

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2



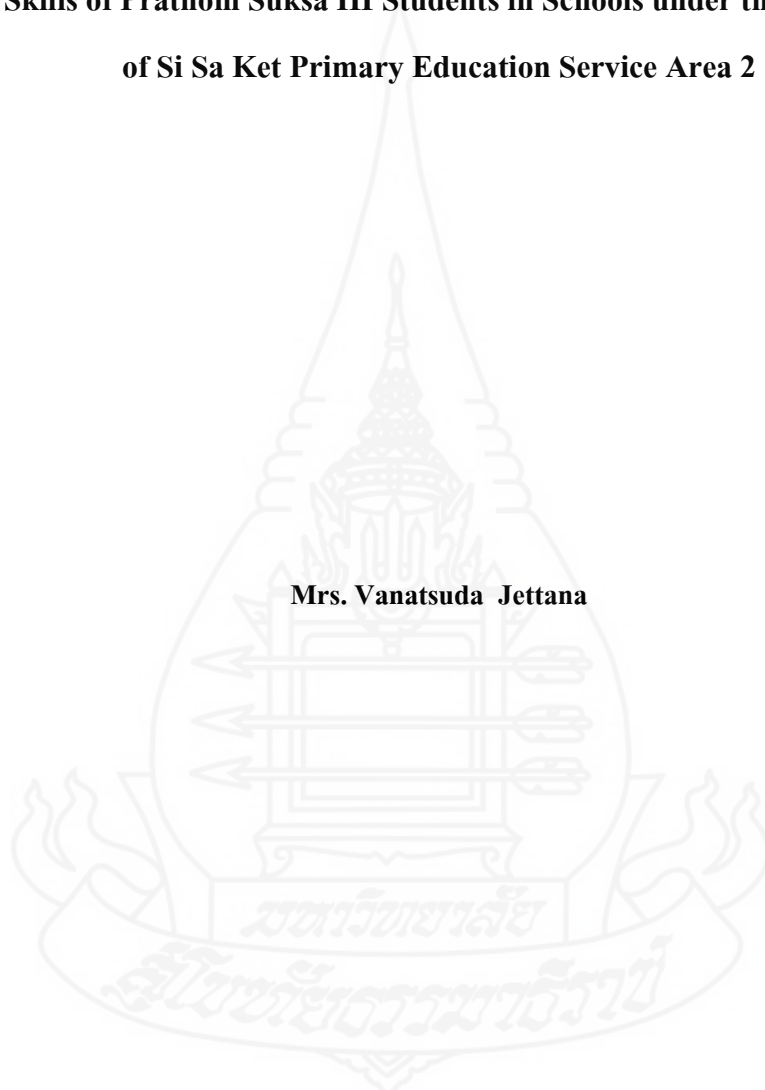
นางวนัสสุดา เจตนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2555

**The Development of an Instrument for Assessment of Mathematics Process
Skills of Prathom Suksa III Students in Schools under the Office
of Si Sa Ket Primary Education Service Area 2**

Mrs. Vanatsuda Jettana



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Educational Evaluation

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2012

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

ชื่อและนามสกุล นางวันัสสุดา เจตนา

แขนงวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณดี แสงประทีปทอง
2. รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา เนาว์เย็นผล

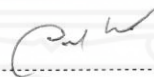
วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม 2556

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ทศนี้อย์ ชาติไทย)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณดี แสงประทีปทอง)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา เนาว์เย็นผล)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. สิริวรรณ ศรีพหล)



ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2
ผู้วิจัย นางวนัสสุดา เจตนา รหัสนักศึกษา 2492500133 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
 (การประเมินการศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร. วรณดี แสงประทีปทอง
 (2) รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา เนาว์เย็นผล **ปีการศึกษา** 2555

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 และ (2) ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2553 จำนวน 600 คน จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่พัฒนาในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดย หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก

ผลการวิจัยพบว่า (1) การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1 ฉบับ ประกอบด้วยข้อสอบ 20 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ วัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ด้านละ 3 ข้อ คือ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านการให้เหตุผล ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ วัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน คือ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการให้เหตุผล ด้านละ 1 ข้อ และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ (2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหาโดยค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 ค่าความเที่ยงของแบบวัด ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย เท่ากับ .80 และแบบวัดตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัย เท่ากับ .81 ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ เท่ากับ .78 ค่าความยากรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ระหว่าง .28 ถึง .58 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ระหว่าง .53 ถึง .89

คำสำคัญ การพัฒนาแบบวัด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประถมศึกษา

Thesis title: The Development of an Instrument for Assessment of Mathematics Process Skills of Prathom Suksa III Students in Schools under the Office of Si Sa Ket Primary Education Service Area 2

Researcher: Mrs. Vanasuda Jettana; **ID:** 2492500133;

Degree: Master of Education (Educational Evaluation);

Thesis advisors: (1) Dr. Vandee Sangprateetong, Associate Professor;
(2) Dr. Preecha Naoyenphol, Associate Professor; **Academic year:** 2012

Abstract

The purposes of this research were (1) to develop a mathematics process skills test for Prathom Suksa III students in schools under the Office of Si Sa Ket Primary Education Service Area 2; and (2) to verify quality of the developed mathematics process skills test for Prathom Suksa III students in schools under the Office of Si Sa Ket Primary Education Service Area 2.

The research sample consisted of 600 Prathom Suksa III students in the 2010 academic year from schools under the Office of Si Sa Ket Primary Education Service Area 2, obtained by stratified random sampling. The developed research instrument was a mathematics process skills test for Prathom Suksa III students. Quality of the instrument was verified by finding its content validity, discriminating indices, difficulty indices, and reliability.

Research findings were as follows: (1) The developed mathematic process skills test contained 20 test items and comprised two parts. Part 1 contained 12 objective test items for assessment of the mathematics process skills of problem solving (3 items); reasoning (3 items); mathematics communication and presentation (3 items); and connection between various branches of mathematics knowledge and between mathematics and other fields (3 items). Part 2 contained eight essay type test items for assessment of the mathematics process skills of problem solving (1 item); reasoning (1 item); mathematics communication and presentation (1 item); connection between various branches of mathematics knowledge and between mathematics and other fields (1 item); and creative thinking (4 items). (2) The developed mathematics process skills test had content validity as shown by the IOCs ranging from .60 to 1.00. Reliability of the test in Part 1 containing objective test items was .80; and that of Part 2 containing essay type test items was .81; and reliability of the whole test was found to be .78. The difficulty indices of items ranged from .28 to .58. The discriminating indices of items ranged from .53 to .89.

Keywords: Test development, Mathematics process skills, Prathom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก
รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณดี แสงประทีปทอง และรองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล
ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้น
จนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทัศนีย์ ชาติไทย ประธานกรรมการสอบ
วิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และ
ขอขอบพระคุณ คุณครูหอมจันทร์ จำปาพันธ์ คุณครูชุลีพร มณีนิล คุณครูวันชัย ปักการะสังข์
คุณครูรุ่งนภา ผลเกิด และศึกษานิเทศชนัน เมฆท่าแค ที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
ศรีสะเกษ เขต 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจน
สำเร็จด้วยดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับการสนับสนุนกำลังใจจากผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านจิก
เพื่อนครูทุกท่านเป็นอย่างดี ซึ่งผู้วิจัยถือว่ามีค่าเป็นอย่างยิ่ง ขอขอบคุณนายสุรศักดิ์ เจตนา ผู้ที่จุด
ประกายความคิดในการศึกษาต่อในครั้งนี้พร้อมทั้งกำลังใจอย่างมากมายที่มีให้ในยามท้อแท้ และขอ
น้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว ญาติพี่น้องและเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจการศึกษา
ทั้งหมด

วนัสสุดา เจตนา

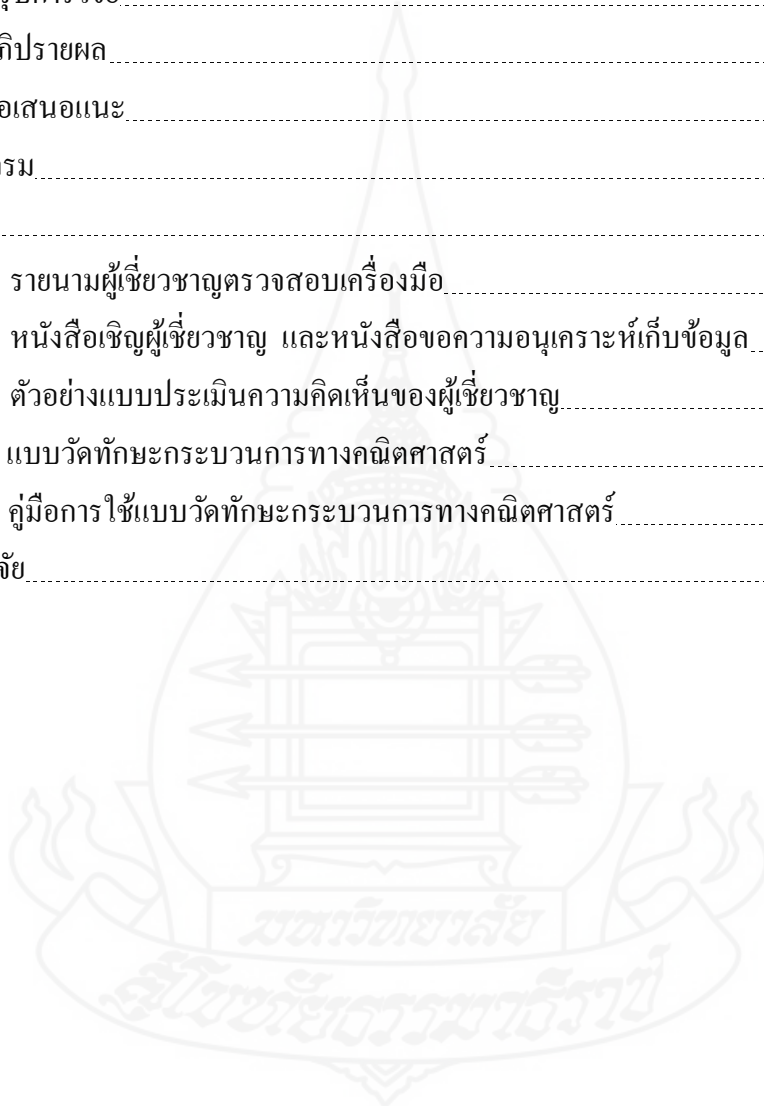
พฤษภาคม 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	7
ตอนที่ 1 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	7
ตอนที่ 2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	34
ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	59
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	62
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
บทที่ 4 ผลการพัฒนาแบบวัด.....	75
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.....	75
ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.....	76

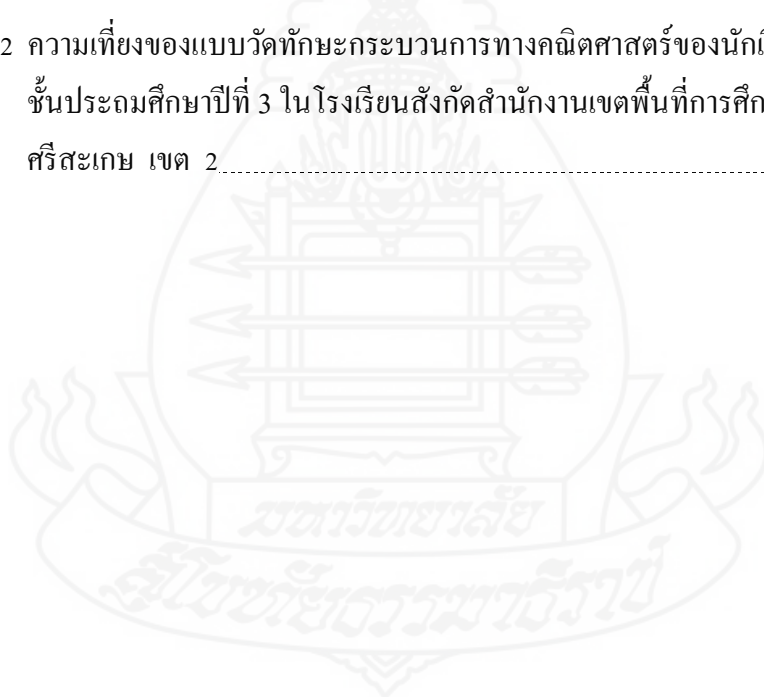
สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	90
สรุปการวิจัย.....	90
อภิปรายผล.....	93
ข้อเสนอแนะ.....	97
บรรณานุกรม.....	98
ภาคผนวก.....	108
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	109
ข หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล.....	112
ค ตัวอย่างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	116
ง แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	119
จ คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	133
ประวัติผู้วิจัย.....	142



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 จำนวนประชากร และกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	60
ตารางที่ 3.2 รายชื่อโรงเรียน และจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....	61
ตารางที่ 3.3 แผนผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	64
ตารางที่ 4.1 ข้อสอบ ดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2.....	77
ตารางที่ 4.2 ความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ศรีสะเกษ เขต 2	89



ญ

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	4
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.....	68



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ 2551 : 50) ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ทำให้มนุษย์ก้าวหน้าอย่างไม่เคยเป็นมาก่อนในประวัติศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการคิดค้นแท่นพิมพ์หนังสือ การสร้างรถยนต์ โทรทัศน์ หรือโทรศัพท์ ล้วนแล้วแต่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น โลกในปัจจุบันเจริญขึ้นเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ จึงถือได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นรากฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ (นภคกุล กมลวิลาสเสถียร 2549 : 13) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ คาร์ลฟรีดริค เกาส์ (Carl Friedrich Gauss) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันที่มีชื่อเสียงในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ว่า “คณิตศาสตร์เป็นราชินีของวิทยาศาสตร์ และเลขคณิตเป็นราชินีของคณิตศาสตร์” (Mathematics is the Queen of Sciences and Arithmetic is the Queen of Mathematics) (สิริพร ทิพย์คง 2545 : 1) จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในข้างต้น ทำให้ประเทศไทยได้มีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์เพื่อรองรับกับการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน โดยปัจจุบันประเทศไทยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศที่มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข ในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ (กระทรวงศึกษาธิการ 2551 : 5) การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต และศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างมีระบบและสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ 2551 : 10) ซึ่งสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 6 สาระการเรียนรู้ 5 สาระแรกเป็นสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหาประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิตพีชคณิต และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในแต่ละสาระการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็นมาตรฐานต่างๆ สำหรับสาระการเรียนรู้ที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มี 1 มาตรฐาน คือ มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skills and Process) เป็นสิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าความรู้หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ถูกเน้นมาโดยตลอดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นเครื่องมือ (Tool) ของผู้เรียนในการทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมายและมีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนการแก้ปัญหาในห้องเรียน ความรู้กับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กันและเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิต (อัมพร ม้าคนอง 2554: 21)

การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ก็เช่นเดียวกับวิชาอื่น ๆ ที่การวัดและการประเมินผลเป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการเรียนการสอน (พร้อมพรรณ อุดมสิน 2544 : 2) เพราะเป็นการสะท้อนคุณภาพที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะคุณภาพของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผลจากการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะนำมาซึ่งการทบทวน ปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555 : 1) แต่ในปัจจุบันพบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพยังมีอยู่น้อยมากและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จะต้องได้รับการประเมินระดับชั้น ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่าผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทั้ง 5 ด้าน หรือไม่ ซึ่งผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนา

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 เพื่อที่จะนำผลการประเมินไปพัฒนาในระดับชั้นต่อไป

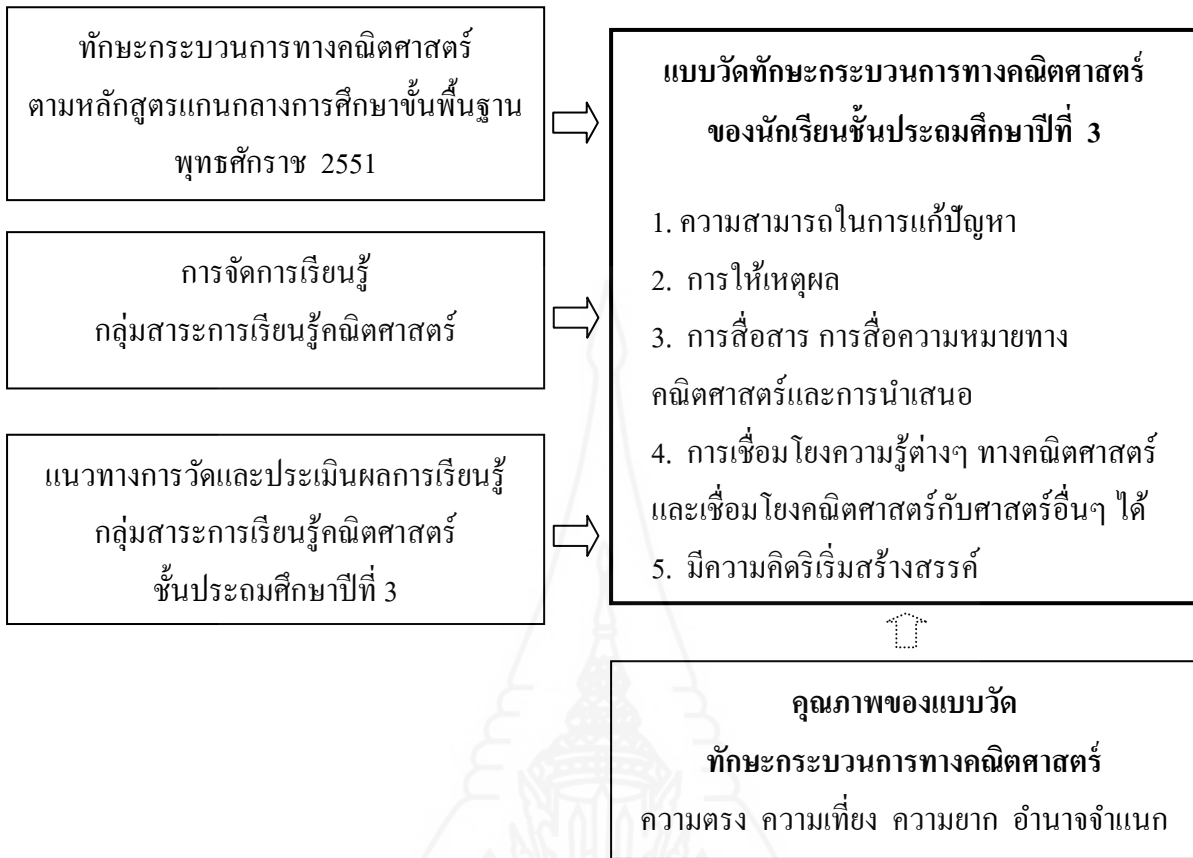
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2
- 2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ 6 สาระ จึงได้วางกรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบวัดสาระที่ 6 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้ คือ 1) มีความสามารถในการแก้ปัญหา 2) มีความสามารถในการให้เหตุผล 3) มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และ 5) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ 2551 : 45)

จากการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกรอบแนวคิดด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

4.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2553 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

4.2 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ จำนวนนับ 1-100,000 การบวกลบจำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100,000 แผนภูมิรูปภาพ และแผนภูมิแท่ง การวัดความยาว เวลา การชั่ง การตวง การคูณ การหาร เงินและการบันทึก รายรับรายจ่าย รูปเรขาคณิต และการบวกลบคูณหารระคน

4.3 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้านทักษะกระบวนการ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผล 3) ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำในด้าน 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ โดยนำความรู้ ความคิด จากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ของปัญหา มากำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

5.3 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการอธิบาย สนับสนุนหรือคัดค้าน ขั้นตอนหรือคำตอบที่ได้โดยอาศัยหลักการ ข้อมูล ข้อเท็จจริงประกอบการอธิบาย ได้อย่างเหมาะสม

5.4 ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ภาษา ศัพท์ สูตร แผนภูมิ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

5.5 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยกัน และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น รวมทั้งสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

5.6 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมโนทัศน์เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ และสร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้

5.7 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แสดงทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อสอบปรนัยและอัตนัย ซึ่งวัดในด้าน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และวัดในด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้แนวทางการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีคุณภาพ มีประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนของครู

5.2 เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ สำหรับใช้กับนักเรียนชั้นต่างๆ

5.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและแสวงหาความรู้ต่อไป

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.1 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มีผู้ให้ความหมาย ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 21) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์
ในการแก้ปัญหาหรือทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 76) กล่าวว่า ทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไป
ประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้อย่าง
มีประสิทธิภาพ

สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ (2550: 1) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
หมายถึง จำนวน (number) การวัด (measurement) เรขาคณิต (geometry) พีชคณิต (algebra)
และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (data analysis and probability) และยังคงกล่าวอีกว่า
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมี 5 ด้าน คือ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการ
ให้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) ทักษะ
การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 5)
ทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ ในด้าน 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ 2551 : 56-91) ได้กำหนดกรอบสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

1. คุณภาพผู้เรียน เมื่อเรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.1 มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

1.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เวลาและเงิน สามารถวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

1.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้งจุด ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรงและมุม

- 1) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้
- 2) รวบรวมข้อมูล และจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง และสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้
- 3) ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ใช้ความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่เป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์

สถานศึกษาอาจจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่นๆ เพิ่มเติมได้ โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

3. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้สำหรับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวน

ไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันมาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งให้นักเรียนได้มี คือ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผล 3) ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 52) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบ นักเรียนต้อง

นำความรู้ที่มีอยู่ไปเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบนักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาออกมาด้วย

คอสมีย์ และคนอื่นๆ (Dossey and other. 2002 : 72) กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการหาคำตอบให้คำถามหรือการจัดการกับสถานการณ์ต่าง ๆ ปัญหาที่ยากและน่าเบื่อสำหรับคนหนึ่งอาจเป็นปัญหาธรรมดา ๆ สำหรับอีกคนหนึ่ง กระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องใช้ในการสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ๆ ที่แตกต่างจากเดิม ใช้หลักในการวางแผน หรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และเป็นการได้มาซึ่งความรู้ใหม่จากสถานการณ์นั้น ๆ กระบวนการนี้อาจยุ่งยากซับซ้อนขึ้นเมื่อมีการขยายไปสร้างการเชื่อมโยง ซึ่งนักเรียนจะได้ประสบการณ์จากกระบวนการนี้และสามารถพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

อัมพร ม้าคอง (2554 : 39) กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทักษะซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 77) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 62-64) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาคือองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะเกิดจากการฝึกฝนทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆ หลากรูปแบบซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนคุ้นเคยหรือไม่ สามารถแยกปัญหาใหม่ออกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2543 : 5) กล่าวถึง ทักษะการแก้ปัญหาวางแผนคณิตศาสตร์ว่า เหตุผลหลักของการศึกษาคณิตศาสตร์ก็เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์

ที่พบ นักเรียนต้องสามารถประยุกต์รูปแบบการคิดอย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง สามารถอธิบายข้อมูลและสรุปผลจากข้อมูลที่ปรากฏ ในชีวิตจริงนักเรียนต้องพบกับปัญหา หลากหลายรูปแบบ ปัญหาข้อความ หรือปัญหาเรื่องราวเป็นเพียงรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหา

ปาน (Pan. อ้างถึงใน อารี สันหลวิ. 2530 : 25) ได้อธิบายไว้ว่า ในการฝึกคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ควรจะฝึกให้เกิดสมดุลในตัวเด็ก กล่าวคือ ควรจะมีทั้งวิจารณ์ญาณ เหตุผล และจินตนาการ

เมย์ (May 1970 : 266) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนทาง สมองซึ่งเกี่ยวข้องกับภาระที่ยังเห็น การจินตนาการ การจัดกระทำ และการรวบรวมความคิด

บอร์น เอกาเตรนต์ และโดวินอสกี (Bourne and Dominowski 1971 : 9) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิด จากประสบการณ์เดิม และ ส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน นำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อผลของ ความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ โดยนำความรู้ ความคิด จากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ของปัญหา มากำหนดยุทธวิธีในการ แก้ปัญหา โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

พฤติกรรมบ่งชี้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2552 : 90) ได้ กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาดังนี้

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 39) กล่าวว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น คือผู้เรียนที่มีความสามารถดังต่อไปนี้

1. ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหา
2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาคั้งเดิม

4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหามากมาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
 5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญห โดยใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่
 6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหเพื่อแก้ปัญหทั้งในและนอกห้องเรียน
 7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
 8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
 9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย
- สุเทพ ทองอยู่ (2527: 211) กล่าวว่า นักเรียนที่เกิดทักษะการแก้ปัญหานั้น พิจารณาได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก โดยนำขั้นตอนการแก้ปัญหามาระบุพฤติกรรมบ่งชี้ของนักเรียน ดังนี้

