

ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์
เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดศรีสะเกษ

นางสาวจำเนียร เหมาะสมาน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2561

The Effects of Mathematics Learning Management Using Heuristics
Problem Solving Thinking Approach in the Topic of Fractions on
Mathematics Learning Achievement and Mathematics Creative Thinking
of Mathayom Suksa I Students in Si Sa Ket Province

Miss Chamnian Maosaman



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2018

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดศรีสะเกษ

ชื่อและนามสกุล นางสาวจำเนียร เหมาะสมาน

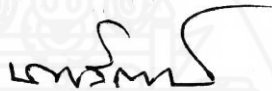
แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก
2. อาจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพรัตน์ โพธิ์ชัย)



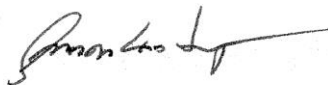
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก)



กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทรวง)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง เศษส่วน
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดศรีสะเกษ

ผู้วิจัย นางสาวจำเนียร เหมาะสมาน รหัสนักศึกษา 2572101067 **ปริญญา**ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
(หลักสูตรและการสอน) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อาริรักษ์สกุล ก้องโลก
(2) อาจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบ
ฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ และ (2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิด
แก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน ใน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 40 คน ของ
โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา
2561 เลือกรมาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากเลือกเป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้
คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เศษส่วน และแบบทดสอบ
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหา
แบบฮิวริสติกส์ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนกลุ่ม
ทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์สูงกว่าของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และ (2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีความแตกต่างกัน
กับของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
ในทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คำสำคัญ การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
มัธยมศึกษา

Thesis title: The Effects of Mathematics Learning Management Using Heuristics Problem Solving Thinking Approach in the Topic of Fractions on Mathematics Learning Achievement and Mathematics Creative Thinking of Mathayom Suksa I Students in Si Sa Ket Province

Researcher: Miss Chamnian Mausaman; **ID:** 2572101067;

Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);

Thesis advisors: (1) Dr. Sureerat Areeraksakul Konglok, Assistant Professor; (2) Dr. Tongta Somjaipeng; **Academic year:** 2018

Abstract

The purposes of this research were (1) to compare mathematics learning achievement on the topic of Fractions of Mathayom Suksa I students in the group that learned under mathematics learning management using heuristics problem solving thinking approach with that of students in the group that learned under conventional mathematics learning management; and (2) to compare mathematics creative thinking of Mathayom Suksa I students in the group that learned under mathematics learning management using heuristics problem solving thinking approach with that of students in the group that learned under conventional mathematics learning management.

The research sample consisted of 80 Mathayom Suksa I students in two intact classrooms, each of which containing 40 students, of Si Sa Ket Wittayalai School under the Secondary Education Service Area Office 28, obtained by cluster sampling. Then one classroom was randomly assigned as the experimental group to learn under mathematics learning management using heuristics problem solving thinking approach; while the other classroom, the control group to learn under conventional mathematics learning management. The data collecting instruments were a mathematics learning achievement test on the topic of Fractions, and a mathematics creative thinking test. The treatment instruments were learning management plans for mathematics learning management using heuristics problem solving thinking approach and learning management plans for conventional mathematics learning management. The employed statistics for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

Research findings revealed that (1) mathematics learning achievement on the topic of Fractions of the experimental group students, who learned under mathematics learning management using heuristics problem solving thinking approach, was significantly higher than the counterpart learning achievement of the control group students who learned under conventional mathematics learning management at the .05 level of statistical significance; and (2) mathematics creative thinking of the experimental group students, who learned under mathematics learning management using heuristics problem solving thinking approach, was significantly different from the counterpart thinking of the control group students who learned under conventional mathematics learning management at the .05 level of statistical significance in every component, namely, fluent thinking, flexible thinking, and initiative thinking.

Keywords: Heuristics problem solving thinking approach, Learning achievement, Mathematics creative thinking, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

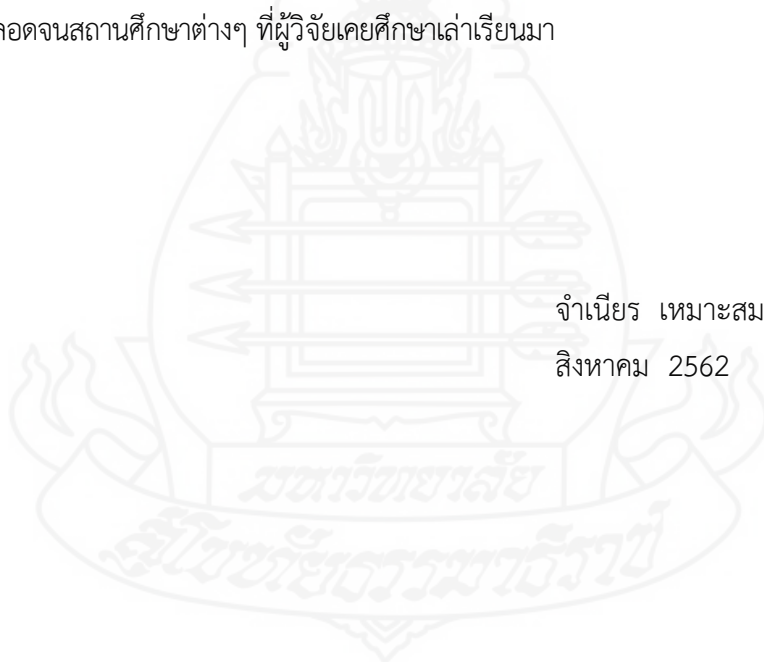
การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับการอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ อาริรักษ์สกุล ก้องโลก และอาจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิดจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาของท่านอย่างยิ่ง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และมีคุณค่ายิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ นางพรสวรรค์ รุ่งจรัสชัยสกุล หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย นางจันทร์เพ็ญ ลาลุน และนางรุ่งนภา ผลเกิด ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการพัฒนาเครื่องมือการวิจัยและการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้ ขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณและครูอาจารย์ ตลอดจนสถานศึกษาต่างๆ ที่ผู้วิจัยเคยศึกษาเล่าเรียนมา

จำเนียร เหมาะสมาน

สิงหาคม 2562



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	7
สมมติฐานการวิจัย	7
ขอบเขตการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	11
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	12
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)	24
การประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)	65
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	75
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	75
แบบแผนในการวิจัย	76
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	76
การเก็บรวบรวมข้อมูล	88
การวิเคราะห์ข้อมูล	89
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	89

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	92
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	93
ตอนที่ 3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วนที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	95
ตอนที่ 4 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	114
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	117
สรุปการวิจัย	117
อภิปรายผล	119
ข้อเสนอแนะ	123
บรรณานุกรม	124
ภาคผนวก	134
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือราชการ	135
ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	140
ค แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	150
ประวัติผู้วิจัย	208

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การสังเคราะห์ขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์	37
ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	44
ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหา	45
ตารางที่ 3.1 รูปแบบการวิจัย	76
ตารางที่ 3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง เนื้อหา และ จุดประสงค์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน	77
ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เรื่อง เศษส่วน	80
ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดคล่อง เรื่อง เศษส่วน	86
ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดยืดหยุ่น เรื่อง เศษส่วน	87
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	93
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	94
ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์จำนวนข้อคำถามในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	95
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนบนเส้นจำนวน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	98
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	101
ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	104
ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	106
ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหารเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	107
ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณและหารเศษส่วนระคน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	110
ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	113

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	20
ภาพที่ 2.2 แผนภาพกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ตามแนวคิดของวิลสัน	21
ภาพที่ 2.3 กระบวนการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ตามแนวคิดของ Krulik and Rudnik	23
ภาพที่ 2.4 แผนภาพแสดงกระบวนการแก้ปัญหาของครูนิคและรูดนิค (Kruklik and Rudnik) ...	33
ภาพที่ 2.5 แบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์	36
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างเครื่องมือในการประเมิน	41
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนสถานการณ์ปัญหาที่ 1	96
ภาพที่ 4.2 คำตอบที่แสดงถึงความคิดไม่ยืดหยุ่น	97
ภาพที่ 4.3 การแสดงคำตอบที่ยืดหยุ่นในคำตอบที่หลากหลาย	100
ภาพที่ 4.4 คำตอบที่แสดงความยืดหยุ่นในคำตอบที่หลากหลาย	101
ภาพที่ 4.5 สถานการณ์การแก้ปัญหาโดยใช้การลบเศษส่วน	102
ภาพที่ 4.6 การวิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้การลบเศษส่วนที่ขาดการสรุปคำถาม ที่โจทย์ต้องการ	103
ภาพที่ 4.7 คำตอบที่แสดงถึงการไม่ตรวจสอบคำตอบและประเมินคำตอบที่ได้	105
ภาพที่ 4.8 คำตอบที่แสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน	105
ภาพที่ 4.9 คำตอบที่แสดงการคิดคล่อง	107
ภาพที่ 4.10 การแสดงคำตอบที่ริเริ่มในคำถามความคิดยืดหยุ่น	108
ภาพที่ 4.11 การแสดงคำตอบที่ริเริ่มในเรื่อง บวก ลบ คูณ หารระคน	109
ภาพที่ 4.12 การแสดงคำตอบใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	111
ภาพที่ 4.13 การแสดงการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน	112
ภาพที่ 4.14 คำตอบที่แสดงการคิดริเริ่มในการตั้งโจทย์ปัญหาเศษส่วน	112

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) มุ่งเน้นให้การศึกษาและการเรียนรู้มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล พัฒนาคนไทยให้มีทักษะการคิด สังเคราะห์ สร้างสรรค์ ต่อยอดสู่นวัตกรรม มีทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะ สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี มีการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต และส่งเสริมระบบการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Education) เพื่อพัฒนาผู้สอนและผู้เรียนในเชิงคุณภาพ โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้กับการทำงาน (Work Integrated Learning) และเนื่องจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกให้ความสำคัญกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (Partnership for the 21st Century Skills, 2016) ได้แก่ การคิดแบบมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem-Solving) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ควบคู่ไปกับความสามารถในการใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดเป็นนโยบายสำคัญและเร่งด่วนให้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้เพิ่มการจัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน เช่น กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ หลักสูตรได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต 3) สถิติและความน่าจะเป็น และในด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์ในที่นี่ เน้นที่ทักษะและกระบวนการที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้ 1) การแก้ปัญหา 2) การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 3) การเชื่อมโยง 4) การให้เหตุผล และ 5) ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งในการกำหนดสาระการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลักที่จำเป็น สำหรับผู้เรียนทุกคน โดยเฉพาะกระบวนการคิดของนักเรียนนั้นเป็นเป็นเรื่องที่ครูไม่สามารถสอนได้อย่าง ง่ายตาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนเกี่ยวกับกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของนักเรียน ในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้ (สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ จำเป็นต้องพัฒนาให้ ถึงมาตรฐานและตัวชี้วัด ดังนั้นในกระบวนการของการจัดการเรียนรู้จะต้องพัฒนาผู้เรียนให้ครอบคลุมทั้งใน เรื่องขององค์ความรู้ ทักษะกระบวนการควบคู่กับเรื่องของคุณธรรม จริยธรรม โดยเป้าหมายของการจัดการ เรียนรู้ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นนักคิด มีเหตุผล สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาและการ ทำงานในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552) การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ นำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานของความเชื่อว่า ทุกคนมีความสามารถในการ เรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ จึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาเต็มตาม ศักยภาพและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายนำไปสู่ การบรรลุเป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการเรียนรู้หนึ่งที่จำเป็นสำหรับ ผู้เรียน ซึ่งความสามารถในการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและ เป็นมาตรฐานหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ผึกฝนและพัฒนาให้ เกิดขึ้น ความสามารถในการแก้ปัญหาต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างและทักษะการคิดประเภทอื่น ๆ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า เพื่อช่วยให้การคิดแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยในการคิดแก้ปัญหาที่ควรได้รับการสอนและฝึกฝนพัฒนาควบคู่กับทักษะ การคิด ได้แก่ การเข้าใจปัญหาคณิตศาสตร์ การรู้จักขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา รู้จุดอ่อนหรือปัจจัย ที่ทำให้มีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัจจัยเงื่อนไข วิธีการที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการคิดแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น มีหลายวิธี เช่น ผู้สอนสามารถใช้วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving Method) ซึ่งเป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างมีหลักการ มีลำดับขั้นตอน เป็นวิธีการคิดที่สามารถสอดแทรกอยู่ในวิธีสอน ทุกวิธี ไม่ว่าจะครูผู้สอนจะเลือกวิธีสอนใดในการเรียนคณิตศาสตร์ ก็ต้องเป็นการแก้ปัญหาทั้งสิ้น ซึ่งผู้สอน จะต้องรู้กลวิธีและเทคนิคการสอนที่หลากหลายในการเน้นจุดสำคัญและลำดับขั้นการแก้ปัญหา สร้างและ รั้งความสนใจของผู้เรียนให้ต่อเนื่อง สามารถถ่ายทอดความคิดและวิธีคิดไปสู่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้คิดตาม ฝึกใช้ทักษะกระบวนการคิดจนสามารถคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ เพื่อให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

บรรลุตามเป้าหมายของหลักสูตรและพัฒนาให้ผู้เรียนมีสมรรถนะตามที่หลักสูตรกำหนด ส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาอื่น ๆ ต่อไป ครูผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญกับเทคนิคการสอนหรือวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีพลังในการเรียนรู้วิธีเรียน (Learning How to Learn) ก่อให้เกิดแนวทางในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามหลักการ แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ ที่เป็นยอมรับและมีผลการวิจัยรองรับ หัวใจสำคัญ คือ สอนให้นักเรียนเรียนรู้เป็น ไม่ใช่สอนให้นักเรียนรู้แต่เพียงเนื้อหา สอนให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนและมีประสิทธิผลในอนาคต (Joyce, Weil and Calhoun, 2009, p. 6) การสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น นอกจากจะมุ่งให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจแล้วยังต้องให้ได้ผลสะท้อนกลับไปสู่ตัวผู้เรียน สะสมทีละเล็กทีละน้อยให้มีการพัฒนาการที่ได้ผลออกมาเป็นนามธรรม เช่น ความเป็นผู้มีเหตุผล มีวิจารณญาณ มีความละเอียด สุขุม รอบคอบ ในการทำโจทย์คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีความละเอียดรอบคอบเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาด ทำให้ได้คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ เกิดเป็นอุปนิสัยประจำตัว ความเป็นผู้มีปฏิภาณไหวพริบที่ดี เฉลียวฉลาด เพราะในการทำโจทย์คณิตศาสตร์ต้องอาศัยเทคนิควิธีการ ความรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ มากมาย ในการแก้ปัญหา โจทย์ ต้องสามารถพลิกแพลงประยุกต์ได้ การที่นักเรียนจะได้คุณสมบัติเหล่านี้จากการเรียนคณิตศาสตร์ ครูจะต้องสอนให้นักเรียนคิด สอนให้เกิดแนวคิด ไม่ใช่สอนเพียงเพื่อให้ผู้เรียนจดจำ วิธีการ ขั้นตอน แล้วให้เลียนแบบเท่านั้น การสอนวิธีทำหรือให้แสดงวิธีทำ วิธีคิด เป็นวิธีการหาคำตอบโดยอาศัยการกระทำทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน คือ การบวก การลบ การคูณและการหาร แต่ก่อนที่จะแสดงวิธีทำได้ นักเรียนจะต้องเกิดแนวคิดเชื่อมโยงไปสู่วิธีทำ ช่วยให้เข้าใจว่าทำไมจึงมีวิธีทำเช่นนั้น ครูจะต้องพยายามแสดงเหตุผลหรืออธิบาย แสดงให้นักเรียนเห็นที่มาของวิธีทำให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติควบคู่กันไปและได้ร่วมกันคิด วิธีคิดจะต้องมีความสัมพันธ์กันในแง่ที่แสดงให้เห็นว่าวิธีทำนั้นเป็นการกระทำทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้การคิดคำนวณถูกต้องรวดเร็ว โดยวิธีทำนั้นได้มาจากการใช้แนวคิดและหลักการ การที่นักเรียนได้เริ่มต้นเรียนรู้จากแนวคิดและหลักการไปสู่วิธีทำ จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจได้อย่างชัดเจน มีความคงทนในการจดจำ หลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหา วัชรา เล่าเรียนดี (2554, น. 1 – 2) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิด การเรียนรู้เพื่อความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ในห้องเรียนเท่านั้นไม่เพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเจริญเติบโตขึ้นเป็นบุคคลที่เป็นพลเมืองดีของประเทศชาติต่อไปได้ เนื่องจากขาดความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ขาดความสามารถในการคิด การใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงและวิธีการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างต่อเนื่องและจริงจังจะช่วยให้ผู้เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ตลอดชีวิต คิดเป็น แก้ปัญหาเป็นอย่างสร้างสรรค์ ครูซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงในการจัดการเรียนรู้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจ สามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด (Thinking Skills) ซึ่งเป็นความสามารถและความคล่องแคล่ว

ในการคิด ทักษะการคิดสามารถพัฒนาได้ตามลำดับขั้นตอนจากการใช้คำถามของครู ให้นักเรียนฝึกคิดให้เหตุผลง่าย ๆ การสร้างความคิดรวบยอดไปจนถึงการคิดที่สร้างสรรค์และหลากหลายในการนำไปใช้ในสภาพการณ์จริง

สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัด ศรีสะเกษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ซึ่งเปิดทำการสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนมีปัญหาในด้านพื้นฐานการคิดคำนวณ ขาดการฝึกทักษะอย่างต่อเนื่อง ขาดสื่อการสอนที่เหมาะสม ไม่ชอบคิด ขาดทักษะในการคิด ขาดความสนใจในการเรียนรู้ นักเรียนไม่ค่อยฝึกคิดและแก้ปัญหาขาดความเชื่อมโยงความรู้ ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ประกอบกับศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2558 – 2560 ได้คะแนนเฉลี่ย 68.52, 64.22, 61.08 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนด คือ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย, 2560) และจากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET) 3 ปีซ้อนหลังของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2558, 2559 และ 2560 ซึ่งนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ เป็น 37.90 , 38.76 และ 38.93 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน จึงแสดงได้ถึงระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน และเมื่อดูผลการทดสอบแยกตามสาระการเรียนรู้ ดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มีคะแนนเฉลี่ย 31.92 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน สาระที่ 2 การวัด มีคะแนนเฉลี่ย 31.09 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน สาระที่ 3 เรขาคณิต มีคะแนนเฉลี่ย 50.99 จากคะแนนเต็ม 100 สาระที่ 4 พีชคณิต มีค่าเฉลี่ย 33.59 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มีค่าเฉลี่ย 46.63 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และสาระบูรณาการ มีคะแนนเฉลี่ย 31.61 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) จากการสังเกตกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำแบบฝึกหัดที่แตกต่างจากตัวอย่างได้ การแก้ปัญหาส่วนใหญ่ได้จากคำแนะนำของครูผู้สอน นักเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ นักเรียนขาดการฝึกคิด ส่งผลต่อการพัฒนาการคิดนำไปใช้แก้ปัญหาไม่ได้ อีกทั้งขาดความรับผิดชอบและความกระตือรือร้นในการเรียน ไม่มีทักษะในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เป็นแนวคิดหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการสอนที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข การฝึกทักษะนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างมาก โดยฝึกให้เริ่มต้นจากสิ่งง่ายไปสู่สิ่งที่ยากซับซ้อนมากขึ้นทำให้สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบฮิวริสติกส์จะทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองและเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาและสามารถตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ มีรากฐานมาจากแนวคิดของ ครูลิก และ รุดนิก (Krulik and Rudnick, 1995) ที่ได้สรุปกระบวนการของการ คิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ แบ่งได้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการอ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นตอน การอ่านและวิเคราะห์และเรียบเรียงข้อมูลให้เป็นภาษาของตนเอง นักเรียนต้องทราบว่าจะโจทย์กำหนดข้อมูล อะไรมาให้บ้างและโจทย์ถามอะไร 2) ขั้นการสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นการวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนต้องทราบว่าจะข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ และสามารถนำข้อมูลมาสร้างรูปภาพ ตาราง แผนภาพ หรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์ 3) ขั้นเลือกยุทธวิธีการ แก้ปัญหา (Select a Strategy) นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อนำ ไปสู่คำตอบที่ต้องการ 4) ขั้นดำเนินการหาคำตอบ (Find an Answer) เป็นขั้นนักเรียนสามารถใช้ความรู้ แนวคิด หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่ต้องการ และ 5) ขั้นทบทวนและขยายแนวคิด (Reflect and Extend) เป็นการตรวจสอบคำตอบว่าคำตอบที่ได้มานั้น ถูกต้องหรือไม่ รวมทั้งสอดคล้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ และนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแนวทาง อื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และมีผลการวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศที่ระบุชี้ชัดว่าการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เช่น งานวิจัยของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez and Hadaway, 1993) ซึ่งศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 กลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนที่เน้นทักษะการ คิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ พบว่า คะแนนความสามารถใน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบ ฮิวริสติกส์สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วย วิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ งานวิจัย เจษฎา รัตนบรรเทิง (2558) พิจิตรา สิทธิวงศ์ (2557) สุชาติ สอดแสงอรุณงาม (2557) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหา แบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และจากงานวิจัยของ ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545) นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์สูงกว่ากลุ่มการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วย ให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษา มาแล้วเพื่อให้เกิดกระบวนการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อวิเคราะห์

หาทางเลือก ดังนั้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดี นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ครูจึงควรวางวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วย ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด และค้นหาคำตอบด้วยตนเองสามารถนำวิธีการเรียนนี้ไปใช้ในการ การศึกษาและประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ความคิดสร้างสรรค์ถือว่าเป็นคุณลักษณะทางความคิดอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำเนิน ชีวิตของบุคคล การที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากอดีตจนกลายมาเป็นโลกแห่งเทคโนโลยี สารสนเทศ มีการสื่อสารไร้พรมแดน การดำเนินชีวิตของบุคคลสะดวกสบายขึ้นในปัจจุบัน เหล่านี้ล้วนเป็น ผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลทั้งนั้น ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยทั้งความคิด และ จินตนาการที่ไม่ยึดติดอยู่ในสภาวะการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ และมีความเพียรพยายาม มุ่งมานะ จนกระทั่งคิดได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มิตัดตัวมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้นและพัฒนา พลังแห่งการสร้างสรรค์จะทำให้เป็นบุคคลที่มีอิสระทางความคิด มีความคิดที่อยู่นอกกรอบและสามารถหา หนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้เสมอ มีนักจิตวิทยาได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ไว้เพื่อใช้เป็นตัววัดความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิด ยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) และมีนักวิจัยใน สมัยต่อมา คือ เชฟฟิลด์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ ได้ศึกษาแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guiford, 1967, pp. 147-151 อ้างถึงใน ปณิตดา แก้วสะเทือน, 2554) และแนวคิดของทอร์แรนซ์ (Torrance, 1972, pp. 91-95 อ้างถึงใน เรียงชัย ดำสุวรรณ, 2553) ที่ศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ต่อกิลฟอร์ด โดยสนับสนุนว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน ฝึกฝนและการฝึกปฏิบัติที่ถูกรวบรวม จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford ได้เสนอว่าผู้ที่มีความคิด สร้างสรรค์จะมีลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการ คิด (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality) และจากการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยของ อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) ชลลดา ห่องแขง (2557) พัทยากร บุสสยา (2559) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลาย และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น โดยเฉพาะงานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ได้ศึกษาเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่ มีต่อความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติ

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดย เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มาใช้ทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน เพื่อ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งคาดว่าจะสามารถพัฒนาการเรียน

การสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น มีทักษะในการคิดและมีความคิดสร้างสรรค์ เรียนรู้อย่างเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากร ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย มี 13 ห้องเรียน จำนวน 672 คน ซึ่งแต่ละห้องจัดแบบคละความสามารถ

4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน

2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน เลือกมาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แล้วจับฉลากเลือกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปร 2 ประเภท คือ

4.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์

4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4.3 เนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค21101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวนเวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง

5. นิยามคำศัพท์เฉพาะ

5.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นำขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสัมพันธ์ ขั้นตอนที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ค้นหาคำตอบและประเมินผล และขั้นตอนที่ 4 ทบทวนและขยายแนวคิด มาใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง เศษส่วน เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามรูปแบบการดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ในคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถทางการเรียนด้านเนื้อหา ด้านวิชาการและทักษะต่าง ๆ ในการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

5.4 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของนักเรียนที่คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการดัดแปลง ปูรังแต่งผสมผสานจากความคิดเดิมให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นี้วัดได้จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยประยุกต์ตามแนวคิดของ ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1972 อ้างถึงใน เรืองชัย คำสุวรรณ, 2553) ที่ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

5.4.1 ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อปัญหาปลายเปิด และคำถามอื่น ๆ เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางดนตรี และความสามารถทางศิลปะ เป็นต้น

5.4.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลายวิธีคิดและสามารถแปลงความรู้สึกหรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน

5.4.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดา หรือคิดที่แตกต่างจากบุคคลอื่นและผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งดัดแปลงมาจากของแนวคิดของทอร์แรนซ์ (Torrance, 1972)

5.5 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ลักษณะ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 3 ด้าน ดังนี้

5.5.1 ด้านที่ 1 วัดความสามารถในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.5.2 ด้านที่ 2 วัดความสามารถในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

5.5.3 ด้านที่ 3 วัดความสามารถในการสร้างสถานการณ์เพื่อให้ได้คำตอบตามที่กำหนด

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบอิวิริสติกส์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับครูเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมเนื้อหาและระดับชั้นอื่น

6.2 ได้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับครูนำไปประยุกต์ใช้ระดับชั้นอื่นต่อไป

6.3 นักเรียนได้รับการส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเป็นแนวทางให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับเป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

6.4 ได้ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์และผู้สนใจ นำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพสอดคล้องกับบริบทและความต้องการของผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดศรีสะเกษ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 ประเภทของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 ยุทธวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.5 วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.6 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
 - 2.1 ความหมายของการเรียนรู้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
 - 2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
 - 2.3 กระบวนการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับการเรียนการสอน
 - 2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. การประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
 - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์
 - 4.3 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 11 รายการของนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ ดังนี้ อัดัมส์ (Adams, 1977, pp. 173–176) ดอสเซย์ (Dossey, 2002, p. 72) เซฟฟีลด์และครีกแซงก์ (Sheffield & Cruikshank, 2005, p. 37) สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 9-10) นัฏกัญญา เจริญเกียรติบรร (2547, น. 32) เริงชัย ดำสุวรรณ (2553, น. 9) พะยอม แก้วลำหัด (2555, น. น. 10) พิจิตรา สิทธิวงศ์ (2557, น. 8) และสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษา สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (NTCM, 2005, น. 52) สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, น. 7) ไว้ในเชิงที่สอดคล้องกัน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และ สรุปลงได้ดังนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการที่จะค้นหาข้อสรุปหรือ คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องใช้ทักษะ ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ในการหาข้อสรุปหรือคำตอบ ที่ถูกต้องนั้น ๆ สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาข้อสรุปหรือ คำตอบที่ถูกต้องนั้น ๆ ตามประสบการณ์เดิมและเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจใน ปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

