบบจับคู่
 - 2.4 แบบเลือกตอบ

3. แบบทดสอบอัตนัย

3.1 ลักษณะของแบบทดสอบอัตนัย

การทดสอบแบบอัตนัยเริ่มใช้กันแพร่หลายมาประมาณครึ่งศตวรรษแล้ว (Coffman. 1971 : 271)

อาห์มานน์และกล็อก (Ahmann and Glock. 1969 : 79,89,179) กล่าวว่า แบบทดสอบอัตนัยนั้นจะเป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนตอบเพียง 1 ประโยค หรือมากกว่า ตามธรรมชาติจะไม่มีคำตอบเดียวเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

เมห์เรน และเลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann. 1969 : 206-277) กล่าวถึงแบบทดสอบอัตนัยว่ามีลักษณะของคำถามที่แตกต่างจากคำถามชนิดอื่น ดังนี้

1. ไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวที่สมบูรณ์และถูกต้อง
2. ผู้สอบได้ตอบอย่างอิสระ
3. คุณภาพของคำตอบมีระดับต่างกัน

ทรอนไดค์ และเฮเกน (Thorndike and Hagen. 1960 : 35 - 58) กล่าวถึงแบบทดสอบอัตนัยว่ามีลักษณะสำคัญที่กำหนดให้นักเรียนแต่ละคนจัดระเบียบคำตอบ และใช้ถ้อยคำของเขาเองโดยมีข้อจำกัดน้อยที่สุด ตอบคำถามจำนวนน้อยข้อและคำตอบมีระดับแตกต่างกัน

เมห์เรน และเลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann. 1969 : 206-277) ได้แบ่งแบบทดสอบแบบอัตนัยออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของควมมีอิสระในการตอบ ดังนี้

1. แบบตอบขยาย (Extended Response) หรือแบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted Response)
- ข้อสอบแบบนี้จะถามความรู้ความสามารถต่างๆ โดยให้อิสระในการตอบแก่นักเรียนหรือผู้สอบมาก เปิดโอกาส

ให้เขียนแสดงความคิดเห็น อธิบาย อภิปรายได้อย่างเต็มที่ ทุกแง่มุมตามที่ต้องการไม่จำกัด ลักษณะของคำถามจึงกว้างขวาง เหมาะกับการวัดความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะคิด และการประเมินค่า (Evaluation) เพราะข้อสอบแบบนี้ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักรวบรวมความคิดต่างๆ การประเมินคุณค่าของสิ่งเหล่านั้นและการใช้วิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุผลนี้ ปริมาณคำตอบของข้อสอบแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับคำถามและความรู้ที่สั่งสมไว้ว่ามีมากน้อยเพียงใด ประกอบกับความสามารถในการจัดระบบการตอบ และความสามารถในการใช้ภาษาของนักเรียนแต่ละคนเป็นสำคัญ จุดอ่อนของการถามแบบนี้อยู่ที่ การให้คะแนน เพราะยากที่จะหาเกณฑ์ในการให้คะแนนที่ถูกต้องเที่ยงตรงได้ คำถามที่ใช้มักจะเป็นคำถามประเภท “จงอภิปราย , เปรียบเทียบ , แสดงความคิดเห็น ” เป็นส่วนใหญ่

2. แบบตอบจำกัด (Restricted Response หรือ Short-Essay Item) ข้อสอบแบบนี้จะสามารถจุดจุดอ่อนของคำถามแบบแรกได้ ทั้งนี้เนื่องจากข้อสอบแบบขยายคำตอบเป็นแบบทดสอบที่ให้อิสระในการตอบโดยไม่จำกัด ทำให้ได้คำตอบที่แตกต่างกันมาก จึงมักมีปัญหาในการตรวจให้คะแนน โดยเฉพาะในแง่ของการเปรียบเทียบกันในกลุ่ม ข้อสอบแบบนี้จึงถามแบบเจาะจง ผู้เขียนข้อสอบจะกำหนดขอบเขต ลักษณะการตอบ ตลอดจนเนื้อหา ทิศทางการตอบและความยาวในการตอบไว้ด้วยคำตอบจึงสั้นและอยู่ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ ผู้ตอบต้องจัดเรียงเรียงความคิดให้เป็นระเบียบแล้วตอบให้ตรงประเด็นของคำถามเพียงสั้นๆ โดยไม่มีโอกาสอภิปรายแสดงความคิดเห็นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ได้ ข้อสอบแบบนี้จึงมีความสะดวกในการให้คะแนนมากกว่าแบบแรก เพราะมีเกณฑ์ต่างๆ ที่จะตัดสินให้คะแนนมากขึ้น ผู้เขียนข้อสอบจึงจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องคำสั่งของโจทย์ ขอบเขตของเนื้อหา และเวลาที่กำหนดให้นักเรียนตอบ คำถามที่ใช้มักอยู่ในรูป “จงนิยาม , ตอบสั้นๆ , อธิบายสั้นๆ” อย่างไรก็ตาม ข้อสอบแบบนี้ให้โอกาสนักเรียนน้อยมากในการแสดงความสามารถเกี่ยวกับการจัด การรวบรวม การแสดงความคิดเห็น และการจัดหาสิ่งต่างๆ ที่จำเป็นเกี่ยวกับการตอบ จึงมีประโยชน์สำหรับการวัดผลการเรียนรู้ระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์แต่จะมีคุณค่าน้อยมากถ้าจะนำไปใช้วัดในระดับการสังเคราะห์และการประเมินค่า

สำหรับในประเทศไทยได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยไว้ดังนี้

อนันต์ ศรีโสภณ (2525 : 137-177) กล่าวว่า ข้อสอบอัตนัยมีลักษณะที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. ให้นักเรียนมีอิสระในการตอบ
2. คุณภาพและความถูกต้องของการตอบมีระดับแตกต่างกัน

วิเชียร เกตุสิงห์ (2516 : 25-60) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้ โดยให้ผู้ตอบเขียนตอบยาวๆ ภายในเวลาที่กำหนดให้

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

บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ (2521 : 124-162) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยดังนี้ ข้อสอบอัตนัยจะเขียนคำถามหรือโจทย์โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่งอย่างกว้างๆ หรือเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็น ทักษะคิดได้อย่างไม่จำกัด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 86) กล่าวถึงแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์วัดความสามารถในการบรรยาย อธิบาย และแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตน อาจจำกัดความยาวหรือให้เขียนตอบได้ตามสบายก็ได้

จากลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยดังกล่าวข้างต้นพอที่จะสรุปได้ดังนี้คือ แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือเรื่องราวให้ โดยให้ผู้ตอบอธิบาย หรือบรรยายแสดงความคิดเห็น หรือวิพากษ์วิจารณ์อย่างอิสระภายในเวลาที่กำหนดให้

หลักสำคัญในการสร้างข้อคำถามแบบอัตนัย คือ

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

3.2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย

เนื่องจากข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย เปิดโอกาสให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบ จึงทำให้มีจุดอ่อนในการตรวจให้คะแนนมาก จากผลการวิจัย คอฟฟี่แมน (Coffman. 1971) พบว่าปัญหาสำคัญที่สุดของข้อสอบความเรียงหรืออัตนัยอยู่ที่ความไม่แน่นอนของผู้ตรวจให้คะแนน ดังนั้นในการตรวจให้คะแนน จึงจำเป็นต้องมีวิธีการและหลักเกณฑ์ที่ดีและรัดกุม เพื่อช่วยให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นได้มากขึ้น

วิธีการตรวจเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่ง ที่จะให้คะแนนที่ได้จากการตรวจนั้น มีความเชื่อมั่นได้ วิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ (MaryAnn Heglie-King . 1991 : 20)

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method) ใช้การวิเคราะห์ด้วยประเด็นที่มีลักษณะแตกต่างกันของคำตอบ
2. วิธีรวม (Holistic Method) เป็นวิธีที่ผู้ประเมินพิจารณาคำตอบโดยรวมมากกว่าตรวจสอบรายละเอียดปลีกย่อยเฉพาะ

นักวัดผลหลายท่าน ได้ให้ความหมายและวิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบทั้ง 2 วิธีนี้ ดังนี้

3.2.1 การตรวจโดยวิธีรวม (Holistic Method)

เมอร์เรน และเลห์แมน (Mehrens and Lehmann. 1973 : 229 - 238) ได้อธิบายถึงการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวมว่า วิธีนี้คำตอบจะไม่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆเป็นประเด็นเฉพาะ แต่ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วแล้วใช้ความประทับใจและใช้มาตรฐานบางอย่าง กำหนดระดับของคำตอบ การตรวจคำตอบจะขึ้นอยู่กับระดับของการแบ่ง อาจแบ่งข้อสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ “ กลุ่มที่ยอมรับได้ - กลุ่มที่ยอมรับไม่ได้ ” หรือ 5 กลุ่ม คือ “ ดีมากจนถึงต่ำกว่ามาตรฐาน ” โดยมากจะแบ่งประมาณ 4 หรือ 5 กลุ่ม สำหรับกรณีที่แบ่งเป็น 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 ซึ่งวิธีรวมจะมีประสิทธิภาพมาก เมื่อแบบทดสอบมีจำนวนมาก

กรอนลันด์ (Gronlund. 1977 : 79) ได้อธิบายถึงวิธีการตรวจให้คะแนนว่าการให้คะแนนคำถามแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended - response) ด้วยวิธีการจัดระดับ (Rating method) โดยใช้การกำหนดเกณฑ์เป็นแนวทาง ข้อสอบแบบไม่จำกัดคำตอบจะให้อิสระในการตอบ ผู้ตรวจแบบทดสอบจะต้องตรวจให้คะแนนแต่ละคำตอบด้วยการพิจารณาคุณภาพ จากเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว เกณฑ์ที่ใช้ประเมินคำตอบกำหนดคะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนั้น เมื่ออ่านคำตอบแล้วจะต้องกำหนดระดับคุณภาพของคำตอบจาก 1 - 5 คะแนน ในแต่ละระดับคะแนนอาจกำหนดให้เป็นคุณภาพโดยรวมของทั้งคำตอบ หรือแยกพิจารณาตามเกณฑ์ก็ได้ โดยปกติ วิธีนี้ ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบแต่ละข้อ 2 ครั้ง ครั้งแรกจะจัดระดับคร่าวๆ เข้ากองใดกองหนึ่ง 1 ใน 5 กองโดยจัดจากคุณภาพสูงไปต่ำ การอ่านครั้งที่ 2 จะช่วยตรวจสอบคำตอบแต่ละกอง และสามารถเปลี่ยนการจัดระดับได้ถ้าต้องการ