ขั้นตอน	พฤติกรรมบ่งชี้
1. ทำความเข้าใจปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. - ระบุสิ่งที่ต้องการ - ระบุข้อมูลที่กำหนด - ระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนด
2. วางแผนการแก้ปัญห	<ol style="list-style-type: none"> 2. - ระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ - ระบุปัญหาย่อย - เลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม คือ รูปแบบ - คิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ - เดาและทดสอบ - ทดสอบและสร้างสถานการณ์จำลอง - ลดความซับซ้อนของปัญหา - แบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย - รายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด

ขั้นตอน	พฤติกรรมบ่งชี้
3. ดำเนินการตามแผน	3. - ดำเนินการตามยุทธวิธีที่เลือก - คำนวณหาคำตอบ - ให้เหตุผล
4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ	4. - ระบุคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ - ตรวจสอบว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่ - หาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่า - คัดแปลงเพิ่มเติม เงื่อนไข หรือสร้างข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่

โพลยา (Polya. 1957 : 16 - 17) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้
 ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) นั่นคือ เข้าใจว่า
 อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่
 หากเกิดความกำกวม ลักลั่นหรือขัดแย้ง ควรใช้การวาดรูป และควรแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไข
 ออกเป็นส่วนๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษ จะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น 19

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยง
 ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนใน
 การแก้ปัญหาดังนี้

2.1 เป็น โจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายคลึง
 กับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

2.2 รู้จัก โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับ โจทย์ที่จะแก้หรือไม่
 เพียงใด และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ใน โจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่
 รู้เหมือนกัน และพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยพบมาใช้กับ โจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้
 ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่าน โจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่
 เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตาม
 แผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่นๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆ

พรชัย จันทะคุณ (2546 : 21) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการวิเคราะห์ว่า ปัญหาถามอะไร กำหนดอะไรมาให้ จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกจากกัน

ขั้นที่ 2 แผนการแก้ปัญหา ต้องหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสิ่งที่กำหนดให้ และข้อมูลที่ได้จากสิ่งที่กำหนดให้ หาวิธีการแก้ปัญหาโดยการนำหลักเกณฑ์ หลักการเหตุผลมาประกอบกับข้อมูลแล้วนำเสนอในรูปแบบวิธีการ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นการดำเนินการแผนที่วางไว้เพื่อตอบปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและตรวจคำตอบ เป็นการพิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 19) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาคือ การแสดงพฤติกรรมตามขั้นตอนของทักษะการแก้ปัญหาดังนี้ ทำความเข้าใจกับปัญหา กำหนดตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ความถูกต้องและความเป็นไปได้ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ความถูกต้องหรือความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา และขั้นตอนของการแก้ปัญหา

ออตัน (Orton. 1987 : 111-112) ได้วิเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดั่งนั้นควรประกอบด้วย

1. ความสามารถในการประมาณและวิเคราะห์
2. ความสามารถในการมองเห็น ตีความข้อเท็จจริงได้ในเชิงปริมาณและความสัมพันธ์
3. ความสามารถในการเข้าใจ และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง และความคิดแบบอุปมาอุปมัย
5. ความสามารถในการเลือกกระบวนการและข้อมูลที่ถูกต้อง
6. ความสามารถในการพิจารณารายละเอียดที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการสรุปอ้างอิงจากตัวอย่างที่เป็นพื้นฐาน

8. ความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้เป็นอย่างดี

9. ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความตระหนักในคุณค่าของตนเองสูง และได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความวิตกกังวลต่ำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ 1) ระบุเงื่อนไข และเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดได้ 2) ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา 3) ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 4) ระบุคำตอบที่สมเหตุสมผลและตรวจสอบคำตอบได้

1.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 81) กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นการสร้างข้อคาดเดาและตรวจสอบข้อคาดเดา จากสถานการณ์ที่กำหนดจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 79) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ และใช้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ ข้อความคาดการณ์ หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้น

ซัชซัย คุ่มทวิพร (2534: 121) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง ลักษณะหนึ่งของการคิดที่พยายามอธิบายเหตุการณ์บางอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการใช้หลักฐานการสังเกตหรือข้อความต่าง ๆ ที่ได้รับการยอมรับ

ศรินทร วิฑะสิรินันท์ (2544: 131) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถย่อย ๆ ในการคิดลักษณะต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้

1. การพิจารณาและระบุให้ชัดเจนว่าผลที่เกิดขึ้นคืออะไร
2. การพิจารณาเหตุการณ์หรือสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนหน้านั้นและระบุว่าเหตุการณ์ใดมีความสัมพันธ์กับผลโดยเกิดก่อนเสมอ
3. การพิจารณาแต่ละเหตุการณ์ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนและมีความสัมพันธ์กันอย่างไร สม่าเสมอ นั้น และตัดสินใจว่า เป็นผลมาจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งรวมกัน หรือเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดผลโดยการสรุปอ้างอิงจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม
4. การเลือกระบุเหตุการณ์หรือสิ่งที่พิจารณาและตัดสินใจว่าเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดผลที่กำหนด

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล (2542: 47) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการของเหตุผลนั้น เป็นปรากฏการณ์ทางจิต (Psychological phenomena) ซึ่งมนุษย์ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อความหมายทางใจ (mental talk) กระบวนการดังกล่าวนี้ เป็นการเรียบเรียงข้อเท็จจริงที่มีอยู่ เป็นสื่อทำให้จิตสามารถสร้างข้อเท็จจริงขึ้นมาใหม่ได้อีกหรือเห็นเกี่ยวกับข้อเท็จจริงใหม่ที่สร้างขึ้นมา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่ากระบวนการของเหตุและผลเป็นกระบวนการนำข้อความหรือปรากฏการณ์ที่เป็นเหตุผลนำมาแจกแจงแสดงความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องกันเพื่อทำให้เกิดข้อความใหม่ หรือปรากฏการณ์ใหม่เรียกว่า ผลสรุปหรือผล

ทิสนา เขมมณี (2545: 114) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผลแบบ นิรนัย และอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ดังนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

ศุภกิจ เฉลิมวิสุตม์กุล (2546: 50-54) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่าคือ การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยัน “ข้อสรุป” ของเราว่าเป็นความจริง การให้เหตุผลแต่ละครั้งจะมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นข้ออ้าง ซึ่งหมายถึงหลักฐานหรือเหตุผล (บางครั้งเรียกข้ออ้างว่าเหตุ) และส่วนที่เป็นข้อสรุป ซึ่งหมายถึงสิ่งที่เราต้องการบอกว่าเป็นจริง (บางครั้งเรียกข้อสรุปว่าผล)

กรมวิชาการ (2546 : 16) กล่าวว่า ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาจนเกิดความเที่ยงในความสามารถด้านเหตุผลและทำให้เกิดการคิดการตัดสินใจ ทั้งในเรื่องที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และในชีวิตอื่น ๆ ความสามารถในด้านเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ มีตรรกะในการคิดและสามารถให้เหตุผลต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะขึ้นอยู่กับพัฒนาการด้านเชาวน์ปัญญาและการใช้ภาษาของผู้เรียน ผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาในฐานะนักคิดเชิงรูปธรรมซึ่งใช้บริบทเชิงรูปธรรมและกายภาพสนับสนุนเหตุผลของตนและพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออยู่มัธยมศึกษาด้วยการถ่ายโยง การให้เหตุผลที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมแม้ผู้เรียนที่อยู่ในระดับที่สูงแล้ว ก็ยังมีความจำเป็นในการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อการสนับสนุนให้เหตุผล

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมี 2 วิธี ได้แก่

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) หมายถึง วิธีการสรุปผลในการค้นหาความจริงจากการสังเกต หรือการทดลองหลาย ๆ ครั้ง จากกรณีย่อย ๆ แล้วนำมาสรุปเป็นข้อสรุปการหาข้อเท็จจริงหรือความจริง โดยใช้วิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยนั้นข้อสรุปไม่ต้องถูกต้องทุกครั้ง เนื่องจากการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการสรุปผลที่เกิดจากหลักฐานที่มีอยู่ดังนั้นข้อสรุปจะเชื่อได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลหลักฐานและข้อเท็จจริงที่นำมาอ้าง รวมถึงประสบการณ์ของผู้ให้เหตุผลด้วย

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) หมายถึง วิธีการสรุปความรู้ที่เป็นผลมาจากความรู้พื้นฐาน อาจเป็นความเชื่อ ข้อตกลง กฎ หรือบทนิยาม ซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อน และยอมรับว่าเป็นจริง เพื่อหาเหตุผลนำไปสู่ข้อสรุป ความรู้พื้นฐานที่ยอมรับเป็นข้อตกลงมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น เหตุ (premise) สมมติฐาน (hypothesis) หรือสัจพจน์ (axioms หรือ postulate)

พนาร์ตัน แซ่มซัน (2548 : 53) กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ ซึ่งทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการวิเคราะห์และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ และความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล

นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย (2548 : 26) กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผล คือ ความสามารถในการคิดการตัดสินใจ มีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือข้อสรุปและช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

อลิซ และชิเรล (Alice and Shirel, 1999: 114) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer, อ้างถึงใน สมเดช บุญประจักษ์ 2540 : 36) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ และเป็นการคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

สติฟฟ์ (Stiff, อ้างถึงใน วิศุตา รัชช 2547 : 11) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต้องตั้งอยู่บนศูนย์กลางการเรียนรู้ของวิชาคณิตศาสตร์ และเนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น และการให้เหตุผลคือสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุประสงควิชาคณิตศาสตร์

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการอธิบาย สนับสนุนหรือคัดค้าน ขั้นตอนหรือคำตอบที่ได้โดยอาศัยหลักการ ข้อมูล ข้อเท็จจริงประกอบการอธิบายได้อย่างเหมาะสม

พฤติกรรมบ่งชี้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2552: 90) กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลไว้ดังนี้ ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

จริยชาติ ชูวงศ์ศิริกุล (2550: 15) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนการให้เหตุผลและลงข้อสรุป ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 26) กล่าวว่า การให้เหตุผล คือ การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การหาความสัมพันธ์ของแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้น ๆ พร้อมทั้งสามารถที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ คือ 1) บอกขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ 2) บอกเหตุผลของขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ 3) ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผลได้ และ 4) สรุปผลได้อย่างเหมาะสม

1.3 ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

วรณีย์ โสมประยูร (2537: 24) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิด การให้ความรู้ความคิดเห็นหรือข้อมูลต่างๆ โดยการพูด การเขียน หรือการใช้สัญลักษณ์

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 56) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 79) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถในการพูดและการเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ และแบบจำลอง เพื่อแสดงแนวคิด หรืออธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีความกระชับ ชัดเจน และเหมาะสม

ทัศนีย์ กระจ่างอินทร์ และสุกิตร์ อนุศาสตร์ (2542: 3) ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า เป็นกระบวนการถ่ายทอดสารผ่านสื่อต่างๆทั้งที่เป็นการพูด การเขียน การแสดง และการจัดกิจกรรมไปยังผู้รับสารอย่างมีวัตถุประสงค์ ทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกัน มีปฏิริยาตอบสนองกัน

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 21) กล่าวว่า การสื่อสารหรือการสื่อความหมาย หมายถึง การถ่ายทอดเรื่องราว การแลกเปลี่ยนความคิด การแสดงออกของข้อความคิดและความรู้สึก นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นการที่บุคคลในสังคมมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันโดยผ่านทางข้อมูล ข่าวสาร สัญลักษณ์และเครื่องหมายต่างๆด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 197-198) เสนอว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปแบบของ ตาราง กราฟหรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น โดยการกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ กำหนดตัวแปร เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปแบบของสมการหรือสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางพีชคณิต

เนตรชนก คงทน (2545: 2) ให้ความหมายของการสื่อสารว่า คือ กระบวนการถ่ายทอดข้อมูล ข่าวสารจากผู้ส่งสาร ไปยังผู้รับสาร โดยผ่านช่องทางการสื่อสาร เพื่อมีอิทธิพลต่อผู้รับไม่ว่าทางใดก็ทางหนึ่ง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989: 214) เสนอว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดหรือทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด นอกจากนี้ยังได้ระบุว่า ลักษณะของความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนนั้น มีลักษณะดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ

2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดยการพูดการเขียน หรือภาพต่างๆ

3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์และจำลองสถานการณ์

เฟินเซล และ โรวาน (Fensell; & Rowan. 2001: 202) กล่าวว่า การสื่อความหมาย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญทั้งการเรียนและการสอน เพราะการสื่อความหมายเป็นวิธีการจัดรูปแบบ ความรู้ทางคณิตศาสตร์และเป็นการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รีส์ และคนอื่นๆ (Reys; et al. 2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มี ศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและ อธิบายแนวคิด โดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวม และขยาย แนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทาง คณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียน แผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ภาษา ศัพท์ สูตร แผนภูมิ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

พฤติกรรมบ่งชี้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551 : 90) ได้ กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ดังนี้คือ ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการ นำเสนออย่างถูกต้อง

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 57) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถ ที่จะนำเสนอข้อมูลสารสนเทศ เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน นักเรียนจะมีความสามารถ ดังนี้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิด ทางคณิตศาสตร์

2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในชีวิตประจำวันกับภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์
 3. ใช้ทักษะการอ่านและการฟังในการแปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถเขียนด้วยความเข้าใจ
 4. สร้างคำจำกัดความทางคณิตศาสตร์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบจากการตรวจสอบ
 5. สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและการเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางคณิตศาสตร์
 6. ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน
 7. สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความ ทดการณ์หรือข้อขัดแย้งที่น่าสนใจ
 8. สะท้อน และอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวาจา ด้วยการเขียน
 9. ถามคำถาม ขยายความที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่เคยอ่านหรือที่เคยได้ยินมาก่อน
 10. เห็นคุณค่าของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และบทบาทของสัญลักษณ์เหล่านั้นในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์
 11. ตระหนักว่าการแสดง การอภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟังเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการใช้คณิตศาสตร์
- สมชาย วรกิจเกษมสกุล (2544 :75) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นวิธีการให้ผู้เรียนได้แสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การแสดงด้วยภาพ ศัพท์ สัญลักษณ์ในการนำเสนอแนวความคิดอธิบายความสัมพันธ์และจำลองสถานการณ์
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 19) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอคือ การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอดังนี้ เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอด้วยวิธีที่เหมาะสม ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุ สมผล สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ และเสนอแนวคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2446: 5) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาพูดและเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างคณิตศาสตร์ หรือ สื่อต่าง ๆ เช่น รูปภาพ ตาราง กราฟ แบบจำลอง เพื่อนำเสนอแนวคิด แสดงความหมาย และความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม

ธิดารัตน์ พรหมณะ (2546: 45) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแปลงปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิ ตาราง หรือกราฟได้ อีกทั้งสามารถบอกรายละเอียดของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดอะไร มีเงื่อนไขอะไร และต้องการทราบอะไร และต้องบอกความสัมพันธ์ของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บอกความสัมพันธ์ได้

อัมพร ม้าคนอง (2547: 102-103) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เช่น การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 60-63) เสนอว่า เป้าหมายของการสื่อสารนั้นเพื่อให้ให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้

1. จัดเรียงและรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ชัดเจนขึ้นผ่านการสื่อสาร
2. สื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้เพื่อน ครู และผู้อื่นเข้าใจอย่างชัดเจน
3. วิเคราะห์ ประเมินแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้
4. สามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ได้ดังนี้คือ 1) เลือกรูปแบบของการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม 2) แปลงปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นประโยคภาษา ประโยคสัญลักษณ์ หรือแผนภูมิที่เป็นสากลได้ 3) บอกความสัมพันธ์ของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และ 4) สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาข้อมูลได้

1.4 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 80) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกับความรู้อื่น ๆ หรืองานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989 : 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของนักเรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรงกับสภาพชีวิตจริง

อุยวดี จันทรสนธิ (2543 : 4-5) กล่าวถึง การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ว่ามี 2 รูปแบบคือ (1) การสร้างแบบจำลองเชื่อมโยงระหว่างปัญหาในสิ่งแวดล้อมหรือปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ หัวข้ออื่นๆกับตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหา (2) การเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาที่สมนัยกันและระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งนี้ นักเรียนที่สามารถประยุกต์ระหว่างตัวแบบที่ต่างกันซึ่งแทนปัญหาเดียวกัน หรือแทนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เดียวกัน ย่อมเกิดการพัฒนาระบวนการคิดในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปัญหาใหม่ และมีกระบวนการคิดแบบยืดหยุ่นที่จะค้นหาวิธีแก้ปัญหามากหลาย ผลที่ตามมาคือผู้เรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลและสื่อความคิดโดยใช้คณิตศาสตร์ ซาบซึ้งในความสอดคล้อง และความงดงามของคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ และถ่ายโอนความคิดทางคณิตศาสตร์ย่อมเพิ่มพูนตามไปด้วย

กระทรวงศึกษาธิการ (2552 : 90) กำหนดให้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงเป็นมาตรฐานหนึ่งในสาระการเรียนรู้เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตรการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยระบุไว้ว่า

ผู้เรียนต้องมีความสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้เช่นเดียวกับหลักสูตรการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่เป็นประเทศผู้นำของโลกปัจจุบันได้กำหนดให้ผู้เรียนมีมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการเชื่อมโยงไว้เช่นกันโดยกำหนดสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงไว้ 3 ประการคือ

1. ผู้เรียนตระหนักและสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ได้ ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงวิธีการแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นระบบ
2. ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงวิธีการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์มาทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นระบบ
3. ผู้เรียนมีความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงและประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้

อัมพร ม้าคนอง (2554: 60) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่ ความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ออซูเบล โนวาคและโกวิน (Ausubel, Novak and Gowin. อ้างถึงใน ชนศักดิ์ บ่ายเที่ยง. 2538 : 28) กล่าวถึง ความสำคัญของการเชื่อมโยงไว้ว่า การเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะทำให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาผสมผสานหรือเป็นพื้นฐานในการเรียนความรู้ใหม่ นอกจากนั้นการเชื่อมโยงยังสามารถสื่อให้เห็นความสัมพันธ์ที่แต่ละวิชามีความเกี่ยวข้องกัน ทำให้เกิดการเรียนแบบมีความหมายที่แตกต่างจากการเรียนแบบท่องจำ

เคนเนดี และ ทิปป์ส (Kennedy and Tipps. 1994 : 194) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นกระบวนการที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือมโนทัศน์ภายในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกันได้ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงบูรณาการความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือการดำเนินชีวิตในโลกแห่งความเป็นจริงได้

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ หมายถึง ความสามารถหรือความ

ชำนาญในการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยกัน และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้

พฤติกรรมบ่งชี้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551 : 90) ได้กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ ดังนี้คือ เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

เคนเนดีและทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994: 194-198) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และมโนคติ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2547: 50-51) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างมีลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่
2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่างๆ ของคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลายๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ และยังกล่าวอีกว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกันนั้นนักเรียนจะต้องตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เป็นอย่างดีเป็นเหตุเป็นผล และสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

จารุวรรณ ทวันเวช (2552 : 56-57) กล่าวว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนจะต้องเลือกหรือนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาแสดงความสัมพันธ์ของปัญหาในรูปสัญลักษณ์ ประโยคสัญลักษณ์ ตาราง แผนภาพ แผนผัง ได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง อีกทั้งสามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมาแล้วอ้างอิง อธิบาย บรรยาย วิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาชัดเจน และได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องสมเหตุสมผล นอกจากนี้ยังจะต้อง

สามารถอธิบาย สนับสนุนคำตอบ หรือคัดค้านคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องเหมาะสม โดยอาศัยหลักการข้อเท็จจริง ประกอบการอธิบายข้อสรุปได้ และอาจจะมีการยกตัวอย่างประกอบการอธิบายได้

ปาจารย์ ไทรงาม (2549: 19) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะต้องประกอบด้วยพฤติกรรมด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิง ประยุกต์ใช้ความรู้ เนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่โดยนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนด

2. ความสามารถในการนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในวิชาอื่น เป็นความสามารถในการตีความ โจทย์ปัญหา ให้ทราบว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไรเพื่อเลือกใช้ความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหา

3. ความสามารถในการนำความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 61) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นความสามารถดังต่อไปนี้

1. เชื่อมโยงและสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ

2. ใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาอื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ ธุรกิจ และในชีวิตประจำวัน

3. เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้งานของเนื้อหาหรือหัวข้อเหล่านั้น และมองเห็นคณิตศาสตร์เป็นภาพรวมของบูรณาการ

4. วิเคราะห์ปัญหาและอภิปรายผลโดยใช้กราฟ ตัวเลข วัตถุ ภาษา แบบจำลอง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

5. ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจการคิดทางคณิตศาสตร์อื่น และความคิดในศาสตร์อื่น

6. เชื่อมโยงวิธีการที่แตกต่างกันที่ใช้ในการแสดงมโนทัศน์เดียวกัน และที่ใช้ในการนำเสนออย่างเดียวกัน

7. เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสังคมและในวัฒนธรรมของตนเอง

8. ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์และระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ดังนี้คือ 1) เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ 2) เชื่อมโยงสถานการณ์กับรูปสัญลักษณ์ ตาราง แผนภาพ แผนผัง และหาข้อสรุปได้ 3) เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และ 4) บอกข้อสรุปของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

1.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 81) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหาหรือทำงานทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2554: 64) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นการคิดระดับสูง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดออกนอกกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ ทำให้ได้แนวทางใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน จึงเป็นความคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่โดยไม่มีกรอบแบบความคิดอื่น ๆ เป็นความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ หาแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา และนำความคิดเดิมมาผสมผสานเป็นแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

อารี พันธุ์ณี (2540: 6) ได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหา และความสามารถแก้ไขปัญหายังเป็นขั้นตอน และเป็นระบบนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป

2. ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลมีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น กล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการ มีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ เป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงาน หรือสิ่งที่ตนพอใจ ตลอดจนไม่หวังผลต่อการประเมินภายนอก

3. ลักษณะทางผลผลิต หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ขั้นต่ำ ที่แสดงผลที่เกิดความพอใจของตนที่แสดงออกซึ่งความคิด และการกระทำจนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะค่อยคิดได้เองจนถึงระดับความคิดทฤษฎี หลักการ และการประดิษฐ์คิดค้นต่าง ๆ

สมศักดิ์ ภู่วิภาคารวรรณ (2541: 2) ให้นิยามความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อน ยากแก่การให้คำจำกัดความที่มีความแน่นอนตายตัว

2. ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน (Product) ผลงานนั้นต้องเป็นผลงานที่แปลกใหม่และมีคุณค่า กล่าวคือ ใช้ได้โดยมีคนยอมรับ และถ้าพิจารณาความคิด

สร้างสรรค์ในเชิงกระบวนการ (Process) กระบวนการคิดสร้างสรรค์ คือ การเชื่อมโยงสัมพันธ์
 สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมากเข้าด้วยกัน ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์เชิงบุคคล
 บุคคลนั้นจะต้องเป็นคนที่มีความแปลก เป็นตัวของตัวเอง (Originality) เป็นผู้ที่มีความคิดคล่อง
 (Fluency) มีความยืดหยุ่น (Flexibility) และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้น ๆ ได้
 (Elaboration)

สุริย์ จันทรโมลี (2543 : 69) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของ
 สมอของบุคคลในการที่จะใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบหลาย ๆ คำตอบ และจากหลายทิศทางหลาย
 แง่หลายมุม เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่บุคคลได้รับ บุคคลจะใช้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ เป็น
 พื้นฐานในการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ความคิดใหม่ การประดิษฐ์ดัดแปลงสิ่งใหม่ มีความคิดเป็น
 อิสระไม่ใช่ตามคนอื่น ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นดาบสองคมที่อาจจะนำไปในทางที่ดี หรืออาจ
 นำไปใช้ในทางที่ไม่ดี ก่อให้เกิดความเสียหายได้

วิลโด แพงศรี (2544 : 9) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทำงาน
 ของสมองมนุษย์ (Mental Process) ซึ่งเป็นไปในลักษณะของการประมวลความรู้ และ
 ประสบการณ์เดิมผสมผสานหรือบูรณาการเข้ากับความรู้และประสบการณ์ใหม่ ก่อให้เกิดผลผลิต
 (Products) ใหม่ในหลายลักษณะ ซึ่งอาจจะเป็นผลผลิตในเชิงนามธรรมหรือรูปธรรม ซึ่งมีคุณค่า
 ต่อมนุษย์ในเชิงเศรษฐศาสตร์หรือในทางจิตใจ