1.2 ประเภทของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาของนักศึกษามากท่าน โพลยา (Polya, 1957, pp. 123–128) อังอิงใน จักรพันธ์ นนทโชติ, 2551, น. 18) บิทเทอร์ ฮาร์ทฟีลด์และเอดเวิร์ดส์ (Bitter, Hartfield and Edwards, 1987) อังอิงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, น. 17; สมเดช บุญประจักษ์, 2550, น. 37) ได้จัดประเภทของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดที่จะนำมาใช้ มีดังนี้

1. ปัญหาขั้นตอนเดียว (one – stop problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องแปลง สถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการเรียนการสอนตามปกติ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในปัญหามีขั้นตอนเดียว คือ การ เลือกรดำเนินการ

2. ปัญหาหลายขั้นตอน (multi-step problem) มีความแตกต่างกับปัญหาขั้นตอนเดียว ที่จำนวนของการดำเนินการที่จำเป็นในการหาคำตอบ ปัญหาหลายขั้นตอน มีจำนวนของการดำเนินการ มากกว่าหนึ่งตัว ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน คือ การเลือกรดำเนินการ

3. ปัญหากระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยค ทางคณิตศาสตร์โดยการเลือกรดำเนินการได้ทันที แต่จะต้องใช้กระบวนการต่าง ๆ ช่วย เช่น การทำ ปัญหาให้ง่าย การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ การเขียนภาพหรือแผนภาพ การเขียนกราฟแทนปัญหา

การแก้ปัญหาต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและตรวจสอบ การสร้างตาราง การค้นหาแบบ การทำย้อนกลับ ปัญหากระบวนการปัญหาหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้หลายแบบ

4. ปัญหาประยุกต์ (applied problem) บางครั้งเรียกว่าปัญหาเชิงสถานการณ์ (situational problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งต้องใช้วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลที่กำหนดในปัญหา และอยู่นอกปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นปัญหาที่จะทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และคุณค่าคณิตศาสตร์

1.3 ยุทธวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษายุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของ โพลยา (Polya) หรือ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ยุทธวิธีเปรียบเสมือนเป็นเครื่องมือสำคัญทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้แก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ ผู้แก้ปัญหามองจะต้องเลือกและประยุกต์ยุทธวิธีที่เหมาะสมกับปัญหา ครูสามารถแนะนำยุทธวิธีและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ยุทธวิธีเหล่านั้น เมื่อนักเรียนมีวุฒิภาวะมากขึ้นจะสามารถชี้เหตุผลในการตัดสินใจ เลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ 1) ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ 2) ยุทธวิธีประมาณคำตอบ 3) ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ 4) ยุทธวิธีสร้างตัวแบบ 5) ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติ 6) ยุทธวิธีแจกแจงรายการ 7) ยุทธวิธีสร้างตาราง 8) ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป 9) ยุทธวิธีนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน 10) ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย 11) ยุทธวิธีใช้ตัวแปร 12) ยุทธวิธีให้เหตุผล และ 13) ยุทธวิธีทำย้อนกลับ

โพลยา (Polya, 1957 อ้างถึงใน เรืองชัย คำสุวรรณ. 2553, น. 26) ดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหามำหนดให้สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมและความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องนำมาใช้เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหา แล้วตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็ต้องเดาใหม่ โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างกรอบในการเดาครั้งต่อไปที่มีความชัดเจนขึ้นและเข้าถึงคำตอบของปัญหาได้เร็วขึ้น การเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผลเพื่อให้สิ่งที่เดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

2. ยุทธวิธีประมาณคำตอบ ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ การประมาณคำตอบจากการคิดคำนวณอย่างคร่าว ๆ สามารถช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการได้ค่อนข้างรวดเร็ว และสามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคำนวณตามปกติ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ

3. ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ การใช้ภาพและแผนภาพสำหรับนักเรียนในการแก้ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. ยุทธวิธีสร้างตัวแบบ ตัวแบบใช้เป็นแทนมโนคติและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีประโยชน์ในการแนะนำความรู้ใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจมโนคติ ตัวแบบมีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหา นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นให้ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทำความเข้าใจและกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา

5. ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติ การลงมือปฏิบัติเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของงานที่ลงมือปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดโดยผ่านการกระทำด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น

6. ยุทธวิธีแจกแจงรายการ การแจกแจงรายการเป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่กำหนดกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนด โดยนำเสนอให้เป็นระบบ มีระเบียบครบถ้วน เป็นหมวดหมู่ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาคำตอบของปัญหา

7. ยุทธวิธีสร้างตาราง การสร้างตาราง เป็นการจัดกระทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบ โดยนำมาเขียนลงในตาราง ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ สามารถใช้ร่วมกับยุทธวิธีแก้ปัญหาวิธีอื่น เช่น การเดาและตรวจสอบ การค้นหาแบบรูป

8. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป แบบรูปเป็นสาระที่สำคัญที่เด่นชัดในคณิตศาสตร์ การค้นหาและใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา นักเรียนสามารถค้นหาและอธิบายแบบรูปของจำนวน เช่น 1, 3, 5, 7, ...; 16, 12, 8, ... นักเรียนที่มีวุฒิภาวะสูงกว่าจะทำกิจกรรมเกี่ยวกับแบบรูปที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนได้มากกว่า จนกระทั่งสามารถสร้างนัยทั่วไปด้วยนิพจน์ทางพีชคณิตที่พัฒนาจากการค้นหาแบบรูป

9. ยุทธวิธีนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน การนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน เป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาคิดทบทวนถึงปัญหาและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนว่าคล้ายกับปัญหาที่กำลังดำเนินการหรือไม่ ถ้าเป็นปัญหาที่คล้ายกันก็นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ใหม่

10. ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย ปัญหาบางปัญหาอาจมีความซับซ้อน การทำปัญหาให้ง่ายลงโดยการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ จะช่วยให้สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาและนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหากำหนดได้

11. ยุทธวิธีการใช้ตัวแปร การแก้ปัญหาวัยวิธีนี้กระทำโดยสมมุติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า สร้างความสัมพันธ์ข้อมูลต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมุติขึ้น แล้วพิจารณาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ซึ่งบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการที่สอดคล้องกับปัญหาได้ แล้วแก้ปัญหโดยการแก้สมการและพิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการนั้น

12. ยุทธวิธีทำให้เหตุผล การแก้เหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา ผสมกับความรู้อันทราบมาก่อน เป็นเหตุบังค้ำนำไปสู่ผลซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา ยุทธวิธีนี้มักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ

13. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ การทำย้อนกลับเป็นยุทธวิธีที่เริ่มต้นจากการพิจารณาสิ่งซึ่งปัญหาต้องการ แล้วหาความเชื่อมโยงย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ ซึ่งเป็นการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการใช้เหตุผลที่ใช้การคิดวิเคราะห์จากผลไปสู่เหตุ

กล่าวโดยสรุป ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น เป็นการดำเนินการเพื่อหาคำตอบหรือผลเฉลยให้กับปัญหา รวมถึงการใช้กระบวนการคิดและวิธีการที่หลากหลายเกี่ยวกับการหาคำตอบว่าถูกต้อง เหมาะสม รวมทั้งนักเรียนมีโอกาสในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ จากประสบการณ์เดิม มุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาของนักการศึกษาหลายท่าน (สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics 1991, pp. 1-63; อุษาวดี จันทรสุนธิ, 2554, น. 69-72 อ้างถึงใน พิจิตรา สิทธิวงศ์, 2557, น. 8-11) ได้กำหนดมาตรฐานการสอนคณิตศาสตร์แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

มาตรการที่ 1 การใช้ปัญหาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรการที่ 2 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอระหว่างนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับผู้สอน

มาตรการที่ 3 การสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้

มาตรการที่ 4 การวิเคราะห์การเรียนรู้ของนักเรียน ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้

ส่วนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้บรรลุผลนั้น ครูผู้สอนควรดำเนินการ ดังนี้

1. การใช้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทุกสาระ โดยเสนอเนื้อหาสาระสำคัญไว้ 2 ประการ ดังนี้

1.1 ลักษณะปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ มีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

1.1.1 ปัญหาแปลกใหม่ที่เหมาะกับนักเรียน เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน น่าสนใจ แต่ไม่ยากหรือซับซ้อนจนต้องใช้ขั้นตอนวิธีแบบพิเศษ

1.1.2 ประเด็นหลักของปัญหาเกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดใหม่หรือขั้นตอนวิธีใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่จะให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนใช้ความรู้เดิมและเลือกใช้ยุทธวิธีคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ผลจากการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนได้ความคิดรวบยอดใหม่ ๆ หรือขั้นตอนวิธีใหม่ทางคณิตศาสตร์

1.1.3 สถานการณ์ปัญหาแสดงการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องต่างๆ หรือเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสภาพแวดล้อมในชีวิตประจำวันหรือกับวิชาชีพอื่น

1.1.4 สถานการณ์ปัญหาเอื้ออำนวยให้นักเรียนประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์และยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย แต่ยังคงโครงสร้างปัญหาไว้แบบเดิม

1.1.5 สถานการณ์ปัญหาส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะแกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ รวมด้วย เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.1.6 กรณีศึกษาการเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการบรรยายตามแบบเรียนไปหน้าต่อหน้า มาเป็นผู้สร้างปัญหาคณิตศาสตร์ หรือเลือกปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีคุณค่า โดยการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ

2. การส่งเสริมให้เกิดการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

2.1 หลักการสื่อสารในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ จะประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 3 ประการ คือ

2.1.1 บทบาทของครูผู้สอนในการสื่อสารในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากการผูกขาดการพูดเพื่อบรรยายความรู้ แสดงตัวอย่าง หรือเฉลยคำตอบ มาเป็นการฟังเหตุผลของนักเรียน

2.1.2 บทบาทของนักเรียนในการสื่อสารในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง นักเรียนเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ด้วยการฟังครู (passive learner) ไปเป็นผู้ที่สามารถพึ่งพาตนเองในการเรียนรู้ (active learner)

2.1.3 เครื่องมือการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดการสื่อสารในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องเห็นคุณค่าและกระตุ้นให้ทั้งตัวผู้สอนเองและนักเรียนใช้เครื่องมืออย่างหลากหลาย

2.2 กรณีศึกษาการสื่อสารในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางและมุ่งให้เกิดการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์การนำเสนอ

3. การสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนแต่ละคนพัฒนาศักยภาพคณิตศาสตร์ของเขา โดยครูดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้

3.1 การจัดสรรเวลาอย่างเพียงพอให้นักเรียนได้สำรวจความคิดทางคณิตศาสตร์และ นำความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา

3.2 การจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนสภาพห้องเรียนที่ เอื้ออำนวยให้นักเรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ได้เต็มศักยภาพของเขา

3.3 การให้ความเคารพและการให้คุณค่าความคิดและวิถีคิดของนักเรียน ตลอดจน ความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน

3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือทำงานคณิตศาสตร์ได้ อย่างมีคุณภาพ โดยอิสระหรือโดยกระบวนการกลุ่ม

3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนใช้การคิดขั้นสูงด้วยการเสนอปัญหา ข้อเสนอแนะ การตั้งข้อ คาคติการณ

3.6 ส่งเสริมให้นักเรียนใช้การอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการสนับสนุนหรือหักล้าง ความคิดทางคณิตศาสตร์

4. การวิเคราะห์การสอนการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดมุ่งหมาย ดังต่อไปนี้

4.1 สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้สอนว่า นักเรียนทุกคนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.2 สร้างความสนใจ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน ให้เกิดกับนักเรียนการส่งเสริมให้นักเรียนต่อยอด ความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

4.3 ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ระหว่างการสอน

4.4 วางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งระยะสั้นและระยะยาว

4.5 จัดเตรียมข้อมูลและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนให้กับ ผู้ปกครอง ฝ่ายบริหารสถานศึกษาและตัวนักเรียน

5. กระบวนการการสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถนำมาใช้กับ กระบวนการการสอนแบบปกติโดยการสอดแทรกเข้าไปในทุกขั้นตอนของการสอน คือ ขั้นนำเข้าสู่เรื่องที่ สอน ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นสรุปความรู้ และขั้นมอบหมายงานให้ทำโดยอิสระ

จากการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนจะต้องมีบทบาทสำคัญในการ ออกแบบการจัดการเรียนรู้แก้ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนสามารถวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ อย่างเป็นระบบ มีการจัดการเรียนการสอนที่ดี และเตรียมการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจน จัดสถานการณ์ ที่ไม่ง่ายและยากเกินไปสำหรับผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ อย่างถูกต้อง

1.5 วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่าน (กรมวิชาการ, 2544, น. 5; NCTM, 2000, p. 64 อ้างถึงใน ชัยยุทธ บุญธรรม, 2549, น. 72; ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, น. 45 ; Kennedy, 1984, pp. 81-82; Holmes, pp. 81-82; 1995, p. 37 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, น. 44; อุซาวดี จันทรสุนธิ, 2554, น. 62-87 อ้างถึงใน พิจิตรา สิทธิวงศ์, 2557, น. 11-12) มีสาระสำคัญ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พอสรุปได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละคนได้มีโอกาสแสดงแนวคิด วิธีการของตนเองได้อย่างอิสระและทั่วถึงภายในกลุ่มโดยให้ยืดหยุ่นด้านเวลา ซึ่งจะทำให้นักเรียนแต่ละคนกล้าเสี่ยงที่จะเสนอแนวความคิดของตนเองโดยไม่กลัวผิด ไม่เฉพาะแนวคิดของนักเรียนเก่งเท่านั้นแต่จะต้องช่วยกันตรวจสอบแนวคิดใดเหมาะสมที่สุด โดยให้มีการอ้างเหตุผลประกอบ แล้วนำแนวคิดหรือวิธีการจากแต่ละคนมาเปรียบเทียบกัน แล้วช่วยกันตรวจสอบ และนำไปสู่ยุทธวิธีที่ดีที่สุด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการจากคนอื่น นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีเหตุผล รู้จักรับฟังเหตุผลของคนอื่น ๆ ด้วย

2. จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งอาจได้แนวคิดจากกลุ่มย่อย และเมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอต่อหน้าชั้นก็จะทำให้ได้รับแนวคิดมากขึ้น เนื่องจากสภาพปัญหาในปัจจุบันต้องใช้แนวคิดจากหลายคนหลายกลุ่ม จึงจะสามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จได้

3. ครูควรมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น หรือมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดการคิด ไม่ควรใช้วิธีบอกให้กระทำตาม รวมทั้งเสนอแนะวิธีการทำงานกลุ่มให้มีประสิทธิภาพ

4. รูปแบบกิจกรรมอาจใช้กลุ่มใหญ่ทั้งชั้น หรือกลุ่มย่อยแบบเรียนร่วมกัน เป็นรายบุคคล และทำงานอิสระนอกชั้นเรียน

5. นำเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างแรงจูงใจหรือเพื่อทบทวนความรู้เดิมและประสบการณ์ และกิจกรรมกลุ่มใหญ่เพื่อไตร่ตรองและสรุป

6. กิจกรรมกลุ่มย่อย 4 – 6 คน แก้ปัญหาแบบเรียนร่วมกัน เพื่อค้นหาความคิดรวบยอดใหม่ หรือแก้ปัญหาร่วมกันเพื่อฝึกฝนการนำความรู้ใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือแก้ปัญหาคือเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

7. กิจกรรมนอกชั้นเรียน โดยศึกษาด้วยตนเองในรูปแบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่มอบหมายให้เป็นการบ้าน

จากการศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมให้มีความหลากหลาย โดยให้นักเรียนแต่ละคนได้มีโอกาสแสดงแนวคิด เข้าใจในโครงสร้างของความรู้ วิธีการอย่างอิสระ โดยนักเรียนต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่ในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาสามารถที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ

ความรู้เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่ต่าง ๆ ได้ ซึ่งมีครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็นหรือมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดการคิด นำเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างแรงจูงใจหรือทบทวนความรู้เดิมและเชื่อมโยงประสบการณ์ ค้นหาความคิดรวบยอดใหม่หรือแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.6 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

1.6.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จอย่างมีคุณภาพนั้น ต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ เป็นกระบวนการ จึงจำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง รวมทั้งวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ซึ่งมีนัยการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกัน ไว้ดังนี้

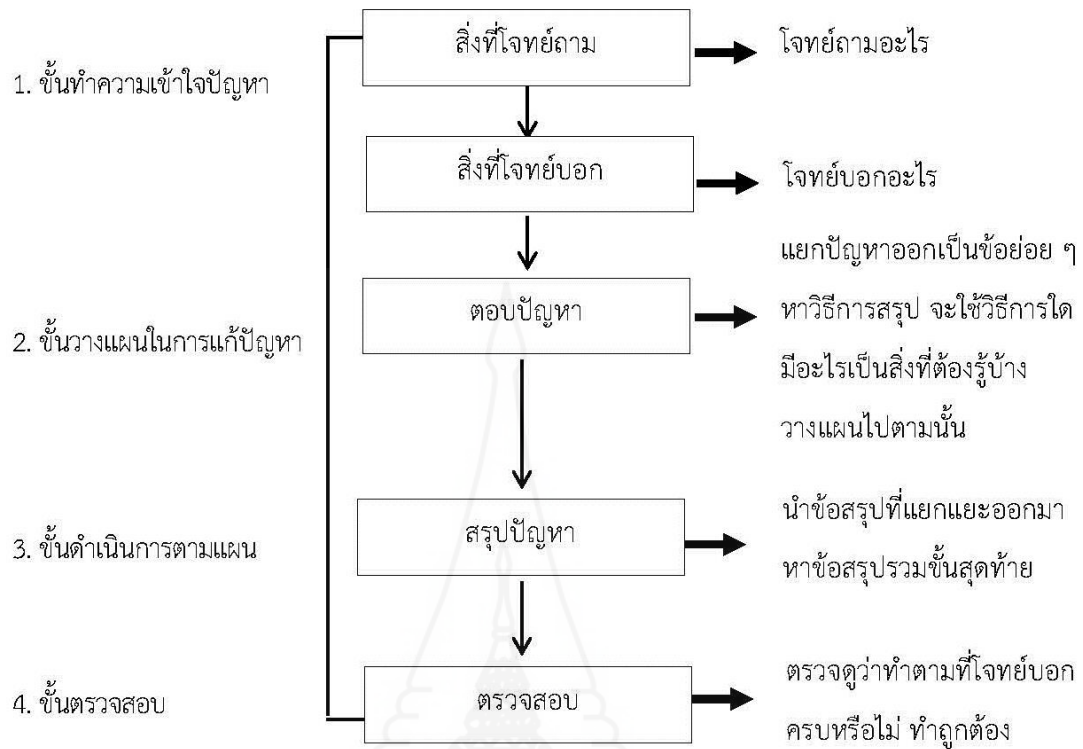
โพลยา (Polya, 1985, p. 87) ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554, น. 10–14) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 191–192) ได้เสนอ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างสอดคล้องกันว่า เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาการวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญ เช่น ทักษะการวิเคราะห์ปัญหา ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา เพื่อให้ให้นักเรียนแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ และโจทย์ต้องการหาอะไร หรือพิสูจน์อะไร มีสาระความรู้ใดเกี่ยวข้อง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด อาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ การเขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

2. ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใดปัญหานั้นมีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีบทที่เรียนรู้มาแล้ว

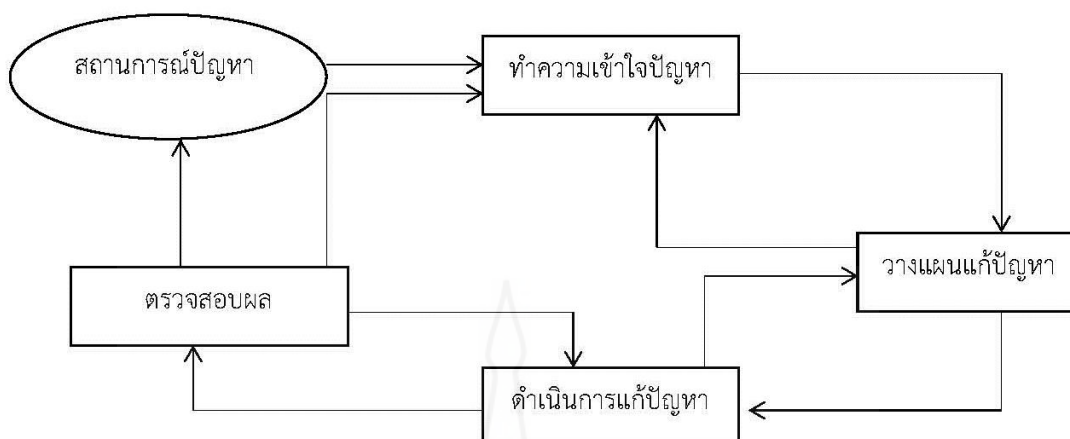
3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่มองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาและมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่ แสดงได้ดังแผนภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

วิลสันและคณะ (Wilson et all, 1993, pp. 3-4) ได้เสนอกรอบเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนทั้ง 4 ของโพลยา แต่ไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้ง 4 เรียงตามลำดับลงมา เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ เมื่อนักเรียนเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ขั้นตอนแรกต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องพร้อมทั้งกำหนดกลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผนภาพกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ตามแนวคิดของวิลสัน

อุษาวดี จันทสนธิ (2556, น. 84-87 อ้างถึงใน พิจิตรา สิทธิวงศ์, 2557, น. 15-17)

ได้เสนอขั้นตอนที่ครูผู้สอนควรดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่เรื่องที่จะสอน เป้าหมายของขั้นนี้เพื่อสร้างแรงจูงใจนักเรียนทั้งชั้นให้เกิดความสนใจ ความใฝ่รู้ และความต้องการเรียนรู้หัวข้อคณิตศาสตร์ในชั่วโมงนั้น โดยมุ่งมั่นที่เรียนรู้ให้สำเร็จผล ขั้นนำจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ครูคณิตศาสตร์จึงควรกำหนดปัญหาคณิตศาสตร์ ในขั้นนำเข้าสู่เรื่องที่จะสอนให้เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำทนายให้นักเรียนอยากค้นคว้าหาความรู้
2. ขั้นดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหา เป้าหมายของขั้นตอนนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเรื่องใหม่ที่ไม่เคยเรียนมาก่อน หรือเกิดความคิดกระจ่างในความคิดรวบยอดที่เคยเรียนมาแล้ว หรือเพื่อฝึกทักษะหรือนำความคิดรวบยอดที่รู้แล้วไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเพื่อทบทวนความคิดรวบยอดที่สำคัญ ๆ ให้แม่นยำขึ้น ขั้นนี้เปรียบเสมือนขั้นตอนการสอนโดยผ่านปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา
3. ขั้นสรุปความรู้ โดยทบทวนประเด็นที่สำคัญและการแสดงความเชื่อมโยงระหว่างประเด็นที่สำคัญเหล่านั้นเข้าด้วยกันจนเห็นความรู้เป็นองค์รวม ครูอาจตั้งคำถามให้นักเรียนตอบประกอบการสรุปก็ได้
4. ขั้นมอบหมายงานให้ศึกษาโดยอิสระ โดยงานที่มอบให้อาจเป็นงานคณิตศาสตร์ที่เป็นการฝึกทักษะหรือใช้ความคิดรวบยอดที่สอนในชั่วโมงนั้นหรืออาจเป็นงานประจำหน่วยการเรียนรู้ หรือแต่ละสัปดาห์ให้นักเรียนได้ศึกษาหรือค้นคว้าอย่างเป็นอิสระช่วยให้เกิดการต่อยอดความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

นอกจากขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1996 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธ์, 2552, น. 25 - 28) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาด้วยการอ่านวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อสำรวจวางแผนในการแก้ปัญหา ค้นหาคำตอบ เลือกกลยุทธ์การตรวจสอบความถูกต้อง การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม ตามกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย ขั้นตอนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นตอนการอ่านและวิเคราะห์ปัญหาถึงสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ คำถามที่แท้จริงคืออะไร เป็นการมองในลักษณะทั่ว ๆ ไป แล้วทำความเข้าใจกับปัญหาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนของปัญหา

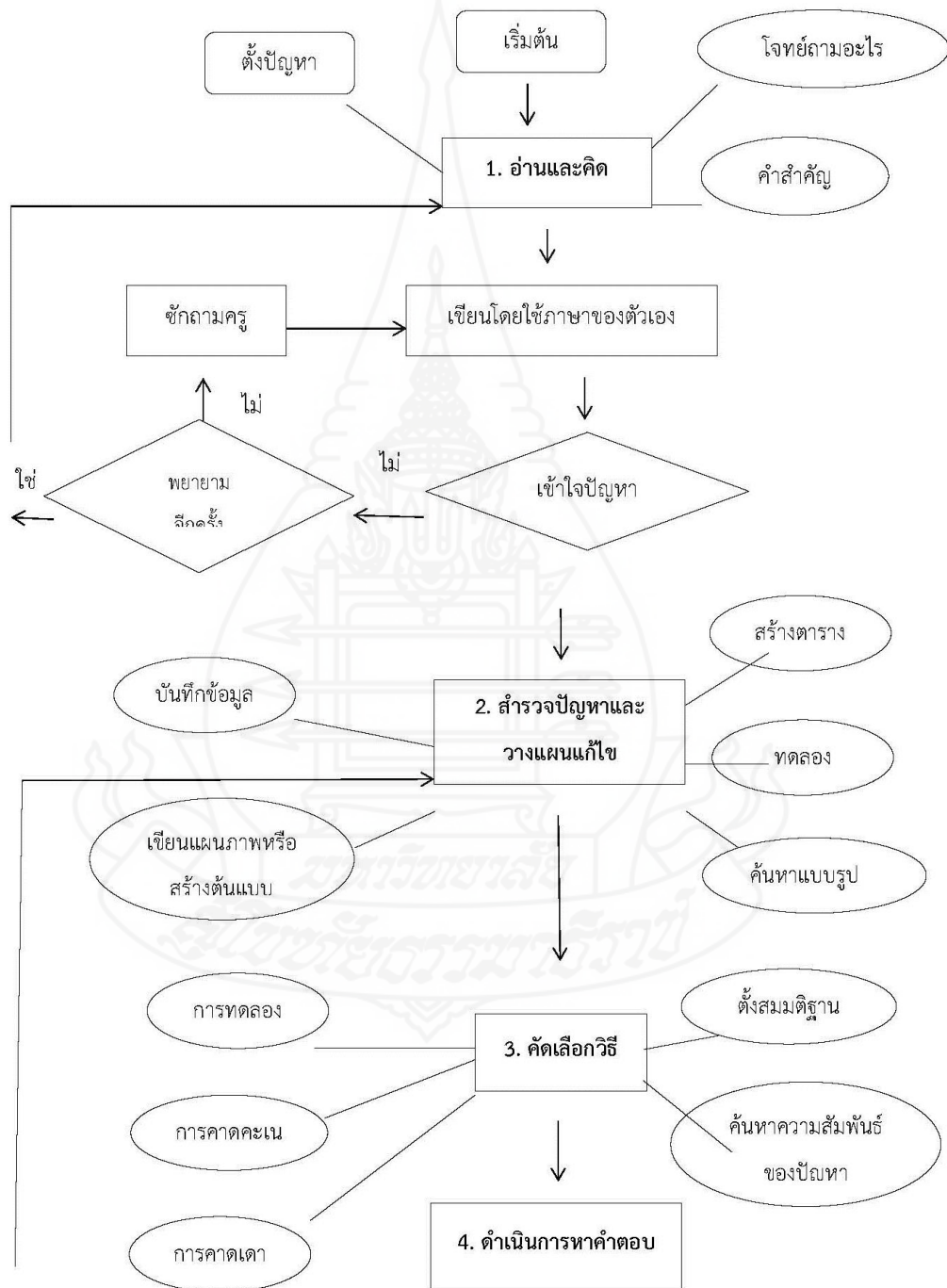
2. ขั้นการสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและพิจารณาว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ โดยตัดส่วนที่มาเกี่ยวข้องออก ส่วนที่เป็นประโยชน์ก็นำมาจัดให้เป็นระบบในรูปแบบตาราง แผนภาพ รูปแบบ ตามความเหมาะสม และวางแผนสำหรับการหาคำตอบต่อไป

3. ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) เป็นการพิจารณาทางเลือกโดยนักเรียน ซึ่งขั้นตอนนี้จัดเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการในการแก้ปัญหา และเป็นตัวชี้ทางให้ผู้แก้ปัญหาใช้การคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยแนวทางจากสองขั้นตอนแรก ซึ่งลักษณะของกลยุทธ์หรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ไม่จำเป็นต้องมีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน อาจเกิดจากวิธีการที่เคยใช้บ่อย ๆ มารวมกันหลาย ๆ วิธีก็ได้ สำหรับคำแนะนำในการเลือกกลยุทธ์สำหรับการแก้ปัญหา คือ ความสำเร็จของการแก้ปัญหามาจากการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ใช้ความพยายามและมีวิธีการที่หลากหลายมีความเป็นไปได้ ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบบ่อย ๆ ได้แก่

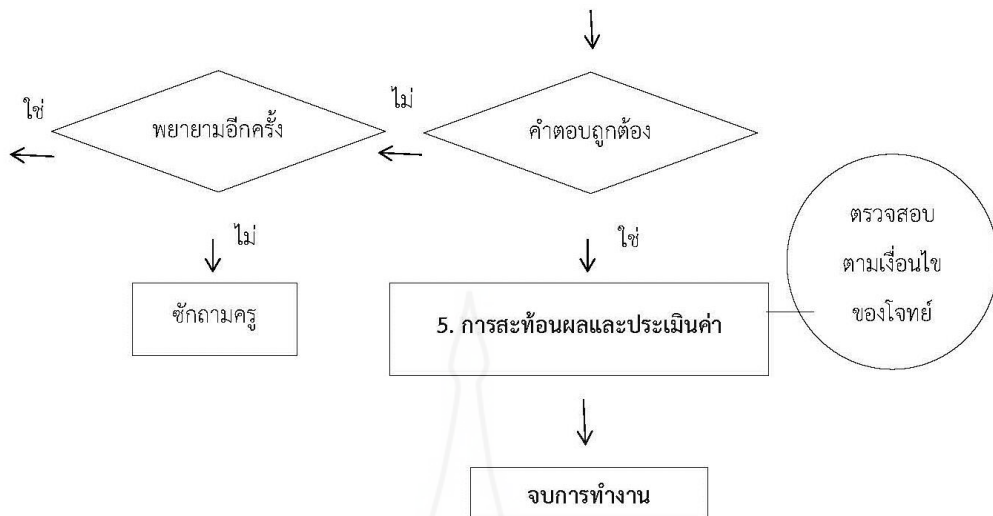
- 3.1 การจำแนกรูปแบบวิธีการที่จะใช้
- 3.2 การพิจารณาจากผลการสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้
- 3.3 การคาดคะเนและตรวจสอบคำตอบ
- 3.4 การใช้วิธีการทดลองและการเลียนแบบวิธีการที่เคยใช้
- 3.5 การปรับปรุงและขยายกรอบแนวคิด
- 3.6 การจัดระบบข้อมูล
- 3.7 การใช้หลักอุปนัยทางคณิตศาสตร์
- 3.8 การดำเนินการหาคำตอบ

4. ขั้นดำเนินการหาคำตอบ (Find an Answer) เป็นขั้นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการหาคำตอบ เช่น ทักษะการคำนวณ ความรู้ทางพีชคณิต เรขาคณิต เครื่องคิดเลขหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ

5. ขั้นการสะท้อนผลและประเมินค่า (Reflect and Extend) เป็นการตรวจสอบคำตอบ โดยพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้ วิธีการคำนวณถูกต้องหรือไม่ มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และคำตอบที่ได้กับคำตอบที่ประมาณไว้เป็นอย่างไร รวมถึงการทดลองหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ การอภิปรายถึงคำตอบที่ได้ และพิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับปัญหาในตอนเริ่มต้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กระบวนการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ตามแนวคิดของ Krulik and Rudnick



ภาพที่ 2.3 กระบวนการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ตามแนวคิดของ Krulik and Rudnick (ต่อ)

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

2.1 ความหมายของการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

จากการศึกษาวิธีการและแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ Polya (1945) เสนอไว้ ได้ศึกษาวิธีการที่ช่วยในการแก้ปัญหา โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามที่วางแผนไว้ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ และได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการแก้ปัญหานั้น ต่อมาพบว่าบางปัญหาที่ไม่สามารถใช้ขั้นตอนข้างต้นในการแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะที่จะต้องใช้การตัดสินใจของผู้แก้ปัญหาเข้ามามีส่วนร่วมและปัญหาที่มีความซับซ้อน ยกตัวอย่าง เช่น การหาวัสดุที่ดีที่สุดเพื่อมาสร้างปีกเครื่องบิน หรือการหารูปแบบของลำดับที่มีการจัดเรียงลำดับในลักษณะที่นักเรียนไม่เคยพบหรือเคยเรียนมาก่อน ทำให้ต้องหาวิธีการแบบใหม่ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ จึงได้มีการออกแบบวิธีการสำหรับแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นมา และฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นวิธีการแก้ปัญหารูปแบบหนึ่งได้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย

จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับความหมายของฮิวริสติกส์ (Heuristics) 10 รายการของนักการศึกษา ไชมอน และนีเวล (Simon and Newell, 1972, p. 1) แคทเรชโค (Katretchko, 1971, p. 1) โนวาค และโกวิน (Novak and Gowin, 1984, p. 48) โนวาค และโกวิน (Novak and Gowin, 1984, p. 48) มุสตาคัส (Moustakas, 1990, p. 1) มิดเดิลตันและวิลเลอร์ (Middleton and Wheeler, 1999, p. 1) เซฟฟิลด์ (Sheffield, 2009, p. 1) ขอบใจ สารสิทธิ์ (2545, น. 9) สุรัชนา บุตรวิเชียร (2549, น. 13) กัลยา ปัญญาวัฒน์ธนกุล (2556, , น. 28) และเจษฎา รัตนบรรเทิง (2556, น. 38) ได้ให้ความหมายของ

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งจะให้นักเรียนสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

ไซมอน และนีเวล (Simon and Newell, 1972, p. 1) กล่าวว่าไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กลยุทธ์หรือกฎเกณฑ์ที่ใช้เรียนรู้การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อย

แคทเรชโค (Katretchko, 1971, p. 1) กล่าวว่าไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยพยายามหาตัวเลือกและเหตุผลที่ดีมาใช้อธิบายโจทย์แล้วจึงใช้การวิเคราะห์วิธีการเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ

โนแวก และโกวิน (Novak and Gowin, 1984, p. 48) กล่าวว่าไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหา หรือช่วยให้เกิดความเข้าใจกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างความรู้ และทราบถึงว่าความรู้ถูกสร้างขึ้นมาอย่างไร

มูสตาคัส (Moustakas, 1990, p. 1) กล่าวว่าไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่จะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ และเป็นหนทางหนึ่งในการช่วยค้นหาความรู้เพิ่มเติมโดยผ่านกระบวนการที่เหมาะสมและอยู่ในความสนใจ

มิดเดิลตันและวีลเลอร์ (Middleton and Wheeler, 1999, p. 1) กล่าวว่าไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง วิธีการหนึ่งที่จะนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มโอกาสในการแก้ปัญหา โดยไม่รับประกันว่าจะสามารถหาคำตอบของปัญหาได้ทุกกรณี แต่จะช่วยในขั้นตอนของการออกแบบวิธีสำหรับแก้ปัญหา (Design Process) ซึ่งจะมีแตกต่างกันขึ้นกับว่าเป็นปัญหาชนิดใด

เซฟฟีลด์ (Sheffield, 2009, p. 1) กล่าวว่าไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง การเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ทำให้นักเรียนรู้ต้นเหตุของปัญหา สามารถสร้างปัญหาย่อยจากปัญหาที่พบ เพื่อให้ปัญหานั้นง่ายขึ้น จึงกล่าวได้ว่าฮิวริสติกส์เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยในเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตลอดจนสามารถช่วยการแก้ปัญหาที่ต้องการ

ฟรอยด์ (Floyd, 2002 อ้างถึงใน เจษฎา รัตนบรรเทิง, 2556, น. 38) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่าเป็นส่วนที่ช่วยในการตัดสินใจ (Making Decision) ในการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ทำให้นักเรียนสามารถกำหนดกลยุทธ์ (strategy) เทคนิค (technique) กระบวนการ (procedure) และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ (rules) ในการเรียน นอกจากนี้การคิดแบบฮิวริสติกส์ยังส่งผลให้นักเรียนขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้น และสามารถควบคุมความคิดของตนเองเพื่อให้เข้าใจเกิดองค์ความรู้ใหม่

ขอบใจ สาสิตี (2545, น. 9) ได้ให้ความหมายของฮิวริสติกส์ว่า เป็นการคิดโดยอาศัยพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่แก้ปัญหาและเรียนเนื้อหาใหม่ๆ โดยใช้การวิเคราะห์ และเชื่อมโยงข้อมูลในลักษณะการโยงความสัมพันธ์ของความรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ในโครงสร้างของความรู้

สุรñana บุตรวิเชียร (2549, น. 13) กล่าวว่า อิวริสติกส์ หมายถึง การคิดโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่มาแก้ปัญหาด้วยการค้นพบด้วยตนเองและเรียนเนื้อหาใหม่โดยการวิเคราะห์วิธีการเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการและการเชื่อมโยงความรู้หรือข้อมูลในลักษณะการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของความรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างขององค์ความรู้ และทราบช่าวว่าความรู้ถูกสร้างขึ้นมาได้อย่างไร

กัลยา ปัญญาวัฒน์ธนกุล (2556, น. 28) กล่าวว่า อิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการคิดโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่มาแก้ปัญหาด้วยการค้นพบและเรียนเนื้อหาใหม่ๆ โดยใช้วิธีการเรียนรู้โดยการสืบค้น การค้นหา จากแหล่งข้อมูลความรู้เพื่อหาตัวเลือกและเหตุผลที่ดีมาใช้อธิบาย วิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ

เจษฎา รัตนบรรเทิง (2556, น. 38) กล่าวว่า อิวริสติกส์ เป็นยุทธวิธีหรือเทคนิคที่มีความสำคัญที่ช่วยในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เน้นเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันและขยายแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า อิวริสติกส์ หมายถึง กลยุทธ์ที่จะนำมาเพื่อแก้ปัญหาโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ เน้นการสืบค้น การเข้าถึงความรู้ต่างๆ ด้วยกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อหาผลลัพธ์ที่ต้องการได้อย่างเป็นระบบ ขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้น

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบอิวริสติกส์ (Heuristics)

นักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบอิวริสติกส์ ไว้ดังนี้

โนแวก และ โกวิน (Novak and Gowin, 1984, p. 1) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบแก้ปัญหาแบบอิวริสติกส์ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้เป็นหลักการเฉพาะชนิดที่สนับสนุนให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง วิธีการค้นพบด้วยตนเองช่วยเหลือให้นักเรียนแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นการระดมพลังความคิดและเป็นวิธีทำให้นักเรียนและครูมองเห็นความหมายของสิ่งที่เรียนและความหมายของความรู้ที่ร่วมกันเป็นกระบวนการช่วยนักเรียนให้ได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายควรแก่การเรียน เป็นกระบวนการเรียนที่มีลักษณะเป็น “สัญลักษณ์” หรือ “การร่วมรับรู้” ซึ่งทำให้นักเรียนมีความคิดของนักเรียนชัดเจนขึ้นโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมรับรู้ในความคิดต่าง ๆ ด้วยกันและขยายขอบเขตของความคิดนั้นๆ โดยตัดสินใจร่วมกัน

เซฟฟิลด์ (Sheffield, 2003, p. 95) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาแบบอิวริสติกส์ หมายถึง การคิดที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้เป็นการคิดที่ทำให้นักเรียนรู้ต้นเหตุของปัญหาสามารถสร้างปัญหาย่อยจากปัญหาที่พบเพื่อทำให้ปัญหานั้นง่ายขึ้นโดยนักเรียนอาจใช้การคิด

แก้ปัญหาแบบเดิมแล้วจึงพัฒนาเป็นการแก้ปัญหาแบบใหม่ซึ่งอาจได้มาจากการตั้งปัญหาใหม่คำถามใหม่ การใช้ขั้นตอนการคิดแบบใหม่การใช้แบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ทั้งนี้ได้สร้างแบบจำลอง ความคิดประกอบด้วยความสัมพันธ์การสำรวจตรวจค้นการติดต่อสื่อสารการประเมินและความคิดสร้างสรรค์โดยนักเรียนอาจเริ่มต้นจากขั้นตอนใดก็ได้ในแบบจำลองความคิดนี้และดำเนินต่อไปยังขั้นตอนใดก็ได้เช่นกันเพื่อสำรวจปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์

โนแวก และโกวิน (Novak and Gowin, 1984, p. 11) เสนอแนวคิดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการเรียนที่ “การเปลี่ยนความหมายประสบการณ์” โดยที่ประสบการณ์ของมนุษย์ประกอบขึ้นด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ การคิด การกระทำและความรู้สึก ทั้งสามประการนี้ต้องนำมาพิจารณาร่วมกันเท่านั้น ปัจเจกชนจึงสามารถมีพลังพอที่จะเพิ่มพูนความชัดเจนให้แก่ความหมายแห่งประสบการณ์ของตน เขากล่าวต่อไปว่า การศึกษาในโรงเรียนมักจะทำลายความเป็นตัวของตัวของนักเรียนไปเสีย เพราะเป็นการสอนไปตามตัวหนังสืออันไร้เหตุผล และมีแต่การท่องบ่นอันพบเห็นอยู่ทั่วไปในห้องเรียน สิ่งเหล่านี้ให้ผลตอบแทนอันน้อยนิดเต็มที่ นักเรียนผู้ที่แสวงหาความหมายจากการสอนเช่นนี้กล่าวมา นี้มักจะล้มเหลวแต่ถ้าเป็นการเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติและโครงสร้างของความรู้ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจ วิธีการเรียนของตนเองและความรู้เป็นสิ่งที่ช่วยแสดงให้นักเรียนเข้าใจว่ามนุษย์สามารถสร้างความรู้ใหม่ได้อย่างไร การค้นหาความจริงการเรียนที่อยู่ภายในข้อกำหนดที่ว่าต้องเป็นการเรียนที่เกิดขึ้นโดยตัวของนักเรียนเองโดยที่เมื่อนักเรียนได้เรียนตามวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์นี้ เขาจะรับภาระหน้าที่ของเขาเอง ในอันที่จะรู้จักเชื่อมโยงความคิดที่ได้จากข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะใหม่ที่เป็นระบบ โดยการสำรวจหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ต้องคำนึงถึงสาเหตุส่วนประกอบต่างๆ และรู้จักสับเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้นๆ เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งข้อแก้ปัญหาที่เหมาะสม

การสนทนาการอภิปราย การพูดโต้แย้งภายในกลุ่มและต่างกลุ่มตลอดจนการเปลี่ยนข้อคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียนสิ่งเหล่านี้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยทำให้การเชื่อมโยงของข้อความคิดเป็นไปได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์หรือมีฉะนั้นนี้อาจช่วยให้เห็นการเชื่อมโยงที่ขาดหายไประหว่างข้อมูลต่างๆ ทำให้สามารถสืบค้นหาข้อมูลต่างๆ เข้ามาเชื่อมโยงเสริมให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เชฟฟีลด์ (Sheffield, 2005, p. 34) เสนอแนวคิดที่สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์นี้ครูและนักเรียนควรร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการคิด การสำรวจตรวจค้นและการตรวจสอบโดยเน้นให้นักเรียนใช้คำถามต่างๆ ด้วยตนเองต่อเนื่องจากคำถามของครู ทั้งนี้ก่อนที่ครูจะถามคำถามนักเรียน ครูควรลองใช้คำถามนั้นๆ กับเพื่อนครูก่อนเพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ ก่อนที่จะอ่านเฉลยเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งการเตรียมตัววิธีนี้จะทำให้ครูเข้าใจคำตอบของนักเรียนได้ดี

ยิ่งขึ้นในเหตุผลหลากหลายแง่มุมของนักเรียน การใช้ตัวแทนและความสัมพันธ์ที่อาจจะเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์กันในวิธีการหาคำตอบของนักเรียน การคิดแบบฮิวริสติกส์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนกล้าตั้งคำถาม กล้าตั้งประเด็นที่น่าคิดและท้าทายสมอง ตลอดจนกล้าที่จะตั้งปัญหามาสืบสวนตรวจสอบค้นต่อไป การตั้งปัญหาที่ครูควรฝึกให้นักเรียนเริ่มจากง่ายไปหายาก เช่น เริ่มเปลี่ยนแปลงปัญหาเดิมที่นักเรียนเคยพบ วิธีนี้ทำให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงส่วนต่างๆ ของปัญหา สถานการณ์ ตลอดจนผลลัพธ์ได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงส่วนต่างๆ (Part Changing) เทคนิคสแกมเปอร์ (Scamper) ซึ่งได้แก่ การแทนที่ (Substitute) การปรับเปลี่ยน (Adapt) การดัดแปลง (Modify) การทำให้น้อยลง การทำให้มากขึ้น (Magnify) การประยุกต์ (Put to other users) การผกผัน (Reverse) และการจัดรูปแบบใหม่ (Rearrange) เทคนิคการใช้และไม่ใช่ (Doing and Undoing) การคิดย้อนกลับ (Working Backwards) ตลอดจนการใช้คำถาม “ผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร ถ้า...” (What if...) เป็นคำถามนำในการตรวจสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ วิธีการนี้จะทำให้นักเรียนมีความคิดเกี่ยวกับบทโน้ตทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาแล้วเพื่อให้เกิดกระบวนการหาคำตอบด้วยตนเอง

2.3 กระบวนการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับการเรียนการสอน

นักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงกระบวนการของการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

ไซมอน และนีเวล (Simon and Newell, 1971, p. 1) ได้กล่าวถึงกระบวนการของฮิวริสติกส์ โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุเป้าหมายเชิงเนื้อหา (Subgoaling) คือ การแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นประเด็นย่อย ๆ เพื่อศึกษาในแต่ละประเด็นที่ระบุไว้ โดยผู้เรียนเป็นผู้แบ่งเป้าหมายเชิงเนื้อหาย่อย โดยพิจารณาจากความรู้เดิมหรือวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน
2. การวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ (Means-Ends/ Difference Reduction Analysis) โดยให้นักเรียนหาข้อแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
3. พิจารณาผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้ (Working Backward) กระบวนการนี้ให้ความสำคัญไปยังข้อสรุปของปัญหาจะต้องพยายามเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสิ่งที่กำหนดให้
4. พิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา (Satisfying) โดยตัดวิธีการที่เป็นไปไม่ได้ทิ้งไปเพื่อให้ได้เพียงวิธีเดียวที่ดีที่สุด

ปีลี (Peelee, 2001, pp. 1-9 อ้างถึงใน ขอบใจ ยาสิทธิ์, 2545, น. 13) ได้นำการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ไปใช้ในการเรียนการสอนโดยได้พัฒนารูปแบบการสอนมาตรฐานเพื่อช่วยในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งตัวอย่างรูปแบบการสอนที่นำฮิวริสติกส์มาใช้ คือ รูปแบบการสอนเชิงสำรวจ

(Exploration Model) การสอนเชิงสำรวจจะช่วยให้นักเรียนพยายามหาหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่ตนเองสนใจ แล้วพยายามค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดออกมา แล้วจัดออกมาเป็นแบบแผน (Map) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ ต่อไป โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องนั้น ๆ ระหว่างกลุ่มเพื่อน และครูผู้สอน เพื่อช่วยยืนยันว่าสิ่งที่ค้นพบนั้นเป็นสิ่งที่ค้นพบนั้นเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดผลดีและผลเสียต่อการเรียน ดังนี้

1. นักเรียนจะศึกษาข้อมูลจากแหล่งที่ตนเองเลือกเท่านั้น เช่น ห้องสมุดห้องคอมพิวเตอร์หรือบ้านของตนเอง ซึ่งอาจจะเก็บข้อมูลไม่ครบในบางเรื่องไปและใช้เวลาค่อนข้างมาก
2. นักเรียนอาจจะไม่มีเวลาเพียงพอที่จะค้นหาข้อมูลเป็นจำนวนมาก
3. รูปแบบการสอนแบบนี้เหมาะกับนักเรียนนำไปประยุกต์ใช้กับงานหรือการบ้านที่ได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน
4. ช่วยให้นักเรียนทราบความเป็นมาและเหตุผลจากข้อมูลจริงในเรื่องที่ตนเองศึกษา
5. ช่วยให้นักเรียนศึกษาไปพร้อมกับการเรียน แต่อาจจะมีบางประเด็นที่ยากต่อการทำความเข้าใจ
6. สามารถเรียนรู้ได้อย่างสบายใจแต่ถ้าในบางปัญหาที่มีความยากทำให้ต้องหยุดไปอาจจะทำให้รู้สึกผิดหวัง
7. นักเรียนเป็นผู้คิดเองว่าทำอะไรต่อไปซึ่งบางครั้งก่อให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดได้ง่าย
8. ช่วยให้นักเรียนพยายามที่จะแก้ปัญหาที่ท้าทายใหม่ ๆ ซึ่งบางปัญหาก็อาจจะไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการใช้คณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว
9. นักเรียนจะมีความรู้สึกถึงการเป็นเจ้าของในสิ่งที่ตนเองค้นพบ แต่ด้วยการใช้ทักษะเมตาคอกนิชัน (Metacognition) เพียงอย่างเดียว คงไม่สามารถทำเช่นนั้นได้
10. นักเรียนสามารถนำเสนอ “แบบแผน” (Map) ที่ตนเองค้นพบได้ แต่การกระทำแบบนี้เหมือนเป็นการนำเสนอข้อมูลเพียงด้านเดียว
11. นักเรียนจะรู้สึกภูมิใจในสิ่งที่ตนเองทำสำเร็จ แต่ครูผู้สอนไม่สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้ทันที ต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วนก่อน (Direct Observation)
12. นักเรียนจะนำทักษะที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาใช้ เช่น การสำรวจ (Investigation) การทดลอง (Experimentation) การให้เหตุผลโดยใช้ฮิวริสติกส์ (Heuristic Reasoning) และการตัดสินใจอย่างอิสระ (Independent Decision – Making)

โนแวกและโกวิน (Novak and Gowin, 1984, p. 1) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้เป็นหลักการเฉพาะชนิดที่สนับสนุนให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง วิธีการค้นพบด้วยตนเองช่วยเหลือให้นักเรียนแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นการระดมพลังความคิดและเป็นวิธีทำให้นักเรียนและครูมองเห็นความหมายของสิ่งที่เรียนและ

ความหมายของความรู้ที่ร่วมกัน เป็นกระบวนการช่วยนักเรียนให้ได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายควรแก่การเรียนรู้ เป็นกระบวนการเรียนที่มีลักษณะเป็น “สัญลักษณ์” หรือ “การร่วมรับรู้” ซึ่งทำให้ความคิดของนักเรียนชัดเจนขึ้น โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมรับรู้ในความคิดต่าง ๆ ด้วยกัน และขยายขอบเขตของความคิดนั้นๆ โดยตัดสินใจร่วมกัน

นอกจากนี้โนแวกและโกวิน (Novak and Gowin, 1984, p. 11) เสนอแนวคิดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เป็นการเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติ และโครงสร้างของความรู้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนของตนเองและความรู้ เป็นสิ่งหนึ่งที่ช่วยแสดงให้นักเรียนเข้าใจว่ามนุษย์สามารถสร้างความรู้ใหม่ได้อย่างไร การค้นหาความจริง การเรียนที่อยู่ภายในข้อกำหนดที่ว่าต้องเป็นการเรียนที่เกิดขึ้นโดยตัวของนักเรียนเอง โดยที่เมื่อนักเรียนได้เรียนตามวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์นี้ เขาจะรับภาระหน้าที่ของเขาเองในอันที่จะรู้จักการเชื่อมโยงความคิดที่ได้จากข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะใหม่ที่เป็นระบบ โดยการสำรวจหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูล ที่ต้องการเรียนรู้ หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ต้องคำนึงถึงสาเหตุ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของปัญหา หรือข้อปลีกย่อยบางประการของปัญหา นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการผันแปรหรือเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ รู้จักที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ และรู้จักสับเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น ๆ เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งข้อแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสม การสนทนา การอภิปราย การพูดโต้แย้งภายในกลุ่มและต่างกลุ่ม ตลอดจนการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียน สิ่งเหล่านี้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้การเชื่อมโยงของข้อความคิดเป็นไปได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ หรือมีฉะนั้นนี้อาจช่วยให้เห็นการเชื่อมโยงที่ขาดหายไประหว่างข้อมูลต่าง ๆ ทำให้สามารถสืบค้นหาข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาเชื่อมโยงเสริมให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เยนและฟลอรา (Yen and Flora, 1985, pp. 3 – 4) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ สรุปได้ว่า การฝึกให้นักเรียนใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์จะทำให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติดีต่อการเรียนดีขึ้น เนื่องจากการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ช่วยในการพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

เจมส์และวิลเลียม (James and William, 1992, pp. 44 – 45) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้ ช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยังสามารถแสดงโครงเรื่องที่ศึกษาได้ ตลอดจนช่วยให้นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากขึ้น

ฟลอยด์ (Floyd, 2005, pp. 2-5) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ สรุปได้ว่า การให้นักเรียนคิดแบบฮิวริสติกส์ช่วยในการตัดสินใจ (Making Decision) ในการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ทำให้สามารถกำหนดกลยุทธ์ (Strategy) เทคนิค (Technique) กระบวนการ (Procedure) และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ (Rules) ในการเรียนได้

นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552, น. 25) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลที่ดี และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ นอกจากนี้ยังทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาแล้ว

ครูลิก และ รูดนิค (Kruklik and Rudnick, 1995, pp. 82 – 87) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการของฮิวริสติกส์ว่า แต่ละขั้นตอนจะไม่แยกขาดจากกันแต่จะเกี่ยวข้องกันไป ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นตอนการอ่านและวิเคราะห์ปัญหาถึงสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ คำถามที่แท้จริงคืออะไร เป็นการมองในลักษณะทั่ว ๆ ไป แล้วทำความเข้าใจกับปัญหาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนของปัญหา

2. ขั้นการสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและพิจารณาว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ โดยตัดส่วนที่มาเกี่ยวข้องออก ส่วนที่เป็นประโยชน์ก็นำมาจัดให้เป็นระบบในรูปแบบตาราง แผนภาพ รูปแบบ ตามความเหมาะสม และวางแผนสำหรับการหาคำตอบต่อไป

3. ขั้นการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) เป็นการพิจารณาทางเลือกโดยนักเรียน ซึ่งขั้นตอนนี้จัดเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการในการแก้ปัญหา และเป็นตัวชี้ทางให้ผู้แก้ปัญหาใช้การคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยแนวทางจากสองขั้นตอนแรก ซึ่งลักษณะของกลยุทธ์หรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ไม่จำเป็นต้องมีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน อาจเกิดจากวิธีการที่เคยใช้บ่อย ๆ มารวมกันหลาย ๆ วิธีก็ได้ สำหรับคำแนะนำในการเลือกกลยุทธ์สำหรับการแก้ปัญหา คือ ความสำเร็จของการแก้ปัญหามาจากการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ใช้ความพยายามและมีวิธีการที่หลากหลายมีความเป็นไปได้ ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบบ่อย ๆ ได้แก่

- 3.1 การจำแนกรูปแบบวิธีการที่จะใช้
- 3.2 การพิจารณาจากผลการสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้
- 3.3 การคาดคะเนและตรวจสอบคำตอบ
- 3.4 การใช้วิธีการทดลองและการเลียนแบบวิธีการที่เคยใช้
- 3.5 การปรับปรุงและขยายกรอบแนวคิด
- 3.6 การจัดระบบข้อมูล

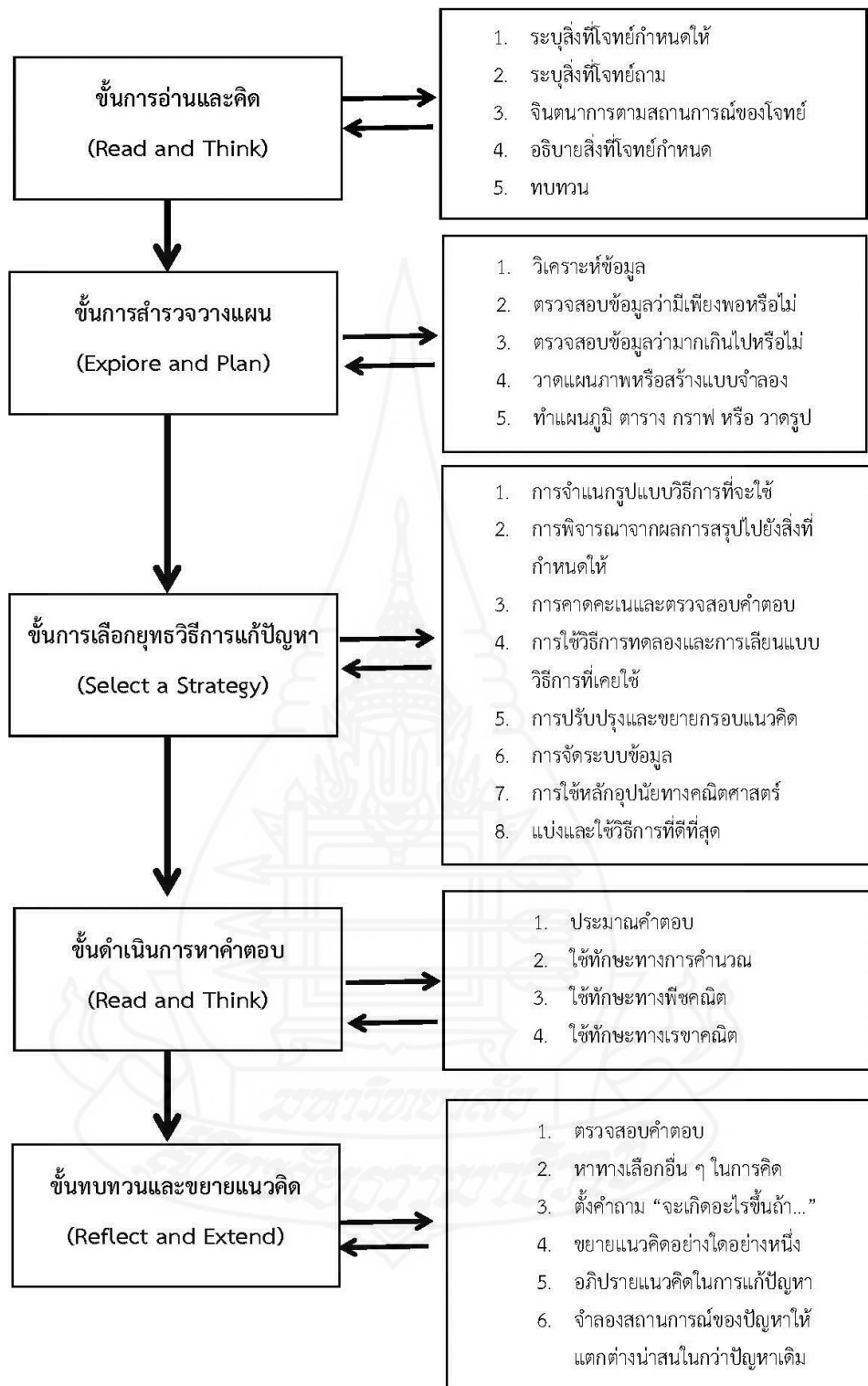
3.7 การใช้หลักอุปนัยทางคณิตศาสตร์

3.8 แบ่งและใช้วิธีการที่ดีที่สุด

4. ขั้นตอนการหาคำตอบ (Find an Answer) เป็นขั้นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการหาคำตอบ เช่น ทักษะการคำนวณ ความรู้ทางพีชคณิต เรขาคณิต เครื่องคิดเลขหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ

5. ขั้นทบทวนและขยายแนวคิด (Reflect and Extend) เป็นการตรวจสอบคำตอบ โดยพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้ วิธีการคำนวณถูกต้องหรือไม่ มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และคำตอบที่ได้กับคำตอบที่ประมาณไว้เป็นอย่างไร รวมถึงการทดลองหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ การอภิปรายถึงคำตอบที่ได้ และพิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับปัญหาในตอนเริ่มต้น ปัญหาที่แตกต่างกันอาจเกิดจากการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือการตีความบางอย่างตั้งแต่แรกที่แตกต่างกัน ถ้าเป็นไปได้กระบวนการนั้นควรจะขยายออกไป เพื่อที่จะได้ค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่ซ่อนในสถานการณ์ ความแตกต่างที่น่าสนใจของปัญหาค้างคั้งเดิมนั้นควรทำให้เป็นรูปธรรมและนำมาอภิปรายร่วมกันโดยนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.4





ภาพที่ 2.4 แผนภาพแสดงกระบวนการแก้ปัญหาของครูนิคและรูดนิค (Krulik and Rudnik)

ที่มา: ครูนิคและรูดนิค (Krulik and Rudnik, 1995)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เป็นแนวคิดหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน และมีผลการวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศที่ระบุชี้ชัดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เช่น งานวิจัยของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez and Hadaway, 1999) ซึ่งศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 กลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนที่เน้นทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ งานวิจัยของ ขอบใจ สาสีทิพย์ (2545, น. 58) นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552, น. 210) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนปกติและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

นอกจากนี้การใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วยังมีนักคณิตศาสตร์ที่ได้เสนอแนวคิดในการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เบคเกอร์และชิมาดะ (Becker & Shimada, 1997) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด ครุณาเสนอปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหา ที่ไม่จำเป็นต้องมีวิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบเพียงคำตอบเดียวครูต้องใช้ความหลากหลายของ กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาที่หลากหลายได้ประสบการณ์โดยใช้ความรู้และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่

เซฟฟิลด์ (Sheffield, 2005. p. 2 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธ์, 2552, น. 27) ได้ศึกษาการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และเสนอแบบจำลองความคิดของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อส่งเสริมนักเรียนให้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งด้วยตนเอง ซึ่งการใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์นี้ นักเรียนอาจต้องสร้างการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมหรือการใช้สัญชาตญาณ การใช้กฎ หลักการ และทฤษฎี การใช้ขั้นตอนวิธีการใหม่ ๆ การตั้งคำถามใหม่และปัญหาใหม่ ตลอดจนการสร้างแบบจำลองความคิดคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ของตนเอง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ของเซฟฟิลด์ (Sheffield, 2005, p. 2) มุ่งเน้นที่การส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจลึกซึ้ง สามารถขยายความมโนทัศน์หลักที่นักเรียนต้องการศึกษาได้ มีความคิดคล่องในการคิดหาคำตอบได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่จำกัด มีความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหาและหาคำตอบได้

หลากหลายแนวทาง รวมทั้งมีความคิดริเริ่มโดยสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น และมีความคิดละเอียดลออ คือคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิด เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้แบบจำลองความคิดของเซฟฟีลด์ยังช่วยสนับสนุนให้นักเรียนใช้ความคิดเชื่อมโยงข้อมูลจนสามารถสร้างเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปอย่างสมเหตุสมผลตลอดจนการขยายความคิด โดยสามารถหาความสัมพันธ์ของประเด็นหรือคำถามที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วสำรวจตรวจสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นหรือคำถามที่สัมพันธ์กับประโยค “ทำไม” และ “จะเป็นอย่างไร ถ้า...” ทั้งนี้แบบจำลองความคิดของเซฟฟีลด์ (Sheffield, 2008, pp. 373 - 374) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ สร้างความสัมพันธ์ (Relate) สำรวจตรวจสอบ (Investigate) ติดต่อสื่อสาร (Communicate) ประเมิน (Evaluate) และสร้างคำถามหรือปัญหา (Create) โดยนักเรียนอาจเริ่มต้นจากขั้นตอนใดก็ได้ ในแบบจำลองความคิดนี้และดำเนินต่อไปยังขั้นตอนใดก็ได้เช่นกัน เพื่อสำรวจปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

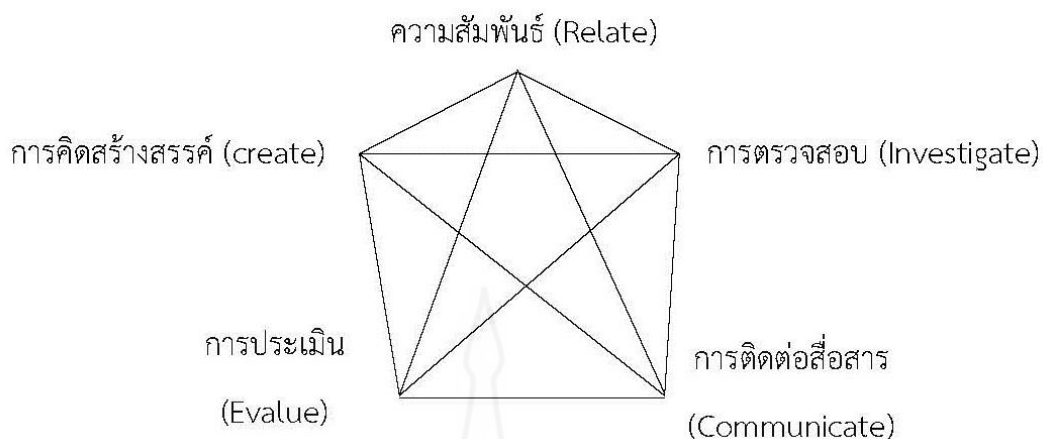
1. สร้างความสัมพันธ์ (Relate) คือ ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่หามาได้เชื่อมโยงให้สัมพันธ์กันในขอบข่ายของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถทำได้ โดยอาจเปรียบเทียบการโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาใหม่ที่พบกับปัญหาเก่าที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาแล้วพิจารณาว่าปัญหาใหม่และปัญหาเก่ามีแนวคิดทางคณิตศาสตร์ใดที่เหมือนกัน ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผู้เรียนเคยศึกษามาก่อน และพิจารณาว่าปัญหาใหม่และปัญหาเก่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

2. สำรวจตรวจสอบ (Investigate) คือ สำรวจตรวจสอบปัญหา วิธีการแก้ปัญหาหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่คิดไว้ สืบสวน คิดอย่างลึกซึ้ง และตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษา

3. ประเมิน (Evaluate) ประเมินสิ่งที่ค้นพบหรือประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ หรือไม่ และสิ่งที่ค้นพบหรือคำตอบนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่

4. ติดต่อสื่อสาร (Communicate) คือ อธิบายแนวคิด วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่นักเรียนค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น

5. สร้างคำถามหรือปัญหา (Create) คือ สร้างคำถามใหม่หรือปัญหาใหม่เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบโดยพิจารณาว่ามีประเด็นคำถามหรือปัญหาใดที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อที่กำลังสนใจ เมื่อตั้งประเด็น คำถาม หรือปัญหาใหม่ได้แล้วจึงเริ่มดำเนินการใหม่ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งในแบบจำลองความคิด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.5



เซฟฟิลด์ (Shelfield, 2000, p. 8 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธ์, 2552, น. 28) กล่าวว่าวิธีหนึ่งสำหรับการเริ่มต้นพัฒนาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ การสอนนักเรียนโดยใช้ฮิวริสติกส์ปลายเปิด (open approach Heuristic) เช่น ฮิวริสติกส์ ดังแผนภาพที่แสดงข้างต้น ซึ่งแบบจำลองความคิดนี้จะเริ่มที่จุดใดก็ได้แล้วดำเนินการต่อไปยังจุดอื่น ๆ อย่างไม่เป็นเส้นตรงเพื่อสำรวจตรวจค้นปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตัวอย่างเช่น นักเรียนอาจเชื่อมโยงแนวคิดในการแก้ปัญหาหนึ่งกับปัญหาต่าง ๆ ที่เคยพบ ซึ่งได้สำรวจตรวจค้นแนวคิดต่าง ๆ เหล่านั้นไปแล้ว จากนั้นสร้างปัญหาใหม่ ดำเนินการแก้ปัญหา วัดประเมินผลของการแก้ปัญหา เชื่อมโยงผลลัพธ์ที่ได้ และหาความสัมพันธ์ของปัญหาที่กำลังคิดแก้ปัญหาอยู่ สิ่งสำคัญคือครูต้องเลือกปัญหาที่น่าสนใจในการสำรวจตรวจค้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีการคิดของตนเองอย่างละเอียดลึกซึ้ง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ได้ จากการสังเคราะห์ขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ของนักการศึกษา แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ดังตารางที่ 2.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การสังเคราะห์ขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์

ครูติกและรูติก (Krulik and Rudnick, 1995)	ไซมอน และนีเวล (Simon and Newell, 1971)	เซฟฟิลด์ (Shelfield, 2005)	ผู้วิจัย
<p>ขั้นตอนที่ 1 การอ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นตอนการอ่านและวิเคราะห์ปัญหาถึงสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ คำถามที่แท้จริงคืออะไร เป็นการมองในลักษณะทั่ว ๆ ไป แล้วทำความเข้าใจกับปัญหาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนของปัญหา</p>	<p>ขั้นตอนที่ 1 การระบุเป้าหมายเชิงเนื้อหา (Subgoaling) คือ การแบ่งเนื้อหาที่จะเรียน ออกเป็นประเด็นย่อย ๆ เพื่อศึกษาในแต่ละประเด็นที่ระบุไว้</p>	<p>ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสัมพันธ์ (Relate) ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่หามาได้ เชื่อมโยงให้สัมพันธ์กันในขอบข่ายของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถทำได้</p>	<p>ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหา เชื่อมโยงความรู้เก่าหรือปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว และพิจารณาว่าปัญหานั้นใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องใด ขั้นนี้ จะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้</p>
<p>ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและพิจารณาว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ ส่วนที่เป็นประโยชน์ก็นำมาจัดให้เป็นระบบในรูปตาราง แผนภาพ รูปแบบ ตามความเหมาะสม และวางแผนสำหรับการหาคำตอบต่อไป</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) เป็นการพิจารณาทางเลือกโดยนักเรียนซึ่งขั้นตอนนี้จัดเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการในการแก้ปัญหา และเป็นตัวชี้ทางให้ผู้แก้ปัญหาใช้การคิดแก้ปัญหา</p>	<p>ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ (Means - Ends/ Difference Reduction Analysis) โดยให้นักเรียนหาข้อแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด</p>	<p>ขั้นตอนที่ 2 สำรวจตรวจค้น (Investigate) คือ สำรวจตรวจค้นปัญหา วิธีการแก้ปัญหาหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่คิดไว้ สืบสวน คิดอย่างลึกซึ้ง และตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษา</p>	<p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหาทางเลือกในการแก้ปัญหา วางแผน วิเคราะห์ข้อมูลสำรวจตรวจค้นปัญหา และเลือกยุทธวิธีการที่มีความเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่คิดไว้ ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษาอย่างรอบคอบ</p>

ตารางที่ 2.1 การสังเคราะห์ขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (ต่อ)

ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1995)	ไซมอน และนิวเวล (Simon and Newell, 1971)	เซฟฟิลด์ (Shelfield, 2005)	ผู้วิจัย
<p>ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการหาคำตอบ (Find an Answer) เป็นขั้นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการหาคำตอบ เช่น ทักษะการคำนวณ ความรู้ทางพีชคณิต เรขาคณิต เครื่องคิดเลขหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ</p>	<p>ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้ (Working Backward) กระบวนการนี้ให้ความสำคัญไปยังข้อสรุปของปัญหาจะต้องพยายามเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสิ่งที่สิ่งที่กำหนดให้</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา (Satisfying) โดยตัดวิธีการที่เป็นไปไม่ได้ทิ้งไปเพื่อให้ได้เพียงวิธีเดียวที่ดีที่สุด</p>	<p>ขั้นตอนที่ 3 ประเมิน (Evaluate) ประเมินสิ่งที่ค้นพบหรือประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ หรือไม่ และสิ่งที่ค้นพบหรือคำตอบนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่</p>	<p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นหาคำตอบและประเมินผล ในขั้นตอนนี้ นักเรียนดำเนินการหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ และประเมินว่าคำตอบนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่</p>

ตารางที่ 2.1 การสังเคราะห์ขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (ต่อ)

ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1995)	ไซมอน และนิวเวล (Simon and Newell, 1971)	เซฟฟิลด์ (Shelfield, 2005)	ผู้วิจัย
<p>ขั้นตอนที่ 5 ทบทวนและขยายแนวคิด (Reflect and Extend) เป็นการตรวจสอบคำตอบ โดยพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้ วิธีการคำนวณถูกต้องหรือไม่ มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และคำตอบที่ได้กับคำตอบที่ประมาณไว้เป็นอย่างไร รวมถึงการทดลองหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ การอภิปรายถึงคำตอบที่ได้</p>		<p>ขั้นตอนที่ 4 ติดต่อสื่อสาร (Communicate) คือ อธิบายแนวคิด วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่นักเรียนค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น</p> <p>ขั้นตอนที่ 5 สร้างคำถามหรือปัญหา (Create) คือ สร้างคำถามใหม่หรือปัญหาใหม่เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบ โดยพิจารณาว่ามีประเด็นคำถามหรือปัญหาใดที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อที่กำลังสนใจ</p>	<p>ขั้นที่ 4 ทบทวนและขยายแนวคิด (Reflect and Extend) เป็นขั้นที่ได้คำตอบมาแล้ว มีการตรวจสอบคำตอบ อธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ที่นักเรียนค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และการทดลองสร้างคำถามใหม่หรือปัญหาใหม่ หาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่นถึงคำตอบที่ได้</p>

จากแบบจำลองความคิดนี้นักเรียนไม่ได้สิ้นสุดการคิดเพียงเมื่อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาเท่านั้น ในขณะที่มีหลายแบบจำลองความคิดสิ้นสุดเมื่อนักเรียนค้นพบคำตอบ โดยไม่ได้ย้อนกลับมาพิจารณาปัญหานั้น ๆ อีกเลย ซึ่งแบบจำลองความคิดที่มีลักษณะเช่นนี้นับว่าขาดการกระตุ้นให้นักเรียนคิดลึกซึ่งเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และขาดการค้นพบมโนทัศน์ใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ที่จะสำรวจปัญหา เมื่อเขาค้นพบว่าความท้าทายของคณิตศาสตร์ไม่ได้เริ่มต้นที่การค้นพบปัญหาแล้วสิ้นสุดที่การแก้ปัญหาได้ แต่นักคณิตศาสตร์กล่าวว่าคณิตศาสตร์ที่แท้จริงเริ่มต้นหลังจากที่แก้ปัญหาที่ค้นพบได้แล้ว แบบจำลองความคิดนี้แตกต่างจากคำถามคณิตศาสตร์แบบเดิม ๆ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่เคยถามว่าประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรจัดให้เพิ่มขึ้นหรือไม่ ซึ่งหมายความรวมถึงการเพิ่มหัวข้อเรื่องในหลักสูตร หรือควรเร่งรัดมากกว่านี้หรือไม่ซึ่งหมายถึงการทำให้นักเรียนในหลักสูตรการเรียนการสอนเดิมที่มีอยู่ให้จบเร็วมากขึ้น ทั้งนี้แบบจำลองความคิดที่มีลักษณะเปิด ดังตัวอย่างนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งหลักสูตรการเรียนการสอนในปัจจุบัน และสำหรับหลักสูตรที่มีการปรับปรุงใหม่

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เป็นการฝึกทักษะการคิดแบบหนึ่งที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างมาก ทำให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการนักเรียนต้องการศึกษาได้ มีความคิดคล่องในการหาคำตอบได้จำนวนมากในเวลาจำกัด มีความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหาและหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง รวมทั้งมีความคิดริเริ่มโดยสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่นและมีความคิดละเอียดลออ คือคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพได้ชัดเจน ยังช่วยสนับสนุนให้นักเรียนใช้ความคิดเชื่อมโยงข้อมูลจนสามารถสร้างเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปอย่างสมเหตุสมผลตลอดจนการขยายความคิด โดยสามารถหาความสัมพันธ์ของประเด็นหรือคำถามที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วสำรวจตรวจสอบ และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลายทางเลือก ส่งเสริมให้นักเรียนพูดคุยปัญหาของตนเองกับบุคคลอื่น และรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่นอย่างมีวิจารณ์ญาณ และเป็นผู้รู้จักประเมินความคิดของตนเอง โดยครูสามารถประยุกต์ใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ได้หลากหลายรูปแบบ และใช้สอนได้ทั้งการสอนเนื้อหาและการสอนเกี่ยวกับการดำเนินการ

3. การประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ ชาร์ล, ครูนิกและ รุดนิก (Charles, et al. 1987, p. 15; Krunik and Rudnick, 1998 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, น. 50) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, น. 17 – 19) สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่ง สหรัฐอเมริกา (NTCM, 1989, น. 209) โดยสรุป การประเมินตามสภาพจริงจะช่วยพัฒนาและส่งเสริม สมรรถภาพของนักเรียน ที่ครอบคลุมด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สามารถแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ ได้ดังนี้

1. การสังเกตการใช้คำถาม (observing and question) การสังเกตและการใช้คำถามกับ นักเรียน ขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการแสดงออก เจตคติ ความเชื่อต่าง ๆ การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการและการใช้คำถามกับนักเรียนสามารถใช้ประเมินเมื่อนักเรียน ทำงานเป็นรายบุคคล ในกลุ่มเล็ก หรือในขณะที่อภิปรายร่วมกันทั้งชั้น คาดว่าน่าจะมีประสิทธิภาพที่สุด ระหว่างที่นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลหรือในกลุ่มเล็ก เนื่องจากครูมีข้อจำกัดในด้านเวลาในการจดบันทึก ขณะที่มีการอภิปรายทั้งชั้นเรียน เครื่องมือในการประเมินที่ครูต้องเตรียมไว้ล่วงหน้า เช่น แบบตรวจสอบ รายการ หรือมาตรประมาณค่า เช่น

แบบตรวจรายการ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
ชื่อนักเรียน.....วันที่.....	
.....1	ชอบการแก้ปัญหา
.....2	มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม
.....3	เสนอความคิดในการแก้ปัญหาของกลุ่ม
.....4	มีความพยายามในการหาแบบรูป
.....5	พยายามทำความเข้าใจปัญหา
.....6	สามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ได้
.....7	เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
.....8	มีความพยายามในการเลือกยุทธวิธีแบบอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาเมื่อประสบความสำเร็จล้มเหลวในการเลือกใช้ยุทธวิธีแรกในการแก้ปัญหา
.....9	ตรวจคำตอบ
.....10	สามารถอธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบได้

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างเครื่องมือในการประเมิน

2. การสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสัมภาษณ์นักเรียนคราวละไม่เกิน 2 คน โดยปกติให้สัมภาษณ์ทีละคน สัมภาษณ์อย่างเป็นระบบ โดยการถามปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งต้องวางแผนไว้ล่วงหน้า การใช้การจดบันทึก มาตรฐานค่า แบบตรวจสอบรายการ การบันทึกเสียงวีดิทัศน์ก็สามารถนำมาใช้ประกอบกันได้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ภายหลัง ขั้นตอนการสัมภาษณ์ คือ 1) เลือกบุคคลที่จะสัมภาษณ์ 2) เลือกปัญหาที่เหมาะสม 3) วางแผนแบ่งประเด็นที่จะสัมภาษณ์ด้วยตนเอง และ 4) ดำเนินการสัมภาษณ์

3. การประเมินสมุดงาน สมุดงานบันทึกการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญซึ่งในสมุดงานมีข้อมูลพื้นฐานต่อไปนี้

3.1 วิธีการหาคำตอบคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

3.2 การอธิบายถึงยุทธวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา

3.3 การอธิบายถึงความคล้ายคลึงกันของคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้นและที่ใช้ในปัญหาอื่น ๆ ที่นักเรียนเคยแก้มาแล้ว

3.4 การอธิบาย การขยายปัญหาที่เป็นไปได้

3.5 การสำรวจศึกษาปัญหาจากการขยายปัญหา

ครูสามารถใช้สมุดงานเหล่านี้ในการประเมินความก้าวหน้าในการแก้ปัญหานั้นและที่ใช้ในปัญหาอื่น ๆ ที่นักเรียนเคยแก้มาแล้ว

4. การประเมินผลการรายงาน การเขียนรายงานหรือการบันทึกประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ทำให้นักเรียนคิดย้อนถึงคือ การถามนักเรียนให้คิดย้อนทวนอธิบายวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา ทิศทางหรือตัวอย่างของคำถามทั่วไป เช่น “จงบอกแนวความคิด และอธิบายวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา” เน้นสิ่งที่มีประโยชน์ในการช่วยให้นักเรียนได้เริ่มต้นรายงาน ครูสามารถใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อช่วยนักเรียนให้มองย้อนกลับ และอธิบายการคิดของนักเรียนขณะที่แก้ปัญหา

4.1 นักเรียนทำอะไร เมื่อแรกพบปัญหานักเรียนคิดถึงอะไร

4.2 นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ ใช้ยุทธวิธีใด ผลเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ยุทธวิธีนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่

4.3 ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จ นักเรียนพยายามหายุทธวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร

4.4 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ นักเรียนรู้สึกอย่างไร

4.5 นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่น ๆ บ้างหรือไม่ นักเรียนแน่ใจไหมว่าคำตอบทำได้ถูกต้อง