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

- กองที่ 1 งานที่คุณภาพพิเศษ
- 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 (2539 : 54-59) ได้สรุปไว้ว่า การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่า มีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงาน หรือความสำเร็จของงานเป็นชั้นๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพ ตั้งแต่ 0 - 4 หรือ 0 - 6 สำหรับในขั้นตอนการให้คะแนนรูปрик อาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

- กองที่ 1 ได้แก่ งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของงานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ
- กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้
- กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อย หรือยอมรับไม่ได้ และเขียนอธิบายลักษณะของงาน

ที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ

- งานกองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5
- งานกองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3
- งานกองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

วิธีที่ 2 กำหนดตามระดับความผิดพลาด คือพิจารณาความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยจะหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาถึงระดับ ดังนี้

- | | | |
|-------|---|--|
| คะแนน | 4 | หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูก แนวคิดชัดเจน |
| | 3 | หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูก แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย |
| | 2 | หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ |
| | 1 | หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ |
| | 0 | หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกเลย |

วิธีที่ 3 กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย เช่น เกณฑ์การให้คะแนนของความสามารถเข้าใจ เนื้อหาสาระ เขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

- 4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือ สถานการณ์ที่กำหนดรวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์ หรือลักษณะของข้อมูล
- 3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด
- 2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน
- 1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือ สถานการณ์ที่กำหนดได้น้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องบางส่วน
- 0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใดๆ

ซึ่งทั้ง 3 วิธีดังกล่าวนี้ พอที่จะสรุปได้ว่า มีส่วนที่เหมือนกันก็คือ เป็นการตรวจให้คะแนนที่มองภาพรวมของผลงาน (ในที่นี้หมายถึง การตอบในกระดาษคำตอบของนักเรียน) แล้วแยกออกเป็นกองๆ ส่วนที่แตกต่างกันของทั้ง 3 วิธี ก็คือ การแยกออกเป็นกองๆ นั้น ใช้คุณสมบัติในการแยกต่างกัน กล่าวคือ

วิธีที่ 1 แยกโดยใช้คุณภาพของผลงานเป็นหลัก

วิธีที่ 2 แยกโดยใช้ความผิดพลาดของผลงานเป็นหลัก

วิธีที่ 3 แยกโดยใช้ความสามารถในการอธิบายหรือการแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจเป็นหลัก

3.2.2 การตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method)

เมอร์เรน และเลห์แมน (Mehrens and Lehmann. 1973 : 229-238) ได้อธิบายถึงการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point - Score Method) ว่า วิธีการวิเคราะห์เป็นวิธีที่มีรูปแบบคำตอบประกอบด้วยประเด็นเฉพาะที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว คะแนนของนักเรียนที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนประเด็นที่เขาตอบ รวมไปถึงส่วนอื่นๆ เช่น แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจนการให้เหตุผล และการยกตัวอย่างสนับสนุนในประเด็นคำตอบ และการกำหนดคะแนนในแต่ละประเด็นจะขึ้นอยู่กับ เวลาที่ใช้ในการตอบ ความซับซ้อนของคำถาม และเนื้อหาที่ครูสอน

ข้อดี ของการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ มีดังนี้

- 1) ให้ผลคะแนนที่เชื่อถือได้ เมื่อผู้ตรวจตรวจอย่างยุติธรรม
- 2) เมื่อมีการเตรียมรายละเอียดของคำตอบไว้แล้ว ครูสามารถพิจารณาความผิดพลาดจากการใช้คำ ความยาก หรือความซับซ้อนของคำถาม รวมทั้งเวลาที่ไม่เหมาะสม และสามารถเปลี่ยนแปลงคำถาม หรือ ขยายเวลาให้เหมาะสมได้
- 3) มีการแบ่งคำตอบเป็นกอง ๆ ทำให้สามารถตรวจให้คะแนน จัดระดับคุณภาพข้อสอบของ นักเรียนได้ง่ายขึ้น

ข้อจำกัด

- 1) ตรวจยาก และ เสียเวลา
- 2) การกำหนดประเด็นหรือใส่ส่วนประกอบมากเกินไปอาจทำให้ได้รับคำตอบด้านต่าง ๆ ไม่ลึกซึ้ง ถึงแม้การตรวจด้วยวิธีการวิเคราะห์จะใช้ได้ทั้งคำถามชนิดจำกัดคำตอบและไม่จำกัดคำตอบ แต่จะใช้ ได้ดีกับชนิดจำกัดคำตอบและไม่มากเกินไปจึงจะเชื่อมั่นได้มากกว่า

กรอนลันด์ (Gronlund. 1977 : 79) ได้อธิบายถึงวิธีการตรวจให้คะแนนว่า การให้คะแนนคำถาม แบบจำกัดคำตอบ (Restricted - response) ด้วยวิธีแยกประเด็น (Point - method) โดยใช้รูปแบบ คำตอบเป็นแนวทางการให้คะแนนแบบนี้จะต้องมีการเตรียมกำหนดคะแนนไว้ก่อน ขั้นตอนคือ ต้องกำหนด จำนวนประเด็นที่จะให้คะแนนในแต่ละคำตอบ ซึ่งประเด็นเหล่านี้จะต้องสามารถวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการได้

กรมวิชาการ (2539 : 54-59) ได้อธิบายถึง การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการ ให้คะแนน และการอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยก องค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้านคือ

1. ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิด รวบยอด หลักการในการแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด
2. การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์
3. การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการนำไปสู่ความสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ความสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มา และ ตรวจสอบผลงาน

ตัวอย่าง การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) ของ เรย์ (อรอนงค์ บำรุง. 2542 : 13-14 ; อ้างอิงจาก Reys. 1992. *Helping Children Learn Mathematics*. p. 313) ดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา

- 0 : ไม่เข้าใจในปัญหาเลย
- 1 : เข้าใจปัญหาบางส่วน หรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน
- 2 : เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

2. การวางแผนการแก้ปัญหา

- 0 : ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด
- 1 : วางแผนถูกต้องบางส่วน ในส่วนที่แปลความหมายได้ถูกต้อง
- 2 : วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด

3. คำตอบ

- 0 : ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม
- 1 : ถัดลอกผิดพลาด คำนวนผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ
- 2 : ตอบได้ถูกต้อง และใช้ภาษาได้ถูกต้อง

เลสเตอร์ และ โอส์เคเฟเฟอร์ (สมสว่าง ธนะพานิชย์สกุล. 2539 : 19-20 ; อ้างอิงจาก Lester and O'Daffer. 1987. *Educational Testing and Measurement*.) แบ่งสัดส่วนของการให้คะแนนออกเป็น 3 ส่วน คือ ความเข้าใจในการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์สัดส่วนและสร้างเป็นเกณฑ์ให้คะแนนได้ดังนี้

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนมาก	2
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนน้อย	3
	แปลความหมายได้ถูกต้อง สมบูรณ์	4
วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกเป็นส่วนน้อย	2
	แก้ปัญหาผิดเป็นส่วนน้อย	3
	วางแผนได้เหมาะสมมีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	4
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงอะไร	0
	เขียนผิด คำนวนผิด	1
	คำตอบถูกต้อง	2

ไพศาล หวังพานิช (2528 : 96-97) กล่าวว่า ไม่ว่าจะใช้วิธีใดตรวจให้คะแนน การตรวจที่จะช่วยเพิ่มความเชื่อถือได้ของคะแนน ควรกระทำดังต่อไปนี้

1. ไม่ควรให้เด็กเขียนชื่อในกระดาษคำตอบ เพื่อป้องกันการให้คะแนนจากความรู้สึกประทับใจในเรื่องอื่นๆ ของเด็ก ซึ่งเรียกว่า halo effect เช่น ให้คะแนนจากความคุ้นเคย ความรู้สึกว่าเด็กมีความตั้งใจ และขยันขันแข็ง เป็นต้น

2. ตรวจคำตอบทีละข้อ ไม่ควรตรวจทุกข้อของแต่ละคนเพราะจะก่อให้เกิด halo effect ได้เช่นกัน เช่น เห็นว่าข้อแรกของเด็กได้คะแนนมาก ข้อต่อไปจึงให้คะแนนน้อย (ทั้งที่คำตอบดี) หรือในทางตรงกันข้าม การตรวจคำถามข้อเดียวกันของทุกคนให้เสร็จจะช่วยในแง่การเปรียบเทียบคุณภาพการตอบของเด็กทั้งกลุ่มได้ด้วย อีกทั้งช่วยให้การตรวจแต่ละข้อนั้นๆ ของแต่ละคนยึดเกณฑ์ที่เหมือนกัน

3. ไม่ควรย้อนกลับไปดูคะแนนของเด็กจากข้อที่ตรวจแล้วในการตรวจข้อต่อไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้คะแนนจากข้ออื่นๆ มีผลกระทบกับการให้คะแนนในข้ออื่นๆ

4. ไม่ควรให้คะแนนโดยยึดความถูกต้องทางภาษาเป็นหลัก ถ้าหากไม่ได้มุ่งวัดความถูกต้องในการเขียนและการใช้ภาษา ความถูกต้องสละสลวยในการใช้ถ้อยคำสำนวนในการตอบ ไม่ควรมีอิทธิพลต่อการได้คะแนนมากหรือน้อย ผู้ตรวจควรพิจารณาเฉพาะเป้าหมายการตอบในแง่ของความสามารถครบถ้วนของเนื้อหาหรือความสมเหตุสมผลของความคิดเป็นหลักในการให้คะแนน

5. ถ้าเป็นไปได้ควรให้คนอื่นช่วยตรวจสอบผลการตรวจให้คะแนน ทั้งนี้เพื่อให้คนอื่นได้ประเมินความเหมาะสมในการให้คะแนนของเรา ตามหลักการที่ถูกต้องนั้นคะแนนที่เด็กได้ควรเป็นคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากผู้ตรวจให้คะแนนหลายๆ คน ซึ่งคงเป็นเรื่องยากในเชิงปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามถ้าไม่อาจปฏิบัติได้ อย่างน้อยผู้ตรวจควรได้ทบทวนความเหมาะสมในการตรวจให้คะแนนของตนอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำคะแนนเหล่านั้นไปใช้

6. ควรเขียนข้อวิจารณ์ ข้อท้วงติง (comments) ลงบนคำตอบ เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน หรืออย่างน้อยให้เป็นหลักฐานว่า ทำไมจึงให้คะแนนเท่านี้ สำหรับคำตอบของเด็กคนนั้น