รุ่งศิริ เข้มตระกูล (2547: 23) ได้กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือ
 ความสามารถในการคิดได้ถูกต้อง คิดเก่ง คิดไวและคิดสิ่งใหม่ๆ ได้

กิลฟอร์ด (Guilford. 1959 : 380) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า
 เป็นความสามารถทางสมองที่สามารถ “คิดได้หลายทิศทาง” หรือ “คิดแบบอนกนัย” และ
 ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดที่เป็น
 ตนเองโดยเฉพาะคนที่มึลักษณะดังกล่าวเป็นคนที่กล้าคิด ไม่กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์ และมีอิสระใน
 การคิดด้วย

เทอร์เรนซ์ (Torrance. 1962: 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถ
 ของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่รู้จักมาก่อน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะ
 เกิดจากการรวมความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่

เกอร์ฮาร์ด (Gerhard. 1971: 157) นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า
 เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา
 ที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึง และมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่

เจนเซน (Jansen, 1973: 2168-A; อ้างถึงใน สุภาวดี ตั้งนุบผา.2533 : 58) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยเกณฑ์พิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้แก่

1. ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความคำตอบ
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

ครูลิก และ รูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง 2554 : 64) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดที่เป็นต้นฉบับ สะท้อนสิ่งต่าง ๆ และผลงานที่ซับซ้อน ซึ่งรวมถึงการสังเคราะห์แนวคิด สร้างแนวคิดใหม่ และการตัดสินใจประสิทธิภาพของแนวคิดเหล่านั้น

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมโนทัศน์เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ และสร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้

พฤติกรรมบ่งชี้

ครูสตี (Krutesty. 1976, อ้างถึงใน สุภาวดี ตั้งนุบผา 2533: 41-42) กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ควรประกอบด้วยความสามารถดังนี้

1. ความสามารถในการจัดกระทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป
3. ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์หรือตัวเลข
4. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาระต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
6. ความสามารถในการทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้ย่อมมีเหตุมีผล
7. ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่น ๆ ได้โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิมและวิธีการคิดย้อนกลับ
8. ความสามารถในการพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ง่าย และให้เหตุผลที่กระชับ
9. ความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ดาร์ราน และ อัลเลน (Darran and Allen, 1971: 108-109) กล่าวว่า ความสามารถพื้นฐานที่จะให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการให้เหตุผลเชิงอ้างอิง (Skill of Reference Study) และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (Skill Scientific and Mathematical Reasoning) ซึ่งตัวอย่างทั้งสององค์ประกอบนี้ ได้แก่

1. การนำหลักการไปใช้และการสรุปอ้างอิง
2. การประยุกต์ข้อมูล และการสรุปเป็นกรณีทั่วไปในสถานการณ์ใหม่
3. การประเมินความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
4. เลือกข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยตรง
5. การใช้ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงวิธีการคิด
6. มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล
7. เตรียมข้อมูลในรูปกราฟหรือตาราง
8. การเตรียมโครงร่าง
9. การจัดระเบียบข้อมูลสารสนเทศ
10. มีการซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูล
11. ใช้ความสังเกตที่มีการทดลอง
12. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต
13. การใช้แผนผัง ลูกโลก แผนที่
14. การใช้มาตราของแผนผัง ลูกโลก และแผนที่
15. การกำหนดลักษณะทางกายภาพ และพัฒนารูปภาพ
16. การตีความสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่
17. การรวบรวมวัตถุหรือสิ่งของเป็นกลุ่ม
18. การอ่านและการเขียนสัญลักษณ์ทางตัวเลข
19. การบวก การลบ การคูณ การหาร
20. การเปรียบเทียบขนาด
21. การเปรียบเทียบรูปร่าง
22. การใช้วิธีการวัดต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสูง น้ำหนัก ความจุ ปริมาตร
23. การใช้ชั่งน้ำหนัก
24. การบอกเวลา
25. หาความสัมพันธ์ของสิ่งของที่อยู่ต่างกลุ่ม

26. ความไวต่อการรับรู้ ถึงองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์ทั้งหมด

27. การเดาอย่างมีเหตุผล

28. การใช้วิธีการที่หลากหลายในการนิยามปัญหา

29. ความสามารถในการอธิบาย

30. การปฏิบัติ และอธิบายวิธีการทดสอบได้ทุกขั้นตอน

31. การค้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

คีสเซน (Kissen, 1988 : 520-521) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

1. การตั้งปัญหา

2. การยกตัวอย่าง

3. ความสามารถพิเศษและการสรุปอ้างอิง

4. การกำหนดสัญลักษณ์และการแทนค่า

5. การบันทึกข้อมูลจากการสังเกต

6. การสำรวจคำถามอย่างเป็นระบบ

7. การกำหนดลำดับขั้นตอนการคิด

8. การตรวจสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีโดยมีหลักฐานที่มาสนับสนุน

9. การสรุปอ้างอิงโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานสนับสนุน

10. การสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533 : 39) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด

5. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณี

ทั่วไป

6. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

สุภาวดี ประเสริฐศรี (2546: 177-178) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
4. ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้น
5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ และวิธีการคิด
6. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณี

ทั่วไป

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต

ไพชยนต์ บุญสุภา (2546 : 119) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถดังนี้

1. ความสามารถในการจัดระบบสัญลักษณ์ตัวเลข และเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในแ่งมุมต่าง ๆ
2. ความสามารถในการนำสัญลักษณ์ตัวเลขและเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในแ่งมุมต่าง ๆ
3. ความสามารถในการเชื่อมโยง หรือมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อความที่เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดในแ่งมุมต่าง ๆ กัน
4. ความสามารถในการเชื่อมโยง หรือมองเห็นความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ตัวเลขและเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดในแ่งมุมต่าง ๆ กัน
5. ความสามารถในการจัดระบบข้อความที่เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้อย่างเป็นระเบียบแบบแผนในแ่งมุมต่าง ๆ
6. ความสามารถในการนำข้อความที่เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไปใช้ในแ่งมุมต่าง ๆ กัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้คือ 1) ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ และ 4) ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชวาล แพร์ตกุล (2520: 46-47) ได้กล่าวถึงลักษณะโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันนิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับการวัดทักษะหรือความคล่องแคล่วแม่นยำในการคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบสำหรับวัดความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลขซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์เทียบได้กับความสามารถในการสะกดคำในวิชาภาษาไทย ฉะนั้น โครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการอิทธิพลของภาษาที่เกี่ยวข้องด้วยเลย จัดเป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณตัวเลขโดยเฉพาะ

2. แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทโจทย์ต่างๆ ทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ต่างๆ ไป แต่ลีลาคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความหมายและการให้ความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวน กับวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นสำคัญ คำถามประเภทโจทย์ปัญหานี้มิได้หมายถึงคำถามที่ให้นักเรียนนำตัวเลขไปแทนค่าในสูตรโดยตรง เช่น ในเรื่องการหาดอกเบี้ยหรือให้หาพื้นที่ของวงกลม เพราะคำถามชนิดนี้ไม่มีลักษณะเป็นปัญหาแต่เป็นการวัดความสามารถในการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่างๆ แล้วเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตรเท่านั้นเอง

3. แบบทดสอบประเภทเหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ ต้องการวัดว่าเมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่างๆ แล้ว เขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกไปในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่ หรือเพียงแต่จำสูตรหรือวิธีการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการในกฎเกณฑ์นั้นเลย

ล้วน สายยศ (2517: 26-30) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ว่าควรเน้น 3 ประการ คือ คณิตศาสตร์ทักษะ คณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา เพื่อจะได้ทราบจุดบกพร่องในการคิดคณิตศาสตร์ของเด็ก เมื่อเด็กบกพร่องด้านใดจะได้สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นการแก้ปัญหาดังแต่จุดเริ่มต้น

1. **คณิตศาสตร์ทักษะ** หมายถึง ความคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ถอดรากหรือทำเลขซ้อน ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องในระยะเวลาที่กำหนดให้ การทำข้อสอบนี้ได้ดีนั้นไม่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของความเข้าใจด้านภาษา การเขียนข้อสอบจึงเป็นเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขหรือตัวแปร โดยอาศัยเครื่องหมายคณิตศาสตร์ตลอดเวลา

2. **คณิตศาสตร์เหตุผล** การออกข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้ จะถามเน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และการประเมินค่า เป็นต้น ข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้ความเข้าใจด้านภาษามีอิทธิพลอยู่ เพราะข้อคำถามจะต้องใช้อธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่

3. **คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา** การเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหานั้น มุ่งตรวจสอบผลสัมฤทธิ์สูงสุดท้ายในการคิด นั่นคือสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา แล้วหาว่าผลลัพธ์เป็นเท่าไร จะไม่สนใจวิธีการหรือเหตุผล จุดมุ่งหมายในการออกแบบข้อสอบคณิตศาสตร์ก็เพื่อประสงค์ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาเป็น คือสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้

จากลักษณะของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์จะต้องสามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

2.2 การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ คือ

1. ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น รวมทั้งการนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์

2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในด้านต่าง ๆ คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดสร้างสรรค์

ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ต้องยึดหลักการของการประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2551 : 208)

1. การประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน ผู้สอนควรใช้งานหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการ

เรียนรู้ และใช้การถามคำถาม เพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา รวมถึงการตรวจสอบและส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย

2. การประเมินผลต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ ผู้สอนควรประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา และระดับชาติ ในลักษณะของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ประกาศไว้ในหลักสูตร เพื่อให้สามารถบอกได้ว่าผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ ผู้สอนต้องแจ้งจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบ เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมและปฏิบัติตนให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนด

3. การประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความเท่าเทียมกับการวัดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เพื่อการเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ปรับตัวและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข ผู้สอนต้องออกแบบงานหรือกิจกรรมซึ่งส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อาจใช้วิธีการสังเกต สัมภาษณ์หรือตรวจสอบคุณภาพผลงานเพื่อประเมินความสามารถของผู้เรียน งานหรือกิจกรรมจึงควรมีลักษณะดังนี้

- สาระในงานหรือกิจกรรมอาศัยการเชื่อมโยงความรู้หลาย ๆ เรื่อง
- ทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหาหลายวิธี
- เงื่อนไขหรือสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันมีโอกาสแสดงกระบวนการคิดตามความสามารถของตน ต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในรูปแบบการพูด การเขียน การวาดรูป

ความสามารถต่างกันมีโอกาสแสดงกระบวนการคิดตามความสามารถของตน ต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในรูปแบบการพูด การเขียน การวาดรูป

- งานหรือกิจกรรมต้องใกล้เคียงกับสภาพจริงหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การประเมินผลการเรียนรู้ต้องนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนรอบด้าน การประเมินผลการเรียนรู้มิใช่เป็นเพียงการให้นักเรียนทำแบบทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้น แต่ควรใช้เครื่องมือวัดและวิธีการวัดที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การมอบหมายงานให้ทำเป็นการบ้าน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ผู้สอนมีข้อมูลรอบด้านเกี่ยวกับผู้เรียน เพื่อนำไปตรวจสอบกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยการเลือกใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลควรเลือกใช้เครื่องมือให้ตรงกับจุดประสงค์ของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

5. การประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตน การประเมินผลที่ดีโดยเฉพาะ

การประเมินผลระหว่างเรียนต้องทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น คิดปรับปรุงข้อบกพร่องและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้สูงขึ้น เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องสร้างเครื่องมือวัดหรือวิธีการที่ทำท้าย และส่งเสริมกำลังใจแก่ผู้เรียนในการขวนขวายเรียนรู้เพิ่มขึ้น

ขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้การวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อีกทั้งสอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการศึกษา และถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจกำหนดขั้นตอนดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555 : 30)

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ
2. วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
3. กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบ และเวลาที่ใช้ในการสอบ
5. สร้างข้อสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคการสร้างข้อสอบ
6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความตรง และความเป็นปรนัยของข้อสอบ
7. จัดระบบข้อมูลจากการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
8. นำข้อมูลจากการวัดและประเมินผลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์

2.3 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือวัดที่มีการกำหนดสถานการณ์หรือกิจกรรมต่างๆ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และวัดพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนได้โดยตรง เช่น การวางแผน การทำงาน การดำเนินงานตามแผน การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ การบันทึกข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูล การวิเคราะห์ การแปลผล การลงสรุป รวมทั้งการเสนอแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ ทั้งนี้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555 : 89)

1. สถานการณ์ เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาสาระ ข้อสนเทศ หรือความรู้ที่ผู้เรียนต้องใช้ลงมือปฏิบัติภาระงาน

2. คำสั่งหรือคำชี้แจง เป็นเงื่อนไขหรือสิ่งที่ระบุให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ภายใต้อาณัติที่กำหนดให้ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกในพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งครอบคลุมทักษะปฏิบัติดังนี้

- การวางแผนการดำเนินงาน กำหนดให้ผู้เรียนตรวจสอบความสามารถ เกี่ยวกับการกำหนดปัญหา การสร้างข้อความคาดการณ์ และการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

- การลงมือปฏิบัติ กำหนดให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติ หรือ แสดงความสามารถในการสังเกต การใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือ การบันทึกผล การคำนวณค่า และการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอนตามแผนที่วางไว้

- การวิเคราะห์และการแปลผล กำหนดให้ผู้เรียนจัดกระทำข้อมูล ตรวจสอบ ความแม่นยำของข้อมูลที่ได้ สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล และแปลความหมายของข้อมูล

- การสร้างความรู้และการนำความรู้ไปใช้ กำหนดให้ผู้เรียนแสดง ความสามารถในการลงข้อสรุปหรือสร้างความรู้ ประยุกต์ความรู้ในรูปแบบการสร้างแบบจำลอง และนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างไปจากเดิม

ในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วัดจะต้องคำนึงถึงความเชื่อมโยง ความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระของผู้เรียนในแต่ละชั้นปี การเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถของผู้เรียนให้ได้มากที่สุดจะช่วยวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุม แต่ทั้งนี้ต้องให้ผู้เรียนได้ทำงานหรือกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความสามารถของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างคำตอบขึ้นด้วยตนเอง หรือปฏิบัติงานตามแนวทางของตนเองมุ่งมั่นให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีคุณค่าและมีความหมายต่อการเรียนรู้ จึงจะสามารถสะท้อนความคิดระดับสูง และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถพิจารณาได้จากกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงาน และผลงานที่ได้จากการปฏิบัติงาน โดยใช้เกณฑ์การวัดที่กำหนดขึ้นอย่างเหมาะสมกับลักษณะของงานหรือกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติ นอกจากนี้ผู้วัดต้องนำผลการวัดไปใช้ พัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการคิด การปฏิบัติและการประเมินตนเอง รวมทั้งให้ผู้เรียนนำผลจากการวัดมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาตนเองต่อไป

2.4 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดเป็นเครื่องมือมาตรฐานสำหรับวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เครื่องมือนี้นำไปใช้ได้มีประสิทธิภาพ สามารถนำผลไปใช้ได้อย่างถูกต้อง น่าเชื่อถือ

จึงควรมีการดำเนินการสร้างแบบวัดอย่างเป็นระบบ ดังนั้นจึงมีนักวิชาการได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบวัด ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 17- 23) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบวัดว่ามี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน

- ศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วยให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมในแต่ละชั้น
- วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัด สามารถพิจารณาได้โดยตรงจากมาตรฐานการเรียนรู้
- กำหนดน้ำหนักและความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อเป็นการกำหนดความสำคัญของเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้
- เลือกชนิดของเครื่องมือวัด เครื่องมือวัดและประเมินผลมีอยู่อย่างหลากหลาย การที่จะเลือกใช้เครื่องมือในลักษณะใดนั้นขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระดับของผู้เรียน ผู้ประเมิน การนำไปใช้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

2. ขั้นตอนการสร้างแบบวัด

- การออกแบบเครื่องมือวัด เริ่มด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง เป็นการออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียน และออกแบบการตรวจและประเมินพฤติกรรม รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนน การออกแบบแบบบันทึกคะแนน การกำหนดวิธีการแปลความหมายคะแนนตามที่วางแผนไว้
- การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ถ้าต้องการให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ก่อน โดยเลือกกลุ่มผู้เรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง ซึ่งคุณภาพของเครื่องมือวัดมีหลายประการในที่นี้คุณภาพเครื่องมือที่สำคัญมี 4 ประการ คือ ด้านความตรง ความเที่ยง ความยาก อำนาจจำแนก

- การจัดทำเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540 : 88-90) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบวัดว่ามี 6 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบวัด

ผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำแบบวัดไปใช้ และแปลผลการวัด เน้นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกลุ่มหรือต้องการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

2. กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้พัฒนาแบบวัดควรศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการแล้วคัดเลือกหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายที่ต้องการหลักยึดเพื่อกำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบ และให้นิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละองค์ประกอบ

3. สร้างผังข้อสอบ (table of specification)

4. เขียนข้อสอบ

กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบ และวิธีตรวจให้คะแนน

5. นำแบบวัดไปทดลองใช้

วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ รายด้าน ความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และมีอำนาจจำแนกสูงไว้ และปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม และ/หรือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว ให้ได้จำนวนตามผังข้อสอบ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และนำไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์แบบวัดในด้านความเที่ยง (reliability) แบบวัดควรมีความเที่ยงเบื้องต้นอย่างน้อย .05 จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ได้ ส่วนการตรวจสอบความตรง (validity) ของแบบวัด

6. นำแบบวัดไปใช้จริง

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแบบรายข้อ และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทั้งหมดว่าเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่ต้องการแล้ว จึงนำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง ในการใช้แบบวัดทุกครั้งควรมีการรายงานค่าความเที่ยง ก่อนนำผลการวัดไปแปลความหมาย

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2536 : 34) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบวัดดังนี้

1. ชั้นเตรียมหรือชั้นวางแผนการสร้างแบบวัด

1.1 ตั้งจุดประสงค์ของการสร้างแบบวัดว่ามุ่งวัดพฤติกรรมใด

1.2 จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหา

2. ชั้นสร้าง

2.1 ควรเป็นข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมขั้นสูง

2.2 ควรมีกรอบโครงสร้างของข้อคำถามที่ชัดเจน ไม่กำกวม

2.3 ข้อสอบควรเน้นคำตอบสั้น ๆ ชัดเจนได้ใจความ

2.4 ไม่ควรสร้างข้อสอบแบบให้เลือกทำ

2.5 ควรสร้างข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถ และวุฒิภาวะของผู้สอบ

2.6 ควรสร้างข้อสอบให้มีรูปแบบใหม่ สถานการณ์ใหม่ ที่ท้าทาย กระตุ้นพัฒนาการของผู้ตอบ ในด้านความสามารถทางสมองระดับสูง

3. ขึ้นสร้างคู่มือเฉลยคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนน
4. ขึ้นทบทวนและคัดเลือกข้อสอบ

สุจิตรา หังสพฤกษ์ (2538: 78-79) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบวัดว่ามี 3 ขั้นตอน คือ

1. วางแผนการสร้างแบบวัด
 - 1.1 กำหนดเนื้อหาวิชาที่จะประเมิน
 - 1.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - 1.3 กำหนดประเภทและจำนวนข้อสอบ
 - 1.4 ทำแผนผังการสร้างแบบวัด
 - 1.5 เลือกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเขียนข้อสอบ
2. เขียนข้อสอบ
3. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดก่อนนำไปใช้

จากหลักการสร้างแบบวัดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หลักการสร้างแบบวัดจะต้องประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขึ้นวางแผน ขึ้นเตรียม ขึ้นสร้างแบบวัด ขึ้นประเมิน หรือตรวจสอบคุณภาพ ขึ้นจัดพิมพ์ และจัดทำคู่มือการใช้

2.5 คุณภาพของเครื่องมือในการวัดผล

การนำเครื่องมือไปใช้ในการวัดผลจำเป็นต้องที่เครื่องมือเหล่านั้นจะต้องได้รับการตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือวัดเสียก่อน โดยการตรวจสอบคุณภาพนั้นจะต้องตรวจสอบในด้านต่างๆ เหล่านี้ คือ (ริงสรร์ มณีเล็ก 2545 : 29)

1. ความตรง (Validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา เป็นความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาที่ใช้ถาม ความตรงเชิงโครงสร้าง เป็นความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามในแบบวัดกับโครงสร้างของเนื้อหาที่ต้องการวัด ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดกับสภาพที่เป็นจริงของผู้ให้ข้อมูลขณะนั้นเพื่อพยากรณ์ความสามารถในอนาคต

2. ความเที่ยง (Reliability) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่แสดงความคงเส้นคงวาของคะแนนที่ได้จากการวัด เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีความเที่ยงสูงจึงจะถือว่าเชื่อถือได้

3. มีอำนาจจำแนก (Discriminating Power) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถจำแนกผู้สอบออกจากกันได้ตามสภาพ โดยสามารถจำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้

4. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่มีความชัดเจนในเรื่องของคำชี้แจงว่าจะตอบอย่างไร ชัดเจนในเรื่องการตรวจให้คะแนน ชัดเจนในเรื่องการแปลผลคะแนน ไม่ว่าจะใครก็ตามที่มาอ่านคำชี้แจงก็จะเข้าใจตรงกันตรวจให้คะแนนก็จะแปลผลได้เหมือนกัน

5. ความยาก (Difficulty) แบบวัดที่ดีจะต้องมีความยากพอเหมาะ คือ ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป

6. ชั่วๆ (Exemplary) แบบวัดที่ดีจะต้องเป็นแบบวัดที่มีความชั่วๆ ง่ายๆ น่าตอบจะต้องมีการเรียงข้อสอบจากง่ายไปหายาก ตัวอักษรไม่เล็กจนเกินไป ข้อคำถามกะทัดรัดได้ใจความ และมีข้อคำถามไม่มากเกินไปจนน่าเบื่อ หากมีหลายชุด ก็ต้องแยกชุดออกจากกันให้ชัดเจน

7. ความลึก (Searching) คำถามในเครื่องมือแต่ละชนิดไม่ควรถามแต่เพียงความรู้ความจำเท่านั้น ควรถามวัดความเข้าใจ และถามลึกไปถึงขั้นการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า

8. ยุติธรรม (Fairness) แบบวัดที่ดีจะต้องไม่ลำเอียง ไม่เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้เปรียบเสียเปรียบกัน

9. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) เครื่องมือที่ดีต้องมีประสิทธิภาพสามารถเก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ มีความเที่ยงสูง สามารถนำไปใช้ได้สะดวก คุ้มค่า และเชื่อถือได้

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวข้างต้น เห็นได้ว่าในแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จะต้องใช้แบบวัดที่มีคุณภาพสำหรับเก็บข้อมูลนั้น แบบวัดนั้นต้องสร้างตามขั้นตอนของการสร้างแบบวัด คือ ขั้นวางแผน ขั้นเตรียม ขั้นสร้างแบบวัด ขั้นประเมิน หรือตรวจสอบคุณภาพ ขั้นจัดพิมพ์ และจัดทำคู่มือการใช้ และแบบวัดนั้นจะต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1) ความตรง 2) ความเที่ยง 3) ความยาก 4) อำนาจจำแนกก่อน ซึ่งในการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้ง 4 ด้าน ทำให้คุณภาพด้านอื่นๆ เกิดขึ้นตามมาด้วย จึงจะถือว่าเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นันทพร ตื้อจันทา (2552: 127) ได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (2) หาคคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (3) สร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (4) สร้างคู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจังหวัดเชียงใหม่ และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนจังหวัดเชียงใหม่ โดยจำแนกเป็น (1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก จำนวน 400 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาความตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ จำนวน 540 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า (1) ได้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง .67 ถึง 1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .33 ถึง .78 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .43 ถึง .80 มีค่าน้ำหนักถ่วงอยู่ระหว่าง .31 ถึง .60 ค่าความเที่ยงเท่ากับ .83 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ .62 (2) ได้แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหา เท่ากับ .67 ถึง 1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .30 ถึง .74 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .41 ถึง .85 มีค่าน้ำหนักถ่วงอยู่ระหว่าง .32 ถึง .52 มีค่าความเที่ยง เท่ากับ .78 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE) เท่ากับ 2.74 (3) ได้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล จำนวน 20 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหา เท่ากับ .67 ถึง 1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .31 ถึง .78 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .41 ถึง .80 มีค่าน้ำหนักถ่วงตั้งแต่ .32 ถึง .61 มีค่าความเที่ยง เท่ากับ .82 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 3.22 (4) ได้แบบวัดความสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ จำนวน 20 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหา อยู่ระหว่าง .67 ถึง 1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .22 ถึง .78 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .43 ถึง .77 มีค่าน้ำหนักถ่วงอยู่ระหว่าง .31 ถึง .58 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .81 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 3.19 และ (5) ได้แบบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย มีความตรงเชิงเนื้อหา