4.6 โดยทั่ว ๆ ไปนักเรียนรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหานี้

5. การประเมินแฟ้มผลงาน แฟ้มผลงานเป็นที่เก็บผลงานของนักเรียนซึ่งนักเรียนคัดเลือกได้ด้วยตนเอง แฟ้มผลงานจะอยู่ในตำแหน่งที่หาง่ายในห้องเรียน แนวคิดที่อยู่เบื้องหลังแฟ้มผลงาน ก็คือ เป็นการรวบรวมผลงานที่ดีที่สุดของนักเรียนอย่างเป็นระบบ แฟ้มผลงานเปิดโอกาสให้นักเรียนมีเวลา ในการคิดที่จะพัฒนางาน จัดแสดงผลงานให้ดีขึ้น ด้วยการใช้แฟ้มผลงาน นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดที่สำคัญในคณิตศาสตร์ แฟ้มผลงานช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกและสังเกตการเจริญเติบโตวุฒิภาวะของตนเองในคณิตศาสตร์ได้ตลอดเวลา

6. แฟ้มผลงานเป็นการบันทึกความก้าวหน้าของการเรียนรู้ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่องในระยะยาว สอดคล้องกับธรรมชาติเป็นผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในแง่มุมที่สอดคล้องกับความเป็นจริงแทนการสอบถามหรือทดสอบซึ่งทำเพียงบางช่วงเวลา แฟ้มผลงานใช้เป็นสิ่งบันทึกความสำเร็จที่ภาคภูมิใจดีกว่า บันทึกความบกพร่อง ทักษะการสื่อสารจะได้รับการพัฒนาและส่งเสริมผ่านการใช้แฟ้มผลงานจากการที่นักเรียนรายงานถึงผลของการสำรวจศึกษาปัญหาการทำกิจกรรม

7. การใช้แบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา ได้แก่ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choice tests) และแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ (Completion tests) โดยแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีตัวเลือกหลาย ๆ ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกตัวเลือกที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ส่วนแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้เพื่อให้นักเรียนเติมคำหรือใส่ประโยคที่ถูกต้องในช่องว่าง

8. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากงานเขียน การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจะสามารถใช้เทคนิคหลาย ๆ อย่าง ในการประเมิน แต่การประเมินจากการเขียนแสดงการแก้ปัญหาของนักเรียนก็นับว่าเป็นสาระสำคัญ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถและกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ชาร์และคณะ (Charles. Et al, 1987, p. 29 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว่าเย็นผล, 2544, น. 53) ได้เสนอแนะการประเมินผลงานการแก้ปัญหาของนักเรียน 2 วิธี คือ

8.1 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analysis scoring) เป็นวิธีการประเมินที่กำหนดค่าของคะแนน โดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นขั้นตอนแรกของการพัฒนามาตราส่วนของการให้คะแนนของการวิเคราะห์ คือ การกำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ประเมินสนใจและขั้นตอนที่สอง คือ การกำหนดพิสัยของคะแนนที่เป็นไปได้สำหรับแต่ละขั้นตอน

ข้อดีของการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ คือ ในการพิจารณาขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ไม่ใช่พิจารณาเพียงคำตอบเท่านั้น แต่เป็นวิธีการกำหนดคุณค่างานของนักเรียนด้วยการให้คะแนนที่ชัดเจน ช่วยให้ครูรู้จักจุดอ่อนจุดแข็งในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ตรงประเด็น ได้ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับผลที่เกิดจากกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย และมาตราส่วนการให้คะแนนโดยการ

วิเคราะห์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม ตัวอย่างของการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกกลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้得不ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 อ้างถึงใน ชานนท์ จันทรา, 2555, น. 35)

8.2 การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เป็นวิธีการให้คะแนนที่เน้นภาพรวมของคำตอบ แต่ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนมีความสัมพันธ์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาในมุมมองที่แตกต่างกับการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ โดยการให้คะแนนแบบองค์รวมจะไม่กำหนดคะแนนแยกแยะลงไปถึงประเด็นต่าง ๆ ของกระบวนการคิดแต่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนสำหรับภาพรวมของคำตอบทั้งหมด

ข้อดีของการให้คะแนนแบบองค์รวม คือ เปิดโอกาสให้มีการพิจารณาประเมินการเขียนของนักเรียนให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว เน้นการพิจารณากระบวนการที่ใช้โดยไม่ใช้พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น มีการจัดเตรียมเกณฑ์การคะแนนที่เฉพาะเจาะจง ชัดเจนสำหรับงานเขียน ใช้คะแนนค่าเดียว ซึ่งครอบคลุมภาพรวมของคำตอบในการแสดงผลงานการแก้ปัญหา ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวมแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหา

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 ยอดเยี่ยม	- ดำเนินการแก้ปัญหด้วยยุทธวิธีแก้ปัญหที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์
3 ดี	- ดำเนินการตามยุทธวิธีการแก้ปัญหที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาคิดไปโดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหา หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหได้เหมาะสม หาคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามยุทธวิธีได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมและแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	- ไม่เหมาะสมและได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งทีแสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง นำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาดหรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อย ๆ ทีแบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้หรือได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญห
1 ยังต้องปรับปรุง	- แสดงวิธีการหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหด้วยยุทธวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหได้ไม่คิดหายุทธวิธีอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่จะหาเป้าหมายย่อย ๆ ของปัญหาแต่ไม่ดำเนินการต่อ
0 ไม่พยายาม	- ไม่แสดงการแก้ปัญห หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

ที่มา: ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, น. 53)

กล่าวโดยสรุปการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา ดังกล่าวข้างต้น กล่าวได้ว่า ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากการสังเกตและการใช้คำถาม การสัมภาษณ์ การประเมินสมุดงาน การประเมินการรายงาน การประเมินแฟ้มผลงาน การใช้แบบทดสอบ และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากงานเขียน ซึ่งไม่สนใจเพียงคำตอบของปัญหาเท่านั้น แต่จะพิจารณาถึงกระบวนการในการได้มาของคำตอบด้วย

3.1 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในเชิงที่สอดคล้องกัน ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545, น. 13; ไพศาล หวังพานิช, 2543, น. 137; ล้วน สายยศ, 2543, น. 15; Wilson, 1971, pp. 643 – 696; พิจิตรา สิทธิวงศ์, 2557, น. 23) กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝนอบรม หรือหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สามารถวัดได้จากการพัฒนาด้านสติปัญญา ความรู้สึกและทักษะกลไกของตัวนักเรียน และวิลสัน (Wilson, 1971 อ้างถึงใน ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 30 – 33) ได้นำเอาการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษา โดยแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ ความจำ ด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมระดับนี้ถือเป็นการคิดคำนวณขั้นต้น แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถในการระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานที่ได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้ว

1.2 ความรู้ ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึก หรือจำศัพท์ หรือนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้อีกแล้ว ข้อสอบด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง ไม่ยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งเป็น 6 ชั้น คือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริง

ต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจ ในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนตินั้นโดยใช้คำพูดของตนเอง หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่ หรือยกตัวอย่างที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหานั้นได้ ถ้าคำถามนี้เป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนติไปสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้นได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญห (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasons) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของการอนุมาน (Deductive format) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Ability To Read and Interpret a Problems) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยการอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบในระหว่างเรียน ที่นักเรียนเลือกกระบวนการในการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) ต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ ต้องใช้วิธีการคำนวณ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่เป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรืออาจต้องแยกโจทย์ปัญหา ออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลาย ๆ ครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ โดยการสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้จากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาก็ไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาคณิตกรรมระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพทางสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาก็ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Non – Routine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างที่ไม่เคยเห็นมาก่อน ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationship) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญห แทนความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามทฤษฎีความรู้ต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วช่วยในการแก้ปัญห

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้มองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดจากมโนคติ หลักการ กฎนิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้บ้าง

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร ซึ่งใช้ในกรณีทั่วไปได้ (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการสร้างสูตร

ขึ้นมาใหม่ โดยให้ความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมที่เคยเรียนมาแล้ว และต้องสมเหตุสมผลด้วย คือ การจะถามให้หาพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้สร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่าเครื่องมือที่ผู้สอนไว้วัดและประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในด้านความรู้นั้นมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือหนึ่ง ที่ช่วยให้ครูสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมิโนทศน์แต่ละเรื่อง (ชานนท์ จันทรา 2554, น. 49 – 51)

รูปแบบของแบบทดสอบ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบบทดสอบแบบปรนัยหรือแบบทดสอบที่ไม่ใช้ความเรียง (Objective Tests) เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching) แบบทดสอบแบบถูกผิด (True – False) แบบทดสอบแบบเติมคำหรือแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ (Comparison Test)

2. แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบทดสอบแบบความเรียง (Subjective tests) เช่น แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ แต่จะพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ นั้น คือ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ และแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการวัดความสามารถทางด้านสติปัญญาของนักเรียน และประเมินประสิทธิภาพของการสอน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

3.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ถือว่าเป็นคุณลักษณะทางความคิดอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของบุคคล การที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากอดีตจนกลายมาเป็นโลกแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการสื่อสารไร้พรมแดน การดำเนินชีวิตของบุคคลสะดวกสบายขึ้นในปัจจุบัน เหล่านี้ล้วนเป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลทั้งนั้น ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยทั้งความคิด และจินตนาการที่ไม่ยึดติดอยู่ในสภาวะการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ และมีความเพียรพยายาม มุมานะจนกระทั่งคิดได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มิติดตัวมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้นและพัฒนาพลังแห่งการสร้างสรรค์จะทำให้เป็นบุคคลที่มีอิสระทางความคิด มีความคิดที่อยู่นอกกรอบและสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้เสมอ

3.2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ออสบอร์น (Osborn, 1963, p. 14 อ้างถึงใน ปนัดดา แก้วสะเทือน, 2554, น. 29) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการเชิงประยุกต์ ซึ่งเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่ตนเองประสบอยู่ แต่ไม่ใช่จินตนาการที่ฟุ้งซ่านเลื่อนลอยทั่วไป โดยที่ความคิดจินตนาการเป็นลักษณะที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการคิดค้น หรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อสังคม แต่ความคิดจินตนาการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลผลิตสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการที่ควบคู่ไปกับการเพียรพยายามอดุทธสาหัส ซึ่งสามารถทำให้งานที่สร้างสรรค์สำเร็จลงได้

เวสคอนและสมิธ (Westcott and Smith, 1967, p. 221 อ้างถึงใน ปนัดดา แก้วสะเทือน, 2554, น. 29) ได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่รวมถึงประสบการณ์เดิมของแต่ละคนออกมา แล้วนำมาจัดให้เป็นรูปแบบใหม่ โดยรูปแบบใหม่ของความคิดนี้เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคน

กิลฟอร์ด (Guiford, 1967, p. 61) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (divergent thinking) คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล เป็นลักษณะความคิดที่นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ไขปัญหาค้นสำเร็จ และความคิดสร้างสรรค์นี้ ประกอบด้วยลักษณะ ความคิดริเริ่ม (originality) ความคล่องในการคิด (fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (flexibility) และความละเอียดลออในการคิด (elaboration)

ทอเรนซ์ (Torrance, 1973, p. 42 อ้างถึงใน ปนัดดา แก้วสะเทือน, 2554, น. 29) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึกลึกซึ้งที่ไวต่อปัญหา สิ่งที่ยกพร่องหรือขาดหายไป ไวต่อการแยกแยะปัญหา ไวต่อการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา ไวต่อการคาดคะเนและการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

รอย (Roy, 1982, pp. 143 – 147 อ้างถึงใน เรียงชัย คำสุวรรณ, 2553, น. 26) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยเขาใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์คือ

1. ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความคำตอบ
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

เรียงชัย คำสุวรรณ (2553, น. 27) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการเกิดความคิดที่แตกต่างไปจากผู้อื่น คิดอย่างหลากหลาย ไม่ซ้ำแบบเดิม เพื่อแก้ปัญหา

ที่เผชิญหรือเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพ เป็นความสามารถทั่ว ๆ ไปที่ทุกคนมีลักษณะเด่นของความคิดสร้างสรรค์คือการคิดได้หลายทิศทาง หรือการคิดแบบอเนกนัย ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ

ปนัดดา แก้วสะท้อน (2554, น. 30) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่สามารถคิดได้อย่างหลากหลาย กว้างไกลและลึกซึ้งโดยไม่ซ้ำแบบเดิม เพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญหรือเพื่อสร้างสรรค์สิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552, น. 47) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดที่แปลกใหม่ ริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของนักเรียนที่คิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลงผสมผสานความคิดเดิมกับสิ่งใหม่ และเป็นความคิดที่ซ้ำแบบใคร ซึ่งอาจจะเป็นการคาดคะเนขั้นต้นวิธีหรือการแก้ปัญหาใด ๆ ทางคณิตศาสตร์

ณัฐภูมิ เจริญกุล (2554, น. 42) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่จะนำไปสู่ วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่นและมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้น ให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545, น. 3-5 อ้างถึงใน พิศมัย อาแพงพันธ์, 2551, น. 30) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ลักษณะ คือ หนึ่งหมายถึง ความคิดแง่บวก (Positive Thinking) คือ การพูดแง่บวกเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะนิสัยมากกว่าวิธีคิด ตรงข้ามกับการคิดแง่ลบ (Negative Thinking) ซึ่งหมายถึงความคิดไม่ดีงาม สองหมายถึงการกระทำที่ไม่ทำร้ายใคร (Constructive Thinking) ใช้ในความคิดที่ไม่ทำร้ายล้าง สามหมายถึงการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากเดิม

พิศมัย อาแพงพันธ์ (2551, น. 30) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะคิดได้หลายแง่หลายมุม หลายทิศหลายทาง เป็นความคิดที่จะนำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ รวมทั้งการคิดและค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ความสามารถนี้ประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ

กิลฟอร์ด (Guiford, 1970, p. 470 อ้างถึงใน เรียงชัย ดำสุวรรณ, 2553, น. 24) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถทางสมองที่สามารถคิดแบบอเนกนัย (divergent thinking) คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล เป็นลักษณะความคิดที่นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ไขปัญหาได้สำเร็จ และความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยลักษณะ ความคิดริเริ่ม (originality) ความคล่องในการคิด (fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (flexibility) และความละเอียดลออในการคิด (elaboration)

กล่าวโดยสรุปความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะคิดได้อย่างหลากหลาย หลายทิศหลายทาง เป็นการนำความคิดไปสู่กระบวนการคิดและค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยมีสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้น คิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว

3.2.2 องค์ประกอบของทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guiford, 1967, pp. 147 - 151 อ้างถึงใน ปนัดดา แก้วสะท้อน, 2554, น. 30) เชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาแตกต่างหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

เบิร์น (Burns, 2005, pp. 25 – 30) และรอลิสัน (Rawlison, 1988, p. 15-16) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 องค์ประกอบ ซึ่งอธิบายได้สอดคล้องกัน สรุปได้ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว โดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่า จากสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก และจะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกร่วมกันทั้งชั้นหรือจัดกลุ่มก็ได้ เช่น ให้นักเรียนตั้งโจทย์คำถามที่มีคำตอบเป็น 15 ซึ่งนักเรียนที่มีความคิดคล่องสามารถคิดโจทย์คำถามได้หลายคำถาม และคิดได้อย่างรวดเร็ว

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้
อย่างมากแตกต่างหลายทิศทางหรือหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้แตกต่างจากความคิดคล่องและต้อง
คอยกระตุ้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ อาจจะจัดร่วมกันทั้งชั้นหรือเป็นกลุ่มก็ได้

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
ที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยครูให้นักเรียนคิดแล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ทาง
คณิตศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนบอกตัวเลขที่ชอบแล้วแสดงเหตุผล นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มสามารถแสดงเหตุ
ผลได้แตกต่างจากผู้อื่นและเหตุผลนั้นมีความถูกต้องด้วย

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยายขอบเขตของความคิดทาง
คณิตศาสตร์ให้ละเอียดและน่าสนใจเพื่อเพิ่มเติม

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1973, pp. 91-95 อ้างถึงใน เรืองชัย คำสุวรรณ, 2553, น. 29)
เป็นผู้นำแนวคิดและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด มาใช้ในการศึกษาวิจัยในรูปแบบ
การเรียนการสอน ซึ่ง ทอร์แรนซ์ สนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน
3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดได้หลากหลาย
เพื่อตอบสนองต่อปัญหาปลายเปิด และคำถามอื่น ๆ เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทาง
ภาษา ความสามารถทางดนตรี และความสามารถทางศิลปะ เป็นต้น

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้
หลากหลายวิธีคิดและสามารถแปลงความรู้สึกรู้สึกหรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ ที่แตกต่างไปจาก
ความคิดธรรมดา หรือคิดที่แตกต่างจากบุคคลอื่น

อารี พันธมณี (2546, น. 35) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้
4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิด
ธรรมดาหรือเป็นความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อ
ตนเองและสังคม

2. ความคิดคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภท หรือ แบบของความคิด

4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง คุณลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มี
ความแปลกใหม่เป็นพิเศษให้สำเร็จ

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นั้นมีหลายลักษณะ ส่วนใหญ่ใน
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะใช้เพียง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และ

ความคิดริเริ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ตามแบบของทอร์เรนซ์ (Torrance, 1973) ซึ่งศึกษา 3 องค์ประกอบ ทั้งนี้เพราะความคิดละเอียดลออ นั้น สอดแทรกอยู่กับทั้ง 3 องค์ประกอบ และมีข้อจำกัดเกี่ยวกับอายุ เพศ และคุณสมบัติด้านการสังเกตด้วย และเนื่องจากทั้ง 3 องค์ประกอบ มีการตรวจให้คะแนนที่ชัดเจนและมีความเป็นปรนัยตามที่กรมวิชาการ (2534, น. 51) ได้เสนอไว้ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ตามแบบของ ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1973) ที่ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณของการคิดหาคำตอบได้อย่าง คล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบหลายคำตอบในเวลาจำกัด

ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทของการคิดหาคำตอบได้หลาย คำตอบและหลายทิศทางในเรื่องเดียวกัน

ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ แตกต่างไปจากธรรมดา ในการตอบ โดยเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำคนอื่นหรือซ้ำน้อยที่สุด

นีลเลอร์ (Kneller, 1965, pp. 72-73, 95 อ้างถึงใน เรืองชัย ดำสุวรรณ, 2553, น. 29) ความคิดสร้างสรรค์ของคนจะมีการเจริญเติบโตไปพร้อม ๆ กับร่างกาย และขึ้นสูงสุดเมื่ออายุอยู่ใน วัยรุ่นตอนปลาย โดยเฉพาะในวัยเด็ก ความคิดสร้างสรรค์จะเจริญงอกงามเร็วกว่าสติปัญญา ความคิด สร้างสรรค์จะขึ้นสูงในช่วงอายุ 4 – 5 ขวบ แล้วลดต่ำลงเล็กน้อยเมื่อแรกเข้าโรงเรียน แล้วค่อย ๆ สูงขึ้น ตั้งแต่เกรด 1 ถึง เกรด 3 ตกลงในตอนต้น เกรด 4 เพิ่มสูงขึ้นในระยะเกรด 5 – 6 ตกลงตอนต้นเกรด 7 แล้ว จึงหยุดหรืออาจต่ำลงซ้ำ ๆ

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล มีการพัฒนาไปตามลำดับ และความคิด สร้างสรรค์จะเกิดขึ้นเมื่อได้รับการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมผสมผสานกับประสบการณ์ใหม่ โดยเฉพาะใน วัยเด็กความคิดสร้างสรรค์เจริญสูงสุด เด็ก ๆ จะเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ โดยผ่านการเล่นผู้ใหญ่ควรยอมให้เด็กทำ สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้โอกาสเด็กในการแสดงความคิดเห็น เมื่อต้องทำสิ่งที่ยากขึ้น ควรผู้ใหญ่คอย แนะนำ ให้การสนับสนุน ดังนั้น เด็กวัยนี้จึงเป็นวัยที่ควรได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ด้วยวิธีการ สอนหรือการจัดกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม

3.2.3 กิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่มีอยู่ในตัวบุคคล สามารถที่จะพัฒนาให้เพิ่มขึ้นได้ โดยผ่านการจัดการเรียนการสอน การแนะนำ ส่งเสริม ดังนั้น ครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทมากที่สุดในพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน มีนักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1969, pp. 7 – 9) ได้เสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ไว้ 3 ลักษณะ โดยเชื่อว่าเป็นพื้นฐานที่จะกระตุ้นและจูงใจให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ คือ

1. ลักษณะความไม่สมบูรณ์ การเปิดกว้าง (Incompleteness Openness) เป็นลักษณะพื้นฐานแรกที่สุดในกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ โดยวิธีการสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ที่จะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยความไม่สมบูรณ์ไปกระตุ้นการเรียนรู้ให้เกิดความอยากรู้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยปกติเทคนิควิธีการสอนนี้จะให้ได้ผลก่อนเริ่มบทเรียน การให้การบ้าน และการทำกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ

2. ลักษณะการสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมา (Producing Something and Using it) วิธีหนึ่งที่ ทอแรนซ์ (Torance) เสนอแนะมาให้กระบวนการเรียนรู้สร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา คือ การให้นักเรียนสร้างหรือผลิตงานบางอย่างขึ้นให้เป็นประโยชน์ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีหลักที่มายเออร์ และทอแรนซ์นำมาใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้น

3. ลักษณะใช้คำถามของเด็ก (Using Pupil Question) ความอยากรู้อยากเห็นของเด็ก ๆ ทำให้เขาถามคำถามต่าง ๆ มากมาย ดังนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้เด็กได้ถามคำถาม และครูต้องยอมรับได้ว่าไม่มีอะไรที่จะเป็นรางวัลแก่เด็กมากไปกว่าการที่เด็กได้ค้นพบคำตอบที่เขาถาม แต่มีได้หมายความว่า ครูจะต้องตอบคำถามนั้นในทันทีทันใดทุกครั้ง แต่ครูต้องหาวิธีการช่วยเหลือหรือใช้คำถามกลับเพื่อให้เด็กหาคำตอบเองจากแหล่งที่เด็กสามารถหาคำตอบเองจากแหล่งที่เด็กสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตัวของเขาเอง เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เด็กจะพอใจ และเรียนรู้สร้างสรรค์

กาลลาเฮอร์ และกาลลาเฮอร์ (Gallaher & Gallaher, 1994, pp. 343-344 อ้างถึงใน เรียงชัย คำสุวรรณ, 2554, น. 32) กล่าวถึง แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. จัดหลักสูตรโดยเน้นกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้โมทัศน์มากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา และครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

2. มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการทำงาน หรือทำโครงการต่าง ๆ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนการสอน

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่า ความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหามากกว่าที่จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย

5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหา และวิธีการสอนอย่างสม่ำเสมอ

เดวิส (Davis, 1991, pp. 236 – 244 อ้างถึงใน ปนัดดา แก้วสะเทือน, 2554, น. 38) กล่าวถึงสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีเจตคติที่ดี และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์

2. ครูควรพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในด้านให้คำจำกัดความกระบวนการคิด วิธีการคิดและการตรวจสอบวิธีการคิด เป็นต้น

3. ครูควรจัดกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์

4. ครูควรฝึกให้นักเรียนขยายขอบเขตของความรู้ที่ได้รับไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

5. ครูควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนด้วย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ ความสามารถและเจตคติที่ดีต่อการคิดสร้างสรรค์

สเตอร์นเบิร์ก และ วิลเลียม (Sternberg and Williams, 1996, p. 115 อ้างถึงใน ปนัดดา แก้วสะเทือน, 2554, น. 39) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลด้วยตนเอง สรุปได้ดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจในการที่จะฝึกความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง
2. ฝึกการตั้งสมมติฐาน สันนิษฐานหรือคาดการณ์ล่วงหน้าโดยการตั้งคำถาม
3. เข้าใจการแก้ปัญหาและพยายามแก้ปัญหาให้ได้ถูกต้องชัดเจน
4. สร้างความคิดของตนเองให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. ให้เวลากับการฝึกความคิดสร้างสรรค์
6. ยอมรับข้อผิดพลาด กล้าฝ่าฟันอุปสรรคและความยุ่งยาก
7. กล้าแสดงออกและนำเสนอความคิดของตนเองต่อสาธารณชน
8. กระตุ้นให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลกใหม่และสามารถทำประโยชน์แก่ผู้อื่นได้
9. ปรับปรุงและเสริมสร้างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น
10. หมั่นแสดงทรรศนะที่เป็นจินตนาการเพื่อให้เกิดกิจกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่

แปลกใหม่

ฮอลล์แมน (Hallman, 1971, pp. 220 – 224 อ้างถึงใน กชกร รุ่งหัวไม้, 2547, น. 45 – 46) ได้เสนอข้อเสนอแนะสำหรับครูในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง
2. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้อย่างเสรี
3. สนับสนุนให้ผู้เรียน เรียนรู้เพิ่มมากขึ้น
4. ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้คิดแก้ปัญหาแปลกใหม่
5. ไม่เข้มงวดหรือคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้จากการค้นพบของผู้เรียนมาก
6. สนับสนุนให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นทางสติปัญญา
7. สนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าของตน
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่ไวต่อการรับรู้ในสิ่งเร้า ทั้งด้านความรู้สึกและปัญหา

9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนตอบคำถามประเภทปลายเปิดที่มีความหมาย ไม่มีคำตอบตายตัว

10. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ความคิด และเครื่องมือในการแก้ปัญหาซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงกระบวนการ

11. ฝึกให้ผู้เรียนมีกำลังใจต่อการสู้ความล้มเหลวและความคับข้องใจ

12. ฝึกให้ผู้เรียนพิจารณาแก้ปัญหาในภาพรวมมากกว่าการแก้ปัญหาย่อย ๆ

อารี พันธมณี (2543, น. 104 – 105) กล่าวว่า ครูมีบทบาทสำคัญ คือ ครูเป็นครูผู้สอนและปฏิบัติจริง ครูจึงมีหน้าที่สอนให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดี ส่งเสริมความสามารถความถนัดของเด็กให้ได้มีโอกาสพัฒนาอย่างเต็มที่ สอนให้เด็กเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก จิตใจ และทัศนคติ ตลอดจนการปฏิบัติตนในทางดีงามเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของสังคม

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวเกี่ยวกับ แนวทางและกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ครูนอกจากทำหน้าที่การสอน แล้วยังต้องจัดกิจกรรมส่งเสริมและสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้นักเรียนมีอิสระในการคิด ใช้คำถามย่อยหรือคำถามที่ไม่สมบูรณ์เปิดกว้าง ให้โอกาสนักเรียนตั้งคำถาม มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสวงหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เปลี่ยนบทบาทของตนเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและการบรรยายลง เพิ่มความมั่นใจให้กับผู้เรียนเพื่อที่จะทำให้เขากล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น

3.2.4 หลักการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือ ให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลายทาง หลายแบบ หลายแนว ซึ่งมีนักการศึกษาคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์สนใจศึกษาการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้กล่าวถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

บาลกา (Balga, 1974, pp. 633 – 636) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักวิชาการคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป จากการสำรวจ พบว่า เกณฑ์ที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 6 ด้าน ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผล จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อมูลหรือ

สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี และสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีการเดิม หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว หรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ ในอนาคตได้อย่างถูกต้อง โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้

5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ ที่เจาะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจับประเด็นสำคัญของปัญหาและการคิดวิธีแก้ปัญหา โดยการแยกแยะปัญหาเป็นปัญหาย่อย ๆ เพื่อนำไปคิดหาคำตอบ ตามลำดับขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ บาสกาได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบ ไปทดลองกับนักเรียนแล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องตัวในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม แล้วนำมาวิเคราะห์ผลปรากฏว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เขาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533, น. 153 – 158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เกี่ยวกับความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิดและความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ด้านดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นเมื่อคำนวณแล้วผลลัพธ์ได้คำตอบตรงกับที่กำหนด

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบจากจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีเดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4. ความสามารถในการคาดคะเนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบคำตอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบหลายคำตอบ จากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มได้หลายแบบโดยไม่จำกัดจำนวน จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

กรมวิชาการ (2544, น. 48 – 50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือด้านศิลปะ คือ ให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ ทาง ให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

2. แบบครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรงสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลาย ๆ แบบ แตกต่างกันไปให้ได้มากที่สุด

3. แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ซึ่งตัวเลขที่เติมให้เฉพาะเลข 0 ถึง เลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่าที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด

4. แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

5. แบบประกอบภาพ (Tangrams) เป็นการสร้างสรรค์ของจีนซึ่งรู้จักกันในชื่อ CH'Chiso pan ประกอบด้วยรูป 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

อารี พันธุ์มณี (2537, น. 203 – 205) ได้ศึกษาลักษณะของแบบทดสอบความคล่องแคล่วของกิลฟอร์ด และคริสเตนเสน ประกอบด้วย แบบทดสอบย่อย 4 ชุด 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบฉบับนี้เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมและผู้ใหญ่ ตัวอย่างแบบทดสอบ มีดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency, DSU) ให้เขียนคำประกอบด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น ป : ปด ปัด ปาด เป็นต้น

2. ความคล่องแคล่วทางความคิด (Ideational Fluency, DMU) ให้เขียนชื่อที่อยู่ในพวก หรือประเภทเดียวกัน เช่น ของเหลวที่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ น้ำมันก๊าด แก๊สโซลีน และแอลกอฮอล์ เป็นต้น

3. ความคล่องแคล่วด้านการเชื่อมโยง (Associational Fluency, DMR) ให้คำต่าง ๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้ เช่น หนัก ยาก แข็ง เป็นต้น

4. ความคล่องแคล่วในการแสดงออก (Expressional Fluency, DSS) ให้เขียนประโยคประกอบด้วยคำ 4 คำ ในแต่ละคำเริ่มด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น “K-U-Y-I” (Keep Up Your Interest Kill Useless Yellow Insects)

5. การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Alternate Uses, DMC) ให้บอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการใช้ประโยชน์โดยทั่ว ๆ ไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำประโยชน์อย่างไรได้บ้าง

6. การสรุปผล (Consequence, DMU, DMC) ให้บอกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลเนื่องมาจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้ เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนพักผ่อนจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง : คนทำงานได้มากขึ้น ไม่จำเป็นต้องใช้นาฬิกาปลุก เป็นต้น ในแบบทดสอบนี้มีการให้คะแนน 2 ประเภท คือ คะแนนรวมของคำตอบที่เห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งเกิดจากด้านความคล่องแคล่วทางการคิด (DMC) และคะแนนรวมของคำตอบพิเศษออกไป ซึ่งเกิดจากความคิดริเริ่ม (DMT)

7. ประเภทของงานอาชีพ (Possible Jobs, DMI) ให้บอกรายชื่อของงานอาชีพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น หลอดไฟ : วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงเรียนทำหลอดไฟฟ้าและอื่น ๆ เป็นต้น

8. การวาดรูป (Making Objects, DFS) ให้วาดรูปสิ่งของเฉพาะ โดยใช้เซตของรูปที่กำหนดให้ เช่น รูปวงกลมและรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของหนึ่ง อาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้ และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่เติมรูปทรง หรือเส้นอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีก

9. การสเก็ตช์รูป (Sketches, DFU) ให้ต่อเติมให้เป็นรูปภาพจากภาพร่างที่กำหนดให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์และแตกต่างกันให้มากที่สุด

10. การแก้ปัญหา (Match Problem, DFT) จากโจทย์ที่กำหนดให้ เช่น ปัญหาไม้ขีดไฟ ให้เอาจำนวนกำไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งออก โดยให้กำไม้ขีดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ

11. การตกแต่ง (Decoration, DFI) ให้ตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

สิทธิพล อาจอินทร์ (2539, น. 49-53) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 – 6 ที่สามารถวัดความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยสิทธิพล อาจอินทร์ กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ต้องสร้างให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือ ให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลาย ๆ แบบ หลาย ๆ แนวทาง จึงสร้างแบบทดสอบ ให้เขียนตอบประเภทของแบบทดสอบ 6 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (DSR) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) ได้เสนอไว้ แบบ Number Rules โดยกำหนดตัวเลขตั้งต้นให้ ให้นำตัวเลขนั้นไปสัมพันธ์กับตัวเลขอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้ และแบบ Number Combination คือ การกำหนดตัวเลขและเครื่องหมายให้จำนวนหนึ่งเพื่อสร้างสมการหรือประโยคสัญลักษณ์

ตอนที่ 1 สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอแบบ Number Rules (กำหนดตัวเลขตั้งต้นให้ ให้นำตัวเลขนั้นไปสัมพันธ์กับตัวเลขอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้) ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง จากตัวเลขเริ่มต้นที่กำหนดให้ ให้นักเรียนหาวิธีการให้ได้มากที่สุด ที่จะทำให้มีผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนด

ตัวอย่าง 0 ตัวเลขเริ่มต้น 2 ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็น 8

- | | | | |
|---------------|----|-----------------------|-------|
| ตัวอย่างคำตอบ | 1. | $2 + 6$ | $= 8$ |
| | 2. | $2 \times 5 - 2$ | $= 8$ |
| | 3. | 2×4 | $= 8$ |
| | 4. | $2 + 2 + 2 + 2$ | $= 8$ |
| | 5. | $(2 \times 8) \div 2$ | $= 8$ |

ตอนที่ 2 สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ แบบ Number Combination (กำหนดตัวเลขและเครื่องหมายให้จำนวนหนึ่ง ให้สร้างสมการ) ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ตัวเลขและเครื่องหมายที่กำหนดให้สร้างสมการให้ได้มากที่สุด โดยในแต่ละสมการตัวเลขต้องไม่ซ้ำกัน

ตัวอย่าง 0. ตัวเลขที่กำหนดให้ 1, 2, 3, 4

เครื่องหมายที่กำหนดให้ +, -

- ตัวอย่างคำตอบ
- | | | |
|----|-------------|-----------|
| 1. | $1 + 2$ | $= 3$ |
| 2. | $4 - 3$ | $= 1$ |
| 3. | $2 + 3 - 1$ | $= 4$ |
| 4. | $4 + 1$ | $= 2 + 3$ |
| 5. | $3 - 1$ | $= 2$ |

ฯลฯ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (DSS) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่ กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) ได้เสนอไว้ แบบ Expressional Fluency โดยให้หาจำนวนมาจัดกระทำตามที่โจทย์ต้องการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่าที่กำหนดให้ ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาตัวเลข 3 จำนวน มาจัดกระทำตามที่โจทย์ต้องการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับกำหนดให้

ตัวอย่าง 0. $() + () + () = 10$

- ตัวอย่างคำตอบ
- | | | |
|----|-------------|--------|
| 1. | $2 + 3 + 5$ | $= 10$ |
| 2. | $1 + 2 + 7$ | $= 10$ |
| 3. | $3 + 3 + 4$ | $= 10$ |
| 4. | $4 + 2 + 4$ | $= 10$ |
| 5. | $2 + 2 + 6$ | $= 10$ |

ฯลฯ

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (DSI) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่ กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) ได้เสนอไว้ แบบ Symbol Elaboration โดยกำหนดสมการหรือประโยคสัญลักษณ์มาให้สองสมการหรือประโยคสัญลักษณ์สองประโยคให้สร้างสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ใหม่ โดยใช้ตัวเลขและเครื่องหมายจากสมการเดิม ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง จากสมการ 2 สมการที่กำหนดให้ ให้นักเรียนเขียนสมการใหม่ ซึ่งเป็นสมการเดียวให้ได้มากที่สุด โดยใช้ตัวเลขและเครื่องหมายจากสมการที่กำหนดให้

- ตัวอย่าง
- | | |
|---------------------|-------------|
| 0. สมการที่กำหนดให้ | $4 - 1 = 3$ |
| | $3 + 5 = 8$ |

ตัวอย่างคำตอบ	1. $4 - 3$	$= 1$
	2. 5	$= 8 - 3$
	3. 8	$= 4 + 3 + 1$
	4. $5 - 4$	$= 1$
	5. 5	$= 8 - 4 + 1$
	ฯลฯ	

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ (DMR) ซึ่งสิทธิพล อัจฉรินทร์ (2539, น. 51) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กรมวิชาการ (2534) ได้เสนอ แบบให้ตั้งคำถาม ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0. สีดาสอบได้ 75 คะแนน ชงชัยสอบได้ 69 คะแนน สมศักดิ์ สอบได้ 82 คะแนน

ตัวอย่างคำตอบ จากข้อมูล นักเรียนสร้างคำถาม ได้ดังนี้

1. ใครสอบได้คะแนนมากที่สุด
2. ใครสอบได้คะแนนน้อยที่สุด
3. สมศักดิ์สอบได้คะแนนมากกว่าสีดากี่คะแนน
4. ชงชัยสอบได้คะแนนน้อยกว่าสีดากี่คะแนน
5. คะแนนของสีดาและชงชัยรวมกันมากกว่าคะแนนของสมศักดิ์กี่คะแนน

ฯลฯ

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบระบบ (DMS) ซึ่งสิทธิพล อัจฉรินทร์ (2539, น. 51) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กรมวิชาการ (2534) ได้เสนอ แบบให้ตั้งคำถาม ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนดให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0. โรงเรียนแห่งหนึ่ง มีนักเรียนชายและหญิงทั้งสิ้น 246 คน

ตัวอย่างคำตอบ จากข้อมูล นักเรียนสามารถสร้างคำถามได้ดังนี้

1. มีนักเรียนชาย 120 คน นักเรียนหญิงกี่คน
2. มีนักเรียนหญิง 109 คน นักเรียนชายกี่คน
3. ถ้ามีจำนวนนักเรียนชายและหญิงเท่ากัน มีนักเรียนชาย หญิงกี่คน
4. ถ้ามีจำนวนนักเรียนชายมากกว่าหญิง 21 คน จะมีนักเรียนชายและหญิงกี่คน

5. ถ้ามีจำนวนนักเรียนหญิงน้อยกว่าชาย 13 คน จะมีนักเรียนหญิงกี่คน

ฯลฯ

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบการประยุกต์ (DMI) ซึ่งสิทธิพล อาจอินทร์ (2539, น. 51) สร้างตามแนวแบบทดสอบของ สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533) ได้เสนอไว้ แบบให้ตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประยุกต์จากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยไม่ใช้จำนวนตัวเลขเดิมให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0. พ่ออายุ 42 ปี แม่อายุ 38 ปี แดงอายุ 15 ปี คำอายุ 13 ปี

ตัวอย่างคำตอบ จากข้อมูล นักเรียนสามารถสร้างคำถาม ได้ดังนี้

1. ถ้าพ่ออายุ 46 ปี คำจะอายุเท่าไร
2. เมื่อ 4 ปีที่แล้ว แดงอายุเท่าไร
3. พ่ออายุมากกว่าคำกี่ปี
4. อีก 7 ปีข้างหน้า คำอายุเท่าไร
5. อายุของพ่อและแม่รวมกัน เป็นกี่เท่าของอายุแดง

ฯลฯ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้หลักการเดียวกันกับการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ ให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างหลากหลายแตกต่างกันหลาย ๆ รูปแบบและพยายามไม่ให้ซ้ำกับบุคคลอื่น ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) วัดความคล่อง ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

3.2.5 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

วิธีการตรวจแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แบบทดสอบเสรีภาพแก่ผู้ตอบในการเขียนคำตอบที่ถูกต้องให้ได้มากที่สุดเท่าที่คำตอบจะเป็นไปได้ ดังนั้นเพื่อให้คำตอบมีความเป็นปรนัย จึงใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของกรมวิชาการ (2544, น. 51) ซึ่งดัดแปลงมาจากของแนวคิดของทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962, pp. 34 – 38) โดยในแต่ละกิจกรรมตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม การให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบ มีหลักการดังนี้

1. คะแนนความคล่องในการคิด ให้คะแนนตามจำนวนคำตอบทั้งหมดที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง คำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกันและคำตอบถูกต้อง

2. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ให้คะแนน โดยนับจากจำนวนกลุ่ม หรือทิศทางของคำตอบ กล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดในแต่ละข้อที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้วมาจับกลุ่มหรือ

ทิศทางใหม่ คำตอบใดเป็นคำตอบทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกันก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นำจำนวนกลุ่ม ให้กลุ่มละ 2 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบที่กลุ่มตัวอย่างตอบคำถามใดที่กลุ่มตัวอย่างซ้ำกันมาก ๆ ก็ได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้คะแนนเลย ถ้าคำตอบยิ่งซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำใครเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลัก ดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 100%	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 75%	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 50%	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 25%	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1%	ให้	4	คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ในแต่ละกิจกรรมนำมารวมกันเป็นผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละคน สำหรับเกณฑ์ในการตัดสินระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้จากร้อยละของคะแนนรวมของนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด (อัชรีย์ วินิจัยกุล, 2549, น. 74) ดังนี้

ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ยอดเยี่ยม
ร้อยละ 70 – 79	ดี
ร้อยละ 60 – 69	พอใช้ได้
ร้อยละ 50 – 59	ต้องปรับปรุง
ต่ำกว่าร้อยละ 50	ไม่มีความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

4.1 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

จากการศึกษารายงานวิจัยต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) รวมทั้งสิ้น 6 เรื่อง ได้แก่ รายงานวิจัยของ เยน (Yen, 1985) กู๊ด (Good, 2005) เคย์ (Kay, 1991) เจมส์และวิลเลียม (James and William, 1992) วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ (Wilson, Fernandez, and Hadaway, 1999) สทิลแมน (Stillman, 2007) จากรายงานการวิจัย พบว่า วัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่สอดคล้องกัน เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา มีความสอดคล้องกัน คือ ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์

แบบแผนการวิจัย มีความสอดคล้องกัน จำนวน 3 เรื่อง คือ รายงานวิจัยของ เยน (Yen, 1985) กู๊ด (Good, 1989) สทิลแมน (Stillman, 2007) เป็นการศึกษากลุ่มเดี่ยววัดก่อนและหลังเรียน และมีความสอดคล้องกันอีก จำนวน 4 เรื่อง คือ รายงานวิจัยของ เคย์ (Kay, 1991) เจมส์และวิลเลียม (James and William, 1992) วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ (Wilson, Fernandez, and Hadaway, 1999) เป็นการศึกษาสองกลุ่มเปรียบเทียบกันวัดก่อนและหลังเรียน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีความสอดคล้องกัน คือ ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม

เครื่องมือการวิจัย มีความสอดคล้องกัน คือ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์

จากการศึกษารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้ง 6 เล่ม พบว่า ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกัน คือ

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติต่อการเรียนดีขึ้น
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนที่เน้นการคิดฮิวริสติกส์สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบต่าง ๆ

4.2 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์

จากการศึกษารายงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ รวม 9 เรื่อง ได้แก่ ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545) จุรีรัตน์ นาคสมบัติ (2550) นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552) ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) นาकिन สัจจะเขตต์ (2555) กัลยา ปัญญาวัฒน์กุล (2556) เจษฎา รัตนบรรเทิง (2556) พิจิตรา สิทธิวงศ์ (2557) สุชาดา สอดแสงอรุณงาม (2557) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่สอดคล้องกัน คือ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา มีความสอดคล้องกัน จำนวน 3 เล่ม ได้แก่ ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545) จุรีรัตน์ นาคสมบัติ (2550) พิจิตรา สิทธิวงศ์ (2557) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกัน จำนวน 2 เล่ม ได้แก่ ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) เจษฎา รัตนบรรเทิง (2556) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาแบบ

ฮิวริสติกส์และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นาकिन สัจจะเขตต์ (2555) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กัลยา ปัญญาวัฒน์กุล (2556) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ทักษะการคิดแบบฮิวริสติกส์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ สุชาดา สอดแสงอรุณงาม (2557) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นในการจัดการเรียนรู้

แบบแผนการวิจัย มีความสอดคล้องกัน จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ ขอบใจ สาสีทธิ์ (2545) นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) คือ เป็นแบบแผนการทดลองใช้รูปแบบ Two Group Pretest- Posttest คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดก่อนและหลังการทดลอง ส่วนรายงานวิจัย อีก 6 เรื่อง ได้แก่ จุรีรัตน์ นาคสมบัติ (2550) นาकिन สัจจะเขตต์ (2555) กัลยา ปัญญาวัฒน์กุล (2556) เจษฎารัตนบรรเทิง (2556) พิจิตรา สิทธิวงค์ (2557) สุชาดา สอดแสงอรุณงาม (2557) คือ เป็นแบบแผนการทดลองใช้รูปแบบ One Group Pretest- Posttest เป็นการศึกษากลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง

เครื่องมือการวิจัย ทั้ง 9 เล่ม ได้แก่ ขอบใจ สาสีทธิ์ (2545) นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) คือ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยทั้ง 9 เล่ม คือ สร้างขึ้นตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ แผนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย จำนวน 3 เรื่อง คือ จุรีรัตน์ นาคสมบัติ (2550) นาकिन สัจจะเขตต์ (2555) พิจิตรา สิทธิวงค์ (2557) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1) นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นตอนที่ 2) ขั้นสอน ซึ่งใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและการคิด ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจและการวางแผน ขั้นที่ 3 ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ดำเนินการหาคำตอบ ขั้นที่ 5 ขั้นการสะท้อนผลการประเมินค่า ขั้นตอนที่ 3) ขั้นสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ของ ขอบใจ สาสีทธิ์ (2545) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ตามแนวคิดของไซมอนและนีเวล (Simon and Newell, 1971) ได้แบ่งขั้นตอนการสอน เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุเป้าหมายเชิงเนื้อหาหยาบๆ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นพิจารณาจากผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม กลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู ได้แบ่งขั้นตอนการสอนเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำเข้า

สู่บทเรียน ชั้นตอนที่ 2 ชั้นสอน ชั้นตอนที่ 3 ชั้นสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ชั้นตอนที่ 1 ชี้นำสู่บทเรียน ชั้นตอนที่ 2 ชั้นสอน โดยกลุ่มทดลอง ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ตามแนวคิดของเซฟฟิลด์ (Sheffields, 2000) ดังนี้ 1. ชั้นสร้างความสัมพันธ์ 2. ชั้นสำรวจตรวจค้น 3. ชั้นประเมินและติดต่อสื่อสาร 4. ชั้นสร้างคำถามหรือปัญหา ชั้นที่ 3 ชั้นสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ของ เกษญา รัตนบรรเทิง (2555) การจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนตามแนวคิดของ ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick) ดังนี้ ชั้นที่ 1 อ่านและคิด ชั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน ชั้นที่ 3 เลือกยุทธวิธี ชั้นที่ 4 หาคำตอบ ชั้นที่ 5 ทบทวนและขยายแนวคิด แผนการจัดการเรียนรู้ของ กัลยา ปัญญาวัฒน์กุล (2556) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ชั้นที่ 1 การให้คำจำกัดความของของปัญหา ชั้นที่ 2 ชั้นการสร้างทางเลือกในการหาคำตอบ ชั้นที่ 3 การวางแผน มี 2 ชั้น ดังนี้ 1) การระบุประเภทของปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งที่เหมาะสม 2) การเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา ชั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ชั้นที่ 5 พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้น แผนการจัดการเรียนรู้ของ ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) แผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนประกอบด้วย กลุ่มทดลอง มี 3 ขั้นตอน ดังนี้ ชั้นที่ 1 ชั้นเตรียมความพร้อม ชั้นที่ 2 ชั้นจัดกิจกรรม ประกอบด้วย 1) ชั้นสร้างความสัมพันธ์ 2) ชั้นสำรวจตรวจค้น 3) ชั้นสื่อสาร/นำเสนอ/อภิปราย 4) ชั้นประเมิน 5) ชั้นคำถามบูรณาการปัญหา ชั้นที่ 3 ชั้นสรุปและสะท้อนความคิด แผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนประกอบด้วย กลุ่มควบคุม ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ ชั้นที่ 1 ชี้นำ ชั้นที่ 2 ชั้นสอนและปฏิบัติกิจกรรม ชั้นที่ 3 ชั้นสรุป สุชาดา สอดแสงอรุณงาม (2557) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ตามแนวคิดของไซมอนและนีเวล (Simon and Newell, 1971) ได้แบ่งขั้นตอนการสอน เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ ชั้นตอนที่ 1 ชั้นระบุเป้าหมายเชิงเนื้อหาย่อย ชั้นตอนที่ 2 ชั้นวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ ชั้นตอนที่ 3 ชั้นพิจารณาจากผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้ ชั้นตอนที่ 4 ชั้นพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์แล้วสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มควบคุม จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็น 3 ขั้นตอน คือ ชั้นตอนที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ชั้นตอนที่ 2 ชั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นตอนที่ 3 ชั้นสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มทดลอง จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ของ ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick) แบ่งขั้นตอนออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ ชั้นที่ 1 อ่านและคิด ชั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน ชั้นที่ 3 เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ชั้นที่ 4 ค้นหาคำตอบ ชั้นที่ 5 สะท้อนและขยายแนวคิด ช่วยให้เกิดการต่อยอดความรู้ให้กับนักเรียน

คุณภาพของเครื่องมือ มีผลการวิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนกและความเที่ยงของแบบทดสอบ งานวิจัยของ ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.32 – 0.80 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.87 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.94 งานวิจัยของ งานวิจัยของ จุรีรัตน์ นาคสมบัติ (2550) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.76 2) อำนาจจำแนก

อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.73 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.78 งานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.49 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.53 – 0.62 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.87 งานวิจัยของ ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.32 – 0.70 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.70 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.75 งานวิจัยของ นาคิน สัจจะเขตต์ (2555) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.21 – 0.74 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.21 – 0.67 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.81 งานวิจัยของ กัลยา ปัญญาวัฒน์กุล (2556) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.79 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.71 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.73 งานวิจัยของ เจษฎา รัตนบรรเทิง (2556) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.79 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.58 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.77 งานวิจัยของ พิจิตรา สิทธิวงค์ (2557) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.26 – 0.61 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.31 – 0.62 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.83 งานวิจัยของสุชาดา สอดแสงอรุณงาม (2557) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.34 – 0.80 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.68 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.70

สถิติที่ใช้ในการวิจัย พบว่า งานวิจัยทั้ง 9 เล่ม มีความสอดคล้องกัน คือ ใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t – test)

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ พบว่า งานวิจัยทั้ง 9 เล่ม มีความสอดคล้องกัน คือ คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยวิธีการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ของนักเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน นอกจากนี้ งานวิจัย ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545) จุรีรัตน์ นาคสมบัติ (2550) นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) นาคิน สัจจะเขตต์ (2555) จำนวน 4 เรื่อง พบว่า มีความสอดคล้องกัน คือ คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และจากงานวิจัยของ ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545) นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) จำนวน 3 เรื่อง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี สรุปได้ว่า มีการนำรูปแบบการสอนต่าง ๆ มาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงแก้ปัญหาทางการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นนักเรียนรู้ถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.3 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บอลกา (Balka, 1974, p. 98-A อ้างถึงใน พิสมัย อาแพงพันธ์, 2551, น. 67) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้าง

เป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งมีทั้งหมด 6 ด้าน แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 เกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องตัวในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม แล้วนำมาคะแนนมาวิเคราะห์ผล โดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียน เป็นเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าว ประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบเอกนัย (Convergent) และความคิดอเนกนัย (Divergent) และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

เลียคินและเลฟ (Leikin and Lev, 2009 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธ์, 2551, น. 73) ได้ศึกษาลักษณะโจทย์ที่ทำการวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะความสามารถ คือ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ นักเรียนเก่ง (ซึ่งไม่ใช่ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ) และนักเรียนปกติ และผู้วิจัยวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใน 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่อง ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่นำมาสร้างเป็นโจทย์ 2 ประเภท คือ โจทย์ธรรมดา ซึ่งนักเรียนคุ้นเคย พบทั่วไปในตำราเรียนและหนังสือแบบฝึกหัด และโจทย์ปัญหาแบบพิเศษ ซึ่งเป็นโจทย์ลักษณะที่นักเรียนไม่คุ้นเคย แต่น่าสนใจและท้าทายให้คิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเก่งและนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีความสามารถแตกต่างกันในการใช้ความคิดสร้างสรรค์แก้โจทย์ปัญหาลักษณะที่มีวิธีการคิดอย่างหลากหลายประเภท โจทย์แบบพิเศษ แต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีความสามารถไม่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาประเภทโจทย์ธรรมดา และนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้มีความสามารถแตกต่างจากนักเรียนกลุ่มปกติ อย่างมีนัยสำคัญในทุกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ภายใต้สมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ว่า โจทย์ลักษณะที่มีวิธีการคิดอย่างหลากหลายประเภท โจทย์ปัญหาแบบพิเศษมีประสิทธิภาพในการวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

วิลเลียม (Williams, 2002, pp. 1 – 8) ได้ศึกษาการจำแนกงานที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสร้างเครื่องมือเพื่อศึกษาจำแนกศักยภาพของการทำงานหรือกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อแก้ไขและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ศึกษาเปรียบเทียบจากนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีศักยภาพซ่อนเร้นอยู่ภายในและกลุ่มนักเรียนที่มีศักยภาพแสดงออกมาชัดเจน การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ พบว่า ได้เพิ่มศักยภาพของการจัดกิจกรรมการสอนของครูให้กับนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ เครื่องมือนี้มีประโยชน์ในการจำแนกความไม่เข้าคู่ระหว่างนักเรียนที่มีศักยภาพซ่อนเร้นภายในและนักเรียนที่มีความสามารถแท้จริง และแสดงให้เห็นปัจจัยจำแนกที่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะนิสัยของความเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ และผลของการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมในชั้นเรียน ก่อให้เกิดการเพิ่มและสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากขึ้น

ไกล บรัญกาลลา (Kai Brunkalla, 2009, p. 257) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ Fröbel Blocks (บล็อกไม้) ผลการวิจัยพบว่า การสอนเรขาคณิตในห้องเรียนโดยใช้ Fröbel Blocks (บล็อกไม้) เสริมสร้างความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ การทดลองนี้มีเป้าหมายคือการเพิ่มการรับรู้ของนักเรียนของกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ที่มันเกิดขึ้นในวิชาคณิตศาสตร์ ประการที่สองเพื่อสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ประการที่สามการเรียนอยู่ในการประเมินกระบวนการคิดและกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ในตัวเอง ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