7. การตรวจให้คะแนนต้องกระทำอย่างตั้งใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีเกณฑ์การให้คะแนน และต้องอ่านคำตอบของเด็กอย่างถี่ถ้วน เมื่อใดที่ผู้ตรวจขาดหลักเกณฑ์การให้คะแนน หรือไม่ได้อ่านคำตอบอย่างตั้งใจ คะแนนที่ให้กับเด็กมักออกมาในรูปกลางๆ ซึ่งเป็นไปตามหลักของ central tendency error ซึ่งเป็นไปในลักษณะที่ว่า “เมื่อไม่แน่ใจก็ให้คะแนนกลางๆไว้ก่อน” ซึ่งแน่นอนคะแนนที่ได้จากการสอบวัดนั้นจะมีความเชื่อมั่นต่ำลง

อนันต์ ศรีโสภณ (2525 : 145-146) กล่าวว่า มีวิธีการตรวจสอบแบบอัตนัยที่นิยมใช้กันทั่วไปอยู่ 2 วิธี คือ การตรวจแบบ Analytical Method และการตรวจแบบ Holistic Method จะเลือกใช้วิธีตรวจแบบไหนนั้นก็ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการทดสอบ การนำคะแนนผลการสอบไปใช้ เวลาและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ และยังขึ้นอยู่กับข้อสอบแบบจำกัดคำตอบหรือไม่จำกัดคำตอบอีกด้วย ซึ่งการตรวจแบบ Analytical Method นั้นเป็นวิธีการตรวจที่แยกคำตอบของแต่ละข้อออกเป็นประเด็นสำคัญเฉพาะจุด คะแนนที่นักเรียนได้ก็ขึ้นอยู่กับจำนวนจุดที่อยู่ในคำตอบ การตรวจด้วยวิธีนี้จะช่วยป้องกันอิทธิพลจากสิ่งภายนอกที่มีส่วนให้การพิจารณาคำตอบว่าถูกหรือผิดลงได้มาก ประโยชน์ของการตรวจด้วยวิธีนี้พอจะสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้คะแนนที่ได้มีความเชื่อมั่นสูงขึ้น
 2. วิธีการของการตรวจแบบนี้ ช่วยให้ครูผู้ตรวจสอบสนใจในแต่ละประเด็นว่า มีความคลาดเคลื่อนในการใช้คำที่ผิดพลาดหรือไม่ คำถามค่อนข้างยากหรือมีความสลับซับซ้อนเพียงใด และการใช้เวลาในการตอบมากน้อยเพียงใด

3. การแบ่งแยกคำตอบออกเป็นประเด็นต่างๆ ช่วยให้การอธิบายแก้ข้อสงสัยให้นักเรียนได้สะดวกและง่ายขึ้น

อย่างไรก็ดี การตรวจให้คะแนนด้วยวิธีนี้มีข้อเสียอยู่ 2 ประการ คือ

1. สิ้นเปลืองแรงงานและเวลาในการตรวจมาก
2. การแยกคำตอบออกเป็นประเด็นย่อยๆ มาก อาจทำให้ผิดจุดมุ่งหมายในการวัดของข้อนั้น อนึ่ง การตรวจสอบด้วยวิธีนี้นำไปใช้ได้กับข้อสอบแบบจำกัดคำตอบและไม่จำกัดคำตอบ ส่วนการตรวจแบบ Holistic Method นั้นเป็นการแบ่งคุณภาพของคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนทุกคน ออกเป็นกองๆ เรียงจากคุณภาพดีมากไปจนถึงคุณภาพด้อย ครูผู้ตรวจจะต้องอ่านคำตอบของนักเรียนแต่ละคน อย่างรวดเร็ว แล้วพิจารณาว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับไหน แล้วแยกออกเป็นกองๆ การพิจารณาของครู ควรอาศัยเฉลยคำตอบของแต่ละข้อ และทำการเปรียบเทียบคำตอบระหว่างนักเรียนด้วยกัน ประกอบไปด้วย การแบ่งคุณภาพของคำตอบออกเป็นกองๆ นั้น อาจแบ่งเป็น 2 กอง คือ ยอมรับกับไม่ยอมรับ หรือแบ่งออกเป็น 3 กอง คือ ดี ปานกลาง และเลว หรือแบ่งออกเป็น 5 กอง คือ ดีมาก ดี ปานกลาง เลว และเลวมาก ก็ได้ ซึ่งในการตรวจแต่ละครั้งควรเริ่มข้อหนึ่งของนักเรียนทุกคน เสร็จแล้วก็เริ่มข้อสองในครั้งถัดไปจนกว่าจะตรวจครบทุกข้อ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัยที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปถึงการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ และวิธีรวมได้ดังนี้

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method) เป็นวิธีการตรวจที่เหมาะสมกับการตรวจประเภทจำกัดคำตอบ ในสถานการณ์การประเมินผลการเรียนการสอนที่มีผู้สอบไม่มากนัก การตรวจแบบนี้ ผู้ตรวจต้องมีแนวคำตอบไว้ล่วงหน้าซึ่งได้แยกเป็นประเด็นย่อยๆตามองค์ประกอบของการตอบ ตามความสำคัญหรือตามประเด็นที่ถาม เช่น การจัดเรียงความคิด การยกตัวอย่าง การตอบได้ตรงประเด็น เป็นต้น โดยกำหนดคะแนนของแต่ละประเด็นย่อยๆ ไว้เป็นเกณฑ์ ตรวจเทียบกับคำตอบของผู้สอบแต่ละตอนย่อยๆ จากนั้น จึงเอาคะแนนของแต่ละตอนย่อยๆมารวมกันเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ จุดอ่อนของการตรวจแบบวิธีวิเคราะห์ คือ เสียเวลาตรวจมาก เพราะต้องตรวจทีละประเด็นและการแยกประเด็นย่อยๆมาก อาจวัดคุณลักษณะที่ไม่ตรงหรือไม่ลึกซึ้งในด้านจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนที่ต้องการได้

2. วิธีรวม (Holistic Method) เป็นวิธีตรวจให้คะแนนรวมๆ ทั้งข้อ การให้คะแนน จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของประเด็นหลัก สามารถตรวจได้รวดเร็ว การตรวจแบบนี้ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบทุกฉบับอย่างรวดเร็ว ในขั้นต้นแล้วแยกกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มๆ ตามระดับคุณภาพของการตอบเช่น แยกเป็นคุณภาพ 3 ระดับคือ ดี ปานกลาง ไม่ดี หรือแยกเป็น 5 ระดับ คือดีมาก ดี ค่อนข้างดี พอใช้ อ่อน เมื่อจัดเรียงคำตอบเป็นกลุ่มเสร็จแล้วให้อ่านอย่างละเอียดทีละกลุ่มคุณภาพ เพื่อให้คะแนนตามลำดับคุณภาพอีกทีหนึ่ง ในการจัดแยกกลุ่มกระดาษคำตอบอาจเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างกันเองภายในกลุ่ม หรืออาจมีคำตอบตัวแบบ หรือกำหนดเกณฑ์ในการเปรียบเทียบคุณภาพคำตอบก็ได้

สำหรับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนทั้งวิธีการตรวจโดยวิธีรวม (Holistic Method) และโดยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแบบอัตนัยนั้น มีผู้ทำการวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ ดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ มีผู้ทำการวิจัย ดังนี้

✓ ฟินเลย์สัน (Finlayson. 1951 : 126-134) ศึกษาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงโดยผู้ตรวจ 4 คน ตรวจความเรียง 2 ชุด พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง .636 - .957 โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น .810 แต่เมื่อเทียบกับการประเมินครั้งแรกโดยผู้ตรวจชุดเดียวกัน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .610 - .798 ค่าเฉลี่ยเป็น .687 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจรายคู่อยู่ระหว่าง .591 - .770 ค่าเฉลี่ยเป็น .703 จะเห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของความเรียงเรื่องเดียวกัน โดยผู้ตรวจชุดเดียวกัน มีค่าแตกต่างกันไปเมื่อโอกาสการตรวจเปลี่ยนไป

✓ บล็อก (Block. 1985 : 41-52) ศึกษาผลการประเมินความเรียงแบบการจัดอันดับแบบหลายค่า (multiple rating) ทั้งโดยวิธีให้ผู้ตรวจหลายคน และคนเดียวตรวจหลายครั้ง เพื่อดูว่าการตรวจแต่ละครั้งหรือแต่ละคนได้ค่าคะแนนจริงตรงกันหรือไม่ ให้ผู้ตรวจ 16 คน ตรวจคำตอบความเรียง 105 ชิ้น 2 ครั้ง พบว่าผู้ตรวจคนเดียวตรวจต่างกัน 2 โอกาสได้ค่าคะแนนจริงตรงกัน แต่ผู้ตรวจต่างคนจะไม่ได้คะแนนจริงตรงกัน ค่าประมาณของสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงของผู้ตรวจหลายคน มีค่าอยู่ระหว่าง .415 - .910

ซูซาน เลน และคณะ (อรอนงค์ บำรุง. 2542 : 29 ; อ้างอิงจาก Suzanne Lane, et al. 1994. *International Journal of Education Research*. p. 247-261) ได้ศึกษาเกี่ยวกับค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของการประเมินคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 จาก 6 โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ QUASAR ของประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 1,579 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบปลายเปิด 4 ฉบับๆ ละ 9 ข้อ แต่ละฉบับจะประเมิน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหา ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อ จำนวนค่าสังเกตเท่ากับ 9 มีค่าตั้งแต่ .71 ถึง .84

อัลเบิร์ต (ภูมิ หลอดกระโทก. 2540 ; อ้างอิงจาก Albert. 1970. *Dissertation Abstracts International*. p. 1619A-1620A.) ได้ศึกษาวิธีการให้คะแนนความรู้บางส่วนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ ศึกษาแก่นักเรียนระดับ 11 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 146 คน มีวิธีการให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ

1. แบบทดสอบเลือกตอบที่มีตัวเลือกถูกต้องเดียว
2. แบบขยายคำตอบ เป็นแบบที่มีการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน มีวิธีการให้คะแนน 2 วิธี คือ
 - 2.1 ให้คะแนนชั้นละ 1 คะแนน ในการตอบที่ถูกต้อง
 - 2.2 ให้คะแนนชั้นละ 1 คะแนน ถ้านักเรียนเริ่มต้นจากข้อมูลที่ถูกต้องถึงคำตอบที่ถูกต้อง