เท่ากับ 1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .40 ถึง 52 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .29 ถึง .56 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .83 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 3.68

สันนิสา สมัยอยู่ (2554 : 103) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและการเขียน เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 24 คะแนน โดยแต่ละข้อแบ่งเป็นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 14 คะแนน วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน 4 คะแนน ด้านการเขียน 6 คะแนน รวมเป็น 120 คะแนน โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบวัดดังนี้ วิเคราะห์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง สร้างแบบวัดข้อสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน นำแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .5 – 1.00 ปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว เพื่อหาค่าความยาก อำนาจจำแนก โดยได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง .41 ถึง .62 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .69 ถึง .94 คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 5 ข้อ นำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว เพื่อหาค่าความเที่ยง โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .80

นันท์ภัส พลเดมา (2550: 74) ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการสื่อสารและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษากทม.มหานคร โดยแบบทดสอบวัดการสื่อสารโดยใช้ภาษาเขียน ได้พัฒนามาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของเยาวพร วรรณทิพย์ (2548) เป็นแบบทดสอบเขียนตอบที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดในรูปของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ และในแต่ละข้อสถานการณ์จะมีข้อความย่อย ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิธีวิเคราะห์ โดยเยาวพร วรรณทิพย์ (2548) ได้ปรับปรุงมาจากการกำหนดกฎเกณฑ์การให้คะแนนของซูซาน และคณะ (Zuzanne Lane, et al. 1996) และจากเอกสารการประเมินทางคณิตศาสตร์ของเสตินมาร์ค (Stenmark. 1991) และปฏิพัทธ์ สุวรรณสร (กรมวิชาการ 2529) ซึ่งนำไปใช้ศึกษากับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 140 คน โดยแบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .28 ถึง .56 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .25 ถึง .72 ค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัคได้ความเที่ยงเท่ากับ .74 และค่าความเที่ยงของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเท่ากับ .84 และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของมะลิวรรณ โครตศรี (2547) ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา (Polya, 1985) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 5 ข้อปัญหาโดยในแต่ละข้อปัญหาเป็นข้อความสถานการณ์ที่ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ ตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของโพลยา คือ การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล รวมทั้งฉบับมี 20 ข้อ ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งใช้ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนคลองกุ่มยี่ง จังหวัดชลบุรี จำนวน 100 คน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .84 ซึ่งก่อนที่ผู้วิจัยจะนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 4 โรงเรียน คือ โรงเรียนพิทยาลงกรณ์พิทยาคม โรงเรียนไชยฉิมพลีพิทยาคม โรงเรียนสุวรรณารามพิทยาคม และโรงเรียนวัดนวลนรดิศ จำนวน 140 คนจากนั้นนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อคำถามรายข้อเพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน หลังจากที่ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .13 ถึง .82 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .15 ถึง .71 และค่าความเที่ยงเท่ากับ .71

พรรณทิภา ทองนวล (2554 : 161) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ โดยจำแนกเป็นแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้อละ 10 คะแนน และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ข้อละ 12 คะแนน รวมเป็นข้อละ 22 คะแนน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดดังนี้ ศึกษาเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนจำนวน 10 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีค นำแบบวัดที่ได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้ดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 แก้วไขแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนทั้ง 10

ข้อตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้นำแบบวัดที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เพื่อหาความยาก อำนาจจำแนก ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง .36 ถึง .65 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .32 ถึง .76 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เพื่อหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .98

ฉลอง สวัสดิ์ (2538: 69) ได้สร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดลำพูน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ จำนวน 178 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบจำนวน 350 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบสองขั้นตอน แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นมี 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 เรื่องคุณสมบัติของสามเหลี่ยมมุมฉาก ฉบับที่ 2 เรื่องพื้นที่ ฉบับที่ 3 เรื่องความเท่ากันทุกประการของสามเหลี่ยม ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. ความตรงเชิงเนื้อหาระหว่างเนื้อหาในหลักสูตรกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ โดยหาดัชนีความสอดคล้องตามวิธีของโรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน 2. ความตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับ โดยเมื่อใช้ผลคะแนนจากแบบวัดด้านการคิดและการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลของนักเรียนนอกโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นเกณฑ์ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน 3. ความเที่ยงแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ โดยหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค 4. ค่าความยากของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับ โดยหาดัชนีความยากของวิทนีและซาเบอร์ 5. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับ วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายปัญหาโดยหาดัชนีความยากของวิทนีและซาเบอร์ 6. คู่มือการใช้แบบทดสอบประกอบด้วย ลักษณะของแบบทดสอบจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ โครงสร้างของแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบ คุณภาพของแบบทดสอบ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลคะแนน และเวลาที่ใช้ในการสอบ

สมสว่าง ณะพานิชย์สกุล (2539: 54) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบการวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน ค 015 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนกุนนทีรุทธาราม

วิทยาคม โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ทำแบบทดสอบเพื่อศึกษาคุณภาพด้านภาษา ความชัดเจนของข้อสอบและสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน ทำแบบทดสอบเพื่อศึกษาความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ และใช้กลุ่มตัวอย่าง 140 คน ทำแบบทดสอบเพื่อศึกษาความเที่ยงของแบบทดสอบและค่าความเที่ยงของผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 11 คน โดยค่าความตรงเชิงเนื้อหาจากการประเมิน 1.00 ทุกข้อ และเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ในระดับเหมาะสม ความยากรายข้อมีค่าประมาณ .38 ถึง .77 ซึ่งทุกข้อมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเป็น .71 ค่าความเที่ยงของผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน โดยคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์ มีค่าเป็น .87

กฤษณา โภคการณ์ (2545: 174) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบพร้อมทั้งเกณฑ์การวินิจฉัยสาเหตุของข้อบกพร่องในแต่ละพฤติกรรมของการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 6 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแปลความหมายของคำหรือข้อความที่โจทย์กำหนด แบบทดสอบวัดความสามารถในการนำหลักการคูณไขว้มาใช้ในการแก้ปัญหาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดคำนวณ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 450 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอนและมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ดังนี้ สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง และหาความตรง โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน แล้วนำข้อบกพร่องมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสาเหตุของข้อบกพร่องในการตอบแต่ละตัวลง และให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตรวจสอบแล้วนำไปทดลอง 2 ครั้ง เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มีค่าความตรงอยู่ระหว่าง .57 ถึง 1.00 ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง .57 ถึง .85 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง .20 ถึง .53 ความเที่ยงมีค่า .80, .83, .82, .84, .83, .80 ตามลำดับ สำหรับคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ คือ 12 คะแนน และสาเหตุของข้อบกพร่องของนักเรียนปรากฏว่าส่วนใหญ่มาจากการแปลความหมายของคำหรือข้อความที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง รองลงมาเป็นความผิดพลาดจากการคิดคำนวณ

สุนิสา แก้วกระจ่าง (2553: 45) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 200 คน โดยวิธีการแบบเจาะจง ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ โดยแต่ละปัญหาจะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบอثنัย มีค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง .67 ถึง 1.00 จากนั้นนำแบบทดสอบที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน โดยใช้เทคนิค 25% กลุ่มสูงกลุ่มต่ำ ได้แบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 3.48 ถึง 7.08 จากนั้นนำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 5 ปัญหา จำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเที่ยง โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .82

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 338) ได้พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใน 3 ประการ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ พัฒนาโดยการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและขั้นการตรวจสอบผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระนารายณ์และโรงเรียนดงตาลวิทยา จังหวัดลพบุรี จำนวน 154 คน โดยแบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 75 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม 79 คน พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือกับกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1. ประสิทธิภาพของแผนการสอนที่แสดงกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 66.31/59.12 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและผลลัพธ์โดยเฉลี่ยที่คาดหวังไว้คือ 70/70 2. ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มควบคุมไม่พบว่ามีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3. ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยศึกษาภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม 4. ผลการตรวจผลงานและการสังเกตระหว่างเรียนของกลุ่มทดลอง พบว่า ด้านการแก้ปัญหาให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ด้านการให้เหตุผลนักเรียนสรุปและอธิบายเหตุผลในการดำเนินการแก้ปัญหา ใช้เหตุผลยืนยันคำตอบที่หาได้และด้านการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารนักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดได้ชัดเจนขึ้น

จิตติมา ชอบเอียด (2551: 73) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 20 ข้อ เพื่อหาคุณภาพแบบทดสอบด้านความยากอำนาจจำแนกกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี ซึ่งได้ผ่านการเรียนเรื่อง บทประยุกต์ 2 มาแล้วจำนวน 100 คน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัย ของวิทนิย์ และซาเบอร์ส เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .20 ขึ้นไป พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยาก อยู่ระหว่าง .21 ถึง .68 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .25 ถึง .67 จำนวน 10 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีบุญยานนท์จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา โดยใช้สูตรของครอนบัก ได้ค่าความเที่ยง .83 อัญชลี มาลา (2553 : 91) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดดังนี้ ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษาทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอิงเกณฑ์ สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้เป็นแบบทดสอบจริง 20 ข้อ ได้แก่วิธีการในการให้เหตุผลแบบนิรนัย 20 ข้อ ต้องการ 10 ข้อ ความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย 20 ข้อ ต้องการ 10 ข้อ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้ดัชนีความสอดคล้อง .50 ถึง 1.00 นำแบบวัดที่มีดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบหาคุณภาพรายข้อ ได้ค่าความยาก อยู่ระหว่าง .22 ถึง .77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 ถึง .67 หลังจากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ ไปหาความเที่ยงทั้งฉบับโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .82

จิตติมา อุดมพรมนตรี (2555: 68) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้แบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลเชิงนิรนัย จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดดังนี้ กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จัดทำแผนออกข้อสอบ เขียนข้อคำถามจำนวน 90 ข้อ ประกอบด้วยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย จำนวน 45 ข้อ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัย จำนวน 45 ข้อ นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .67 ถึง 1.00 นำแบบทดสอบที่เลือกไว้ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความยาก อำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานได้แบบวัดด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .32 ถึง .78 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 ถึง .76 และด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิง นิรนัย จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .32 ถึง .70 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .24 ถึง .72 นำแบบทดสอบที่ 60 ข้อ ไปตรวจสอบความเที่ยงกับนักเรียนจำนวน 100 คน ซึ่งใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่าแบบวัดด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .93 และด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเที่ยง เท่ากับ .89 และค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .86

รุจิพัชญ์ อรุณีวัฒนานนท์ (2553: 69) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบเลือกตอบจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นแบบวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ แบบวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัยจำนวน 15 ข้อ ในการสร้างแบบวัดผู้วิจัยได้ กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ แล้วเขียนข้อคำถามของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และบางส่วนปรับใช้จากงานวิจัยของ จิณัฐตา เจียรพันธ์ ผู้วิจัยได้เขียนข้อคำถามวัดความสามารถด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 25 ข้อ ต้องการใช้จริง 15 ข้อ และข้อคำถามวัดความสามารถด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 25 ข้อ ต้องการใช้จริง 15 ข้อ แบบวัดจะเป็นลักษณะแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก หลังจากนั้นนำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .50 ถึง 1.00 และปรับแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 117 คนเพื่อหาค่าความยาก อำนาจจำแนก โดยแบบวัดที่ได้มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .26 ถึง .60 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27 ถึง .84 หลังจากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 30 ข้อ แล้วหาค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .86

รุจิรัตน์ พรหมรักษ์ (2553 : 64) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบวัดปรนัย แบบ 5 ตัวเลือก โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดดังนี้ กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด ศึกษาแนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้อง กำหนดนิยามและเขียนแผนผังการสร้างแบบวัด เขียนข้อคำถามตามนิยาม และแผนผังการสร้างแบบวัด คือการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย ได้คำถามด้านละ 20 ข้อ รวมเป็น 40 ข้อ นำแบบวัดที่ได้ไปหาความตรงเชิงโครงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ผลการคัดเลือกได้จำนวนข้อสอบในแต่ละด้าน 18 ข้อ รวมทั้งฉบับ 36 ข้อ มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน เพื่อค่าความยาก และอำนาจจำแนก พบว่าได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง .34 ถึง .77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23 ถึง .62 ได้แบบวัดด้านละ 15 ข้อ นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือทั้งฉบับ ใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่าได้ค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .83

สญามณ รูปคำ (2554: 75) ได้สร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยได้สร้างข้อสอบเพื่อวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องกราฟ เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 50 ข้อ นำแบบทดสอบที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของการใช้ภาษา ความเหมาะสมของคำถามและตัวเลือก เวลาที่ใช้ในการสอบ ได้ดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 ได้นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เป็นกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนเรื่องกราฟ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ คำนวณค่าความยาก ซึ่งได้ข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .37 ถึง .77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .25 ถึง .88 โดยคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้จริง 30 ข้อ และนำไปวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตามวิธีของคูเดอร์และริชาร์ดสัน ซึ่งได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .95

อัจฉราพรรณ อาโน (2555 : 50) ได้สร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาณของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทพนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 2 ซึ่งแบบวัดที่ได้เป็นแบบสังเกตพฤติกรรม การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน จำนวน 5 ข้อ ในการพัฒนาแบบวัด

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สร้างแบบวัด และหาคุณภาพของแบบวัด โดยนำแบบวัดที่ได้ไปตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความครอบคลุมของคำถามและความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .50 ถึง 1.00 หลังจากนั้นนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนบ้านห้วยดง จำนวน 30 คน เพื่อหาค่า ความยาก อำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .59 ถึง .75 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .50 ถึง .69 และค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ .71

ธิดารัตน์ พรหมณะ (2546: 52) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยหาคุณภาพของแบบทดสอบ สร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบเขียนตอบ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ความสามารถในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการแปลงปัญหาหรือสถานการณ์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจง่าย ฉบับที่ 2 ความสามารถในการนำเสนอแนวคิดคณิตศาสตร์ โดยการแปลผลจากปัญหาหรือสถานการณ์ไปสู่ประโยคภาษาหรือประโยคสัญลักษณ์ ใช้กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 864 คน ผลการศึกษาพบว่า ความตรงตามเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับคุณลักษณะรวมทั้งเกณฑ์การให้คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .71 ถึง 1.00 ความตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับมีค่าอยู่ระหว่าง .83 ถึง .96 และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกข้อ ความยากรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง .49 ถึง .42 อำนาจจำแนก รายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง .37 ถึง .94 ความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก 2 ฉบับ มีค่าความเที่ยง อยู่ระหว่าง .93 ถึง .97 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความเที่ยงของเกณฑ์การให้คะแนน โดยผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน มีค่าอยู่ระหว่าง .95 ถึง .97 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 ความสามารถในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการแปลงปัญหาหรือสถานการณ์ไปสู่รูปแบบที่เข้าใจง่าย มีคะแนน T ปกติอยู่ระหว่าง T_{31} ถึง T_{64} ฉบับที่ 2 ความสามารถในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการแปลผลจากปัญหาหรือสถานการณ์ไปสู่ประโยคภาษาหรือประโยคสัญลักษณ์ มีคะแนน T ปกติอยู่ระหว่าง T_{19} ถึง T_{63}

ไพโรจน์ สุวรรณ (2542: 178-179) ได้พัฒนาแบบประเมินความสามารถในการใช้ภาษาและความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานที่ 2 ด้านคุณภาพนักเรียนของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2541 แบบประเมินที่พัฒนามี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 เป็นแบบประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์และการใช้ภาษาประกอบด้วย แบบประเมินทักษะการคิดคำนวณ (คิดเลขเร็ว) แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความเข้าใจในหลักเกณฑ์ทางภาษา ส่วนลักษณะที่ 2 เป็นแบบประเมินภาคปฏิบัติด้านการใช้ภาษา ประกอบด้วยแบบประเมินทักษะการพูด การอ่านร้อยแก้ว การอ่านร้อยกรอง และการเขียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในครั้งนี้มี 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาแบบประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์และการใช้ภาษา ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกระบี่ จำนวน 798 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาแบบประเมินภาคปฏิบัติด้านการใช้ภาษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดกระบี่ จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย แบบประเมินแต่ละด้านได้พัฒนาและหาคุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้ แบบประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์และการใช้ภาษา ได้หาคุณภาพในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยง โดยใช้ KR-20 และสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติ แบบประเมินภาคปฏิบัติ ได้หาคุณภาพในด้านค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test เทคนิค 25 เปอร์เซนต์ ค่าความเที่ยงของแบบประเมินโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ค่าความเที่ยงของผู้ประเมินใช้การหาค่าสหสัมพันธ์แบบจัดอันดับของเคนดอลล์ ค่าความตรงตามสภาพ ใช้การหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ทดสอบนัยสำคัญของความสัมพันธ์ และสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติของแบบประเมินแต่ละด้าน

อรุณชัย ชูช่วยสุวรรณ (2552: 80) ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 510 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน โดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยาก อำนาจจำแนก จำนวน 136 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ครั้งที่ 2 เพื่อหาความเที่ยง จำนวน 374 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่วัดเฉพาะความสามารถ

ในการเชื่อมโยงภายในวิชา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การให้คะแนนของกรมวิชาการ ผลการวิจัยได้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความยากอยู่ระหว่าง .43 ถึง .61 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .55 ถึง .71 มีความตรงเชิงโครงสร้าง อยู่ระหว่าง .81 ถึง .90 มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ .82 คุณภาพด้านความเที่ยงของตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ 2 คน และผู้ตรวจ 3 คน มีดัชนีความสอดคล้อง .92 และ .93 ตามลำดับ และจากศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 71.39

อนุก พุทธิเดช (2548: 84-87) ได้พัฒนาแบบวัดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประมาณค่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลวัดเขียน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ข้อ และอัตนัย 3 ข้อ ขั้นตอนแรกในการพัฒนาแบบวัด คือ 1) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา 2) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนกวดวิชาภัทรศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 30 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ความยาก อำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ค่าความยากระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป และนำแบบวัดที่คัดเลือกได้ไปหาความเที่ยงโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา

จารุวรรณ ทวันเวช (2552 : 94) ได้พัฒนาทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมี 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 180 คน แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย และใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวิธีวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น มีคุณภาพด้านความตรงเชิงโครงสร้างเท่ากับ .99 และ .99 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .45 ถึง .70 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .52 ถึง .79 คุณภาพด้านความเที่ยงของผู้ตรวจให้คะแนน เท่ากับ .99 และคุณภาพด้านความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับคำนวณโดยใช้สูตรของเฟลด์ต์ - ราชู เท่ากับ .98

ธิดารัตน์ ณะขว้าง (2553 : 93) ได้พัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความเที่ยงและความตรง (3) เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยมี 3 ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือ จำนวน 100 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ได้มาโดยการสุ่มแบบโควต้า จำนวน 100 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัด คือ ความเที่ยงและสร้างเกณฑ์ปกติ จำนวน 500 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 ฉบับ คือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาพแบบจำพวก (DFC) จำนวน 5 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาพแบบความสัมพันธ์ (DFR) จำนวน 5 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาพแบบระบบ (DFS) จำนวน 5 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบจำพวก (DSC) จำนวน 5 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (DRS) จำนวน 5 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (DSS) จำนวน 5 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบจำพวก (DMC) จำนวน 5 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ (DMR) จำนวน 5 ข้อ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบระบบ (DSS) จำนวน 5 ข้อ โดยผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาได้แบบวัดแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ .71 ถึง 1.00 ผลการหาความตรงเชิงโครงสร้างพบว่าแบบวัดทั้ง 9 ฉบับ มีค่าเท่ากับ .82 ความยากอยู่ระหว่าง .25 ถึง .53 ค่าอำนาจจำแนกโดยการตรวจสอบค่าที่ ด้วยเทคนิค 25% กลุ่มสูงกลุ่มต่ำ พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูงมากกว่ากลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้ง 9 ฉบับอยู่ระหว่าง .72 ถึง .84

ศศิธร เวียงอินทร์ (2547: 68) ได้พัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 ซึ่งผู้วิจัยมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด จำนวน 12 ฉบับ รวมทั้งหมด 15 ข้อ สำหรับใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2546 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 1,770 คน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 600 คน ในกระบวนการพัฒนาแบบวัดได้มาโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน ขั้นตอนแรกในการพัฒนาแบบวัด คือ หาความตรงเชิงพินิจ ต่อจากนั้นทดลองสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่างครั้งละ 100 คน ทำการตรวจสอบคุณภาพด้านค่าอำนาจ

จำแนกรายชื่อ เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ การทดสอบครั้งที่ 3 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ทำการทดสอบเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายชื่อ ค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยสัมประสิทธิ์แอลฟา หาค่าความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดด้วยวิธีกลุ่มร้อยละ โดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test และสร้างเกณฑ์ปกติ ในรูปคะแนนที่-ปกติ ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 ฉบับ มีคุณภาพดังต่อไปนี้ คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดแต่ละข้อ หาโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ข้อสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงด้านความคล่องแคล่วในการคิดมีค่า .77 ความเที่ยงด้านความคิดยืดหยุ่นในการคิดมีค่า .74 และความเที่ยง .76

ไพชยนต์ บุญสุภา (2546: 56) ได้พัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างและพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (2) หาคคุณภาพของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และ (3) สร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี จำนวน 651 คน โดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ดังนี้ ทดสอบครั้งที่ 1 ใช้แบบวัด 6 ฉบับ จำนวน 24 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 140 คน แล้วหาค่าอำนาจจำแนก จากนั้นคัดเลือกและปรับปรุงแบบวัดได้ข้อทดสอบจำนวน 13 ข้อ การทดสอบครั้งที่ 2 ใช้แบบวัด 6 ฉบับ จำนวน 13 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 110 คน แล้วหาค่าอำนาจจำแนกปรับปรุงแบบวัด แล้วนำไปทดสอบครั้งที่ 3 โดยใช้แบบวัด 6 ฉบับ จำนวน 13 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 401 คน หาค่าอำนาจจำแนก ค่าเที่ยง ความตรง และสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนที่ปกติ ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 13 คน ผลการวิจัย พบว่า แบบวัดจากการทดสอบครั้งที่ 3 ทุกข้อทั้ง 3 ฉบับ องค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ค่าความเที่ยงของแบบวัดหาโดยใช้ สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดความคิดยืดหยุ่นทั้งฉบับ ค่าความคิดคล่องแคล่วทั้งฉบับและค่าความคิดริเริ่มทั้งฉบับ .76 , .77 , .78 ตามลำดับ และค่าความเที่ยงทั้งฉบับ เท่ากับ .87 และค่าความตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีการทดสอบค่า t พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่า T อยู่ระหว่าง T_{23} ถึง T_{99}

นฤมล พันธุ์พาณิชย์ (2547: 65) ได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดร้อยเอ็ด ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford's Structure of Intellect Theory) จำนวน 7 ฉบับ คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 การวาดภาพจากเส้น แบบทดสอบฉบับที่ 2 การออกแบบลวดลายหม้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 การแบ่งกล่องลูกบาศก์ แบบทดสอบฉบับที่ 4 การวาดภาพจากตัวอักษร แบบทดสอบฉบับที่ 5 รูปเรขาคณิต แบบทดสอบฉบับที่ 6 การสร้างคำศัพท์ แบบทดสอบฉบับที่ 7 การใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ และแบบทดสอบฉบับที่ 7 การตั้งชื่อภาพ โดยให้คะแนน 4 องค์ประกอบ คือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิด ด้านความคิดริเริ่ม และด้านความละเอียดลออในการคิด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบหลายขั้นตอน การทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่างครั้งละ 100 คน ตรวจสอบคุณภาพด้านค่าอำนาจจำแนกรายข้อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ การทดสอบครั้งที่ 3 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ทำการทดสอบเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ค่าความตรงของแบบทดสอบและสร้างเกณฑ์ปกติ ผลการวิจัยพบว่า ค่าอำนาจจำแนกรายข้อวิเคราะห์โดยใช้ t -test ว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 7.80 ถึง 16.73 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงถึงว่ามีค่าอำนาจจำแนกถึงเกณฑ์ทุกข้อ ค่าความตรงเชิงโครงสร้างวิเคราะห์โดยเทคนิคกลุ่มรู้อัด จำแนกระหว่างกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงกับกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำพบว่า กลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์วิเคราะห์โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา มีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง .73 ถึง .83