โลวและเชน (Loe & Chen, 2004, pp. 1 -5 อ้างถึงใน เรียงชัย คำสุวรรณ. 2553, น. 48) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาของจีน ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล 7 ปี และได้มีการเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถสูง ปานกลาง ต่ำ ซึ่งพบว่า หลังจากที่นักเรียนได้เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดแล้วนักเรียนที่มีความสามารถสูงจะสามารถทำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์สูงมากที่สุด ในขณะที่อีกสองกลุ่มจะมีระดับคะแนนเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในปีแรก แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดต่อไปอย่างต่อเนื่อง พบว่า ระดับคะแนนความสามารถของสองกลุ่มหลังเพิ่มขึ้นอย่างเป็นที่น่าพอใจ จากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 194 คน พบว่านักเรียน 85% มีความพอใจในการเรียนเรขาคณิตและพีชคณิตโดยใช้ปัญหาปลายเปิด

4.4 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษารายงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวม 10 เรื่อง ได้แก่ นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552) อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ปณิตดา แก้วสะเทือน (2554) สาลีณี เรืองจ้อย (2554) สุนทรี หมั่นวาจา (2555) พิสมัย ไบลาศ (2556) พวงทิพย์ แซ่พั้ว (2556) อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) ชลลดา ห่องแสง (2557) พัทยากร บุสสุยา (2559) จากการศึกษางานวิจัย พบว่า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย จำนวน 10 เล่ม มีความสอดคล้องกัน คือ เพื่อศึกษาหรือเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แต่งานวิจัยของ พิสมัย ไบลาศ (2556) พวงทิพย์ แซ่พั้ว (2556) อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) จำนวน 3 เล่ม มีความสอดคล้องกัน คือ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มขึ้นมาอีก

ตัวแปรที่ศึกษา จากงานวิจัย จำนวน 10 เล่ม มีความสอดคล้องกัน คือ ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยของ พิสมัย ไบลาศ (2556) พวงทิพย์ แซ่พั้ว (2556) อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) จำนวน 3 เล่ม มีความสอดคล้องกัน คือ ตัวแปรอิสระ ความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รูปแบบการวิจัย รายงานวิจัยของ อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ปนัดดา แก้วสะเทือน (2554) สาลินี เรืองจ้อย (2554) สุนทรี หมั่นวาจา (2555) พัทธยากร บุสสุยา (2559) จำนวน 6 เรื่อง มีความสอดคล้องกัน คือ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง รายงานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Action) รายงานวิจัยของ พิสมัย ไบลาศ (2556) พวงทิพย์ แซ่พัว (2556) อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) ชลลดา ห่องแขง (2557) จำนวน 4 เรื่อง มีความสอดคล้องกัน คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของเคมมิสและเตอร์การ์ต (Kemmis and Mc Taggart, 1992) ดำเนินการตามวงจรที่ปฏิบัติ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติการ (Reflect) ซึ่งผลการปฏิบัตินั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่แล้วนำมาพัฒนาปรับปรุงต่อไปให้เหมาะสม ทั้งหมด 2 วงจร

แบบแผนการวิจัย รายงานวิจัยของ อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ปนัดดา แก้วสะเทือน (2554) สาลินี เรืองจ้อย (2554) สุนทรี หมั่นวาจา (2555) จำนวน 5 เรื่อง มีความสอดคล้องกัน คือ เป็นการศึกษากลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง รายงานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) พวงทิพย์ แซ่พัว (2556) อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) จำนวน 3 เรื่อง คือ เป็นการศึกษากลุ่ม วัดหลังการทดลอง ส่วนรายงานวิจัย อีก 2 เรื่อง ได้แก่ ชลลดา ห่องแขง (2557) พัทธยากร บุสสุยา (2559) คือ เป็นการศึกษากลุ่มเดียว วัดผลหลังการทดลอง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีความสอดคล้องกัน คือ ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม

เครื่องมือการวิจัย มีความสอดคล้องกัน คือ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

แผนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยทั้ง 10 เรื่อง ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้ของนวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำสู่บทเรียน ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน โดยกลุ่มทดลอง ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ตามแนวคิดของเซฟฟีลด์ (Sheffields, 2000) ดังนี้ 1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ 2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ 3. ขั้นประเมินและติดต่อสื่อสาร 4. ขั้นสร้างคำถามหรือปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ของ อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด แผนการจัดการเรียนรู้ของปนัดดา แก้วสะเทือน (2554) พบว่า เน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา แผนการจัดการเรียนรู้ของสาลินี เรืองจ้อย (2554) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการแก้ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ของสุนทรี หมั่นวาจา (2555) และ พวงทิพย์ แซ่พัว (2556) พบว่า เน้นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) โดยใช้เทคนิคระดมสมอง ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของ พิสมัย ไบลาต (2556) อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) และ ชลลดา ห้องแสง (2557) จำนวน 3 เรื่อง พบว่า เน้นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เทคนิคระดมสมอง แผนการจัดการเรียนรู้ของ พบว่า พัทยากร บุสสยา (2559) พบว่า เน้นความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการวิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนบทเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นที่ 4 ขั้นแก้ปัญหาร่วมกัน ขั้นที่ 5 ขั้นเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่

คุณภาพของเครื่องมือ มีผลการวิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนกและความเที่ยงของแบบทดสอบ งานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) พบว่า แบบทดสอบ (ฉบับก่อนเรียน) มี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.16 – 0.78 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.11 – 0.55 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.44 แบบทดสอบ (ฉบับหลังเรียน) มี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.14 – 0.88 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.21 – 0.49 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.39 งานวิจัยของ อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) พบว่า แบบทดสอบ (ก่อนการทดลอง) มี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.67 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.07 – 1.00 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.79 แบบทดสอบ (หลังการทดลอง) มี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.16 – 0.76 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.81 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.87 งานวิจัยของ ปณิตดา แก้วสะเทือน (2554) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.55 – 0.80 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.70 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.93 งานวิจัยของ สาลินี เรืองจ้อย (2554) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.41 – 0.71 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.49 – 0.85 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.77 งานวิจัยของ พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.79 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.58 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.77 พัทยากร บุสสยา (2559) พบว่า แบบทดสอบมี 1) ความยาก อยู่ระหว่าง 0.47 – 0.59 2) อำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.48 3) ความเที่ยง เท่ากับ 0.90 งานวิจัยของ สุนทรี หมั่นวาจา (2555) พิสมัย ไบลาต (2556) พงทิพย์ แซ่พั้ว (2556) อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) ชลลดา ห้องแสง (2557) จำนวน 5 เรื่อง ไม่มีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย พบว่า งานวิจัยทั้ง 10 เล่ม มีความสอดคล้องกัน คือ ใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t – test) การทดสอบหาความสัมพันธ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากข้อมูล

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า งานวิจัยของ อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ปณิตดา แก้วสะเทือน (2554) สาลินี เรืองจ้อย (2554) จำนวน 3 เรื่อง มีความสอดคล้องกัน คือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน นอกจากนี้ งานวิจัยนวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) พิสมัย ไบลาต (2556) พัทยากร บุสสยา (2559) จำนวน 3 เรื่อง พบว่า มีความสอดคล้องกัน

คือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และจากงานวิจัยของ นวสิทธิ์ นวพันธุ์ (2552) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม งานวิจัยของ พวงทิพย์ แซ่พั้ว (2556) อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) จำนวน 2 เรื่อง พบว่า มีความสอดคล้องกัน คือ คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ในวงจรที่ 2 สูงกว่า ในวงจรที่ 1 งานวิจัยของ ชลลดา ห่องแสง (2557) พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เทคนิคระดมสมองที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยของ สุนทรี หมั่นวาจา (2555) พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังจากได้รับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5Es) งานวิจัยของ พวงทิพย์ แซ่พั้ว (2556) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กัน งานวิจัยของ อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) ชลลดา ห่องแสง (2557) จำนวน 2 เรื่อง พบว่า ทักษะความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวก

จากการศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้โอกาสให้นักเรียนได้สร้างกระบวนการคิด จนสามารถพัฒนาเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย การใช้เทคนิคการสอนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมมากที่สุด มีอิสระทางความคิด มีความมั่นใจ กล้าแสดงออก ร่วมแสดงความคิดเห็น และที่สำคัญครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง มีความคิดริเริ่ม กล้าที่จะเปลี่ยนแปลง มั่นใจในคำตอบของตนเอง แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อน ๆ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้มีโอกาสในการหาคำตอบที่หลากหลายตามความสามารถ ความรู้และความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนจะได้เสนอแนวคิดของตน รับฟังแนวคิดของเพื่อน ๆ ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบ ซึ่งเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ และสามารถนำศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาในประเด็นต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย มี 13 ห้องเรียน จำนวน 516 คน ซึ่งแต่ละห้อง จัดแบบละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน เลือกมาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แล้วจับฉลากเลือกเป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. แบบแผนในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยกึ่งทดลองใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (two group-posttest design) ที่ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยแบบแผนการทดลอง มีลักษณะ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 รูปแบบการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	ทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	X	- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน - ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
C	~X	- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน - ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
C	แทน	กลุ่มควบคุม (Control Group)
X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
~X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งออกเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

- 3.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
- 3.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- 3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
- 3.2.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ

3.3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วน ที่ใช้ในการสอนกลุ่มทดลอง

3.3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เศษส่วน ที่ใช้ในการสอนกลุ่มควบคุม กลุ่มละจำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ ดังมีรายละเอียด ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง เนื้อหา และจุดประสงค์ของการเรียนรู้อะไร เรื่อง เศษส่วน

แผนที่	จำนวนชั่วโมง	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้
1	1	ความหมายของเศษส่วน	1) แก้โจทย์ปัญหาความหมายของเศษส่วนได้ 2) นำเสนอความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาความหมายของเศษส่วนได้
2	1	เศษส่วนบนเส้นจำนวน	1) แก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนบนเส้นจำนวนได้ 2) ระบุและยกตัวอย่างเศษส่วนบนเส้นจำนวนได้
3	2	การเปรียบเทียบเศษส่วน	1) ระบุเศษส่วนที่เท่ากันได้ 2) เปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันหรือไม่เท่ากันได้
4	3	การบวกเศษส่วน	1) หาผลบวกของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ 2) อธิบายผลที่เกิดจากการบวกเศษส่วนได้
5	2	การลบเศษส่วน	1) หาผลลบของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ 2) อธิบายผลที่เกิดจากการลบเศษส่วนได้
6	1	การคูณเศษส่วน	1) หาผลคูณของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ 2) อธิบายผลที่เกิดจากการคูณเศษส่วนได้
7	1	การหารเศษส่วน	1) หาผลหารของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ 2) อธิบายผลที่เกิดจากการหารเศษส่วนได้ 3) บอกความสัมพันธ์ของการคูณและการหารเศษส่วนได้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนที่	จำนวนชั่วโมง	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้
8	3	การบวก ลบ คูณ หาร ระคนเศษส่วน	1) บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนได้ 2) อธิบายผลที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ ของการดำเนินการได้ 3) อธิบายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้
9	4	โจทย์ปัญหาเศษส่วน	นำความรู้เกี่ยวกับเศษส่วนไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้

3.3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์จากหนังสือ วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนที่อิงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สารระการเรีนรู้คณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 3) ศึกษาผลการเรีนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน
- 4) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง เศษส่วน
- 5) เขียนแผนการจัดการเรีนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วน โดยแผนการจัดการเรีนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง สารระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารระการเรีนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรีนรู้ ขั้นสอนที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสัมพันธ์ ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นหาคำตอบและประเมินผล ขั้นทบทวนและขยาย และขั้นสรุป สื่อการเรีนรู้/แหล่งการเรีนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 6) นำแผนการจัดการเรีนรู้ จำนวน 9 แผนการจัดการเรีนรู้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะดังนี้

(1) ควรเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่มและอธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้แตกต่างกันอย่างชัดเจน

(2) ควรเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สรุปเป็นตารางหรือสรุปโดยบรรยายอย่างใดอย่างหนึ่ง

(3) ปรับเวลาและกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกันและปรับกิจกรรมให้เหมาะสม

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านเวลา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ การวัดและประเมินผล ของแผนการจัดการเรียนรู้

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เกณฑ์ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยถือเกณฑ์การประเมินระดับคะแนนเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51- 5.00 อยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51- 4.50 อยู่ในระดับ เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51- 3.50 อยู่ในระดับ เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51- 2.50 อยู่ในระดับ เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00- 1.50 อยู่ในระดับ เหมาะสมน้อยที่สุด

พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 4.86$)

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

3.3.2 แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เศษส่วน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนที่อิงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

3) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง เศษส่วน

4) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เศษส่วน โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านเวลา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ การวัดและประเมินผล ของแผนการจัดการเรียนรู้

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เกณฑ์ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยถือเกณฑ์การประเมินระดับคะแนนเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51- 5.00 อยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51- 4.50 อยู่ในระดับ เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51- 3.50 อยู่ในระดับ เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51- 2.50 อยู่ในระดับ เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00- 1.50 อยู่ในระดับ เหมาะสมน้อยที่สุด

พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบปกติ ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 4.86$)

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เรื่อง เศษส่วน

กลุ่มทดลอง (การคิดแบบฮิวริสติกส์)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>ขั้นนำ</p> <p>ครูสนทนากับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ข้อความรู้ ซึ่งเป็นการให้นักเรียนเตรียมตัวก่อนเริ่มเรียน ให้นักเรียนรู้ว่ากำลังเรียนเรื่องอะไร สามารถนำเอาความรู้และทักษะที่นักเรียนมีอยู่เดิมมาสัมพันธ์กับ บทเรียนที่ครูกำลังจะสอน โดยกล่าวถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง เศษส่วน</p>	

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง (การคิดแบบฮิวริสติกส์)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>ชั้นสอน</p> <p>1) ชั้นสร้างความสัมพันธ์</p> <p>ครูจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะคละความสามารถ มีนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน</p> <p>ครูใช้คำถามถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีโดยพยายามโยงความสัมพันธ์ให้มีลักษณะเป็นระบบ</p> <p>ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง เศษส่วน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่กระตุ้น ยั่ว หรือท้าทายให้นักเรียนสงสัย อยากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง จนเกิดปัญหาทำให้นักเรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง แก้ปัญหา ทำความเข้าใจ ปัญหา เชื่อมโยงความรู้เก่าหรือปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว และพิจารณาว่าปัญหานั้นใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่องใด ชั้นนี้จะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้</p> <p>การจัดกิจกรรมมีหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย ระดมสมอง นำเสนอข้อมูล การเล่นเกม เล่าเรื่องคณิตศาสตร์ การเล่านิทาน พูดคุยสนทนา เกี่ยวกับประสบการณ์จริง ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและท้าทาย</p> <p>ความสามารถของนักเรียน</p>	<p>ชั้นสอน</p> <p>- ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยผู้วิจัยเขียนรายละเอียด ชั้นสอน ดังนี้</p> <p>- ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เกี่ยวกับ เนื้อหา เรื่อง เศษส่วน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่กระตุ้น ยั่ว หรือท้าทาย ให้นักเรียนสนใจ สงสัย อยาก รู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง จนเกิดปัญหาทำให้นักเรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง แก้ปัญหา การจัดกิจกรรม เช่น การให้กิจกรรม รายบุคคล กิจกรรมคู่ การเล่นเกม การทดลอง การนำเสนอข้อมูล พูดคุยเกี่ยวกับประสบการณ์ ในด้านคณิตศาสตร์ ใช้วัสดุอุปกรณ์ การสร้าง สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและท้าทาย</p> <p>ความสามารถของนักเรียน</p> <p>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเรื่องที่ ศึกษาโดยใช้การอภิปราย การถามตอบเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจปัญหาและสามารถคิดหาวิธีการ ในการหาคำตอบ ได้ด้วยวิธีการของตนเอง</p> <p>- โดยครูอาจใช้การสาธิต แล้วถามตอบ ประกอบคำอธิบายเพื่อให้นักเรียนเห็น ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ หรืออาจให้ นักเรียนอาสาออกมาอธิบายแนวคิด วิธีการ แก้ปัญหาที่เคยใช้ หรือประสบการณ์ที่ผ่านมา</p>

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง (การคิดแบบฮิวริสติกส์)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>ชั้นสอน</p> <p>2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา</p> <p>ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนคิดหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยการเลือกใช้เครื่องมือ และวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ประสบการณ์จะนำมาใช้ในชั้นตอนนี้ “เคยแก้ปัญหาในลักษณะนี้หรือไม่” ในกรณีที่มีประสบการณ์มาก่อน นักเรียนจะใช้ประสบการณ์มาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาโดยปรับปรุง ให้เหมาะสมกับปัญหาใหม่ นักเรียนเกิดการวิเคราะห์ข้อมูล สำนวจตรวจค้นปัญหา และเลือกยุทธวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่คิดไว้ ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษาอย่างรอบคอบ</p> <p>กิจกรรมมีหลายรูปแบบ เช่น การใช้กิจกรรมกลุ่มย่อย การค้นคว้า การทดลอง การใช้คำถามไต่ระดับความคิด</p> <p>3) ชั้นหาคำตอบและประเมินผล</p> <p>ครูแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ ตรวจสอบคำตอบและประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสมกับปัญหาและสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร โดยครูให้นักเรียนอธิบายความรู้ หรืออภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน โดยเน้น</p>	<p>ชั้นสอน</p> <p>- ครูให้นักเรียนออกมาแนะนำแนวคิดในการหาคำตอบที่ได้และช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งครูอาจให้นักเรียนออกมาเป็นกลุ่มและเป็นคู่ และช่วยกันอธิบาย หรืออาจให้นักเรียนออกมาอธิบายเป็นรายบุคคลก็ได้ โดยครูแนะนำให้ผู้อธิบายเปิดโอกาสให้ผู้อื่นซักถาม แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีในการหาคำตอบของข้อนั้น ๆ</p> <p>- ครูให้นักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงความรู้ในสิ่งที่เรียนรู้กับสิ่งที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง</p> <p>- ครูมอบหมายภาระงานให้นักเรียนเพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น</p>

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง (การคิดแบบฮิวริสติกส์)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>เกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดในประเด็นที่น่าสนใจ คำตอบ และวิธีการคิดที่ดีที่สุดของแต่ละคน กิจกรรมมีหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย</p>	
<p>ขั้นสอน</p> <p>4) ขั้้นทบทวนและขยายแนวคิด</p> <p>ครูแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนขยายแนวคิด จากปัญหาเดิมที่ได้สำรวจตรวจค้นและได้ข้อสรุป แล้วนำไปสู่มีการตรวจสอบคำตอบ อธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ที่นักเรียนค้นพบให้ ผู้อื่นได้ รับรู้ และการทดลองสร้างคำถามใหม่หรือปัญหาใหม่ หาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ และอภิปราย ร่วมกับผู้อื่นถึงคำตอบที่ได้</p> <p>ครูสามารถเลือกใช้กิจกรรมได้หลากหลาย รูปแบบ เช่น ให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดใน การหาคำตอบที่ได้และช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งครูให้นักเรียนออกมาเป็นกลุ่มและช่วยกันอธิบาย โดยครูแนะนำให้ผู้อธิบายเปิดโอกาสให้ผู้อื่นซักถาม แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีในการหาคำตอบของ ตนเอง</p> <p>ครูให้นักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงความรู้ในสิ่งที่ เรียนรู้กับสิ่งที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง</p>	<p>ขั้นสอน</p>
<p>ขั้นสรุป</p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปข้อความรู้ที่ได้และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความ เข้าใจในเรื่องที่เรียน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในระหว่างทำแบบฝึกหัดแบบฝึกทักษะ เพิ่มเติม</p>	

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ครั้งนี้ มีดังนี้

3.4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

1) ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้าง เทคนิคการทำข้อสอบแบบเลือกตอบแบบเรียนและคู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2) วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 4 ด้าน ตามแนวคิดของวิลสัน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แต่ใช้จริง จำนวน 20 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องของภาษา ความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) (กัญญา ลินทรตันศิริกุล, 2553, น. 53) ได้ข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 จำนวน 20 ข้อ

7) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3, 1/12 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 80 คน ที่ผ่านการเรียนสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาแล้ว

8) นำแบบทดสอบที่ได้จากการทดลองใช้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (p) พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.74 และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ พบว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.67

9) นำแบบทดสอบที่ได้จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

10) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ จำนวน 20 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.4.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามเนื้อหาเรื่อง เศษส่วน จะเป็นแบบอัตนัยให้เขียนตอบ วัดความสามารถ 3 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านจะวัดองค์ประกอบความคิด 3 ลักษณะคือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ซึ่งแบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่

ด้านที่ 1 วัดความสามารถในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 2 วัดความสามารถในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ด้านที่ 3 วัดความสามารถในการสร้างสถานการณ์เพื่อให้ได้คำตอบตามที่กำหนด ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ

2) นำข้อมูลและแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้มาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน มีจำนวน 3 ข้อ

3) กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ตามแนวคิดของเมนโดซา (Mandoza, 2009, pp. 25-27) ที่ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ใน 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ (Torrance, 1962, pp. 34-38) และเซฟฟิลด์ (Sheffield, 2003, pp, 10-11)

4) สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดที่สร้างไว้ทั้งสิ้น 6 ข้อ เพื่อใช้จริง 3 ข้อ แต่ละข้อเป็นข้อสอบแบบอัตนัยโดยลักษณะคำถามในแต่ละข้อมีส่วนข้อมูล และให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบหรือสร้างโจทย์ปัญหา โดยพยายาม

หาคำตอบให้ได้หลาย ๆ แบบ ให้แปลกและแตกต่างกันให้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งกำหนดรูปแบบและเกณฑ์การให้คะแนน

5) สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทอแรนซ์และเซฟฟิลด์ ซึ่งแนวทางในการตรวจให้คะแนนตามหลักเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบการวัดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้การตรวจมีความเป็นปรนัย ผู้วิจัยจึงกำหนดวิธีการตรวจคะแนน โดยยึดตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ Cropley (1966 อ้างถึงใน ศศิธร เกื้อนสว่าง, 2548) เกณฑ์การให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ คือ

(1) คะแนนคล่องในการคิด การให้คะแนนความคล่องในการคิดทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนคำตอบข้อละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดคล่อง เรื่อง เศษส่วน

เกณฑ์	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีเยี่ยม)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดคล่อง	สามารถหาคำตอบ	สามารถหาคำตอบ	สามารถหาคำตอบ	สามารถหาคำตอบ
	โดยมีปริมาณของ	โดยมีปริมาณของ	โดยมีปริมาณของ	โดยมีปริมาณของ
	คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบที่ถูกต้อง
	10	7 – 10 คำตอบ	3 - 6 คำตอบ	น้อยกว่า 3
	คำตอบขึ้นไป	ภายในเวลาที่	ภายใน	คำตอบ
	ภายในเวลาที่	กำหนด	เวลาที่กำหนด	ภายในเวลาที่
	กำหนด			กำหนด

(2) คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อเงื่อนไขที่กำหนด โดยให้คะแนนเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น (กรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่ได้จัดเรียบร้อยแล้ว ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็นจนกว่าจะครบตามคำตอบ)

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดยืดหยุ่น เรื่อง เศษส่วน

เกณฑ์	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีเยี่ยม)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดยืดหยุ่น	สามารถจัดกลุ่ม ของคำตอบได้ มากกว่า 5 กลุ่ม ขึ้นไป	สามารถจัดกลุ่ม ของคำตอบได้ 3 – 5 กลุ่ม	สามารถจัดกลุ่ม ของคำตอบได้ 1- 2 กลุ่ม	ไม่สามารถจัดกลุ่ม ของคำตอบได้

(3) คะแนนความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ ถ้าซ้ำกันมากก็ได้คะแนนน้อยหรืออาจไม่ได้เลย ถ้าคำตอบไม่ซ้ำกับคนอื่นหรือซ้ำกับคนอื่นน้อยก็ได้คะแนนมากขึ้นซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

ก. จำนวนคำตอบซ้ำกัน 12% ขึ้นไป	ได้	0	คะแนน
ข. จำนวนคำตอบซ้ำกัน 6 – 11%	ได้	1	คะแนน
ค. จำนวนคำตอบซ้ำกัน 3 – 5%	ได้	2	คะแนน
ง. จำนวนคำตอบซ้ำกัน 2%	ได้	3	คะแนน
จ. จำนวนคำตอบซ้ำกัน ไม่เกิน 1%	ได้	4	คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหาได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ในแต่กิจกรรมนำมารวมกันเป็นผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉ. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่อาจารย์ปริญญาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของข้อคำถามกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนและรูปแบบคำตอบ แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ช. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้มีค่าเท่ากับ 1.00

ซ. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน

ศรีสะเกษวิทยาลัย ห้อง ม.2/1 จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

ฉ. นำคะแนนที่ได้จากข้อ 8) มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วจึงนำมาหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ คือ ค่าความยาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.71
ค่าความยาก	มีค่า	0.43 – 0.48
ค่าอำนาจจำแนกมีค่า		0.50 – 0.63

ญ. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 3 ฉบับ ไปใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทดลองการสอนด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

4.1.1 ขั้นเตรียมการ

1) สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

2) จัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

4.1.2 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ปฐมนิเทศนักเรียน เพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สำหรับกลุ่มทดลอง และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม เรื่อง เศษส่วน ให้นักเรียนทราบ

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม เรื่องเศษส่วน จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 18 ชั่วโมง โดยกลุ่มทดลองแบ่งนักเรียน

ออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยคละความสามารถ และเวลาการในจัดกิจกรรมวันละ 1 ชั่วโมง ในระหว่าง การทดลองได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน จากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม การนำเสนอผลงาน เพื่อประเมิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และสรุปผลตามเกณฑ์การประเมินหลังการ จัดกิจกรรม

3) ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน

4) ตรวจสอบผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์ แล้วนำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS) โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมโดยใช้คะแนนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และแบบปกติ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลข คณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

5.2 เปรียบเทียบคะแนนวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมโดยใช้คะแนนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และแบบปกติ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลข คณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยพิจารณาความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดย ใช้สูตร ดังนี้

6.1.1 สถิติที่ใช้ในการหาความตรงของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตรของโรวินลลี และแฮมเบลตัน (Rowinelli and Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 249)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

6.1.2 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ผู้วิจัยจึงใช้สูตร Kuder-Richardson (KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น. 69)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 N แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ หรือ 1-p
 S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ผู้วิจัยจึงใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Coefficient Alpha (α) ของ ครอนบาค (Cronbrach) (1951) (นวลทิพย์ นวพันธุ์, 2552, น. 190)

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

เมื่อ α แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$$S_i^2 \text{ แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ}$$

$$S_t^2 \text{ แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ}$$

6.1.3 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความยาก

ผู้วิจัยใช้สูตร ค่าความยากง่าย (Difficulty) โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, น. 81)

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

เมื่อ P แทน ระดับความยาก
R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
N แทน จำนวนทั้งหมด