ผลการศึกษาพบว่า แบบขยายคำตอบให้ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรงตามสภาพสูงกว่าแบบธรรมดา

งานวิจัยในประเทศ มีผู้ทำการวิจัย ดังนี้

เฉลิมศรี ฉิ่งถิ่น (2516 : 55-58) ศึกษาผลของการเพิ่มข้อสอบอัตนัยเข้ากับแบบทดสอบเลือกตอบ ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา จำนวน 205 คน ซึ่งในส่วนของข้อสอบอัตนัยนั้น ผู้วิจัยใช้การตรวจแบบวิธีการวิเคราะห์ โดยกำหนดคะแนนตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด ผลปรากฏว่า แบบทดสอบคณิตศาสตร์ปัญหาแบบอัตนัยนั้นสามารถวัดสมรรถภาพทางสมองในด้านการวิเคราะห์และรวบรวมความคิดได้สูง ความสามารถทางการอุปมาอุปไมยมีค่าความสำคัญสัมพัทธ์สูงสุดและความสามารถในการใช้ภาษาไทยมีค่าความสำคัญสัมพัทธ์ต่ำสุด

กึ่งกาญจน์ สิริสุนทร (2521 : 24-40) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบแบบเลือกตอบ ที่ใช้วัดความสามารถในการเขียนเรียงความ กับแบบทดสอบความเรียง โดยใช้แบบทดสอบความเรียงเป็นตัวเกณฑ์ และใช้แบบทดสอบปรนัย จำนวน 6 ฉบับเป็นตัวพยากรณ์ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบการใช้ภาษา 1 ฉบับ แบบทดสอบศัพท์สัมพันธ์ 1 ฉบับ และแบบทดสอบปรนัยที่ใช้วัดความสามารถในการเขียนเรียงความอีก 4 ฉบับ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดเป็น .29 โดยที่แบบทดสอบการใช้ภาษาเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด

อินทร์ ศรีคุณ (2509 : 149) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนเรียงความ ของนักเรียนที่สำเร็จชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนประถมศึกษา 6 โรงเรียน ในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า ความสามารถในการฟัง การอ่าน การเขียน สะกดคำ และการแต่งความ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ (2511 : 80) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองที่ส่งผลต่อความสามารถในการเรียงความ พบว่า ความสามารถทางภาษาส่งผลต่อเรียงความมากกว่าการหาเหตุผล และความจำ

สมสว่าง ธนะพานิชย์สกุล (2539 : 49-51) ได้สร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย และใช้การตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพฯ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ค 015 จำนวน 250 คน ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยากของข้อสอบมีค่า .32 ถึง .62 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่า .34 ถึง .79 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า .8068

เปี่ยมศรี นาคพัฒน์ (2500 : 48) ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนและครูชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เกี่ยวกับการเรียนการสอนเรียงความ พบว่า นักเรียนส่วนหนึ่งชอบเรียงความเพราะได้ระบายความรู้สึกนึกคิด แต่นักเรียนที่ไม่ชอบเรียงความเพราะเขียนได้ไม่ดี ไม่สามารถเขียนตามที่ต้องการได้ ขาดความรู้ในเรื่องที่เขียน รวมทั้งเขียนไม่ได้ เพราะครูตั้งหัวข้อแล้วไม่ให้คำแนะนำ ส่วนครูชอบสอนเรียงความ เพราะได้อ่านเรื่องราวแปลกๆ และเห็นว่าเป็นวิชาที่วัดความรู้ด้านภาษาไทยของเด็กได้ดี แต่ครูที่ไม่ชอบสอนเรียงความ เพราะไม่ถนัดในการแต่ง แนะนำนักเรียนไม่ได้ และไม่มีเวลาตรวจแบบฝึกหัด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จิตต์นิภา ภักดีชุมพล (2516 : 143-148) ที่ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนสาธิต ในกรุงเทพมหานคร พบว่า ครูไม่ชอบสอนเรียงความ เพราะสอนแล้วงานมาก เสียเวลาในการตรวจแก้ไข ครูร้อยละ 28.57 มีปัญหาเรื่องข้อสอบอัตนัยตรวจยาก ส่วนนักเรียนชอบเรียนเรียงความรองจากวรรณคดีเพราะเห็นว่าเรียนสนุก มีกิจกรรมน่าสนใจและได้ความรู้

คำเกิง วงศ์สว่าง (2528) ได้ศึกษาผลของการทดสอบย่อยโดยใช้แบบทดสอบอัตนัย เดิมคำ และเลือกตอบ ที่มีต่อความสามารถในการเขียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสามเสนนอก จำนวน 144 คน ผลของการวิจัยพบว่า ในส่วนของการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเขียนภาษาไทย 1 ฉบับ จำนวน 3 ข้อ ของผู้ตรวจ 2 คน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนยึดตามแนวของ ประสิทธิ์ ภาพยกลอน นั้นข้อสอบข้อ 1 ข้อ 2 และข้อ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8682 0.8849 และ 0.9454 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบนัยสำคัญ พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงว่าการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจ 2 คน มีความเชื่อถือได้

ไพรัตน์ วงษ์นาม (2533) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของวิธีตรวจ การชี้แจง และการรู้ผลการเรียนของผู้ตอบ ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียง วัดความสามารถในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข่าวและเหตุการณ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พร้อมทั้งเลือกวิธีตรวจ จำนวนผู้ตรวจ และจำนวนข้อสอบที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.50 เป็นอย่างต่ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่นักเรียน จำนวน 30 คน ข้อสอบแบบความเรียง จำนวน 5 ข้อ และ ครู จำนวน 20 คน สุ่มแบ่งผู้ตรวจเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มหนึ่งตรวจด้วยวิธีรวม อีกกลุ่มหนึ่งตรวจด้วยวิธีวิเคราะห์ ในแต่ละวิธีทำการตรวจ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ตรวจโดยใช้ประสบการณ์เดิมของผู้ตรวจ ครั้งที่ 2 ตรวจตามวิธีที่ได้รับการชี้แจง โดยไม่รู้ผลการเรียนของผู้ตอบ ครั้งที่ 3 ตรวจตามวิธีที่ได้รับการชี้แจงและรู้ผลการเรียนของผู้ตอบ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบแบบความเรียงที่ตรวจโดยวิธีรวม มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสรุป อยู่ระหว่าง 0.3328 - 0.4782 และตรวจด้วยวิธีวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3348 - 0.5895 วิธีตรวจ การชี้แจง และการรู้ผลการเรียนของผู้ตอบต่างกัน ไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบแบบความเรียงหรืออัตนัยสามารถวัดทักษะด้านการคิด ความเข้าใจ การให้เหตุผล การวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้วัดผลและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบว่า จะมีความเชื่อมั่นเป็นอย่างไร ถ้ามีจำนวนผู้ตรวจ และใช้วิธีการตรวจแตกต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

ในการศึกษครั้งนี้ มีสมมติฐานในการวิจัย ดังนี้

1. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน จะมีค่าแตกต่างกันเมื่อใช้วิธีตรวจให้คะแนนเหมือนกัน
2. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน จะมีค่าแตกต่างกันเมื่อมีจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกรุงเทพฯ กลุ่ม 7 จำนวน 15 โรงเรียน โดยแบ่งเป็น โรงเรียนขนาดเล็ก 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 5 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 6 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 178 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 7,303 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกรุงเทพฯ กลุ่ม 7 จำนวน 4 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 70 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) มีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียน โดยมีขนาดของโรงเรียนเป็นขั้น (Starta) และโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ในแต่ละขนาดของโรงเรียน การสุ่มครั้งนี้สุ่มโรงเรียน 20% (โดยเศษที่เหลือคิดเป็นจำนวนเต็มทั้งหมด) ผลปรากฏว่าได้โรงเรียนขนาดเล็ก 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 2 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้ในขั้นที่ 1 โดยมีโรงเรียนเป็นขั้น (Starta) และห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) โดยสุ่มห้องเรียนโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ได้ห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนจากห้องเรียนที่สุ่มได้ในขั้นที่ 2 โดยสุ่มนักเรียนแต่ละห้องจำนวน 1 ใน 3 ของจำนวนนักเรียนในห้อง ซึ่งได้นักเรียนทั้งหมด 70 คน ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน ในห้องเรียนที่สุ่มได้	จำนวนนักเรียน ที่สุ่มมาทำการวิจัย
เล็ก	พิทยาลงกรณ์พิทยาคม	32	11
กลาง	มัธยมวัดดาวคอง	37	13
ใหญ่	ธนบุรีวรเทพีพลารักษ์	42	14
ใหญ่พิเศษ	ศึกษานารี	50	17
	บางปะกอกวิทยาคม	43	15
รวม		204	70

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีขั้นตอนการสร้างดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 204) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการและอสมการ จากหนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เพื่อใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ วิธีการตรวจให้คะแนนและเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3. เขียนนิยามเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 204) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการและอสมการ

4. เขียนข้อสอบและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามนิยามในข้อ 3 เพื่อสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เวลาที่ใช้ในการสอบ ตลอดจนเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน โดยพิจารณาดัชนีค่าความสอดคล้อง (IOC) กล่าวคือ ถ้าค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปก็แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีมีความเที่ยงตรงในการวัดจุดประสงค์นั้นจากการนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อนั้น มีดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับนิยามเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 โดยคัดเลือกไว้ได้ 10 ข้อ ซึ่งเป็นข้อที่มีดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับนิยามเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00

6. นำแบบทดสอบที่ได้ในข้อ 5 ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนวัดอินทาราม จำนวน 47 คน แล้วสุ่มกระดาษคำตอบของนักเรียนจำนวน 20 คน มาตรวจเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางด้านภาษา เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน และตรวจสอบเวลาที่ใช้ ผลปรากฏว่า คำถามบางข้อโจทย์มีลักษณะวague คำถามไม่ชัดเจน จึงต้องปรับปรุงข้อสอบ พร้อมทั้งปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนน และคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 8 ข้อ

7. นำแบบทดสอบที่ได้ในข้อ 6 ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ของโรงเรียนแจรงอนวิทยา จำนวน 48 คน แล้วสุ่มกระดาษคำตอบของนักเรียนจำนวน 30 คน มาตรวจเพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ มีดัชนีค่าความง่าย ตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.86 และมีดัชนีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.02 ถึง 0.52 โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากในช่วง 0.20 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจมากกว่า 0.70 ผลปรากฏว่า คัดเลือกได้จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีดัชนีค่าความง่าย ตั้งแต่ 0.68 ถึง 0.77 มีดัชนีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.52 และค่าความเชื่อมั่นของ