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเครื่องมือที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่ใช้แบบวัด และแบบวัดที่เหมาะสมในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ แบบวัดแบบอัตนัย และปรนัย เพราะสามารถวัดทักษะ ความรู้ ความเข้าใจในการแสดงแนวคิดนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน คือ การแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การให้เหตุผล และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีข้อสอบด้านละ 3 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ วัดทักษะ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน คือ การแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การให้เหตุผล มีข้อสอบด้านละ 1 ข้อ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีข้อสอบ 4 ข้อ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และหาคุณภาพของแบบวัดในด้าน ความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ศรีสะเกษ เขต 2 ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 3,569 คน จาก 189 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2553 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 จำนวน 600 คน ได้มาด้วย วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามขนาดของโรงเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในแต่ละครั้งไม่ต่ำกว่า 100 คน (ล้วน และอังคณา สายยศ 2543 : 98) ดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ คือ ความยากอำนาจจำแนก โดยแบบวัดมี 2 ชุด ใช้กลุ่มตัวอย่างชุดละ 200 คน รวมใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทั้งฉบับ คือ ความเที่ยง ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 200 คน

ขั้นที่ 2 จำแนกขนาดโรงเรียน ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่ มีนักเรียนตั้งแต่ 301 คนขึ้นไป

โรงเรียนขนาดกลาง มีนักเรียนตั้งแต่ 121-300 คน

โรงเรียนขนาดเล็ก มีนักเรียนต่ำกว่า 120 คน
 ขั้นที่ 3 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มย่อย โดยเทียบอัตราส่วนระหว่าง
 ประชากรแต่ละขนาดโรงเรียนกับขนาดกลุ่มตัวอย่างได้กลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนแต่ละขนาด
 รายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนประชากร และกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาด โรงเรียน	ประชากร		จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)			รวม
	จำนวน โรงเรียน (โรง)	จำนวน นักเรียน (คน)	หาค่า ความยาก อำนาจ จำแนก แบบวัด ฉบับที่ 1	หาค่า ความยาก อำนาจ จำแนก แบบวัด ฉบับที่ 2	หาค่า ความเที่ยง	
ใหญ่	26	1045	59	59	59	177
กลาง	73	1827	102	102	102	306
เล็ก	90	697	39	39	39	117
รวม	189	3569	200	200	200	600

ขั้นที่ 4 สุ่มโรงเรียนโดยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น ได้โรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง
 ในการทดลองเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายชื่อโรงเรียน และจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ขนาด โรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)				รวม
		หาค่า ความ ยาก อำนาจ จำแนก แบบวัด ชุดที่ 1	หาค่า ความ ยาก อำนาจ จำแนก แบบวัด ชุดที่ 2	หาค่า ความเที่ยง		
ใหญ่	อนุบาลราศีไศล	59				59
	สระกำแพงวิทยาคม		59			59
	อนุบาลอุทุมพรพิสัย			59		59
	รวม	59	59	59		117
กลาง	บ้านหนองเหล็กธาตุน้อย	27				27
	บ้านกอย	40				40
	บ้านเมืองจันทร์	35				35
	อนุบาลโพธิ์ศรีสุวรรณ		40			40
	บ้านดาทอง		31			31
	บ้านแต่้มะหลี่		31			31
	บ้านโกทา			41		41
	บ้านพงพรต			33		33
	บ้านบัวหุ้ง(รัฐราษฎร์สามัคคี)			28		28
รวม	102	102	102		306	

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขนาด โรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)			
		หาค่า ความ ยาก อำนาจ จำแนก แบบวัด ชุดที่ 1	หาค่า ความ ยาก อำนาจ จำแนก แบบวัด ชุดที่ 2	หาค่า ความเที่ยง	รวม
เล็ก	บ้านบึงหมอก	20			20
	บ้านหนองเหล็ก	19			19
	เบญจคามวิทยาประชาสรรค์		22		0
	บ้านโพธิ์		17		17
	บ้านเหียงกระจี่			21	21
	บ้านไพรพะยอม			18	18
	รวม	39	39	39	117
รวมทั้งสิ้น		200	200	200	600

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบวัด 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4 ด้าน คือ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ และด้านการให้เหตุผล มีข้อสอบด้านละ 3 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ

การนำเสนอ ด้านการให้เหตุผล มีข้อสอบด้านละ 1 ข้อ และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีข้อสอบจำนวน 4 ข้อ

ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แนวทางการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งวิเคราะห์เนื้อหา ตัวชี้วัด ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมากำหนดแผนผังการสร้างแบบวัด

2.3 เขียนนิยามและกำหนดตัวบ่งชี้ ผู้วิจัยรวบรวมแนวความคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการศึกษาเอกสารนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์คัดเลือกมาแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการนิยามและกำหนดตัวบ่งชี้

2.4 จัดทำแผนผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้นิยาม และพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาเป็นแนวทางกำหนดรูปแบบข้อสอบและจำนวนข้อสอบ แผนผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แผนผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ทักษะ กระบวนการ	นิยาม	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ ปรนัย	ข้อสอบ อัตนัย
1. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความ ชำนาญในการใช้กระบวนการ ต่าง ๆ โดยนำความรู้ ความคิด จากประสบการณ์เดิมและ ส่วนประกอบของสถานการณ์ ของปัญหา มากำหนดยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา โดย ดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการ แก้ปัญหา	1) ระบุเงื่อนไข และเชื่อมโยง สิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่ กำหนดได้ 2) ใช้วิธีการที่หลากหลายใน การแก้ปัญหา 3) ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม 4) ระบุคำตอบที่สมเหตุสมผล และตรวจสอบคำตอบได้	1 - 1 1	- 1 -
2. ความสามารถ ในการให้เหตุผล	ความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความ ชำนาญในการอธิบาย สนับสนุนหรือคัดค้าน ขั้นตอนหรือคำตอบที่ได้อย่าง เหมาะสมโดยอาศัยหลักการ ข้อมูล ข้อเท็จจริง ประกอบการอธิบาย	1) บอกขั้นตอนการแก้ปัญหา ได้ 2) บอกเหตุผลของขั้นตอน การแก้ปัญหาได้ 3) ตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของ การให้เหตุผลได้ 4) สรุปผลได้อย่างเหมาะสม	- 1 1 1	1 - - -

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	นิยาม	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ ปรนัย	ข้อสอบ อัตนัย
3. ความสามารถ ในการสื่อสาร การสื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์และ การนำเสนอ	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถหรือ ความชำนาญในการใช้ภาษา ศัพท์ สูตร แผนภูมิ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อ แสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน	1) เลือกรูปแบบของการ สื่อสารการสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม 2) แปลงปัญหาหรือ สถานการณ์ที่กำหนดให้เป็น ประโยคภาษา ประโยค สัญลักษณ์ หรือแผนภูมิที่เป็น สากลได้ 3) บอกความสัมพันธ์ของ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้ 4) สรุปสาระสำคัญที่ได้จาก การศึกษาข้อมูลได้	- 1 1	1 - -
4. ความสามารถ ในการเชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์ และ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ	ความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ ได้ หมายถึง ความสามารถหรือความ ชำนาญในการเชื่อมโยง ความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์กับ คณิตศาสตร์ด้วยกัน และ เชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น รวมทั้งสถานการณ์ต่าง ๆ ใน ชีวิตประจำวันได้	1) เปรียบเทียบความรู้ทาง คณิตศาสตร์ได้ 2) เชื่อมโยงสถานการณ์กับ รูปสัญลักษณ์ ตาราง แผนภาพ แผนผัง และหาข้อสรุปได้ 3) เชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ 4) บอกข้อสรุปของ สาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้	1 1 -	- - 1 -

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	นิยาม	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ ปรนัย	ข้อสอบ อัตนัย
5. ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1) ความสามารถในการตั้ง โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	-	1
	หมายถึง ความสามารถหรือ ความชำนาญในการใช้ความรู้ จากประสบการณ์เดิมหรือมโน ทัศน์เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ ใหม่ และสร้างสรรค์ตัวแบบ ทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่ มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้	2) ความสามารถในการสร้าง รูปแบบทางคณิตศาสตร์	-	1
		3) ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย วิธีการที่แปลกใหม่	-	1
		4) ความสามารถในการคิด คาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจาก สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์	-	1

2.5 เขียนข้อสอบตามแผนผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ฉบับร่าง จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อรวมเป็นข้อสอบ
จำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วย ข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ฉบับละ 12 ข้อ ข้อสอบ
อัตนัย ฉบับละ 8 ข้อ

2.6 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ทำการปรับตาม
ข้อเสนอแนะ แล้วนำแบบวัดฉบับร่างมาทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยเสนอผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 คนพิจารณา ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์และสามารถนำไปใช้เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการ
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต้องมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

2.7 คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ในข้อ 2.6 นำมาจัดทำเป็นแบบวัดทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ฉบับร่าง จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ

2.8 ตรวจสอบความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยนำแบบวัดไปทดลองใช้
กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 400 คนแล้วพิจารณาความยาก และอำนาจจำแนก
ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์และสามารถนำไปใช้เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต้องมีความยากอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า
ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

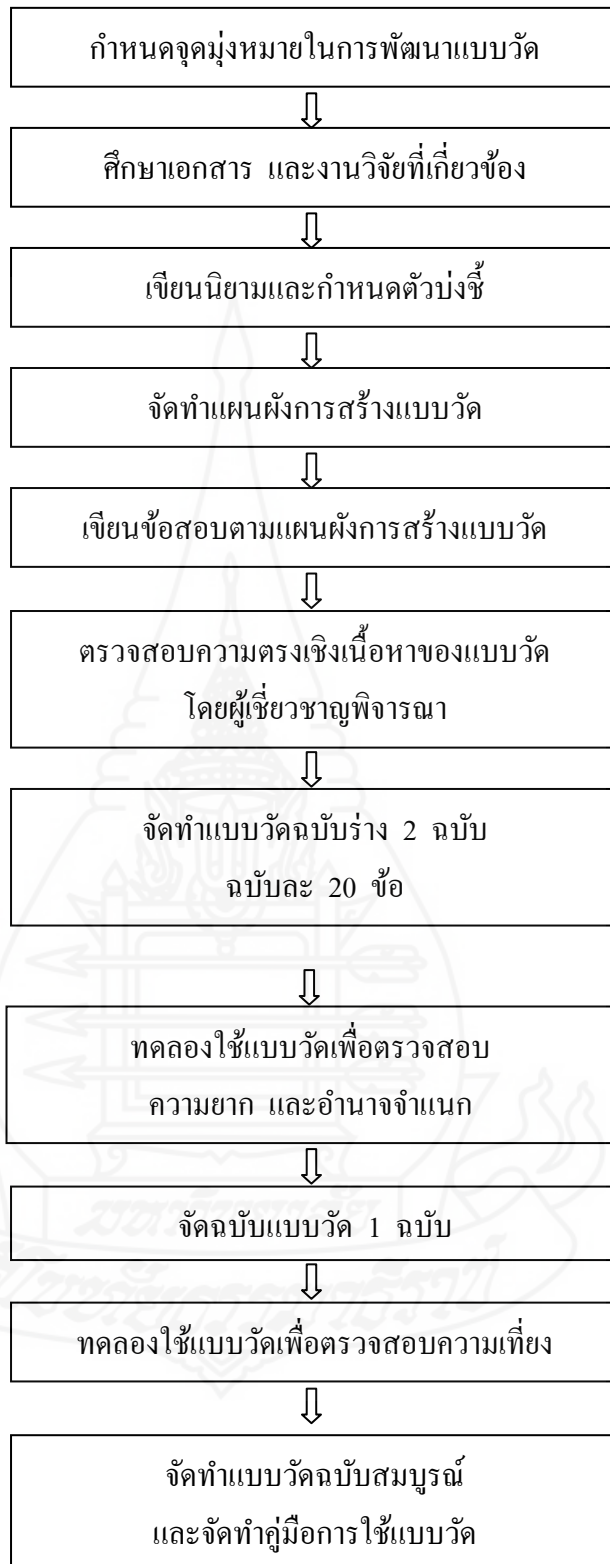
2.9 จัดฉบับแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละด้าน จำนวนข้อสอบในด้านที่ 1-5 ด้านละ 4 ข้อ ซึ่งแบบวัดมีจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 20 ข้อ

2.10 ตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัด โดยนำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 200 คน นำผลการสอบมาหาความเที่ยง ซึ่งข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ และสามารถนำไปใช้เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จะต้องมีความเที่ยงตั้งแต่ .75 ขึ้นไป

2.11 จัดพิมพ์แบบวัดฉบับสมบูรณ์ และจัดทำคู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

จากวิธีการพัฒนาแบบวัดดังกล่าว สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังภาพที่ 3.1





ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือจากสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช พร้อมกับแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น แผนผังการสร้างแบบวัด และ โครงร่างวิทยานิพนธ์ ให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ขออนุญาตทำวิจัยจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยติดต่อสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ขอความร่วมมือในการแจ้งขออนุญาต โรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยนำหนังสือจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อแจ้งวัน เวลา ในการนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปทำการสอบวัด

3.2.3 เตรียมแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนในแต่ละครั้ง วางแผนในการดำเนินการสอบ และผู้วิจัยดำเนินการสอบวัดร่วมกับครูประจำชั้น

3.2.4 อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งวิธีการทำ และวิธีการตอบก่อนที่จะลงมือทำ

3.3 นำผลการสอบวัดมาตรวจให้คะแนนก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่พัฒนาในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 ข้อ ในการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 การหาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการหาดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Item Objective Congruency: IOC) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน คะแนนความคิดเห็นรวมของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การกำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญกำหนดเป็น +1 หรือ 0 หรือ -1

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

(วรรณดี แสงประทีปทอง 2545 : 230)

4.2 ค่าความยากของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัย วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ใช้สูตรดังนี้ (บุญศรี พรหมมาพันธุ์ 2546 : 236)

$$P = \frac{H + L}{n_H + n_L}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่เลือกตอบข้อนั้น
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่เลือกตอบข้อนั้น
	n_H	แทน	จำนวนคนที่อยู่ในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนที่อยู่ในกลุ่มต่ำ

4.3 ค่าความยากของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบอัตนัย วัดด้านความคิดสร้างสรรค์ ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2543 : 248-249)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำกลุ่มเดียว
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้

เกณฑ์ความยากที่ยอมรับได้มีค่าอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 ถ้าค่า P มีค่านอกเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงข้อสอบข้อนั้น หรือตัดทิ้งไป

4.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัย โดยคำนวณจากผลต่างระหว่างความยากของ
ข้อสอบกลุ่มผู้รอบรู้และกลุ่มผู้ไม่รอบรู้ (วรรณดี แสงประทีปทอง 2548 : 232)

$$B = \frac{b}{b+d} - \frac{a}{a+c}$$

เมื่อ B แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

- a แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบถูกและได้คะแนนต่ำกว่าจุดตัด
- b แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบถูกและได้คะแนนสูงกว่าจุดตัด
- c แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบผิดและได้คะแนนต่ำกว่าจุดตัด
- d แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบผิดและได้คะแนนสูงกว่าจุดตัด

4.5 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบอัตนัย ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา
สายยศ 2543: 248-249)

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

- เมื่อ
- D แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
 - S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
 - S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
 - N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำกลุ่มเดียว
 - X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้
 - X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

เกณฑ์การจำแนกที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ถ้าค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า .20
จะต้องปรับปรุงข้อสอบข้อนั้น หรือตัดทิ้งไป

4.6 ค่าความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัย หาค่าความเที่ยง แบบสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) โดยการประมาณค่าความเที่ยงของคะแนนแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรลิวิงสตัน (Livingston) ดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ 2545 : 143)

$$r_{cc} = \frac{r_{tt} s_x^2 + (\bar{x} - c)^2}{s_x^2 + (\bar{x} - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	r_{tt}	แทน ความเที่ยงของแบบวัดคำนวณตามสูตร KR-20 KR-21
	s_x^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนการสอบ
	\bar{x}	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการสอบ
	c	แทน คะแนนที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินว่าใครควรถือว่าเป็นผู้รอบรู้

4.7 ค่าความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบอัตนัย โดยการหาค่าความเที่ยงของคะแนนแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2543 : 248-249)

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

เมื่อ	α	แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
	n	แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum s_i^2$	แทน ผลรวมค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

4.8 ค่าความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั้งฉบับ โดยการหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบการยัดการกระจายของคะแนนเป็นเกณฑ์ โดยใช้สูตรโลเวตต์ (Lovett) ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2543 : 93)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - c)^2}$$

- เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
- k แทน จำนวนข้อสอบ
- x_i แทน คะแนนของผู้สอบคนที่ 1
- c แทน คะแนนเกณฑ์ในการตัดสินได้-ตก ของแบบทดสอบ



บทที่ 4

ผลการพัฒนาแบบวัด

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ใน โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ
เขต 2 ผลการพัฒนาแบบวัดนำเสนอแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

การพัฒนาแบบวัดในครั้งนี้ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ใน โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต
2 1 ฉบับ ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ วัดทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่

ข้อที่ 1-3 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 4-6 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 7-9 วัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
และการนำเสนอ

ข้อที่ 10-12 วัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
และการนำเสนอ

การให้คะแนนข้อสอบให้ 3 คะแนน ถ้าตอบถูก และให้ 0 คะแนนถ้าตอบผิด
หรือไม่ตอบ

ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ คือ

- ข้อที่ 13 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - ข้อที่ 14 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - ข้อที่ 15 วัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
 - ข้อที่ 16 วัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
 - ข้อที่ 17-20 วัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- การให้คะแนนข้อสอบแต่ละข้อให้คะแนน 1-3 คะแนน

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยง ดังนี้

1. การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด โดยจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีวุฒิตำปริญญตรีทางการศึกษา วิชาเอกคณิตศาสตร์และมีประสบการณ์ในการสอนระดับประถมศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน ศึกษานิเทศก์สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ที่รับผิดชอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และ นักวัดผลการศึกษาที่สำเร็จการศึกษาอย่างน้อยระดับปริญญาโททางด้านการศึกษา จำนวน 1 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดูในภาคผนวก ก) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00
2. การตรวจสอบความยากรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้ค่าความยากของข้อสอบ อยู่ระหว่าง .28 ถึง .58
3. การตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .59 ถึง .89
4. การตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดดำเนินการ โดย ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัย หาค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) โดยประมาณค่าความเที่ยงของ

คะแนนแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร ลิวิงสตัน (Livingston) ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบอัตนัย หาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยประมาณค่าความเที่ยงของคะแนนแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และหาความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงของข้อสอบอิงเกณฑ์ แบบยึดการกระจายคะแนนเป็นเกณฑ์ โดยใช้สูตร โลเวตต์ ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัย ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .80 ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบอัตนัย ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .81 และความเที่ยงทั้งฉบับ .78

ข้อสอบและคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ข้อสอบ ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

ทักษะกระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ระบุเงื่อนไข และเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดได้	1. ทินกรสูง 158 เซนติเมตร กมลสูงกว่าทินกร 15 เซนติเมตร เต็ดเต็ยสูง 3 เซนติเมตร จากโจทย์ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร และต้องหาความสูงของใครเป็นลำดับแรก ก. ความสูงของทินกร ความสูงของกมล ข. ความสูงของกมล ความสูงของทินกร ค. ความสูงของเต็ดเต็ย ความสูงของกมล ง. เต็ดเต็ยสูงกว่าทินกรเท่าไร ความสูงของเต็ดเต็ย	1.00	.40	.59

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา	ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ร้านหนังสือแห่งหนึ่งมีหนังสือนิทาน 696 เล่ม หนังสือสารคดี 474 เล่ม วารสาร 245 เล่ม และหนังสือการ์ตูนจำนวน 351 เล่ม ต้องการนำมาจัดใส่กล่องสำหรับบริจาคให้ห้องสมุดประจำตำบล 9 แห่ง โดยแต่ละแห่งจะได้รับหนังสือแต่ละประเภทในจำนวนที่เท่ากัน จงหาว่าห้องสมุดแต่ละแห่งจะได้รับหนังสือประเภทละกี่เล่ม และเหลือหนังสือที่จัดใส่กล่องไม่ได้จำนวนเท่าไร จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอย่างน้อย 2 วิธี	.80	.42	.85
ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	2. แม่ให้เงินน้ำตาลสำหรับใช้จ่ายในการไปเรียนจำนวนหนึ่ง พ่อให้เพิ่ม 50 บาท ต่อมา น้ำตาลแบ่งให้น้องซื้อหนังสือ 35 บาท ปรากฏว่าน้ำตาลเหลือเงิน 140 บาท แม่ให้เงินน้ำตาลกี่บาท จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ น้ำตาลได้รับเงินจากแม่เป็นจำนวนเท่าไร และสามารถหาคำตอบได้โดยวิธีใด ก. แม่ให้เงินน้ำตาล 125 บาท โดยนำ 140 บาทด้วย 35 ลบด้วย 50 ข. แม่ให้เงินน้ำตาล 65 บาท โดยนำ 140 ลบด้วยผลบวกของ 35 กับ 50		1.00	.58	.61

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก
		ค. แม่ให้เงินน้ำตาล 215 บาท โดยนำ 140 บวกด้วย 35 บวกด้วย 50 ง. แม่ให้เงินน้ำตาล 155 บาท โดยนำ 140 ลบด้วย 35 บวกด้วย 50			
ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	ระบุ คำตอบที่ สมเหตุสม ผลและ ตรวจสอบ คำตอบได้	3. กระดาษห่อหนึ่งมี 450 แผ่น แบ่งให้ นักเรียน 7 คน คนละเท่า ๆ กัน จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะได้ กระดาษคนละกี่แผ่น เหลือกระดาษกี่แผ่น และสามารถตรวจคำตอบได้โดยวิธีใด ก. 57 แผ่น เหลือ 1 แผ่น และ $(57 \times 7) + 1 = 450$ ข. 63 แผ่น เหลือ 2 แผ่น และ $(63 \times 7) + 2 = 450$ ค. 64 แผ่น เหลือ 2 แผ่น และ $(64 \times 7) + 2 = 450$ ง. 67 แผ่น เหลือ 1 แผ่น และ $(67 \times 7) + 1 = 450$	.80	.52	.61
ความ สามารถ ในการให้ เหตุผล	บอก ขั้นตอน การ แก้ปัญหา ได้	ตอนที่ 2 ข้อที่ 2 สุกัญญาหนัก 32 กิโลกรัม รุ่งทิวา หนักกว่า สุกัญญา 5 กิโลกรัม น้ำทิพย์หนัก น้อยกว่า รุ่งทิวา 4 กิโลกรัม ทั้งสามคนหนัก รวมกันเป็นเท่าไร จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนบอกขั้นตอน ในการแก้ปัญหา	.60	.47	.75



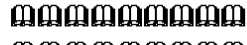


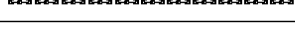
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก
ความ สามารถ ในการให้ เหตุผล	บอก เหตุผล ของ ขั้นตอน การ แก้ปัญหา ได้	4. แม่ซื้อแก้วมา 50 ใบ นำออกมาใช้ 30 ใบ ที่เหลือจัดใส่กล่องละ 4 ใบ จะต้องใช้กล่องกี่ ใบ จากโจทย์ นักเรียนจะหาคำตอบได้จะต้องนำ ความรู้ใดมาใช้ เรียงตามลำดับ ก. การบวก และการลบ ข. การลบ และการคูณ ค. การบวก และการหาร ง. การลบ และการหาร	.80	.57	.67
ตรวจ สอบ ความถูก ต้องและ ความสม เหตุ สมผล ของการ ให้เหตุ ผลได้		5. โรงเรียนรักดีวิทยา มีนักเรียนชาย 1,265 คน มีนักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชาย 547 คน จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ข้อใดถูกต้อง ก. มีนักเรียนหญิงทั้งสิ้น 1,702 คน ข. จากโจทย์ปัญหาข้างต้นเขียนเป็นประโยค สัญลักษณ์ได้ $1265 - 547 = \square$ ค. หากมีนักเรียนหญิงย้ายเข้ามาเรียน โรงเรียน รักดีวิทยา อีก 2 คน โรงเรียนนี้จะมีนักเรียน ทั้งสิ้น 1,814 คน ง. ครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนทั้งหมดของ โรงเรียนรักดีวิทยา คือ 907 คน	1.00	.51	.77

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

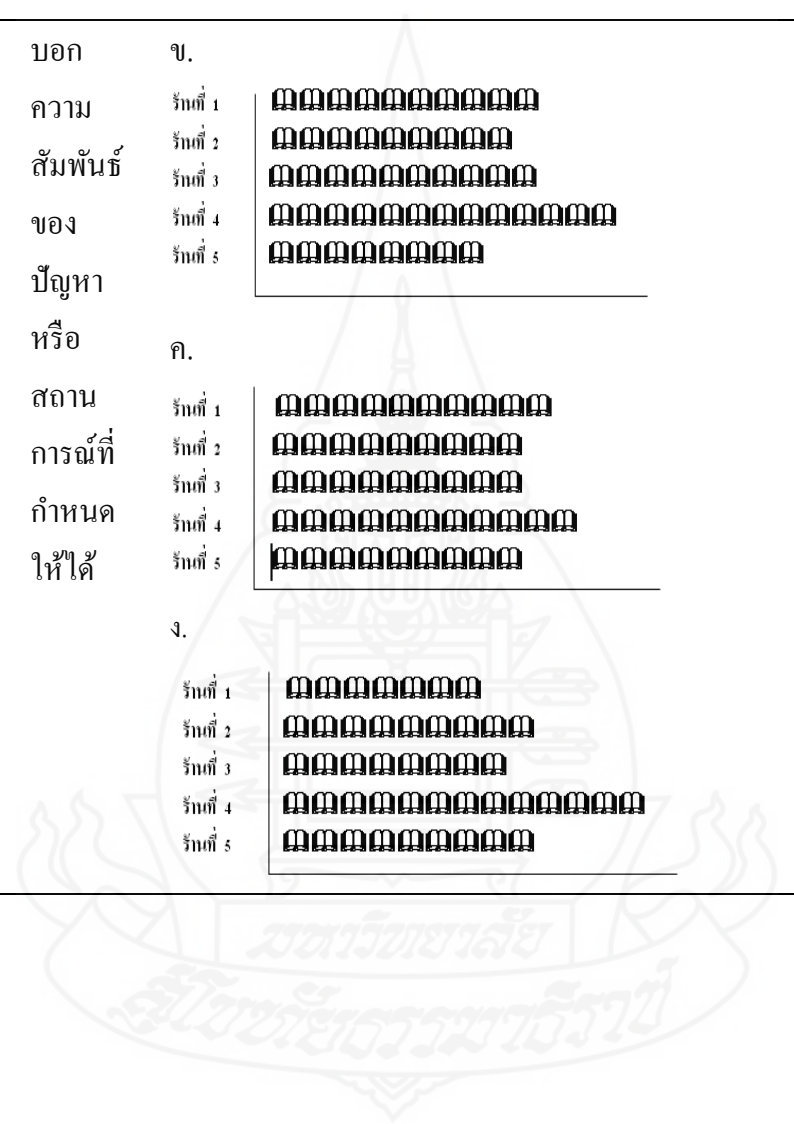
ทักษะ กระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก
ความ สามารถ ในการให้ เหตุผล	สรุป ผลได้ อย่าง เหมาะสม	6. จอยสูง 1 เมตร 68 เซนติเมตร พิมสูง น้อยกว่าจอย 23 เซนติเมตร วารีสูงกว่าพิม 35 เซนติเมตร จากโจทย์ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง ก. จอยสูงน้อยกว่าพิม 5 เซนติเมตร ข. พิมสูง 1 เมตร 45 เซนติเมตร ค. วารีสูงกว่าจอย 2 เซนติเมตร ง. วารีสูง 1 เมตร 33 เซนติเมตร	.80	.48	.67
ความ สามารถ ในการ สื่อสาร การสื่อ ความ หมายทาง คณิต ศาสตร์ และการ นำเสนอ	เลือก รูปแบบ ของการ สื่อสาร การสื่อ ความ หมายทาง คณิต ศาสตร์ และการ นำเสนอ	ตอนที่ 2 ข้อที่ 3 ข้อมูลแสดงจำนวนนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เดินทางมาโรงเรียน โดย วิธีการต่าง ๆ ดังนี้ รถยนต์ส่วนบุคคล 100 คน รถประจำทาง 160 คน รถรับจ้าง 80 คน รถจักรยานยนต์ 120 คน เดิน 60 คน อื่น ๆ 20 คน คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิ หรือ แผนภาพ แสดงข้อมูลจำนวนนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เดินทางมาโรงเรียน ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง	.80	.44	.89

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)














ทักษะ กระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก
ความสามารถ ในการสื่อสาร การสื่อ ความ หมายทาง คณิต ศาสตร์ และการ นำเสนอ	แปลงปัญหา หรือ สถานการณ์ ที่กำหนดให้ เป็นประโยค ภาษา ประโยค สัญลักษณ์ หรือแผนภูมิที่ เป็นสากลได้	7. มอสมิเงิน 250 บาท ซื้อร้องเท้าราคา 125 บาท แม่ให้อีก 300 บาท มอสมิเงินทั้งหมด กี่บาท จากโจทย์เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ อย่างไร ก. $(250+125)-300 = \square$ ข. $250+(125-300) = \square$ ค. $(250-125)+300 = \square$ ง. $250+(125+300) = \square$	.80	.51	.63
บอก ความสัมพันธ์ ของปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้		8. ข้อมูลแสดงจำนวนสมุดในร้านค้าหน้า โรงเรียน จำนวน 5 ร้าน ดังนี้ ร้านที่ 1 จำนวน 120 เล่ม ร้านที่ 2 จำนวน 90 เล่ม ร้านที่ 3 จำนวน 110 เล่ม ร้านที่ 4 จำนวน 130 เล่ม ร้านที่ 5 จำนวน 110 เล่ม จากโจทย์ กำหนดให้  แทนจำนวนสมุด 10 เล่ม ข้อใดถูกต้อง ก. ร้านที่ 1  ร้านที่ 2  ร้านที่ 3  ร้านที่ 4  ร้านที่ 5 	1.00	.49	.56

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก
ความ	บอก	ข.			
สามารถ	ความ	ครั้งที่ 1	.....	
ในการ	สัมพันธ์	ครั้งที่ 2	.....	
สื่อสาร	ของ	ครั้งที่ 3	.....	
การสื่อ	ปัญหา	ครั้งที่ 4	.....	
ความ	หรือ	ครั้งที่ 5	.....	
หมายทาง	สถาน	ก.			
คณิต	การณ์ที่	ครั้งที่ 1	.....	
ศาสตร์	กำหนด	ครั้งที่ 2	.....	
และการ	ให้ได้	ครั้งที่ 3	.....	
นำเสนอ		ครั้งที่ 4	.....	
		ครั้งที่ 5	.....	
		ง.			
		ครั้งที่ 1	.....	
		ครั้งที่ 2	.....	
		ครั้งที่ 3	.....	
		ครั้งที่ 4	.....	
		ครั้งที่ 5	.....	



ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ	กระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก								
ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	สรุปลักษณะที่สำคัญที่ได้จากการศึกษาข้อมูลได้	9. แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ชอบเรียนวิชาต่างๆ ของโรงเรียนเอกชนแห่งหนึ่ง	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>วิทยาศาสตร์</td> <td></td> </tr> <tr> <td>คณิตศาสตร์</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ภาษาไทย</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ภาษาต่างประเทศ</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	วิทยาศาสตร์		คณิตศาสตร์		ภาษาไทย		ภาษาต่างประเทศ		1.00	.52	.53
วิทยาศาสตร์														
คณิตศาสตร์														
ภาษาไทย														
ภาษาต่างประเทศ														
		กำหนดให้  แทนนักเรียน 2 คน												
		จากข้อมูลที่กำหนดให้ นักเรียนชอบเรียนวิชาใดมากที่สุด และมีจำนวนเท่าใด												
		ก. ภาษาต่างประเทศ จำนวน 6 คน												
		ข. วิทยาศาสตร์ จำนวน 12 คน												
		ค. ภาษาไทย จำนวน 8 คน												
		ง. คณิตศาสตร์ จำนวน 13 คน												

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์อื่น ๆ	เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้	10. ตัวเลข 7 ของจำนวน 7,590 มีค่าต่างจาก 1,931 อยู่เท่าไร ก. 5,659 ข. 5,069 ค. 1,924 ง. 1,938	.80	.56	.53
คณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์อื่น ๆ	เชื่อมโยงสถานการณ์กับรูปสัญลักษณ์ตารางแผนภาพแผนผังและหาข้อสรุปได้	11. เก่งดื่มไป 850 มิลลิลิตร แล้วเหลือนมอีก 650 มิลลิลิตร เดิมเก่งมีนมอยู่เท่าไร จากโจทย์ เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร ก. $850 - 650 = \square$ ข. $850 + 650 = \square$ ค. $(850 - 650) \times 2 = \square$ ง. $(850 - 650) \div 2 = \square$	1.00	.52	.57
เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์อื่น ๆ	ตอนที่ 2	ข้อที่ 4 ผ้าหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 1 เมตรครึ่ง ต้องการตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 30 เซนติเมตร จะได้ทั้งหมดกี่ผืน จากโจทย์ จงแสดงวิธีคิด พร้อมทั้งวาดภาพประกอบ	.60	.28	.57

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	IOC	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก
ความ สามารถใน การ เชื่อมโยง ความรู้ ต่างๆ ทาง คณิต ศาสตร์ และ เชื่อมโยง คณิต ศาสตร์กับ ศาสตร์ อื่นๆ	บอก ข้อสรุป ของสาระ สำคัญที่ เกี่ยวข้อง กับคณิต ศาสตร์ กับ ศาสตร์ อื่น ๆ ได้	12. น้ำแร่ 2 ลิตร นมสด น้ำมันพืช น้ำปลา ข้อใดสรุปได้ ถูกต้อง ก. น้ำแร่ มีปริมาณมากกว่า น้ำปลา ข. นมสด มีปริมาณมากกว่า น้ำแร่ ค. น้ำมันพืช มีปริมาณมากกว่า น้ำปลา ง. น้ำแร่ มีปริมาณมากกว่า น้ำมันพืช	1.00	.58	.63
ความคิด ริเริ่ม สร้างสรรค์	ความ สามารถ ในการ ตั้งโจทย์ ปัญหา ทางคณิต ศาสตร์	ตอนที่ 2 ข้อที่ 5. จงตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ คำนวณแล้วได้ผลลัพธ์เท่ากับ 15 จำนวน 3 โจทย์ปัญหา โดยหน่วยเป็นอะไรก็ได้	.80	.46	.84

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	ตัวบ่งชี้	ข้อสอบ	ความ										
			IOC	ยาก	อำนาจ จำแนก								
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	สามารถใน การคิด คาดคะเนถึง ผลที่เกิดขึ้น จาก สถานการณ์ ทาง คณิตศาสตร์	ตอนที่ 2 ข้อที่ 8. แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณผลผลิต หอมแดงของจังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2550 - พ.ศ. 2553  <table border="1" data-bbox="619 817 1102 1041"> <tr> <td>พ.ศ. 2550</td> <td></td> </tr> <tr> <td>พ.ศ. 2551</td> <td></td> </tr> <tr> <td>พ.ศ. 2552</td> <td></td> </tr> <tr> <td>พ.ศ. 2553</td> <td></td> </tr> </table>	พ.ศ. 2550		พ.ศ. 2551		พ.ศ. 2552		พ.ศ. 2553		1.00	.39	.75
พ.ศ. 2550													
พ.ศ. 2551													
พ.ศ. 2552													
พ.ศ. 2553													
		กำหนดให้  แทน ปริมาณหอมแดง 1000 กิโลกรัม นักเรียนสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้าง เกี่ยวกับปริมาณหอมแดงของ จังหวัดศรีสะเกษ											

จากตารางที่ 4.1 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความตรงเชิงเนื้อหา โดยค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00
และแต่ละด้าน มีค่าความยาก และอำนาจจำแนก ดังนี้ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ค่าความ
ยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง .40 ถึง .58 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง .59 ถึง .85
ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง .47 ถึง .57 และค่าอำนาจ
จำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง .67 ถึง .77 ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง
คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง .44 ถึง .52 และค่าอำนาจจำแนก
ของข้อสอบอยู่ระหว่าง .53 ถึง .89 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์
และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง .28 ถึง .58 และค่า
อำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง .53 ถึง .63 และด้านความคิดสร้างสรรค์ ค่าความยากของ
ข้อสอบอยู่ระหว่าง .39 ถึง .58 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง .69 ถึง .84

ตารางที่ 4.2 ความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
 ศรีสะเกษ เขต 2

ตอนที่	ข้อที่	ความเที่ยง
1. ข้อสอบปรนัย	1-12	.80
2. ข้อสอบอัตนัย	13-20	.81
ข้อสอบทั้งหมด	1-20	.78

จากตารางที่ 4.2 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความเที่ยงทั้งหมดเท่ากับ .78 และค่าความเที่ยงจำแนกตามประเภทของ
 แบบวัดโดย ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัย ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .80 ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบอัตนัย
 ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .81 สรุปได้ว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มี
 ความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้



บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 สรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

1.1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

1.2 วิธีดำเนินการ

1.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ในปีการศึกษา 2553 มีนักเรียนจำนวน 3,569 คน จากโรงเรียนทั้งสิ้น 189 โรงเรียน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ในปีการศึกษา 2553 จำนวน 600 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ตามขนาดของโรงเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดรายข้อ คือความยากและอำนาจจำแนก ใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 400 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทั้งฉบับ คือค่าความเที่ยงของแบบวัด ใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 200 คน

1.2.3 เครื่องมือที่พัฒนาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ ตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ รวมข้อสอบทั้งหมดจำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 5 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ข้อ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล 4 ข้อ ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4 ข้อ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ 4 ข้อ และด้านความคิดสร้างสรรค์ 4 ข้อ

1.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ นำหนังสือจากสาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง นำหนังสือจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 เพื่อขอความร่วมมือโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปทำการสอบวัด โดยเตรียมแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนในแต่ละครั้ง อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งวิธีการทำ และวิธีการตอบ ก่อนที่จะลงมือทำ นำผลการสอบวัดมาตรวจให้คะแนนก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

3) การวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังนี้

(1) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการหาดัชนีความสอดคล้องจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

(2) หาค่าความยากของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการวิเคราะห์หาค่าความยากเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรอย่างง่าย

(3) หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตรของเบรนนัน

(4) ตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดย ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย หาค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้สูตรของ ลิวิงสตัน ตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัย หาค่าความเที่ยงแบบ

ความสอดคล้องภายใน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และหาค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของโลเวตต์

1.3 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า

1.3.1 ผลการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1 ฉบับ ประกอบด้วยข้อสอบ 20 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย จำนวน 12 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ข้อ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล 3 ข้อ ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 3 ข้อ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ 3 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 1 ข้อ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล 1 ข้อ ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 1 ข้อ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ 1 ข้อ และวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 4 ข้อ

1.3.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า

1) แบบวัดมีความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งตรวจสอบโดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00

2) แบบวัดมีความยากในเกณฑ์ใช้ได้ ซึ่งตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ความยากเป็นรายข้อ ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .40 ถึง .58 ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .28 ถึง .58

3) แบบวัดมีอำนาจจำแนกในเกณฑ์ใช้ได้ ซึ่งตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .53 ถึง .77 ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัย มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .57 ถึง .89

4) แบบวัดมีความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .78 โดยค่าความเที่ยงจำแนกตามประเภทของแบบวัด โดย ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .80 ตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัย ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .81

จากการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 มีคุณภาพอยู่ในระดับที่เชื่อถือได้ และสามารถนำไปใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ได้

2. อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ผลการวิจัยมีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายดังนี้

2.1 ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ผลการพัฒนาได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ข้อ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล 3 ข้อ ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 3 ข้อ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 3 ข้อ รวมข้อสอบตอนที่ 1 มีข้อสอบจำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน และตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัย วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 1 ข้อ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล 1 ข้อ ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 1 ข้อ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 1 ข้อ และวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีข้อสอบจำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมดมีจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน พร้อมทั้งได้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือตามหลักวิชาการ กล่าวคือ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยง

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่าในได้วางแผนการพัฒนาตามขั้นตอน การกำหนดวัตถุประสงค์ ตัวบ่งชี้ที่ชัดเจน และรัดกุม ทำให้การสร้างข้อสอบทำได้ง่ายขึ้น ตามน้ำหนักความสำคัญของตัวบ่งชี้แต่ละข้อ และตรงกับเป้าหมายที่ต้องการวัดมากขึ้น การกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัดเหมาะสมกับเนื้อหา เวลา และวัยของนักเรียน ข้อสอบมีการ

หาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกก่อนที่จะนำไปใช้ ซึ่งจำนวนข้อสอบที่ได้จากการพัฒนาแบบวัดในครั้งนี้ มีความเหมาะสมกับนักเรียนในการสอบ ซึ่งสอดคล้องกับ นันทภัท พลเตมา (2551) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้พัฒนาแบบวัดตามขั้นตอนโดยการกำหนดจุดมุ่งหมายของแบบวัด เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการและสร้างแบบวัดตามนิยาม และตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดโดยหาค่าความตรง ความเที่ยง ความยากและอำนาจจำแนก ก่อนที่จะนำแบบวัดไปใช้ และสอดคล้องกับ ธิการัตน์ พรหมณะ (2546) ได้พัฒนาแบบแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบวัด กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด เขียนนิยามคุณลักษณะที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ กำหนดโครงสร้างของแบบวัดและเขียนข้อสอบตามนิยาม และหาคุณภาพของแบบวัดโดยหาค่าความตรง ความเที่ยง ความยากและอำนาจจำแนก ก่อนที่จะนำแบบวัดไปใช้เช่นกัน

2.2 ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ฉบับร่าง ผู้วิจัยได้จัดทำข้อสอบจำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ รวมเป็นข้อสอบจำนวน 40 ข้อ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า ข้อสอบในแบบวัดมีความสอดคล้องกับนิยาม ตัวบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งกล่าวไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 การจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แนวทางการวัดและประเมิน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยค่าความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 ซึ่งมีความตรงเชิงเนื้อหาเป็นไปตามเกณฑ์ข้อสอบที่มีคุณภาพ กล่าวคือ ค่าความสอดคล้อง มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (วรรณดี แสงประทีปทอง 2548: 332) ซึ่งสอดคล้องกับ จิตติมา จิตรุ่งเรือง (2544) ซึ่งพัฒนาแบบทดสอบอัตรานัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาลตามแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาทางการพยาบาลของยูราและวอลสซ์ โดยแบบทดสอบมีค่าความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 และสอดคล้องกับ กุรินาถ โภคากรณ์ (2545) แบบทดสอบวินิจฉัยตามพฤติกรรมการแก้ไข้ปัญหาเรื่องร้อยละ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง .57 ถึง 1.00 และยังสอดคล้องกับ ธิการัตน์ พรหมณะ (2546) พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง .71 ถึง 1.00

2.3 ในการตรวจสอบความยาก และอำนาจจำแนก จากที่ผู้วิจัยได้จัดทำข้อสอบจำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ รวมเป็นข้อสอบจำนวน 40 ข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก อาจจำแนกตามเกณฑ์ไว้ 20 ข้อ จากข้อสอบที่คัดเลือกไว้ พบว่าข้อสอบปรนัย มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .40 ถึง .58 ข้อสอบอัตนัย มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .28 ถึง .58 จะเห็นได้ว่าแบบวัดที่พัฒนาขึ้นมีค่าความยากของข้อสอบเหมาะสมตามเกณฑ์ เพราะโดยทั่วไปข้อสอบที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 (วรรณดี แสงประทีปทอง 2548: 318) ซึ่งสอดคล้องกับ สยามณ รูปคำ (2554) ซึ่งพัฒนาแบบวัดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องกราฟ ได้แบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .38 ถึง .77 และสอดคล้องกับ จารุวรรณ ทวันเวช (2551) ซึ่งพัฒนาทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุริรัมย์ เขต 2 ได้แบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .45 ถึง .70 และจากการตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ พบว่าข้อสอบปรนัย มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .53 ถึง .77 ข้อสอบอัตนัย มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .57 ถึง .89 ซึ่งแบบวัดที่พัฒนาขึ้น มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเหมาะสมตามเกณฑ์ เพราะข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .40 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกได้ดีมาก (วรรณดี แสงประทีปทอง 2548: 324) ซึ่งสอดคล้องกับ อรรถนีย์ ชูช่วยสุวรรณ (2552) ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แบบวัดที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .55 ถึง .71 นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก จะต้องกำหนดคะแนนจุดตัดผู้รอบรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดคะแนนจุดตัดโดยอาศัยเกณฑ์การผ่านตามแนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (2551 :16) แต่การกำหนดคะแนนจุดตัดมีวิธีการกำหนดหลายวิธี อาจจัดออกเป็น 3 แนว แนวแรกเป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญหรือครูผู้สอน แนวที่สองกำหนดคะแนนจุดตัดจากการนำเอาผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญหรือครูผู้สอนไปหาคะแนนจุดตัดจากผลการสอบ แนวที่สามกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิเคราะห์หาคะแนนที่เหมาะสมที่สุดในทางสถิติจากคะแนนผลการสอบครั้งนั้น แต่การกำหนดคะแนนจุดตัดจากการนำเอาผลการสอบมาคำนวณนั้น การนำไปใช้ปฏิบัติจะมีปัญหาเพราะต้องใช้แรงงาน เวลา บางวิธียุ่งยากในการคำนวณด้วยมือ และที่สำคัญคือคะแนนจุดตัดที่ได้จากวิธีเหล่านี้ อาจไม่ตรงกับนโยบายที่ต้องปฏิบัติ เช่น ตามนโยบายที่มุ่งให้ได้มาตรฐานสูง อาจต้องการคะแนนจุดตัดร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม แต่ผลการวิเคราะห์อาจพบว่าคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม เป็นต้น (บุญชม ศรีสะอาด 2543: 148) และในการคำนวณหาความยาก และอำนาจจำแนก ควรมีการเลือกใช้วิธีการคำนวณที่

เหมาะสมกับเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น ต้องพิจารณาว่าเครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องชนิดใดควรคำนวณด้วยวิธีการใดเพื่อให้ได้ผลการตรวจสอบคุณภาพที่เชื่อถือได้ที่สุด

2.4 ในการตรวจสอบความเที่ยง ได้คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ความยากและอำนาจจำแนก จำนวน 20 ข้อ จัดทำเป็นแบบวัดฉบับจริง และเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเที่ยง ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดมีค่าความเที่ยงในแต่ละตอนดังนี้ โดยมีความเที่ยงของแบบวัดตอนที่ 1 ประเภทปรนัยเท่ากับ .80 แบบวัดตอนที่ 2 ประเภทอัตนัยเท่ากับ .81 และแบบวัดมีความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .78 ซึ่งแบบวัดที่พัฒนาขึ้นมีค่าความเที่ยงของแบบวัดเหมาะสมตามเกณฑ์แบบทดสอบที่มีคุณภาพ กล่าวคือ ค่าความเที่ยงที่มีค่าใกล้เคียง 1.00 แสดงว่าจะแนนผลการสอบแต่ละข้อ หรือแต่ละตอนภายในฉบับให้ผลสอบสอดคล้องกันมาก ถือว่ามีความเที่ยงสูง (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ 2545: 116) ซึ่งสอดคล้องกับ นันตพร ตือจันทา (2552) ซึ่งพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แบบวัดที่มีค่าความเที่ยง เท่ากับ .83 และสอดคล้องกับ จารุวรรณ ทวันเวช (2551) ซึ่งพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ได้แบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยง เท่ากับ .98 และผู้วิจัยพบว่าการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงมีวิธีการคิดคำนวณหลายวิธีจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเครื่องมือที่สร้างขึ้น ซึ่งแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเป็นข้อสอบปรนัย หากค่าความเที่ยงของแบบวัด โดยสูตรของลิวอิสตัน และข้อสอบอัตนัย หากค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรของราฐ และตรวจสอบความเที่ยงทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของโลเวตต์ จะเห็นได้ว่าการตรวจสอบความเที่ยงในแต่ละด้านและความเที่ยงทั้งฉบับ จะต้องเลือกวิธีการคิดคำนวณที่แตกต่างกันเพื่อให้เหมาะสม และถูกต้อง เพราะการประมาณค่าความเที่ยงแต่ละวิธีจะมีค่าอย่างไรขึ้นอยู่กับแหล่งความคลาดเคลื่อน ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นในการคำนวณหาค่าความเที่ยงจึงต้องคำนึงถึงวิธีการและสูตรที่เหมาะสม (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ 2545: 148)

2.5 จากการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่าการวางแผนที่ดีที่จะพัฒนาแบบวัด และดำเนินการตามขั้นตอนการพัฒนา จะส่งผลให้แบบวัดที่ได้มีคุณภาพ หากพิจารณาค่าความเที่ยงของแบบวัดฉบับนี้จะเห็นว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ .75 ส่วนหนึ่งที่ทำให้ได้ผลดังกล่าว มีอิทธิพลมาจาก คุณภาพของแบบวัดด้านความยาก และอำนาจจำแนก ที่มีค่าเหมาะสม จนส่งผลให้มีค่าความเที่ยงสูงด้วย นั่นคือความยาก และอำนาจจำแนกมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเที่ยงด้วย (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ 2545: 153)