ผู้ตรวจให้คะแนน ซึ่งตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ , ตรวจโดยวิธีรวม และตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์และวิธีรวม มีค่าเท่ากับ 0.93 , 0.94 และ 0.91 ตามลำดับ

8. จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกในข้อที่ 7 พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยต่อไป

ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

ตัวอย่าง ข้อ (0) อีก 12 ปีข้างหน้า บิดาจะมีอายุเป็นสามเท่าของอายุบุตรของเขา ถ้าอายุของคนทั้งสองต่างกันอยู่ 30 ปี นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรว่า ในปัจจุบันอายุของบิดาและบุตรเป็นเท่าไร

วิธีทำ ให้ปัจจุบัน บิดามีอายุ x ปี อายุของคนทั้งสองต่างกันอยู่ 30 ปี ดังนั้น บุตรมีอายุ $x - 30$ ปี

อีก 12 ปีข้างหน้า บิดามีอายุ $x + 12$ ปี และ บุตรมีอายุ $(x - 30) + 12 = x - 18$ ปี

จาก อีก 12 ปีข้างหน้า บิดามีอายุเป็นสามเท่าของบุตร

จะได้ว่า $x + 12 = 3(x - 18)$

$$x + 12 = 3x - 54$$

$$12 + 54 = 3x - x$$

$$66 = 2x$$

$$33 = x$$

$$\therefore x = 33$$

ดังนั้น ในปัจจุบัน บิดามีอายุ 33 ปี

บุตรมีอายุ $33 - 30 = 3$ ปี

Ans

เกณฑ์การให้คะแนนเมื่อตรวจโดยวิธีรวม (Holistic Method)

- 4 คะแนน เมื่อ - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหาสมการได้
 - แสดงวิธีการแก้ปัญหสมการ และคำนวณได้ถูกต้อง สมบูรณ์
 ตามหลักการทางคณิตศาสตร์
 - คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ
- 3 คะแนน เมื่อ - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาสมการได้
 - แสดงวิธีการแก้ปัญหสมการ และคำนวณได้ถูกต้องตามหลักการทาง
 คณิตศาสตร์ แต่อาจมีความผิดพลาดในการคำนวณเล็กน้อย
 - คำตอบถูกต้อง ชัดเจน ไม่คลุมเครือ แต่อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์
- 2 คะแนน เมื่อ - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาสมการได้เพียงเล็กน้อย
 - แสดงวิธีการแก้ปัญหสมการตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้บ้าง
 แต่การคำนวณมีที่ผิดมาก
 - คำตอบยังไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนหรือมีสองนัย
- 1 คะแนน เมื่อ - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาสมการผิด หรือเน้นส่วนประกอบ
 ที่ไม่สำคัญมากเกินไป
 - แสดงวิธีการแก้ปัญหสมการตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก
 และการคำนวณผิดพลาด
 - คำตอบผิด หรือเข้าใจยาก
- 0 คะแนน เมื่อ - ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกต้อง
 - ระบุส่วนประกอบที่สำคัญผิด ไม่ตรงประเด็น
 - ไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหสมการใดๆ

เกณฑ์การให้คะแนนเมื่อตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method)

ความเข้าใจในปัญหา	ให้	1 คะแนน	เมื่อเขียนสมการถูกต้อง
		0 คะแนน	เมื่อเขียนสมการไม่ถูกต้อง
วิธีการแก้ปัญห	ให้	2 คะแนน	เมื่อวิธีการแก้สมการได้ถูกต้อง
		1 คะแนน	เมื่อวิธีการแก้สมการได้ถูกต้องบางส่วน
		0 คะแนน	เมื่อวิธีการแก้สมการไม่ถูก
ผลลัพธ์ที่ได้	ให้	1 คะแนน	เมื่อตอบถูก
		0 คะแนน	เมื่อตอบผิด

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่สอบ
2. จัดเตรียมแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบ และแก้ไขปรับปรุงแล้วให้เพียงพอ กับจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรียน
3. วางแผนดำเนินการสอบ เช่น ควบคุมการสอบให้เป็นไปตามกำหนด จัดบรรยากาศในห้องสอบ ให้เหมาะสม โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบด้วยตนเอง
4. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือ ในการสอบเพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง
5. เมื่อนักเรียนได้รับแบบทดสอบ และอ่านคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบจนเป็นที่เข้าใจตรงกันแล้ว ให้นักเรียนเริ่มลงมือทำแบบทดสอบได้
6. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนที่ได้มาทำการตรวจ โดยมีวิธีการตรวจดังนี้
 - 6.1 ถ่ายเอกสารกระดาษคำตอบของนักเรียนจำนวน 6 ชุด สำหรับผู้ตรวจ 6 คน
 - 6.2 กลุ่มผู้ตรวจกลุ่มที่ 1 จะเป็นการตรวจโดยใช้เกณฑ์การตรวจโดยวิธีรวม (Holistic Method) โดยที่ผู้วิจัยชี้แจงวิธีการตรวจโดยวิธีรวมและแจกเอกสารชุดคำตอบตัวแบบ (เฉลย) และเกณฑ์การให้คะแนน ให้กับผู้ตรวจทั้ง 3 คนได้ทราบและมีความเข้าใจพื้นฐานตรงกัน เมื่อผู้ตรวจมีความเข้าใจตรงกันแล้ว ให้ผู้ตรวจ แต่ละคนทำการตรวจข้อสอบทีละข้อให้ครบทุกคน
 - 6.3 กลุ่มผู้ตรวจกลุ่มที่ 2 จะเป็นการตรวจโดยใช้เกณฑ์การตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method) ผู้วิจัยชี้แจงวิธีการตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ พร้อมทั้งแจกเอกสารชุดคำตอบตัวแบบ (เฉลย) และ เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละส่วน ให้กับผู้ตรวจทั้ง 3 คน และเมื่อเข้าใจตรงกันแล้วก็ให้ผู้ตรวจแต่ละคนทำการ ตรวจข้อสอบชุดเดิมอีกครั้งแต่ครั้งนี้ให้ตรวจตามคำตอบตัวแบบ (เฉลย) และให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน ตามเอกสารที่แจกให้
7. นำผลที่ได้จากการตรวจมาทำการวิเคราะห์หาค่าสถิติและทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) , ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)
2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เมื่อ
 - 2.1 ผู้ตรวจ 2 คน ตรวจโดยใช้เกณฑ์การตรวจเดียวกัน โดยใช้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : ρ^2)
 - 2.2 ผู้ตรวจ 2 คน ตรวจโดยใช้เกณฑ์การตรวจต่างกัน โดยใช้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : ρ^2)
 - 2.3 ผู้ตรวจ 3 คน ตรวจโดยใช้เกณฑ์การตรวจเดียวกัน โดยใช้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : ρ^2)
 - 2.4 ผู้ตรวจ 3 คน ตรวจโดยใช้เกณฑ์การตรวจต่างกัน โดยใช้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : ρ^2)

3. ทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ทดสอบความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามสมมติฐานของการวิจัย โดยนำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไปแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) แล้วทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิจัย ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งคำนวณจากสูตรของ ไรวินเนลลี และ แฮมเบิลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 249 ; อ้างอิงจาก Rovinelli and Hambleton. 1977. *Dutch Journal for Educational Research*. p. 49-60)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ดัชนีค่าความง่าย (P_E) โดยใช้สูตรการคำนวณของวิทนีและซาเบอส์ (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199)

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

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความง่าย
 S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
 S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
 $X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
 $X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.3 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้สูตรการคำนวณของวิทนีและซาเบอส์ (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 201)

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

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : ρ^2) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 223)

$$\rho^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_i^2 + \sigma_e^2}$$

เมื่อ	ρ^2	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นหรือสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
	σ_p^2	แทน	การประมาณค่าคะแนนความแปรปรวนของผู้สอบ ซึ่งคำนวณจาก $\frac{MS_p - MS_r}{n_i}$
	σ_e^2	แทน	การประมาณค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวนซึ่งคำนวณจากค่า MS_r
	σ_i^2	แทน	การประมาณค่าคะแนนความแปรปรวนของผู้ให้คะแนนซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{MS_i - MS_r}{n_p}$
	MS_p	แทน	ความแปรปรวนของผู้สอบที่คำนวณจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน
	MS_r	แทน	ความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวนที่คำนวณจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน
	MS_i	แทน	ความแปรปรวนของผู้ให้คะแนน
	n_i	แทน	จำนวนของผู้ประเมินคะแนน
	n_p	แทน	จำนวนของผู้สอบ

1.5 หาค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจ โดยใช้ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน
(Pearson product – moment coefficient correlation) (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}	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนตัวแปร X กับตัวแปร Y
	$\sum X$	แทน ผลรวมของคะแนน X
	$\sum Y$	แทน ผลรวมของคะแนน Y
	$\sum X^2$	แทน ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน ผลรวมของผลคูณ X กับ Y ทุกคู่
	N	แทน จำนวนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน และ 3 โดยใช้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : ρ^2) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 223)

$$\rho^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_i^2 + \sigma_e^2}$$

เมื่อ ρ^2 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นหรือสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

σ_p^2 แทน การประมาณค่าคะแนนความแปรปรวนของผู้สอบ ซึ่ง

$$\text{คำนวณจาก } \frac{MS_p - MS_r}{n_i}$$

σ_e^2 แทน การประมาณค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวน ซึ่งคำนวณจากค่า MS_r

σ_i^2 แทน การประมาณค่าคะแนนความแปรปรวนของผู้ให้คะแนนซึ่งมี

$$\text{ค่าเท่ากับ } \frac{MS_i - MS_r}{n_p}$$

MS_p แทน ความแปรปรวนของผู้สอบที่คำนวณจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน

MS_r แทน ความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวนที่คำนวณจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน

MS_i แทน ความแปรปรวนของผู้ให้คะแนน

n_i แทน จำนวนของผู้ประเมินคะแนน

n_p แทน จำนวนของผู้สอบ

2.3 ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยเปลี่ยนค่าความเชื่อมั่นเป็นคะแนนมาตรฐาน Z โดยวิธีของฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) (จุฑาภรณ์ คันเจริญ. 2533 : 60 - 61 ; อ้างอิงจาก Ferguson. 1981. *Statistical Analysis in Psychology and Education*. p.196)

$$Z = \frac{Z_{r_1} - Z_{r_2}}{\sqrt{\frac{1}{N_1 - 3} + \frac{1}{N_2 - 3}}}$$

เมื่อ Z แทน คะแนนมาตรฐานของไค์ปกติ

Z_{r_1}, Z_{r_2} แทน คะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งแปลงมาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีของ

Fisher's Z Transformation

N_1, N_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ
P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ρ^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน
Z_r	แทน	คะแนนมาตรฐานพิชเชอร์
Z	แทน	ค่าสถิติของการแจกแจง Z

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้
- ตอนที่ 1 การหาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน
- ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน
- ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- ตอนที่ 1 การหาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนพิทยาลงกรณ์พิทยาคม , โรงเรียนมัธยมวัดดาวทอง , โรงเรียนศึกษานารี , โรงเรียนธนบุรีวรเทพีพหลารักษ์ และโรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม รวมจำนวน 70 คน แล้วนำผลการสอบมาคำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตาราง

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จำนวนผู้ตรวจ	คะแนนเต็ม	วิธีการตรวจ			
		โดยวิธีรวม		โดยวิธีการวิเคราะห์	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
2 คน	24 คะแนน	18.68	5.57	18.28	6.64
3 คน	24 คะแนน	18.81	5.57	18.48	6.34

จากตาราง 2 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ตรวจโดยวิธีรวม โดยใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และ 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.68 และ 18.81 ตามลำดับ และตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ โดยใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และ 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.28 และ 18.48 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย เพราะคะแนนเฉลี่ยมีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจโดยวิธีรวม โดยใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และ 3 คน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.57 เท่ากัน และตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ โดยใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และ 3 คน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.64 และ 6.34 ตามลำดับ แสดงว่า มีการกระจายคะแนน ทั้งการใช้วิธีตรวจโดยวิธีรวมกับการตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ ใกล้เคียงกัน

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน

ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หา ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : p^2) และเพื่อให้ทราบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน จะแตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยจึงนำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไปแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) แล้วทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z) ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน

จำนวนผู้ตรวจ	วิธีการตรวจ					
	โดยวิธีรวม			โดยวิธีการวิเคราะห์		
	ρ^2	Z_r	Z	ρ^2	Z_r	Z
2 คน	0.97	2.09	1.19	0.92	1.59	2.07 [*]
3 คน	0.98	2.30		0.96	1.95	

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวม ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 และที่มีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 เมื่อนำมาทดสอบนัยสำคัญ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 และที่มีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 เมื่อนำมาทดสอบนัยสำคัญ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจต่างกัน

ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หา ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : ρ^2) และเพื่อให้ทราบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจต่างกัน จะแตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยจึงนำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไปแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) แล้วทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z) ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจต่างกัน

วิธีการตรวจ	จำนวนผู้ตรวจ					
	2 คน			3 คน		
	ρ^2	Z_r	Z	ρ^2	Z_r	Z
โดยวิธีรวม	0.97	2.09	2.91 [*]	0.98	2.30	2.04 [*]
โดยวิธีการวิเคราะห์	0.92	1.59		0.96	1.95	

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน ซึ่งใช้วิธีการตรวจโดยวิธีรวม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 และที่ใช้วิธีการตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 เมื่อนำมาทดสอบนัยสำคัญ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนที่มีจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน ซึ่งใช้วิธีการตรวจโดยวิธีรวม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 และที่ใช้วิธีการตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 เมื่อนำมาทดสอบนัยสำคัญ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อใช้วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกรุงเทพฯ กลุ่ม 7 จำนวน 5 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 70 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่สอบ
2. จัดเตรียมแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบ และแก้ไขปรับปรุงแล้วให้เพียงพอ กับจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรียน
3. วางแผนดำเนินการสอบ เช่น ควบคุมการสอบให้เป็นไปตามกำหนด จัดบรรยากาศในห้องสอบ ให้เหมาะสม โดยผู้วิจัยดำเนินการสอบด้วยตนเอง
4. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือ ในการสอบเพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง
5. เมื่อนักเรียนได้รับแบบทดสอบ และอ่านคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบจนเป็นที่เข้าใจตรงกันแล้ว ให้นักเรียนเริ่มลงมือทำแบบทดสอบได้
6. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนที่ได้มาทำการตรวจ โดยมีวิธีการตรวจดังนี้
 - 6.1 ถ่ายเอกสารกระดาษคำตอบของนักเรียนจำนวน 6 ชุด สำหรับผู้ตรวจ 6 คน
 - 6.2 กลุ่มผู้ตรวจกลุ่มที่ 1 เป็นการตรวจโดยใช้เกณฑ์การตรวจโดยวิธีรวม (Holistic Method) โดยที่ผู้วิจัยชี้แจงวิธีการตรวจโดยวิธีรวมและแจกเอกสารชุดคำตอบตัวแบบ (เฉลย) และเกณฑ์การให้คะแนนให้กับผู้ตรวจทั้ง 3 คนได้ทราบและมีความเข้าใจพื้นฐานตรงกัน เมื่อผู้ตรวจมีความเข้าใจตรงกันแล้ว ให้ผู้ตรวจแต่ละคนทำการตรวจข้อสอบทีละข้อให้ครบทุกคน

6.3 กลุ่มผู้ตรวจกลุ่มที่ 2 เป็นการตรวจโดยใช้เกณฑ์การตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method) ผู้วิจัยชี้แจงวิธีการตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ พร้อมทั้งแจกเอกสารชุดคำตอบตัวแบบ (เฉลย) และเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละส่วน ให้กับผู้ตรวจทั้ง 3 คน และเมื่อเข้าใจตรงกันแล้วก็ให้ผู้ตรวจแต่ละคนทำการตรวจข้อสอบชุดเดิมอีกครั้งแต่ครั้งนี้ให้ตรวจตามคำตอบตัวแบบ (เฉลย) และให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนตามเอกสารที่แจกให้

7. นำผลที่ได้จากการตรวจมาทำการวิเคราะห์หาค่าสถิติและทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 การหาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจต่างกัน

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ตรวจโดยวิธีรวม โดยใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และ 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.68 และ 18.81 ตามลำดับ และตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ โดยใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และ 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.28 และ 18.48 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย เพราะคะแนนเฉลี่ยมีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจโดยวิธีรวม โดยใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และ 3 คน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.57 เท่ากัน และตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์โดยใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และ 3 คน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.64 และ 6.34 ตามลำดับ แสดงว่ามีการกระจายคะแนนใกล้เคียงกัน

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวม ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 และที่มีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 และที่มีจำนวนผู้ตรวจ 3 คน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 และมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน ซึ่งใช้วิธีการตรวจโดยวิธีรวม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 และที่ใช้วิธีการตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนที่มีจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน ซึ่งใช้วิธีการตรวจโดยวิธีรวม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 และที่ใช้วิธีการตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 และมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้สาเหตุอาจเนื่องมาจาก ในขณะที่ตรวจ มีผู้ตรวจบางคน ไม่ได้ตรวจข้อสอบข้อนั้นอย่างต่อเนื่องจนครบทุกคน เพราะติดภารกิจที่จำเป็น หรือมีกิจกรรมอื่นเข้ามาแทรก และผู้ตรวจแต่ละคนก็มีประสบการณ์ไม่เท่ากันโดยผู้ตรวจบางคนได้นำประสบการณ์เดิมของตนเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสิน จึงมีผลทำให้ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ตรวจด้วยวิธีนี้ ระหว่างผู้ตรวจ 2 คน กับ 3 คน มีค่าแตกต่างกัน ส่วนการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวม ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เพราะอาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจาก วิธีการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวม เป็นวิธีที่มีลักษณะของการตรวจที่มองภาพรวม ไม่เฉพาะเจาะจง สามารถยืดหยุ่นได้ นับว่าเป็นวิธีการตรวจที่เหมาะสมกับวิชาคณิตศาสตร์ เพราะในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเป็นกระบวนการที่ต้องเนื่องดังนั้นการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีนี้จึงเหมาะสมกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ กอสลิง (Coffman, 1971 : 279 ; citing Gosling, 1966. *Marking English compositions.*) ที่ศึกษาผลการตรวจเรียงความ 3 เรื่อง โดยใช้วิธีการตรวจด้วยวิธีรวม พบว่า มีความเชื่อมั่นสูงถึง 0.96 – 0.98

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่างที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีรวมกับวิธีวิเคราะห์ทั้งของผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน ต่างก็มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เพราะอาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจาก กลุ่มผู้ตรวจที่นำมาตรวจกระดาษคำตอบของแบบทดสอบครั้งนี้เป็นคนละกลุ่มกันจึงมีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน จึงมีค่าแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้แนวความคิดที่จะเสนอแนะไว้ดังนี้

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ในการตรวจให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบประเภทนี้ ควรจะคัดเลือกผู้ตรวจให้มีประสบการณ์ใกล้เคียงกันและควรมีการฝึกอบรมผู้ตรวจให้เข้าใจตรงกัน ทั้งในหลักการตรวจทั่วไป เนื้อหาที่มุ่งวัด การใช้คู่มือการให้คะแนน และเน้นให้ผู้ตรวจต้องตรวจตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างเคร่งครัด โดยไม่ให้ใช้ประสบการณ์เดิมของตนมาช่วยในการตัดสิน แต่จากที่ทำการวิจัยพบว่า การควบคุมความแตกต่างของผู้ตรวจให้มีความเห็นตรงกันเป็นเรื่องยากที่จะทำได้สำเร็จ

2. ในการตรวจให้คะแนนแต่ละครั้งต้องหลีกเลี่ยงการรู้จักนักเรียนเจ้าของคำตอบ เพราะจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินได้ มีวิธีหลีกเลี่ยงได้หลายวิธี เช่น ให้นักเรียนเขียนชื่อไว้ด้านหลัง แผ่นสุดท้ายของกระดาษคำตอบ หรือให้เขียนชื่อในรูปของรหัสอื่น เป็นต้น

3. ในการตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อ ถ้าเป็นการตรวจในข้อเดียวกัน ผู้ตรวจควรตรวจต่อเนื่องจนครบทุกคน ไม่ควรมีกิจกรรมอื่นเข้ามาแทรกในระหว่างที่ทำการตรวจในข้อนั้นๆ และต้องพยายามป้องกันไม่ให้สิ่งภายนอกเข้ามามีอิทธิพลต่อผู้ตรวจ เพราะจะทำให้ผู้ตรวจขาดความเชื่อมั่นในการตรวจได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการคัดเลือกผู้ตรวจที่ใช้ตรวจกระดาษคำตอบในแต่ละวิธีนั้นควรเป็นผู้ตรวจชุดเดียวกัน และมีประสบการณ์ใกล้เคียงกัน
2. ในจำนวนผู้ตรวจที่แตกต่างกันนั้นควรได้มาจากการสุ่ม
3. ควรศึกษาเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนข้อสอบ จำนวนผู้ตรวจ และวิธีการตรวจแตกต่างกัน
4. ควรมีการศึกษาในทำนองเดียวกันนี้ในเนื้อหาวิชาอื่น หรือในระดับชั้นที่แตกต่างกันไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กึ่งกาญจน์ สิริสุนทร. (2521). ความสัมพันธ์ของข้อสอบแบบเลือกตอบที่ใช้วัดความสามารถทางภาษากับการวัดความสามารถในการเรียงความ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดสาเนา.
- กรมการศึกษานอกโรงเรียน. (2526). หลักสูตรการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับที่ 3 - 4 สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. กรุงเทพฯ : บริษัทวิคตอรีเพาเวอร์พอยท์จำกัด.
- กรมวิชาการ. (2524). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- . (2532). รายงานผลการวิจัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- . (2535). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- . (2538). รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ปีการศึกษา 2538. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- . (2539). การประเมินผลจากสภาพจริง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2524). แนวการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์.
- . (2535). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- โกวิท ประวาลพุกษ์. (2534). การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สำหรับอนาคต. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- จิตต์นิภา ภักดีชุมพล. (2516). กิจกรรมการเรียนรู้และการสอนภาษาไทยชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนสาธิตในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จุฬาภรณ์ ตันเจริญ. (2538). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบเรขาคณิต แบบเดิมคำแบบเลือกตอบข้อ และแบบเลือกตอบถูกผิดข้อ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดสาเนา.
- เฉลิมศรี ฉิ่งถิ่น. (2516). ผลของการเพิ่มข้อสอบอัตนัยเข้ากับแบบทดสอบเลือกตอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. อุดสาเนา.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2540). “การพัฒนาคุณภาพการคิด,” ใน วารสารการวัดผลการศึกษา. ปีที่ 18 ฉบับที่ 54 ; มกราคม – เมษายน. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- คำเกิง วงศ์สว่าง. (2528). ผลของการทดสอบย่อยโดยใช้แบบทดสอบอัตนัย เดิมคำ และเลือกตอบ ที่มีต่อความสามารถในการเขียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดสาเนา.

- คุชฎี สิตลวรงค์. (2531). "แนวคิดของกาเยเกี่ยวกับการเรียนการสอน," ใน *สารพัฒนาหลักสูตร*. 78 : 50-57 ; กันยายน.
- น้อมศรี เกท. (2526). " การสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์," ใน *หลักและแนวปฏิบัติในโรงเรียนประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. (2521). *การวัดและการประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2524). *คู่มืออาจารย์ : การวัดและประเมินผลการเรียนรู้การสอน*. กรุงเทพฯ : การพิมพ์พระนคร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). " การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์," ใน *คณิตศาสตร์*. 38 (434-435) : 64-74 ; พฤศจิกายน - ธันวาคม.
- เปี่ยมศรี นาคพัฒน์. (2500). *วิธีสอนแต่งไทยในชั้นมัธยมปลาย*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ไพรัตน์ วงษ์นาม. (2533). *สัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปของแบบทดสอบแบบความเรียง*. วิทยานิพนธ์ ค.ค. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- . (2528). " ข้อสอบแบบความเรียง (Essay Test)," ใน *วารสารการวัดผลการศึกษา*. 6 (18) : 89-97 ; มกราคม - เมษายน.
- ภัทรกุล จิรวิทยานนท์. (2530). " ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทย เทียบกับนานาชาติ," ใน *สสวท.* 15 (2) : 11-14 ; เมษายน - มิถุนายน.
- ภูมิ หลอดกระโทก , ว่าที่ร้อยตรี. (2540). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบสะกดคำในวิชาภาษาไทยที่มีรูปแบบของข้อสอบ และวิธีการให้คะแนนแตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. จัดสำเนา.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2526). *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15*. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- . (2536). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ (Foundations and methodologies in mathematics)* หน่วยที่ 1-3. นนทบุรี : บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2537). *การนิเทศการสอนวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วัลลภา อาริรัตน์. (2528). " สอนให้ค้นพบความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร," ใน *ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 9 (1) : 57-61; ตุลาคม 2527 - มกราคม 2528.
- วิรัช วรณรัตน์ , รศ. (2529). *การวัดและประเมินผลการศึกษา (Educational Assesment)*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2516). *การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น*. มงคลการพิมพ์.

- สมเกียรติ ปดิษฐพร. (2525). การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ . ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดลำนเา.
- สมบุรณ์ ชิตพงศ์. (2511). สมรรถภาพสมองที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนเรียงความ . ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดลำนเา.
- สมสว่าง ณะพานิชย์สกุล. (2539). การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ . ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดลำนเา.
- สาโรช บัวศรี. (2518). “ปรัชญาการศึกษา,” ใน ในจุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย . โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.
- ลีปนนท์ เกตุทัต. (2518). “การศึกษาเพื่อชีวิตและสังคม,” ใน ในจุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย . โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2533). การพัฒนาชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 . ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดลำนเา.
- สุพัทธรา เสวตะดูล. (2529). การศึกษารูปแบบคำตอบของแบบทดสอบเลือกตอบ ที่มีผลต่อการเลือกข้อคำถามและลักษณะของแบบทดสอบ ในวิชาคณิตศาสตร์ . ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดลำนเา.
- หล้า ภวภูตานนท์. (2538). “การช่วยให้เด็กค้นพบวิธีแก้โจทย์ปัญหด้วยตนเอง,” ใน คณิตศาสตร์ . 18 (1) : 8-17 ; กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม.
- อรอนงค์ บำรุง. (2542). การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์ . ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดลำนเา.
- อนันต์ ศรีโสภ. (2525). การวัดผลการศึกษา . กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- อินทร์ ศรีคุณ. (2507). การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางการฟัง การอ่าน การเขียนสะกดคำ และการแต่งความของนักเรียนที่สำเร็จชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนประถมศึกษา 6 แห่ง ในจังหวัดนครราชสีมา . ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา. อุดลำนเา.
- Adams, Sam. , Leslie Ellis & B. F. Beeson. (1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach* . New York : Harper & Row , Publishers.
- Ahmann , J. , Stanley and Marvin D. Glock. (1969). *Evaluating Pupil Growth : Principle of Tests and Measurement* . Boston : Allyn and Bacon.
- Ashlock , Robert B. and others. (1983). *Guiding Each Child's Learning of Mathematics : A Diagnostic Approach to Instruction* . Columbus : A Bell & Howell.

- Baroody , Arthur J. (1993). *Problem Solving , Reasoning , and Communicating , K - 8 . Helping Children Think Mathematically* . New York : Macmillan Publishing Company.
- Bell , Frederick H. (1987). *Teaching and Learning Mathematics (in Secondary Schools)* . Dubuque , Iowa : Wm. C. Brown Company Publishers .
- Bitter , Gary G. , Mary M. Hatfield & Noney T. Edwards. (1989). *Mathematics Method for the Elementary and Middle Schools. A Comprehensive Approach* . Boston : Allyn and Bacon , Inc.
- Block , H. (1985 , Spring). " Estimating the Reliability , Validity and Invalidity of Essay Rating , " *Journal of Educational Measurement* . 22 (1) : 44 – 52 .
- Charles , Randall and Frank K. Lester. (1982). *Teaching Problem Solving. 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.
- Courtney , E. W. (1996). " Alternative Assessment Techniques at the Elementary and Secondary Levels , " เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ . คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Cunningham , George K. (1986). *Educational and Psychological Measurement* . U.S.A. : Macmillan Publishing Company .
- Day , Roger P. (1986 , October). " A Problem - Solving Component for Junior High School Mathematics , " *Arithmetic Teacher* . 32 (2) : 14-17 .
- Dewey , John. (1933). *How We Think* . Boston : D.C. Heath and Co.
- Finlayson , D.S. (1951, February). " The Reliability of the Marking of Essays . " *British Journal of Educational Psychology* . 21 (1) : 126 - 134.
- Gagne , Robert M. (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction* . 4th ed. New York : Holt Rinehart and Winston .
- Gronlund , Norman E. (1965). *Measurement and Evaluation in Teaching* . The McMillan Company , New York , Collier - McMillan Limited , London , 420 p.
- . (1977). *Constructing Achievement Tests* . 2nd ed. Englewood Cliffs , N. J. : Prentice - Hall .
- Gronlund , Norman E. and Robert L. Linn. (1990). *Measurement and Evaluation in Teaching* . New York : Macmillan Publishing Company .
- Hart , 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 .
- Hartfield , Mary M. , Noney T. Edwards & Gury G. Bilter. (1993). *Mathematic 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 .
- 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.
- Kamel, Louis J. and Marilyn O. Karmel. (1978). *Measurement and Evaluation in the Schools*. 2nd ed. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- 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.
- Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick. (1993). *Reasoning and Problem Solving. A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Lester, Frank K. (1977, November). "Ideas about Problem Solving: A Look at Some Psychological Research," *Arithmetic Teacher*. 25 (2) : 12-14.
- Magone, E. (1994). "Validating the Cognitive Complexity and Content Quality of a Mathematics Performance Assessment," *International Journal of Education Research*. 21 (3) : 317-331.
- MaryAnn Heglie - King. (1991) *Mathematics Assessment: myths, models, good question, and Practical suggestion*. Edited by Jean Kerr Stenmark. University of California: National Council of Teachers of Mathematics.
- Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. (1969). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. New York, Rinehart and Winston, 718 p.
- . (1973). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. New York, Holt Rinehart, and Winston.
- National Council of Supervisors of Mathematics. (1977, October). "Position Paper on Basic Skills", *Arithmetic Teacher*. 25 (5) : 19-22.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1980). *An Agenda for Action. Recommendations for School Mathematics, 1980s*. Dale Seymour Publications.
- . (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The council.
- Perdikaris, S. C. (1993, May - June). "Applications of Ergodic Chains to Problem Solving", *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*. 24 (3) : 423-427.
- Polya, G. (1957). *How To Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday and Company.
- Popham, W. James. (1981). *Modern Educational Measurement*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice - Hall, Inc.
- Reys, Robert E., Marilyn N. Suydum & Mary Montgomery Lindquist. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.