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้พัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วนั้น สามารถนำไปวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ว่าอยู่ในระดับใด เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ แต่แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอและตรงตามความเป็นจริง จึงควรวัดผลระหว่างเรียนอย่างต่อเนื่องด้วยวิธีการที่หลากหลายและประเมินตามสภาพจริงเพื่อให้ได้ผลสรุปตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร (กระทรวงศึกษาธิการ 2552: 10)

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ฉบับนี้ไปใช้ ควรศึกษารายละเอียดในกลุ่มมือการใช้เครื่องมือให้เข้าใจ

3.1.2 ในการทำวิจัยครั้งนี้ ประชากรการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ดังนั้นการนำเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ฉบับนี้ไปใช้กับประชากรและกลุ่มอื่นที่แตกต่างกันออกไป ควรนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างใหม่เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือซ้ำ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการนำเครื่องมือไปใช้

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยแบบวัดอ้อมเพื่อที่จะได้ทราบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและสามารถนำความรู้ที่เรียนมานำมาปรับใช้ได้มากเพียงใด

3.2.2 ควรมีการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ (2546) *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544* กรุงเทพมหานคร องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
- _____. (2552) *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กระทรวงศึกษาธิการ (2551) *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- _____. (2552) *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กิดานันท์ มลิทอง (2543) *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร อรุณการพิมพ์
- จรรย์วดี ชูวงศ์ศิริกุล (2550) "การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากู้เก็ด" วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- จารูวรรณ ทวันเวช (2552) "การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุริรัมย์ เขต 2" วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- จิตติมา ขอบเอียด (2551) "การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการใช้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1" วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ฉลอง สวัสดิ์ (2538) "การสร้างแบบทดสอบความเรียงประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) วัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาคณิตศาสตร์" วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ชวาล แพร็ดกุล (2520) *เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ* กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.
- ชัชชัย คุ่มทวีพร (2534) *ตรรกวิทยา* กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

- ดวงเดือน อ่อนน่วม (2547) *ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้
กลุ่มคณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*
กรุงเทพมหานคร บพิธการพิมพ์
- ทัศนีย์ กระจ่างอินทร์ และ สุกิตร์ อนุศาสตร์ (2542) “ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารและการสืบค้น”
(เอกสารประกอบการเรียน) ลพบุรี ภาควิชาภาษาไทยและบรรณารักษศาสตร์
สถาบันราชภัฏเทพสตรี
- ทิสนา แคมมณี (2545) *วิทยาการด้านการคิด* กรุงเทพมหานคร เคอร์มาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจमेंท์
ธิดารัตน์ ธนะขว้าง (2553) “การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขา
วิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ธิดิมา อุดมพรมนตรี (2555) “การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้
เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดลพบุรี
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ธิดารัตน์ พรหมณะ (2546) “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อ
ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6”
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยทักษิณ
- นภดล กมลวิลาศเสถียร (2549) *เทคนิคช่วยให้ลูกเรียนเก่งคณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร
ซีเอ็ดยูเคชั่น
- นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย (2548) “การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย” วิทยานิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- นฤมล พันธุ์พาณิชย์ (2547) “การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดร้อยเอ็ด” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ
- นันทพร ต้อจันทา (2552) “การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ
วัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- นันทน์ภัส พลเดมา (2550) “รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษา 3 กรุงเทพมหานคร” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- เนตรชนก คงทน (2545) *โครงการส่งเสริมเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ* นครราชสีมา สถาบันราชภัฏนครราชสีมา
- บุญชม ศรีสะอาด (2543) *การวิจัยเบื้องต้น* พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาสน์
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545) “หน่วยที่ 3 คุณภาพเครื่องมือวัด” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา* พิมพ์ครั้งที่ 2 หน้า 65 – 153 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ (2546) “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา* หน่วยที่ 5 พิมพ์ครั้งที่ 2 หน้า 215 - 256 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- ปรีชา เนาวิ์เย็นผล (2537) “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์* หน่วยที่ 12 หน้า 1-110 นนทบุรี สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- ปาจริย์ ไทยงาม (2549) “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ
- พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548) “ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- พรชัย จันทะคุณ (2546) “การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

- พรรณทิภา ทองนวล (2554) “ผลของการจัดการเรียนรู้แบบมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการเหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544) *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ไพชญนต์ บุญสุภา (2546) “การพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
- ไพโรจน์ สุวรรณ (2542) “การพัฒนาแบบประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์และการใช้ภาษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2541” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ
- ภูรินาถ โภคากรณ์ (2545) “การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามพฤติกรรมแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละ วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ
- รังสรรค์ มณีเล็ก (2545) “แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา* หน่วยที่ 1 หน้า 1-37 นนทบุรี สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- รุ่งศิริ เข้มตระกูล (2547) “ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์” *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน* 10(1) 22
- รุจิพัชญ์ อรุวิวัฒนานนท์ (2553) “ความสัมพันธ์ของการพัฒนาระหว่างการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และอัตรานอที่ศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดสกลนคร : การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

- รุจิรัตน์ พรหมรักษ์ (2553) “การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2517) *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาส์น
- _____. (2543) *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาส์น
- วรรณดี แสงประทีปทอง (2545) “การพัฒนาเครื่องมือ และการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการประเมิน” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการประเมินและการจัดการโครงการประเมิน* หน่วยที่ 5 หน้า 191-257 นนทบุรี สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- _____. (2548) “ลักษณะและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดผลการศึกษา” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับประถมศึกษา* หน่วยที่ 7 หน้า 305 - 360 นนทบุรี สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- วรรณ โสมประยูร (2537) *การสอนภาษาไทยระดับประถมศึกษา* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
- วิไล แพงศรี (2544) *เอกสารการสอนรายวิชาความคิดสร้างสรรค์* สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
- วิสุดา รักชู (2547) “การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดระนอง” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ
- ศรีสุรางค์ ทีนะกุล (2542) *การคิดและการตัดสินใจ* กรุงเทพมหานคร เชิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น
- ศรินธร วิทยะศิรินันท์ (2544) *วิทยาการด้านการคิด* กรุงเทพมหานคร เดอร์มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์
- ศศิธร เวียงอินทร์ (2547) “การพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1” ปริญญาโทการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

- ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546) “การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- ศุภกิจ เฉลิมวิสุตมกุล (2546) *สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 เล่ม 1* กรุงเทพมหานคร แม็ค
- สญามณ รูปคำ (2554) “การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา
- สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษา* ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- _____ (2546) *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษา* ขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร กราฟฟิคโอร
- _____ (2546) *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร ศรีเมืองการพิมพ์.
- _____ (2555) *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร วี.พรีนท์ (1991)
- สมชาย วรกิจเกษมสกุล (2544) “การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยการใช้สื่อแนวคิด เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา” วิทยานิพนธ์การศึกษาคุญฎิบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัย และพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- สมเดช บุญประจักษ์ (2540) “การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ” วิทยานิพนธ์การศึกษาคุญฎิบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2543) *ค่ายคณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร สถาบันราชภัฏ พระนคร
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรณ (2541) *เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
- สมสว่าง ชนะพานิชย์สกุล (2539) “การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

- สันนิสา สมัยอยู่ (2554) “ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540) *ระบบการประเมินคุณภาพ และ มาตรฐาน การศึกษาแห่งชาติ* กรุงเทพมหานคร ที.พี.พรินท์
- สิริพร ทิพย์คง (2545) *หลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
- สุจิตรา หังสพฤกษ์ (2538) *เทคนิคการสร้างข้อสอบระดับประถมศึกษา นนทบุรี* มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- สุเทพ ทองอยู่ (2527) “วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาความคิดเชิง วิเคราะห์* หน่วยที่ 10 หน้า 204-234 นนทบุรี สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- สุนิสา แก้วกระจ่าง (2553) “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนานของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการ มัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สุนีย์ เหมะประเสริฐ (2536) *สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัย* กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.
- สุภาวดี ประเสริฐศรี (2546) “การพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย และประเมินผลการศึกษา สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
- สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533) “การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร” วิทยานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- สุรีย์ จันท์โมลี (2543) *กลวิธีทางสุขภาพ* พิมพ์ครั้งที่ 3 ม.ป.ท.
- สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ (2550) *กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- อเนก พุทธิเดช (2548) “การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประมาณค่า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลวัดเขียน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
- อรจรณีย์ ชูช่วยสุวรรณ (2552) “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- อัจฉราพรรณ อาโน (2555) “การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ราย
- อัญชลี มาลา (2553) “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- อัมพร ม้าคนอง (2554) *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- _____. (2547) “การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์” ใน *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร บพิธการพิมพ์
- อารี พันธุ์มณี (2540) *ความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้* กรุงเทพมหานคร คอมแพคท์พริ้นท์
- อุษาวดี จันทรสุนธิ (2543) *การวินิจฉัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์* นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- Alice, F. Artzt.; & Shirel, Yaloo-Femia. (1999). *Mathematics Reasoning During Small-Group Problem Solving. Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12 1999 Yearbook*. Virginia The National Council of Teachers of Mathematics.
- Bourne, Lyle E. Jr Ekstrand and Bruce R. And Roger L. Dominowski. (1971). *The Psychology of Thinking*. New Jersey: Prentice Hall.

- Darran, Van R. Allen. (1997). *Independent Activities For Creative Learning*. Kentucky: Teachar College.
- Dossey , John A. and others. (2002). *Mathematics Method and Modeling for Today 's Mathematics Classroom A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12*. Pacific Grove , CA Brooks/Cole. Fensell, Francis; & Rowan, Tom. (2001, January). Representation An Important Process for Teaching And Learning Mathematics. *Teaching Children mathematics*. 7(5) 188-302.
- Fensell, Francis; & Rowan, Tom. (2001). *Representation An Important Process for Teaching And Learning Mathematics*. *Teaching Children mathematics*. 7(5) 188-302
- Gerhard, Muriel. (1971). *Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcomes Approach*. New York Parker Publishing.
- Guilford, J. Paul. (1959). *Personality*. New York, Mcgraw-Hill.
- Kennedy, Leonard M. and Steve Tipps. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. California: Wadsworth Publishing.
- Kissane, V. Barry (1988). "Mathematical Investigation: Description, Rational and Exampie," *Mathematic*. 81,7 (October): 520-528.
- May, Lola Jon. *Teaching Elementary School Mathematics in the Elementary School*. New York: The Free Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). "Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics," in *New Directions for Elementary School Mathematics 1989 Yearbook*. p. 14-30. Virginia: The Nation Council of Teachers of Mathematics.
- _____. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- Orton. (1987). *Learning Mathematics: Issues Theory and Classrom Practice*. London: Cassell Education.
- Polya, George. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday.
- Reys, Robert E. and others. (2001). *Helping Children Learn Mathematics*. 6th ed. New York: John Wiley and Sons.
- Torrance, E. Paul. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, N.J. US: Prentice - Hall.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ



รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

1. ชื่อ นางรุ่งนภา พลเกิด
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ
 วุฒิการศึกษา ค.บ. (คณิตศาสตร์)
 วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ สอนคณิตศาสตร์ 12 ปี
2. ชื่อ นางชุลีพร มณีนิล
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ
 วุฒิการศึกษา ศษ.บ. (ประถมศึกษา)
 กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)
 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 10 ปี
3. ชื่อ นางหอมจันทร์ จำปาพันธ์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านมะยาง
 วุฒิการศึกษา ค.บ. (ประถมศึกษา)
 ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา)
 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 15 ปี
4. ชื่อ นายวันชัย ปีกกระสังข์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านแต่้มะหลี่
 วุฒิการศึกษา ค.บ. (คณิตศาสตร์)
 ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา)
 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 13 ปี

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา

1. ชื่อ นายสนั่น เมฆท่าแค

สถานที่ทำงาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

วุฒิการศึกษา กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา)

วิทยฐานะ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ หัวหน้างานวัดผลทางการศึกษา

ประสบการณ์หรือความชำนาญ การวัดผลการศึกษา



ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล





ที่ ศธ 0522.16 (บ) / 106

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

1 เมษายน 2554

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แผนการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ฯ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วยนางวันัสสุดา เจตนา นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ศรีสะเกษ เขต 2 ตามโครงการวิทยานิพนธ์ ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดผล / ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)

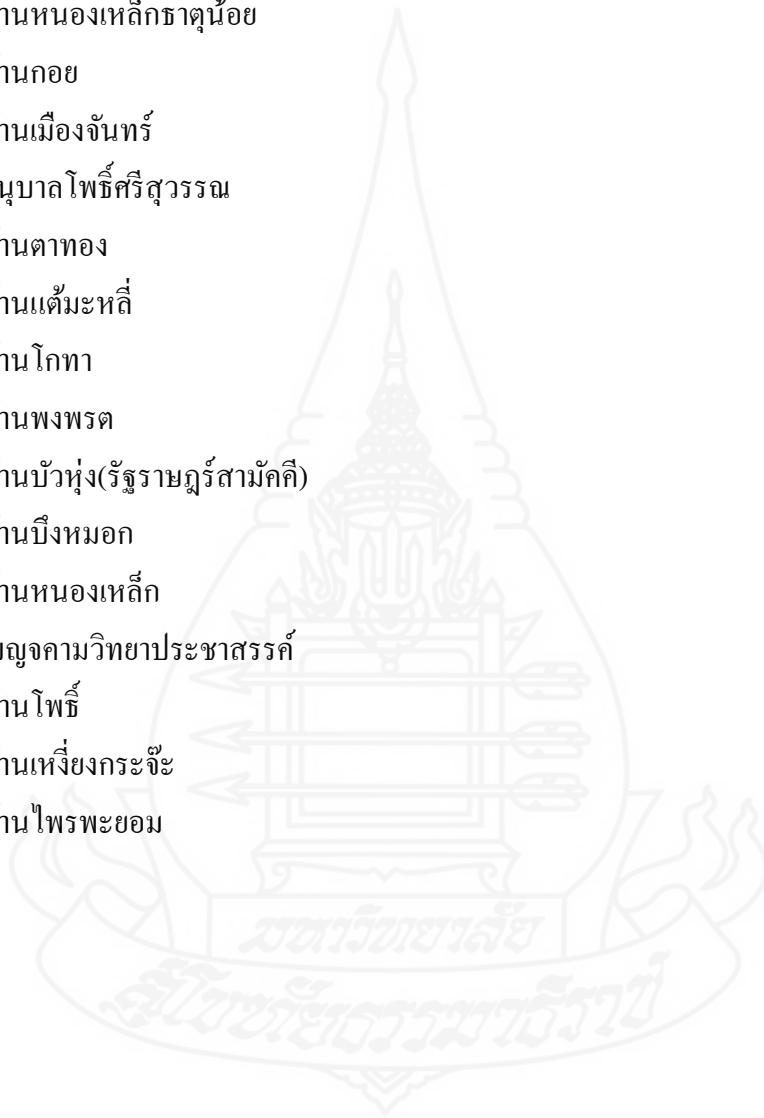
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0 2503 2870 โทรสาร. 0 2503 3566-7

รายชื่อโรงเรียนที่เก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัย

1. อนุบาลราชินีไฮสคูล
2. สระกำแพงวิทยาคม
3. อนุบาลอุทุมพรพิสัย
4. บ้านหนองเหล็กธาตุน้อย
5. บ้านกอย
6. บ้านเมืองจันทร์
7. อนุบาลโพธิ์ศรีสุวรรณ
8. บ้านตาทอง
9. บ้านแค้นะหลี่
10. บ้านโกทา
11. บ้านพงพรต
12. บ้านบัวหุ่ง(รัฐราษฎร์สามัคคี)
13. บ้านบึงหมอก
14. บ้านหนองเหล็ก
15. เบญจคามวิทยาประชาสรรค์
16. บ้านโพธิ์
17. บ้านเหียงกระจี่
18. บ้านไพรพะยอม





ที่ ศธ 0522.16 (บ)/ 178

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

19 พฤษภาคม 2554

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียน.....

เนื่องด้วยนางวันสสุดา เจตนา นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาการวัด และประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2

ในการนี้ นักศึกษาจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนของท่าน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการอนุญาตให้นักศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0 2503 2870 โทรสาร. 0 2503 3566-7

โทรสาร. 0 2503 3566-7

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ



แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง ขอให้ท่านพิจารณา ข้อสอบตามพฤติกรรมบ่งชี้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ โปรดแสดงความคิดเห็นว่าข้อสอบแต่ละข้อ สอดคล้อง กับพฤติกรรมบ่งชี้หรือไม่

ถ้าท่านเห็นว่า ข้อสอบสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง “ตรง”

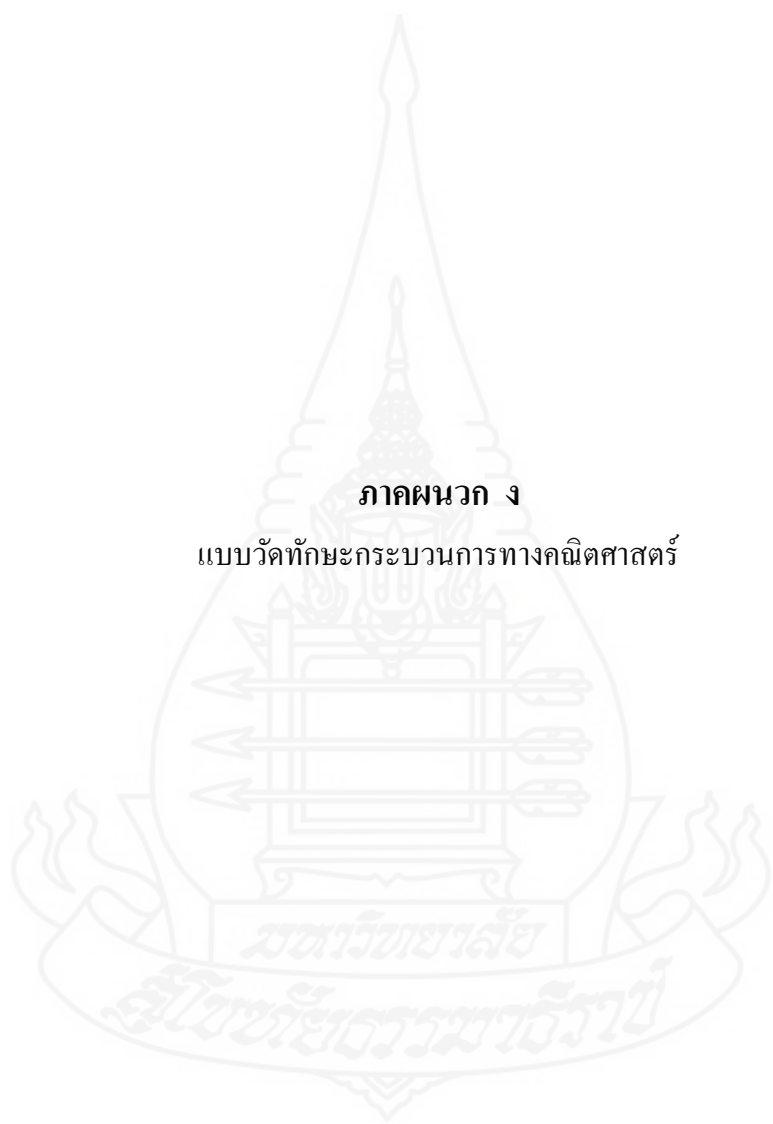
ถ้าท่านเห็นว่า ข้อสอบไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง “ไม่ตรง”

ถ้าไม่แน่ใจว่า ข้อสอบสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง “ไม่แน่ใจ”

ตอนที่ 1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

พฤติกรรม บ่งชี้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		ตรง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ ตรง	
ระบุ เงื่อนไข และ เชื่อมโยง สิ่งที่ ต้องการ กับข้อมูลที่ กำหนดได้	<p>1. ผ้าชิ้นหนึ่งยาว 75 เมตร ต้องการตัดผ้า ออกเป็นชิ้นๆ ยาวชิ้นละ 6 เมตร จะได้ผ้า กี่ชิ้น</p> <p><u>จากโจทย์</u> สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสามารถหาคำตอบได้โดยวิธีการใด</p> <p>ก. ความยาวของผ้าทั้งหมด ,ใช้วิธีหาร</p> <p>ข. จำนวนชิ้นของผ้าที่ตัดได้ ,ใช้วิธีบวก</p> <p>ค. ความกว้างของผ้าที่ตัด ,ใช้วิธีลบ</p> <p>ง. สีของผ้าที่ตัด , ใช้วิธีคูณ</p>				
	<p>2. ทินกรสูง 158 เซนติเมตร กมลสูงกว่าทินกร 15 เซนติเมตร เต็ดเตี๋ยเตี้ยกว่ากมล 3 เซนติเมตร เต็ดเตี๋ยสูงกี่เซนติเมตร</p> <p><u>จากโจทย์</u> สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร และต้องหาความสูงของใครเป็นลำดับแรก</p> <p>ก. ความสูงของทินกร ความสูงของกมล</p> <p>ข. ความสูงของกมล ความสูงของทินกร</p> <p>ค. ความสูงของเต็ดเตี๋ย ความสูงของกมล</p> <p>ง. เต็ดเตี๋ยสูงกว่าทินกรเท่าไร ความสูงของเต็ดเตี๋ย</p>				

พฤติกรรม บ่งชี้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		ตรง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ ตรง	
ใช้วิธีการที่ หลากหลาย ในการ แก้ปัญหา (ข้อสอบ อัตนัย)	<p>3. ร้านหนังสือแห่งหนึ่งมีหนังสือนิทาน 696 เล่ม หนังสือสารคดี 474 เล่ม วารสาร จำนวน 245 เล่ม และหนังสือการ์ตูนจำนวน 351 เล่ม ต้องการนำมาจัดใส่กล่องสำหรับบริจาคให้ห้องสมุดประจำตำบล 9 แห่ง โดยแต่ละแห่งจะได้รับหนังสือแต่ละประเภทในจำนวนที่เท่ากัน จงหาว่าห้องสมุดแต่ละแห่งจะได้รับหนังสือประเภทละกี่เล่ม และเหลือหนังสือที่จัดใส่กล่องไม่ได้จำนวนเท่าไร</p> <p>จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 2 วิธี (3 คะแนน)</p> <p>วิธีคิดที่ 1</p> <p>วิธีคิดที่ 2</p> <p>เกณฑ์การให้คะแนน</p> <p>3 คะแนน หมายถึง วิธีคิดหลากหลาย ถูกต้อง อธิบายได้ชัดเจน</p> <p>2 คะแนน หมายถึง วิธีคิดหลากหลาย ถูกต้อง อธิบายได้ แต่ยังไม่ถูกต้องชัดเจน</p> <p>1 คะแนน หมายถึง วิธีคิดไม่หลากหลาย ถูกต้อง อธิบายได้ชัดเจน/ ไม่ถูกต้องชัดเจน</p> <p>0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ ไม่เขียนอธิบายแนวคิด</p>				



ภาคผนวก ง

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

**แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน และข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวมทั้งสิ้น 36 คะแนน

2. ก่อนตอบคำถามให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล เลขที่ โรงเรียน และห้องสอบให้

ชัดเจน

3. ในการตอบข้อสอบปรนัย ให้นักเรียนกา (X) หน้าคำตอบที่ถูกต้องให้ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว

ตัวอย่างคำถาม

0. จาก $g + 20 = 50$ ค่า g ตรงกับข้อใด

ก. 10 ข. 30 ค. 70 ง. 100

วิธีตอบ

ถ้านักเรียนคิดว่าตัวเลือก ก. เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับอักษร ก ซึ่งตรงกับตัวเลือกที่นักเรียนเลือกตอบในกระดาษคำตอบ

X 10 ข. 30 ค. 70 ง. 100

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก. เป็นข้อ ค. ให้นักเรียนลบเครื่องหมาย (X) ที่ทับตัวอักษร ก ให้สะอาด แล้วกากบาท (X) ทับอักษร ค

ก. 10 ข. 30 **X** 70 ง. 100

4. ในการตอบข้อสอบอัตนัย ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ ลงในกระดาษคำถามได้เลย

5. ห้ามนำข้อสอบออกจากห้องสอบ

ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 12 ข้อ 12 คะแนน

1. ทินกรสูง 158 เซนติเมตร กมลสูงกว่าทินกร 15 เซนติเมตร เต๋ตเดี่ยวเตี้ยกว่ากมล 3 เซนติเมตร เต๋ตเดี่ยวสูงกี่เซนติเมตร

จากโจทย์ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร และต้องหาความสูงของใครเป็นลำดับแรก

- ก. ความสูงของทินกร ความสูงของกมล
 ข. ความสูงของกมล ความสูงของทินกร
 ค. ความสูงของเต๋ตเดี่ยว ความสูงของกมล
 ง. เต๋ตเดี่ยวสูงกว่าทินกรเท่าไร ความสูงของเต๋ตเดี่ยว

2. แม่ให้เงินน้ำตาลสำหรับใช้จ่ายในการไปเรียนจำนวนหนึ่ง พอให้เพิ่ม 50 บาท ต่อมาน้ำตาลแบ่งให้น้องซื่อหนังสือ 35 บาท ปรากฏว่าน้ำตาลเหลือเงิน 140 บาท แม่ให้เงินน้ำตาลกี่บาท

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ น้ำตาลได้รับเงินจากแม่เป็นจำนวนเท่าไร และสามารถหาคำตอบได้โดยวิธีใด

- ก. แม่ให้เงินน้ำตาล 125 บาท โดยนำ 140 บวกด้วย 35 ลบด้วย 50
 ข. แม่ให้เงินน้ำตาล 65 บาท โดยนำ 140 ลบด้วยผลบวกของ 35 กับ 50
 ค. แม่ให้เงินน้ำตาล 215 บาท โดยนำ 140 บวกด้วย 35 บวกด้วย 50
 ง. แม่ให้เงินน้ำตาล 155 บาท โดยนำ 140 ลบด้วย 35 บวกด้วย 50

3. กระดาษห่อหนึ่งมี 450 แผ่น แบ่งให้นักเรียน 7 คน คนละเท่า ๆ กัน

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะได้กระดาษคนละกี่แผ่น เหลือกระดาษกี่แผ่น และสามารถตรวจคำตอบได้โดยวิธีใด

- ก. 57 แผ่น เหลือ 1 แผ่น $(57 \times 7) + 1 = 450$ ข. 63 แผ่น เหลือ 2 แผ่น $(63 \times 7) + 2 = 450$
 ค. 64 แผ่น เหลือ 2 แผ่น $(64 \times 7) + 2 = 450$ ง. 67 แผ่น เหลือ 1 แผ่น $(67 \times 7) + 1 = 450$

4. แม่ซื้อแก้วมา 50 ใบ นำออกมาใช้ 30 ใบ ที่เหลือจัดใส่กล่องละ 4 ใบ จะต้องใช้กล่องกี่ใบ

จากโจทย์ นักเรียนจะหาคำตอบได้จะต้องนำความรู้ใดมาใช้ เรียงตามลำดับ

ก. การบวก และการลบ

ข. การลบ และการคูณ

ค. การบวก และการหาร

ง. การลบ และการหาร

5. โรงเรียนรักดีวิทยา มีนักเรียนชาย 1,265 คน มีนักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชาย 547 คน

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ข้อใดถูกต้อง

ก. มีนักเรียนหญิงทั้งสิ้น 1,702 คน

ข. จากโจทย์ปัญหาข้างต้นเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ $1265-547 = \square$

ค. หากมีนักเรียนหญิงย้ายเข้ามาเรียน โรงเรียนรักดีวิทยา อีก 2 คน โรงเรียนนี้จะมีนักเรียนทั้งสิ้น 1,814 คน

ง. ครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนทั้งหมดของโรงเรียนรักดีวิทยา คือ 907 คน

6. จอยสูง 1 เมตร 68 เซนติเมตร พิมสูงน้อยกว่าจอย 23 เซนติเมตร

วาริสูงกว่าพิม 35 เซนติเมตร

จากโจทย์ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. จอยสูงน้อยกว่าพิม 5 เซนติเมตร

ข. พิมสูง 1 เมตร 45 เซนติเมตร

ค. วาริสูงกว่าจอย 2 เซนติเมตร

ง. วาริสูง 1 เมตร 33 เซนติเมตร

7. มอสมีเงิน 250 บาท ซื้อรองเท้าราคา 125 บาท แม่ให้อีก 300 บาท มอสมีเงินทั้งหมดกี่บาท

จากโจทย์เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

ก. $(250+125)-300 = \square$


ข. $250+(125-300) = \square$

ค. $(250-125)+300 = \square$

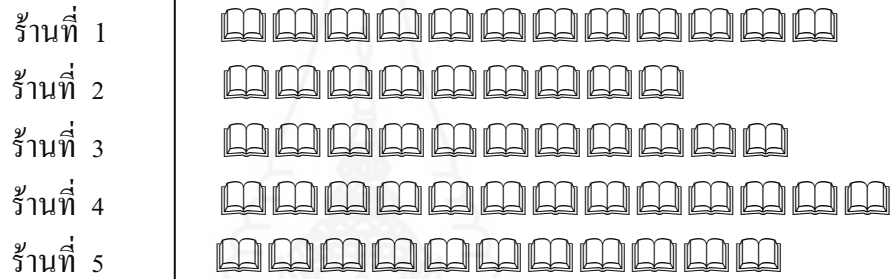
ง. $250+(125+300) = \square$

8. ข้อมูลแสดงจำนวนสมุดในร้านค้าหน้าโรงเรียน จำนวน 5 ร้าน ดังนี้

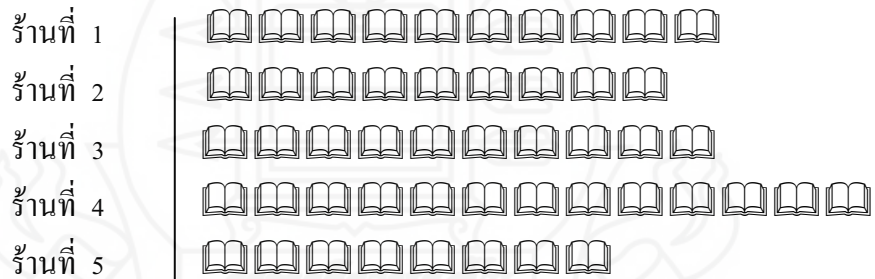
ร้านที่ 1	จำนวน 120 เล่ม
ร้านที่ 2	จำนวน 90 เล่ม
ร้านที่ 3	จำนวน 110 เล่ม
ร้านที่ 4	จำนวน 130 เล่ม
ร้านที่ 5	จำนวน 110 เล่ม

จากโจทย์ กำหนดให้  แทนจำนวนสมุด 10 เล่ม ข้อใดถูกต้อง

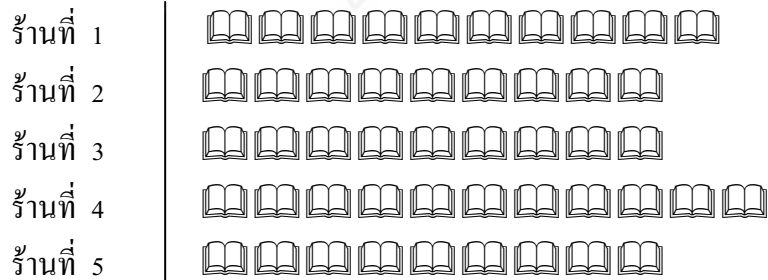
ก.



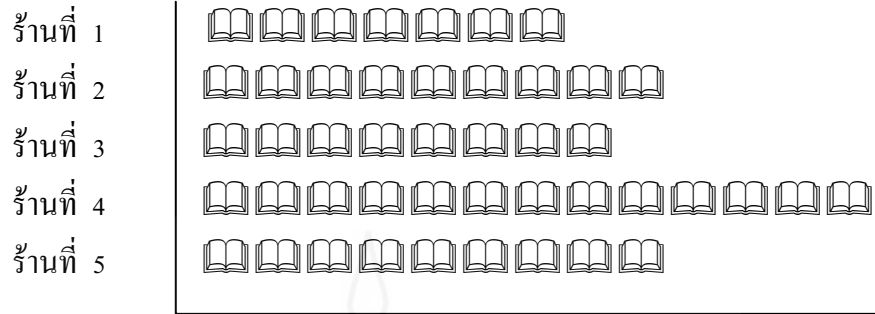
ข.







ค.




ง.



9. แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ชอบเรียนวิชาต่างๆ ของโรงเรียนเอกชนแห่งหนึ่ง

วิทยาศาสตร์	
คณิตศาสตร์	
ภาษาไทย	
ภาษาต่างประเทศ	

กำหนดให้  แทนนักเรียน 2 คน

- จากข้อมูลที่กำหนดให้ นักเรียนชอบเรียนวิชาใดมากที่สุด และมีจำนวนเท่าใด
- ก. ภาษาต่างประเทศ จำนวน 6 คน
 - ข. วิทยาศาสตร์ จำนวน 12 คน
 - ค. ภาษาไทย จำนวน 8 คน
 - ง. คณิตศาสตร์ จำนวน 13 คน

10. ตัวเลข 7 ของ จำนวน 7,590 มีค่าต่างจาก 1,931 อยู่เท่าไร

- ก. 5,659
- ข. 5,069
- ค. 1,924
- ง. 1,938

11. เก่งดื่มไป 850 มิลลิลิตร แล้วเหลือนมอีก 650 มิลลิลิตร เดิมเก่งมีนมอยู่เท่าไร

จากโจทย์ เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

ก. $850 - 650 = \square$

ข. $850 + 650 = \square$

ค. $(850 - 650) \times 2 = \square$

ง. $(850 - 650) \div 2 = \square$

12.	น้ำแร่	2 ลิตร	500 มิลลิลิตร
	นมสด		350 มิลลิลิตร
	น้ำมันพืช	1,650	มิลลิลิตร
	น้ำปลา	3 ลิตร	

ข้อใดสรุปได้ ถูกต้อง

ก. น้ำแร่ มีปริมาณมากกว่า น้ำปลา

ข. นมสด มีปริมาณมากกว่า น้ำแร่

ค. น้ำมันพืช มีปริมาณมากกว่า น้ำปลา

ง. น้ำแร่ มีปริมาณมากกว่า น้ำมันพืช



4. ผ้าหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 1 เมตรครึ่ง ต้องการตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 30 เซนติเมตร จะได้ทั้งหมดกี่ผืน

จากโจทย์ จงแสดงวิธีคิด พร้อมทั้งวาดภาพประกอบ



วิธีคิด

.....

.....

.....

.....

.....

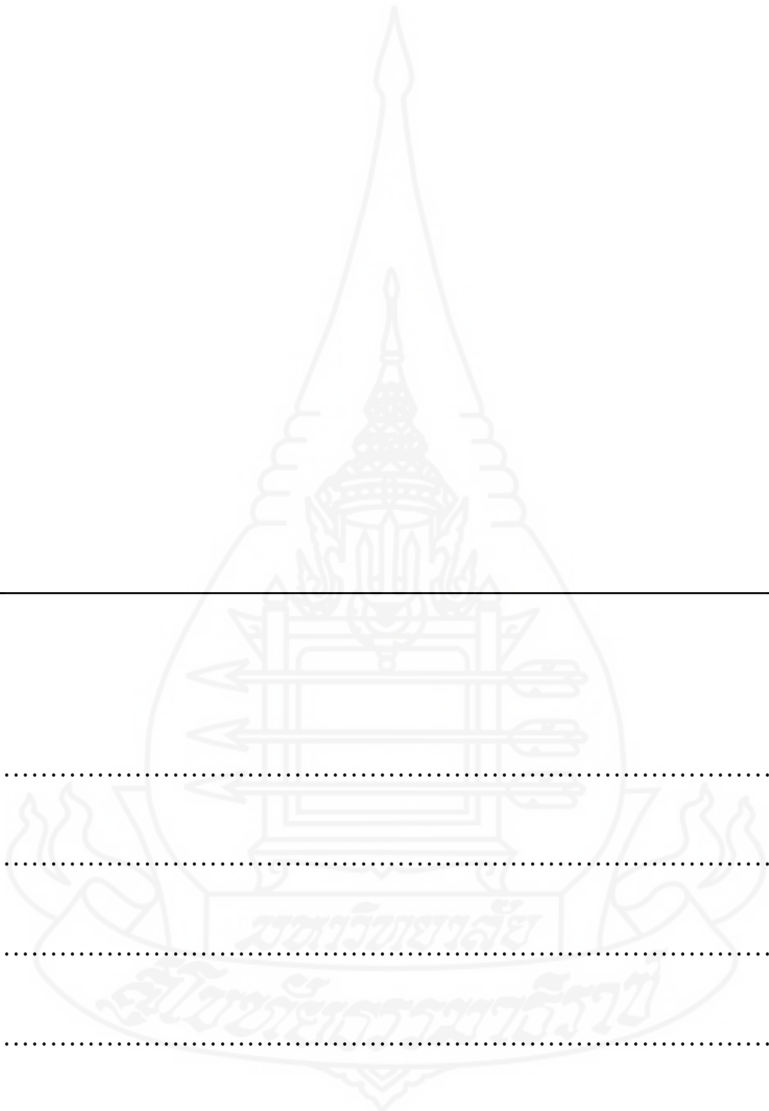
.....

.....

.....

.....

.....



5. จงตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้วได้ผลลัพธ์เท่ากับ 15 จำนวน 3 โจทย์ปัญหา โดยหน่วยเป็นอะไรก็ได้

ตัวอย่าง ครูมีส้ม 30 ผล แบ่งให้นักเรียนคนละ 2 ผล จะมีนักเรียนที่ได้รับส้มกี่คน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. จงสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ มา 3 แบบรูป พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์

ตัวอย่าง

- 1) 1 3 5 7 9 ความสัมพันธ์ เป็นการนับเพิ่มทีละ 2
- 2) $\nabla \square \bigcirc \nabla \square \bigcirc \nabla \square \dots$ ความสัมพันธ์ เป็นการเรียงรูปเรขาคณิตเป็นชุด โดย 1 ชุด ประกอบด้วย $\nabla \square \bigcirc$

คำตอบ

1.

ความสัมพันธ์.....

2.

ความสัมพันธ์.....

3.

ความสัมพันธ์.....

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์



**คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2**

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำในด้าน 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ โดยนำความรู้ ความคิด จากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ของปัญหา มากำหนดคุณวิธีในการแก้ปัญหา โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา พฤติกรรมบ่งชี้ได้แก่

- ระบุเงื่อนไข และเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดได้
- ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา
- ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

- ระบุคำตอบที่สมเหตุสมผลและตรวจสอบคำตอบได้

1.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการอธิบาย สนับสนุนหรือคัดค้าน ขั้นตอนหรือคำตอบที่ได้โดยอาศัยหลักการ ข้อมูลข้อเท็จจริงประกอบการอธิบาย ได้อย่างเหมาะสม พฤติกรรมบ่งชี้ได้แก่

- บอกขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้
- บอกเหตุผลของขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้
- ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้
- สรุปผลได้อย่างเหมาะสม

1.3 ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ภาษา ศัพท์ สูตร แผนภูมิ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน พฤติกรรมบ่งชี้ได้แก่

- เลือกรูปแบบของการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม
- แปลงปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นประโยคภาษา ประโยคสัญลักษณ์ หรือแผนภูมิที่เป็นสากลได้
- บอกความสัมพันธ์ของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
- สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาข้อมูลได้

1.4 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยกัน และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น รวมทั้งสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ พฤติกรรมบ่งชี้ได้แก่

- เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้
- เชื่อมโยงสถานการณ์กับรูปสัญลักษณ์ ตาราง แผนภาพ แผนผัง และหาข้อสรุปได้
- เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้
- บอกข้อสรุปของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

1.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมโนทัศน์เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ และสร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ พฤติกรรมบ่งชี้ได้แก่

- ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
- ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

2. จุดมุ่งหมายของการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ว่ามีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

3. โครงสร้างของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1 ฉบับ ประกอบด้วยข้อสอบ 20 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ข้อ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล 3 ข้อ ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 3 ข้อ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 3 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 1 ข้อ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล 1 ข้อ ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 1 ข้อ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 1 ข้อ และวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 4 ข้อ

4. คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.1 ความตรงของแบบวัด

ความตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00

4.2 ความยากของแบบวัด

แบบวัด แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง .40 ถึง .58 ตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัย วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง .28 ถึง .58

4.3 อำนาจจำแนกของแบบวัด

แบบวัด แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ อยู่ระหว่าง .53 ถึง .77 ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง .57 ถึง .89

4.4 ความเที่ยงของแบบวัด

แบบวัดมีความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .78 โดยค่าความเที่ยงจำแนกตามประเภทของแบบวัด โดย ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .80 ตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัย ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .81

วิธีการนำแบบวัดไปใช้

4.5 การเตรียมตัวก่อนการสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรเตรียมการในเรื่องเหล่านี้คือ

- 4.5.1 กำหนดวันสอบไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ผู้สอบเตรียมตัวในการสอบ
- 4.5.2 จัดห้องสอบให้มีสภาพเหมาะสมในการสอบให้มากที่สุด
- 4.5.3 จัดเตรียมแบบวัด และกระดาษคำตอบไม่เพียงพอ โดยมีแบบวัดและกระดาษคำตอบสำรองไว้ด้วย
- 4.5.4 ศึกษาชี้แจงวิธีการทำแบบวัดล่วงหน้า เพื่อให้สามารถดำเนินการสอบได้อย่างเหมาะสม

4.6 วิธีปฏิบัติขณะสอบ

ตั้งแต่ผู้สอบเริ่มเข้าสอบจนสอบเสร็จ ถือเป็นระยะที่สำคัญมาก ผู้ดำเนินการสอบควรปฏิบัติดังนี้

- 5.2.1 พุดโน้มน้าวใจให้ผู้เข้าสอบมีความกระตือรือร้นที่จะทำแบบวัดอย่างเต็มที่ เต็มความสามารถ

5.2.2 อธิบายรายละเอียดของคำชี้แจง และวิธีการตอบแบบวัดให้ผู้เข้าสอบเข้าใจ ก่อนอนุญาตให้ลงมือทำ

5.2.3 เตือนเวลาในการทำแบบวัดให้ผู้สอบทราบ 2 ครั้ง คือเมื่อหมดเวลาครึ่งหนึ่งของเวลาที่กำหนด และเมื่อเหลือเวลาอีก 5 นาที ของการทำแบบวัด

5.2.4 เมื่อผู้สอบตอบข้อคำถามเสร็จแล้ว ให้ผู้ดำเนินการสอบตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระดาษคำตอบว่าทำได้ถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่ ถ้าไม่ครบถ้วนหรือถูกต้องให้แก้ไข ให้ครบถ้วนและถูกต้อง

4.7 วิธีปฏิบัติเมื่อเสร็จสิ้นการสอบ

ก่อนที่ผู้สอบออกจากห้องสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรกล่าวคำขอบคุณที่นักเรียนได้ตั้งใจสอบแบบวัดเป็นอย่างดี

5 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวัด

การตรวจให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ตอนที่ 1 ตามรายชื่อ 1 – 12 ให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน สำหรับผู้ตอบถูก และให้ 0 คะแนนสำหรับผู้ตอบผิด รวมคะแนนเต็มเท่ากับ 12 คะแนน โดยมีเฉลยคำตอบดังนี้

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ค	7	ค
2	ก	8	ก
3	ค	9	ข
4	ง	10	ข
5	ค	11	ข
6	ข	12	ง

สำหรับข้อสอบตอนที่ 2 ข้อ 1 – 8 ใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ข้อที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
3	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 วิธี พร้อมทั้งอธิบายได้ชัดเจน
2	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 วิธี และอธิบายได้ไม่ชัดเจน
1	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ถูกต้อง 1 วิธี และอธิบายได้ชัดเจน/ ไม่ถูกต้องชัดเจน
0	ไม่ตอบ ไม่เขียนอธิบายแนวคิด

ข้อที่ 2

เฉลย ชั้นที่ 1 หาความสูงของรุ่มทิวา

ชั้นที่ 2 หาน้ำหนักของน้ำทิพย์

ชั้นที่ 3 นำน้ำหนักของสุกัญญา น้ำทิพย์ และรุ่มทิวามาบวก

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
3	บอกขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้ง 3 ขั้นตอน
2	บอกขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2
1	บอกขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเฉพาะขั้นตอนที่ 1
0	ไม่สามารถบอกขั้นตอนการแก้ปัญหาได้

ข้อที่ 3

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
3	ผู้สอบนำเสนอข้อมูลได้ถูกต้อง
2	ผู้สอบนำเสนอข้อมูลได้แต่มีข้อผิดพลาด 1 ประเด็น
1	ผู้สอบนำเสนอข้อมูลได้แต่มีข้อผิดพลาด 2-3 ประเด็น
0	ผู้สอบไม่สามารถนำเสนอข้อมูลได้ถูกเลย

ข้อที่ 4

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
3	ผู้สอบสามารถแสดงวิธีคิด พร้อมทั้งวาดภาพประกอบการหาคำตอบได้ ถูกต้องชัดเจน
2	ผู้สอบสามารถแสดงวิธีคิดพร้อมทั้งวาดภาพประกอบการหาคำตอบได้ แต่ไม่ชัดเจน
1	ผู้สอบสามารถแสดงวิธีคิดหรือวาดภาพประกอบการหาคำตอบได้อย่างใดอย่างหนึ่ง
0	ผู้สอบไม่สามารถแสดงวิธีคิด และวาดภาพประกอบการหาคำตอบได้

ข้อที่ 5

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
3	ผู้สอบสามารถตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้ง 3 โจทย์ปัญหา
2	ผู้สอบสามารถตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง 2 โจทย์ปัญหา
1	ผู้สอบสามารถตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง 1 โจทย์ปัญหา
0	ผู้สอบไม่สามารถตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

ข้อที่ 6

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
3	ผู้สอบตอบถูกทั้ง 5-6 ส่วน
2	ผู้สอบตอบถูกทั้ง 3-4 ส่วน
1	ผู้สอบตอบถูกทั้ง 1-2 ส่วน
0	ผู้สอบตอบไม่ถูกทุกส่วน/ไม่ตอบคำถาม
<p>หมายเหตุ การให้คะแนนแต่ละข้อ แต่ละแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 คือส่วนที่เป็นคำตอบของแบบรูป จำนวน 3 ส่วน ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่บอกความสัมพันธ์ของแบบรูป จำนวน 3 ส่วน ดังนั้นคำตอบ 3 ข้อ จึงแบ่งออกเป็น 6 ส่วน</p>	

ข้อที่ 7

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
3	ผู้สอบสามารถแสดงวิธีการแลกหริยญได้ถูกต้องมากกว่า 3 วิธี
2	ผู้สอบสามารถแสดงวิธีการแลกหริยญได้ถูกต้องมากกว่า 2-3 วิธี
1	ผู้สอบสามารถแสดงวิธีการแลกหริยญได้ถูกต้องมากกว่า 1 วิธี
0	ผู้สอบไม่สามารถแสดงวิธีการแลกหริยญได้

ข้อที่ 8

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
3	ผู้สอบสามารถคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นจากแผนภูมิที่กำหนดให้ได้ 3 ข้อ
2	ผู้สอบสามารถคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นจากแผนภูมิที่กำหนดให้ได้ 2 ข้อ
1	ผู้สอบสามารถคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นจากแผนภูมิที่กำหนดให้ได้ 1 ข้อ
0	ผู้สอบไม่สามารถคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นจากแผนภูมิที่กำหนดให้ได้

6. การแปลความหมายคะแนนของแบบวัด

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

คะแนน	ความหมาย
0-29	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ
30-35	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
36-41	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ปานกลาง
42-47	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดี
48-60	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดีมาก

หมายเหตุ ให้นำคะแนนที่ได้จากการทำข้อสอบปรนัยคูณด้วย 3 แล้วบวกกับคะแนนที่ได้จากข้อสอบอัตนัย แล้วจึงนำมาแปลความหมายของคะแนนของแบบวัด

ตัวอย่าง เด็กหญิงรักดี เสมอใจ ตอบข้อสอบปรนัยถูก 8 ข้อ ตอบข้อสอบอัตนัยได้คะแนน 20 คะแนน ดังนั้นได้คะแนนจากการทำข้อสอบเป็น $(8 \times 3) + 20 = 44$ คะแนน เมื่อนำมาแปลความหมายคะแนนพบว่าเด็กหญิงรักดี เสมอใจ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางวนัสสุดา เจตนา
วัน เดือน ปีเกิด	4 กรกฎาคม พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	อำเภอรายีไสล จังหวัดศรีสะเกษ
ประวัติการศึกษา	ค.บ. (คณิตศาสตร์) สถาบันราชภัฏสุรินทร์
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านจิก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ตำบลจิกสังข์ทอง อำเภอรายีไสล จังหวัดศรีสะเกษ 33160
ตำแหน่ง	ครู อันดับ ค.ศ. 3 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