- Tanner , David. (1975). *Curriculum Development* . New York : Mcmillan Company .
- Thorndike , Robert Ladd and Elizabeth Hagen. (1960). *Measurement and Evaluation in Psychology and Education* . 3rd ed. , New York , Wiley , 705 p.
- Wesman , A. G. (1971). " Writing The Test Item," *Educational Measurement*. Second Edition.
Washington D.C. : American Council on Education .

ภาคผนวก

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 6 ข้อ
2. ในแต่ละข้อกำหนดโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิด และแสดงขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้
3. ในการตอบคำถามแต่ละข้อ ให้นักเรียนเขียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่จัดไว้ให้ทั้งหมด ทั้งวิธีการคิด และขั้นตอนการคำนวณ เพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

=====

ตัวอย่าง อีก 12 ปีข้างหน้า บิดาจะมีอายุเป็นสามเท่าของอายุบุตรของเขา ถ้าอายุของคนทั้งสองต่างกันอยู่ 30 ปี นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรว่า ในปัจจุบันอายุของบิดาและบุตรเป็นเท่าไร

วิธีทำ

ให้ปัจจุบัน บิดามีอายุ x ปี อายุของคนทั้งสองต่างกันอยู่ 30 ปี ดังนั้น บุตรมีอายุ $x - 30$ ปี
 อีก 12 ปีข้างหน้า บิดามีอายุ $x + 12$ ปี และ บุตรมีอายุ $(x - 30) + 12 = x - 18$ ปี
 จาก อีก 12 ปีข้างหน้า บิดามีอายุเป็นสามเท่าของบุตร

จะได้ว่า $x + 12 = 3(x - 18)$

$$x + 12 = 3x - 54$$

$$12 + 54 = 3x - x$$

$$66 = 2x$$

$$33 = x$$

$$\therefore x = 33$$

ดังนั้น ในปัจจุบัน บิดามีอายุ 33 ปี

$$\text{บุตรมีอายุ } 33 - 30 = 3 \text{ ปี}$$

Ans

1. ถ้าแดงแจกเงินให้เด็กคนละ 3 บาท เขาจะเหลือเงินอีก 2 บาท แต่ถ้าเขาแจกเงินให้เด็กคนละ 4 บาท เขาจะขาดเงินอีก 1 บาท นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรในการที่จะหาว่า แดงได้เตรียมเงินไว้แจกเด็กในครั้งนี้เป็นเงินเท่าไร

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. ในการเล่นหมากรุกของสนามแข่งขันแห่งหนึ่งได้ตั้งกติกาไว้ดังนี้ ผู้ที่เล่นชนะในแต่ละกระดานจะได้ 10 คะแนน แต่ถ้าเป็นผู้แพ้ในกระดานนั้นจะต้องเสีย 4 คะแนน ถ้าเล่นทั้งหมด 20 กระดาน โดยที่เขาเสียคะแนนไป 10 คะแนน นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรในการที่จะหาว่า เล่นทั้งหมดกี่ครั้ง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. ผลต่างระหว่างจำนวนเงินของแตงและตุ้มมากกว่าผลต่างระหว่างจำนวนเงินของตุ้มและตั้มอยู่ 5 บาท ถ้าตุ้มมีเงินอยู่ 65 บาท และตั้มมีเงินน้อยกว่าตุ้ม 10 บาท นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรในการที่จะหาว่า แตงมีเงินเท่าไร

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

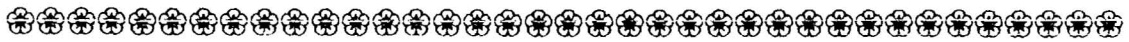
.....

.....

.....

.....

.....



4. มีขนมจีบอยู่ 80 ลูก ปรากฏว่านารีรับประทานหมดภายใน 4 วัน ถ้าในแต่ละวันเธอรับประทานมากกว่าวันที่แล้วอยู่ 4 ลูก นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไร ในการที่จะหาว่า ในวันที่สามของการรับประทานนั้น นารีจะต้องรับประทานขนมจีบกี่ลูก

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



5. แบ่งผลไม้ 198 ผล ออกเป็นสองกอง โดยให้ 3 ใน 4 ของกองที่หนึ่ง มากกว่า 5 ใน 7 ของกองที่สองเกินกว่า 5 ผล นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรในการที่จะหาว่า ผลไม้ในกองที่หนึ่งมีอย่างน้อยที่สุดกี่ผล

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. เมื่อนับจำนวนขาหมูและจำนวนขาไก่ในฟาร์มพบว่า จำนวนขาหมูมากกว่าจำนวนขาไก่เกินกว่า 20 ขา ถ้าจำนวนหมูและไก่ในฟาร์มนี้มี 20 ตัว นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรในการที่จะหาว่าจำนวนหมูในฟาร์มนี้มีอย่างน้อยที่สุดกี่ตัว

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์	ตรวจโดยวิธีรวม
1	<u>ความเข้าใจในปัญหา</u> 1 คะแนน เมื่อเขียนสมการถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อเขียนสมการไม่ถูกต้อง <u>วิธีการแก้ปัญหา</u> 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการ และคำนวณได้ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการได้ แต่การคำนวณผิดพลาด 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการไม่ถูก <u>ผลลัพธ์ที่ได้</u> 1 คะแนน เมื่อมีความเข้าใจในปัญหา แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ และได้คำตอบที่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อตอบผิด หรือไม่มีความเข้าใจในปัญหา และไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้	4 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการและ คำนวณได้ถูกต้อง - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 3 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้ แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 2 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้ แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้องหรืออาจจะมีผลลัพธ์ ที่ถูกต้องแต่ขั้นตอนทั้งหมดไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีทำใดๆ

เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์	ตรวจโดยวิธีรวม
2	<u>ความเข้าใจในปัญหา</u> 1 คะแนน เมื่อเขียนสมการถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อเขียนสมการไม่ถูกต้อง <u>วิธีการแก้ปัญหา</u> 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการและคำนวณได้ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณผิดพลาด 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการไม่ถูกผลลัพธ์ที่ได้ 1 คะแนน เมื่อมีความเข้าใจในปัญหาแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้และได้คำตอบที่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อตอบผิด หรือไม่มีความเข้าใจในปัญหาและไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้	4 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการและคำนวณได้ถูกต้อง - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 3 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 2 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้องหรืออาจจะมีผลลัพธ์ที่ถูกต้องแต่ขั้นตอนทั้งหมดไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีทำใดๆ

เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์	ตรวจโดยวิธีรวม
3	<u>ความเข้าใจในปัญหา</u> 1 คะแนน เมื่อเขียนสมการถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อเขียนสมการไม่ถูกต้อง <u>วิธีการแก้ปัญหา</u> 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการและคำนวณได้ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณผิดพลาด 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการไม่ถูก <u>ผลลัพธ์ที่ได้</u> 1 คะแนน เมื่อมีความเข้าใจในปัญหาแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้และได้คำตอบที่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อตอบผิด หรือไม่มีความเข้าใจในปัญหาและไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้	4 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการและคำนวณได้ถูกต้อง - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 3 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 2 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้องหรืออาจจะมีผลลัพธ์ที่ถูกต้องแต่ขั้นตอนทั้งหมดไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีทำใดๆ

เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์	ตรวจโดยวิธีรวม
4	<u>ความเข้าใจในปัญหา</u> 1 คะแนน เมื่อเขียนสมการถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อเขียนสมการไม่ถูกต้อง <u>วิธีการแก้ปัญหา</u> 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการ และคำนวณได้ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการได้ แต่การคำนวณผิดพลาด 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการไม่ถูก <u>ผลลัพธ์ที่ได้</u> 1 คะแนน เมื่อมีความเข้าใจในปัญหา แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ และได้คำตอบที่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อตอบผิด หรือไม่มีความเข้าใจในปัญหา และไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้	4 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการและ คำนวณได้ถูกต้อง - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 3 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้ แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 2 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้ แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้องหรืออาจจะมีผลลัพธ์ ที่ถูกต้องแต่ขั้นตอนทั้งหมดไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีทำใดๆ

เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์	ตรวจโดยวิธีรวม
5	<u>ความเข้าใจในปัญหา</u> 1 คะแนน เมื่อเขียนสมการถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อเขียนสมการไม่ถูกต้อง <u>วิธีการแก้ปัญหา</u> 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการและคำนวณได้ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณผิดพลาด 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการไม่ถูกผลลัพธ์ที่ได้ 1 คะแนน เมื่อมีความเข้าใจในปัญหาแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้และได้คำตอบที่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อตอบผิด หรือไม่มีความเข้าใจในปัญหาและไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้	4 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการและคำนวณได้ถูกต้อง - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 3 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 2 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้องหรืออาจจะมีผลลัพธ์ที่ถูกต้องแต่ขั้นตอนทั้งหมดไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีทำใดๆ

เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ตรวจโดยวิธีการวิเคราะห์	ตรวจโดยวิธีรวม
6	<u>ความเข้าใจในปัญหา</u> 1 คะแนน เมื่อเขียนสมการถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อเขียนสมการไม่ถูกต้อง <u>วิธีการแก้ปัญหา</u> 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการและคำนวณได้ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณผิดพลาด 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการไม่ถูก <u>ผลลัพธ์ที่ได้</u> 1 คะแนน เมื่อมีความเข้าใจในปัญหาแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้และได้คำตอบที่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อตอบผิด หรือไม่มีความเข้าใจในปัญหาและไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้	4 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการและคำนวณได้ถูกต้อง - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 3 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 2 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการได้แต่การคำนวณมีที่ผิดพลาด - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 1 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อ - เขียนสมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - แสดงวิธีการแก้สมการไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง - ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้องหรืออาจจะมีผลลัพธ์ที่ถูกต้องแต่ขั้นตอนทั้งหมดไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีทำใดๆ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.พิชากร แปลงประสพโชค | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. อาจารย์ธนุชัย ภู่อุดม | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. อาจารย์เมคต์ แยมวงษ์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 5. อาจารย์มยุรี บุญอาจ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวพรรณี เจียมสุบุตร
วันเดือนปีเกิด	3 กรกฎาคม พ.ศ. 2511
สถานที่เกิด	อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี
สถานที่อยู่ในปัจจุบัน	21/1 ม. 2 ตำบลบางกระสอ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์ 2 ระดับ 6
สถานที่ทำงานในปัจจุบัน	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เขตพระนคร กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2525	มัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนบางบัวทอง
พ.ศ. 2528	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนบางบัวทอง
พ.ศ. 2532	กศ.บ. (คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน
พ.ศ. 2543	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