6.1.4 สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนก

ผู้วิจัยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, น. 81)

$$r = \frac{R_h - R_l}{n}$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนก
 R_h แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 R_l แทน คนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
n แทน จำนวนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งเท่ากัน

6.2 สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที (t - test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยนำเสนอ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับกลุ่มที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับกลุ่มที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ตอนที่ 3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วนที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยว่า “นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ” จากผลการทดลอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t=5.218$) โดยนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีค่าเฉลี่ย (M)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 15.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.494 ในขณะที่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ย (M) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 13.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.172 ผลการทดสอบสมมติฐานเรื่องความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนด้วย Levene's test พบว่ากลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีความแปรปรวนของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=7.325$; $p=0.009$) จึงใช้การทดสอบเปรียบเทียบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า “ความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่มไม่เท่ากัน (Equal variances not assumed)” ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

กลุ่ม	n	M	SD	t-test		
				t	df	Sig.
ทดลอง	40	15.65	1.494	5.218*	69.166	.000
ควบคุม	40	13.48	2.172			

* $p < .05$

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยว่า “นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ” จากผลการทดลองพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t=6.717$) โดยนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีค่าเฉลี่ย (M) ความคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์ เท่ากับ 25.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.517 ในขณะที่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ย (M) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 21.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.896 ผลการทดสอบสมมติฐานเรื่องความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนด้วย Levene's test พบว่ากลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีความแปรปรวนของตัวแปรความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 0.592, p = 0.444$) จึงใช้การทดสอบเปรียบเทียบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า “ความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่มเท่ากัน (Equal variances assumed)” เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ 3 ด้าน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีค่าเฉลี่ย สูงที่สุด คือ การคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเฉลี่ย (M) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 8.92 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.095 รองลงมา คิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ย (M) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 8.92 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.148 และคิดคล่อง มีค่าเฉลี่ย (M) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 8.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.319 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ย สูงที่สุด คือ การคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเฉลี่ย (M) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 7.42 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.318 รองลงมา คิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ย (M) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 7.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.439 และคิดคล่อง มีค่าเฉลี่ย (M) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 7.02 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.387 ดังนั้น นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 ในทุก ๆ ด้าน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

องค์ประกอบ	กลุ่ม	n	M	SD	t-test		
					t	df	Sig.
คิดคล่อง	ทดลอง	40	8.55	1.319	5.039*	78	0.000
	ควบคุม	40	7.02	1.387			

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

องค์ประกอบ	กลุ่ม	n	M	SD	t-test		
คิดยืดหยุ่น	ทดลอง	40	8.38	1.148	3.608*	78	0.001
	ควบคุม	40	7.32	1.439			
คิดริเริ่ม	ทดลอง	40	8.92	1.095	5.535*	75.464	0.000
	ควบคุม	40	7.42	1.318			
คิดสร้างสรรค์	ทดลอง	40	25.85	2.517	6.717*	78	0.000
	ควบคุม	40	21.78	2.896			

*p < .05

ตอนที่ 3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วนที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

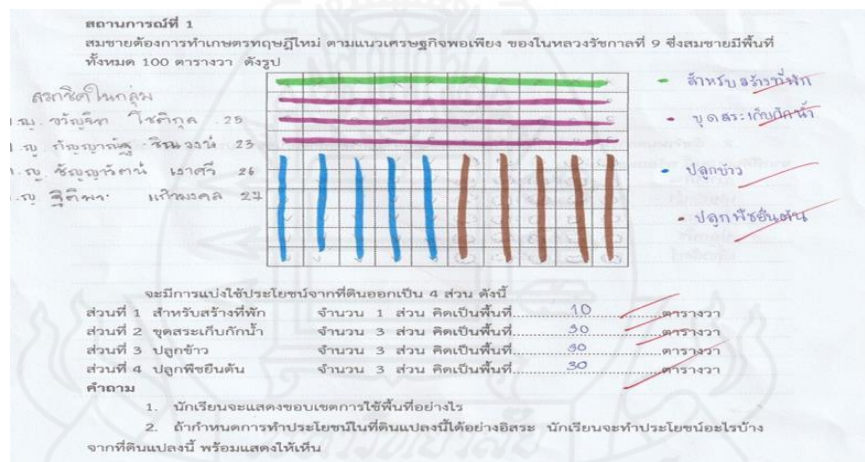
จากแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 9 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จำนวนข้อคำถามที่เน้นในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์จำนวนข้อคำถามในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์		
	ความคิดคล่อง	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	-	-	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4	4	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4	4	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4	4	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4	4	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4	-	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	4	-	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	2	2	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	2	2	2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 1 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับ ความหมายของเศษส่วน ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเศษส่วน ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วน และจัดกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ มีนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน แต่ละกลุ่มจะช่วยกันวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยผ่านสถานการณ์ฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ จำนวน 2 สถานการณ์ ดังนี้ สถานการณ์ที่ 1 เกษตรทฤษฎีใหม่ และสถานการณ์ที่ 2 กิจกรรมไผ่ยอดใส แล้วจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของเศษส่วนและประเภทของเศษส่วน ในชั่วโมงนี้ ยังไม่ได้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการสังเกตพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ตอบคำถามได้ถูกต้อง และเข้าใจประเภทของเศษส่วน แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการโต้ตอบกับครูน้อย นักเรียนไม่กล้าตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ เท่าที่ควร ต้องให้ครูเรียกชื่อ นักเรียนที่นั่งเรียนแถวหน้าจะตั้งใจเรียน แต่นักเรียนที่นั่งแถวหลังและนั่งริมหน้าต่างจะไม่ค่อยตั้งใจเรียน ผลงานของนักเรียนทั้งสองห้องมีลักษณะที่คล้ายกัน คือ นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการคิดยังไม่ค่อยได้ นักเรียนเรียบเรียงขั้นตอนแสดงวิธีการทำวกไปวนมา ให้นักเรียนสับสน และนักเรียนขอให้ครูเขียนอธิบายวิธีคิดเป็นตัวอย่าง เช่น ภาพที่ 4.1

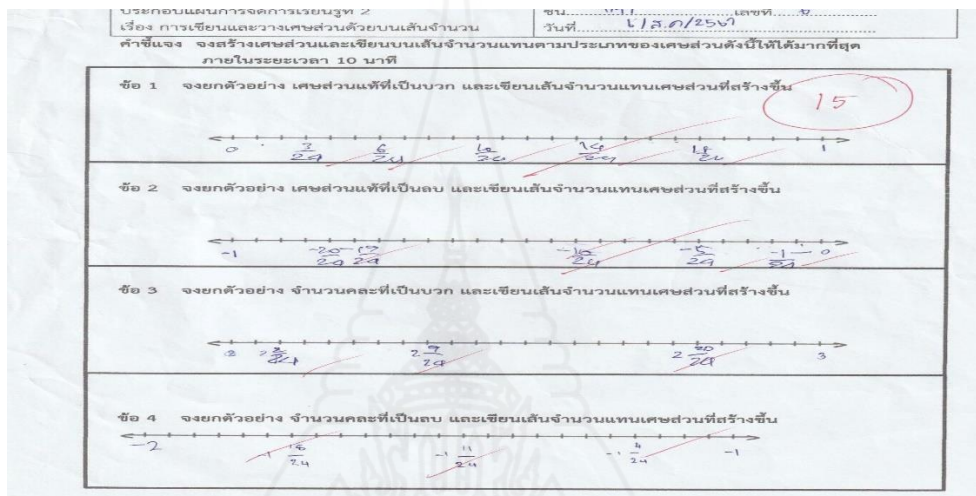


ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนสถานการณ์ปัญหาที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จำนวน 1 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับ เศษส่วนบนเส้นจำนวน ผู้วิจัยเริ่มต้นการเขียนเส้นจำนวน โดยการแบ่งกระดาษออกเป็น 2 , 4 , 8 , 16 เท่าๆ กัน เพื่อเขียนเส้นจำนวนโดยลากเส้นจำนวนจากขอบกระดาษ ที่นักเรียนพับ จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ จำนวน 2 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 พับกระดาษเส้นจำนวน และสถานการณ์ที่ 2 การเขียนเศษส่วนบนเส้นจำนวน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนเศษส่วนบนเส้นจำนวนได้ และสามารถลงจุดบนเส้นจำนวนได้เช่นกัน

จากนั้นครูใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งดูความสามารถในการคิดคล่องและคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขไว้ว่าให้นักเรียนตอบให้ได้มากที่สุดภายในเวลาจำกัด และความสามารถในการคิดหลากหลายของนักเรียน เช่น จงยกตัวอย่าง เศษส่วนแท้ที่เป็นบวก และเขียนเส้นจำนวนแทนเศษส่วนที่สร้างขึ้น ให้มากที่สุด นักเรียนที่เขียนได้มากที่สุดและเขียนได้หลากหลายจะมีคะแนนพิเศษให้ ซึ่งจากการสังเกต พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถเขียนคำตอบได้มากที่สุด แต่ยังไม่คิดยืดหยุ่นได้ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 คำตอบที่แสดงถึงความคิดไม่ยืดหยุ่น

จากภาพจะเห็นว่า นักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด สามารถเขียนคำตอบที่ถูกต้อง และสามารถเขียนคำตอบได้หลากหลาย แต่คำตอบของนักเรียนมีตัวส่วนเป็นตัวเดิม แต่ตอบในหลายข้อคำถาม บางคำตอบ แสดงว่านักเรียนยังไม่สามารถเข้าถึงวัตถุประสงค์ของการคิดแก้ปัญหาวิริยคติส์ ที่ต้องการให้แสดงออกถึงความยืดหยุ่นในการคิด ทั้งนี้เพราะเกิดจากความเคยชินในการเขียนคำตอบว่าต้อง เขียนให้เร็วเพื่อแข่งกับเวลานั้นเป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถแสดงความคิดยืดหยุ่นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้การทวนคำถามซ้ำว่าคำถามต้องการอะไรและนำคำตอบของนักเรียนมาเขียนบนกระดานและอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนเพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างความคิดยืดหยุ่นและความคิดคล่อง จากผลการประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4.4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนบนเส้นจำนวน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ข้อคำถาม	ระดับคะแนนเฉลี่ย			
	ความคิดคล่อง (4 คะแนน)		ความคิดยืดหยุ่น (4 คะแนน)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ข้อที่ 1	2.55	2.51	2.38	2.34
ข้อที่ 2	2.51	2.48	2.32	2.33
ข้อที่ 3	2.45	2.34	2.43	2.28
ข้อที่ 4	2.56	2.43	2.33	2.27
รวม	2.52	2.44	2.37	2.31

จากตารางที่ 4.4 พบว่า การประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนบนเส้นจำนวน ด้านการคิดคล่อง ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) อยู่ในระดับ ดี แต่ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อยู่ในระดับ พอใช้ ด้านการคิดยืดหยุ่น อยู่ในระดับ พอใช้ ทั้งสองกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 2 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับ การเปรียบเทียบเศษส่วน ผู้วิจัยเริ่มต้นโดยการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถ ใช้การถามตอบด้วยการกำหนดสถานการณ์ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้ การพับกระดาษ A4 แบ่งเส้นจำนวนออกเป็นส่วนๆ ที่เท่ากันแรเงากระดาษที่พับตามความสนใจและเขียนส่วนที่แรเงาในรูปเศษส่วนของส่วนแบ่งทั้งหมด ให้คู่ที่ 2 ของทุกกลุ่มเลือกแรเงากระดาษที่พับแล้ว ให้มีขนาดเท่ากับส่วนที่แรเงาของกลุ่มที่ 1 แล้วเขียนส่วนที่แรเงาในรูปเศษส่วนของส่วนแบ่งทั้งหมด นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขและตัวเลขของแต่ละกลุ่ม และกำหนดสถานการณ์ที่ 1 เส้นจำนวนและสถานการณ์ที่ 2 ปัญหาพาเพลิน แล้วให้นักเรียนออกมาเขียนเศษส่วนที่ได้จากการแรเงา และอภิปรายร่วมกัน จนนักเรียนสามารถสรุปการเปรียบเทียบเศษส่วนที่เท่ากัน และไม่เท่ากัน พร้อมทั้งดูความสามารถในการคิดคล่องและคิดยืดหยุ่นของนักเรียน จากผลการประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงคำตอบได้ในปริมาณมากกว่าเดิม นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความคุ้นเคยกับคำถามแบบนี้ ดังตารางที่ 4.5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ข้อคำถาม	ระดับคะแนนเฉลี่ย			
	ความคิดคล่อง (4 คะแนน)		ความคิดยืดหยุ่น (4 คะแนน)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ข้อที่ 1	3.15	3.00	2.48	2.44
ข้อที่ 2	3.11	3.08	2.52	2.57
ข้อที่ 3	3.15	2.84	2.33	2.28
ข้อที่ 4	3.36	2.63	2.43	2.29
รวม	3.19	2.89	2.44	2.40

จากตารางที่ 4.5 พบว่า การประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน ด้านการคิดคล่อง อยู่ในระดับ ดี ทั้งสองกลุ่ม แต่ด้านการคิดยืดหยุ่น อยู่ในระดับพอใช้ ทั้งสองกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จำนวน 2 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับ การบวกเศษส่วน ผู้วิจัยเริ่มต้นโดยการเชื่อมโยงความรู้เก่า เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม มาเป็นตัวช่วยในการแก้ปัญหาเรื่องการบวกเศษส่วน นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจเรื่อง การบวกจำนวนเต็ม อย่างถ่องแท้ นักเรียนจะสามารถนำไปแก้ปัญหาเกี่ยวกับ การบวกเศษส่วน ได้ จากนั้น การฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ สถานการณ์ที่ 1 ตารางการบวกเศษส่วน สถานการณ์ ที่ 2 คณิตคิดสนุก โดยการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่มเดิม ที่มีการละความสามารถ จากการสังเกตนักเรียน เนื่องจากสถานการณ์และใบกิจกรรมมีกิจกรรมเยอะ นักเรียนคนเดียวไม่สามารถทำได้ ทุกคนต้องช่วยกันทำ และยอมรับการตัดสินใจของเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนคนที่เก่ง จะคอยตรวจสอบว่าคิดถูกต้องไหม ทุกคนจะมีบทบาทหน้าที่ในการได้ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด แต่ในกลุ่มควบคุม นักเรียนจะไม่มีบทบาทในการช่วยกันทำงาน มีนักเรียนบางส่วนรอคำตอบจากเพื่อน เพื่อให้มีงานส่งคุณครู ผู้วิจัยใช้ข้อคำถามนักเรียนเพื่อให้ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีโดยพยายามโยงความสัมพันธ์ให้มีลักษณะเป็นระบบ เพื่อวัดความเข้าใจในการบวกเศษส่วน ดูความสามารถในการคิดคล่อง การคิดหลากหลาย การคิดยืดหยุ่น คือการจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อเงื่อนไขที่กำหนด ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ พบว่า ในประเด็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนแสดงความคิด นักเรียนมีความพยายามที่จะแสดง

คำตอบให้มากและหลากหลายก็ทำให้นักเรียนแสดงความคิดยืดหยุ่นออกมาเอง เช่นคำตอบของการบวกเศษส่วน ในภาพที่ 4.3 ที่นักเรียนแสดงการบวกเศษส่วน 2 วิธี การบวกจำนวนคละ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนคนใดในห้องเรียนเขียนขึ้นมาก่อน ดังนี้

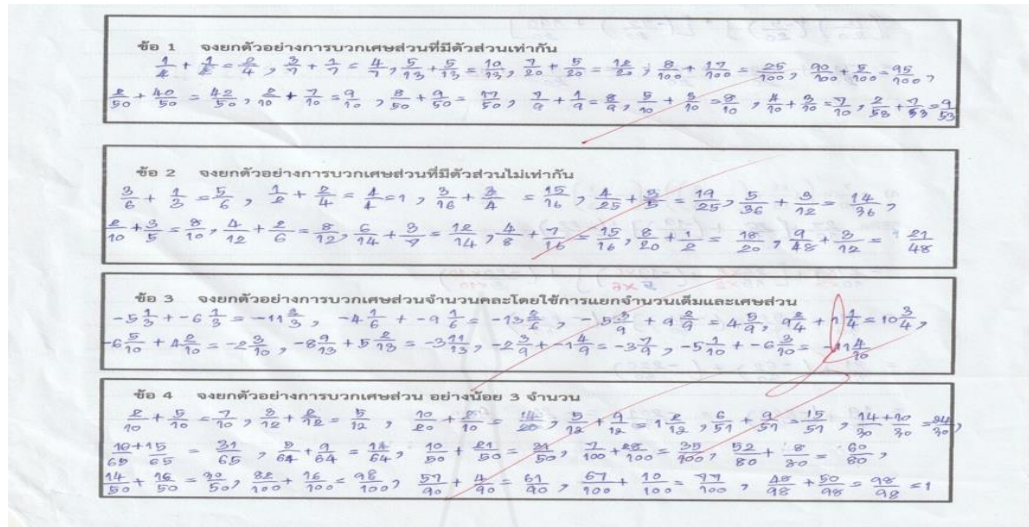
1) $(-2\frac{1}{3}) + (-2\frac{2}{6})$
 วิธีที่ 1 $(-2\frac{1}{3}) = -\frac{7}{3} \rightarrow \frac{-7 \times 2}{3 \times 2} = -\frac{14}{6}$
 $-2\frac{2}{6} = -\frac{14}{6}$
 $\therefore -\frac{14}{6} + (-\frac{14}{6}) = \frac{-28}{6} = -\frac{14}{3} = -2\frac{4}{3}$
 วิธีที่ 2 $(-2\frac{1}{3}) + (-2\frac{2}{6}) \rightarrow (-2) + (-2) = -4$
 $\frac{1 \times 2}{3 \times 2} = \frac{2}{6}$
 $\therefore (-2\frac{1}{3}) + (-2\frac{2}{6}) = -4\frac{2}{6} = -4\frac{1}{3} = -2\frac{4}{3}$ Ans

2) $(-106\frac{1}{5}) + (-45\frac{1}{2}) + 185\frac{2}{3}$
 วิธีที่ 1 $-106\frac{1}{5} = -\frac{531}{5}$
 $-45\frac{1}{2} = -\frac{91}{2}$
 $185\frac{2}{3} = \frac{557}{3}$
 $\therefore (-106\frac{1}{5}) + (-45\frac{1}{2}) + 185\frac{2}{3}$
 $= (-\frac{531}{5}) + (-\frac{91}{2}) + \frac{557}{3}$
 $= (-\frac{531 \times 6}{5 \times 6}) + (-\frac{91 \times 15}{2 \times 15}) + \frac{557 \times 10}{3 \times 10}$
 $= (-\frac{3186}{30}) + (-\frac{1365}{30}) + \frac{5570}{30} = \frac{1019}{30} = 34\frac{11}{30}$ Ans

วิธีที่ 2 $(-106\frac{1}{5}) + (-45\frac{1}{2}) + 185\frac{2}{3}$
 $\rightarrow (-106) + (-45) + 185 = 34$
 $\frac{1}{5} + \frac{1}{2} + \frac{2}{3} = \frac{1 \times 6}{5 \times 6} + \frac{1 \times 15}{2 \times 15} + \frac{2 \times 10}{3 \times 10}$
 $= \frac{6}{30} + \frac{15}{30} + \frac{20}{30} = \frac{41}{30}$
 $\therefore (-106\frac{1}{5}) + (-45\frac{1}{2}) + 185\frac{2}{3}$
 $= 34 + \frac{41}{30} = 34\frac{41}{30}$

ภาพที่ 4.3 การแสดงคำตอบที่ยืดหยุ่นในคำตอบที่หลากหลาย

และผู้วิจัยได้สังเกตยังพบว่าเมื่อใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮีริสติกส์ไประยะหนึ่ง นักเรียนมีการตรวจสอบคำตอบของตนเองกับเพื่อนที่อยู่ใกล้กว่าคำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จากนั้นนักเรียนก็สนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน จนทำให้ตัวเองดัดแปลงคำตอบออกมาได้จนเป็นคำตอบที่แปลกและแตกต่างไปจากกลุ่มอื่น จากการประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเศษส่วน นักเรียนได้แสดงการพยายามตอบคำถามให้ได้ในปริมาณมากและการตอบให้หลากหลายยังก่อให้เกิดการผสมผสานความคิดจนนักเรียนสร้างการบวกเศษส่วนที่แตกต่างจากคนอื่น ๆ ได้ อย่างไม่รู้ตัว ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 คำตอบที่แสดงความยืดหยุ่นในคำตอบที่หลากหลาย

จากผลการประเมินด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเศษส่วน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนมีความถูกต้อง ครบตามที่คำถามต้องการอย่างชัดเจนและแสดงขั้นตอนการหาคำตอบอย่างถูกต้อง และเมื่อผู้วิจัยศึกษาประเมินผลเรื่อง การบวกเศษส่วน จึงได้ผลดังตารางที่ 4.6

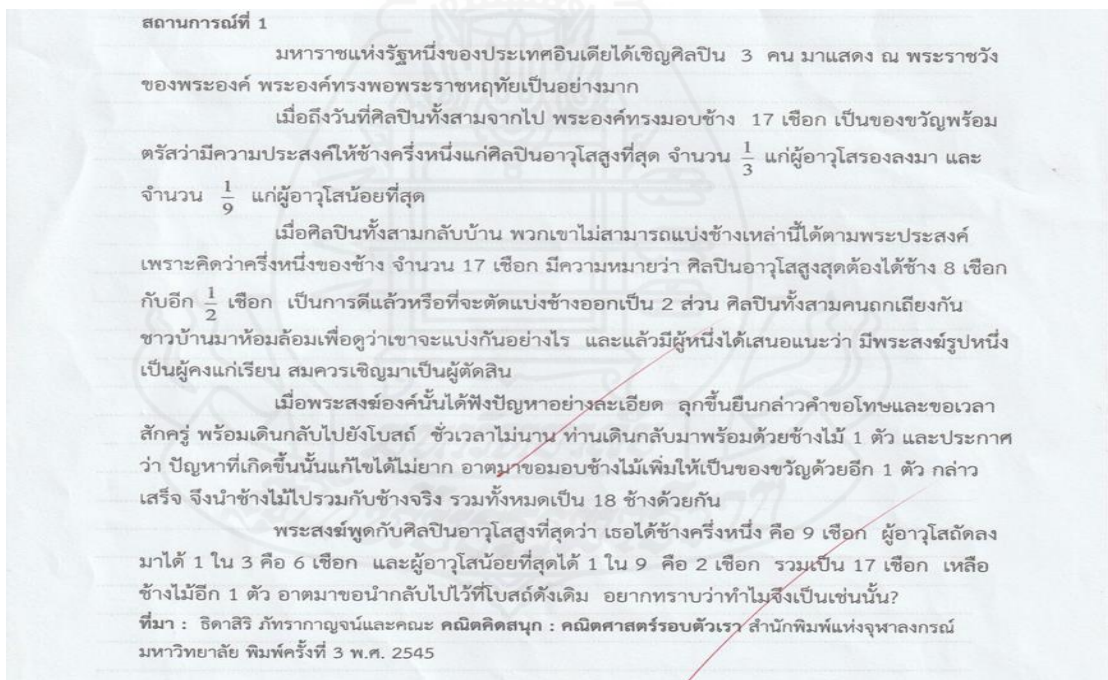
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบอิวิริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ข้อคำถาม	ระดับคะแนนเฉลี่ย			
	ความคิดคล่อง (4 คะแนน)		ความคิดยืดหยุ่น (4 คะแนน)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ข้อที่ 1	3.43	3.00	3.04	2.54
ข้อที่ 2	3.25	3.08	3.22	2.67
ข้อที่ 3	3.15	3.04	3.16	2.48
ข้อที่ 4	3.36	2.93	2.93	2.69
รวม	3.30	3.01	3.09	2.56

จากตารางที่ 4.6 พบว่า การประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเศษส่วน ด้านการคิดคล่อง อยู่ในระดับ ดี ทั้งสองกลุ่ม แต่ด้านการคิดยืดหยุ่น นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) อยู่ในระดับ ดี แต่กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อยู่ในระดับ พอใช้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 จำนวน 3 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับการลบเศษส่วน โดยแบ่งออกเป็นสามช่วงเวลา โดยช่วงแรก ผู้วิจัยเริ่มต้นกิจกรรมการลบจำนวนเต็ม โดยการทดสอบความเข้าใจของการลบจำนวนเต็ม เพื่อให้นักเรียน เชื่อมโยงความรู้เก่า และพิจารณาว่าการแก้ปัญหา การลบเศษส่วน นั้นใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เช่นเดียวกับ การลบจำนวนเต็ม จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและแก้ปัญหาได้ จากนั้นครูกำหนดสถานการณ์ที่ 1 การแบ่งข้าง ซึ่งสถานการณ์นี้ครูแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ ตรวจสอบ คำตอบและประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสมกับปัญหาและสมเหตุสมผลหรือไม่ เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน โดยเน้นเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดใน ประเด็นที่น่าสนใจ คำตอบ และวิธีการคิดที่ดีที่สุดของแต่ละคน ดังภาพที่ 4.5 ต่อไปนี้



ภาพที่ 4.5 สถานการณ์การแก้ปัญหาโดยใช้การลบเศษส่วน

ช่วงที่สองใช้เวลา 1 ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้การถามตอบด้วยการกำหนดสถานการณ์ที่ 2 พินัยกรรมของชายชรา และสถานการณ์ที่ 3 เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม ในการจัดกิจกรรมครั้งนี้ ผู้วิจัยเริ่มจาก

การอ่านคำถามอย่างช้า ๆ ใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคำถามมีวัตถุประสงค์ต้องการอะไรบ้าง ต้องทำอะไรจึงจะถูกต้องตามที่คำถามบอก จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามดังกล่าว พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มเขียนคำตอบได้ถูกต้อง นักเรียนเขียนคำตอบในแต่ละขั้นได้ชัดเจนกว่าเดิม แต่ยังไม่สรุปไปถึงคำถามที่โจทย์ต้องการ คิดเอาเองว่านี่คือคำตอบ ขาดการตรวจคำตอบเพื่อยืนยันความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ดังเช่นภาพที่ 4.6

สถานการณ์ที่ 2

ชายชราคนหนึ่งทำพินัยกรรมยกมรดกที่ดินที่มีอยู่แก่บุตร 3 คน คนหัวปีได้ครึ่งหนึ่งของมรดกที่มีอยู่ คนที่สองได้ครึ่งหนึ่งของคนหัวปี คนสุดท้ายได้ 2 ใน 11 ของมรดกที่มีอยู่ เมื่อชายชราเสียชีวิตลงมีมรดก 87 ตัว ตามเงื่อนไขของพินัยกรรม ลูกทุกคนจะไม่ยอมเสียสิทธิแม้เสียของเปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าได้เพิ่มยิ่งดี ไม่อยากฆ่ามาและไม่อยากขายมา

สมมตินักเรียนมีมรดกที่ดิน 10 ตัว ถ้าบุตรของชายคนนี้มีมาขอร้องให้นักเรียนแบ่งมรดกตามพินัยกรรม โดยถ้ามีส่วนที่เหลือจากการแบ่งตามพินัยกรรมแล้วจะยกให้ผู้แบ่ง นักเรียนจะยินดีแบ่งให้หรือไม่ เพราะเหตุใด

บันทึกกิจกรรม

วิธีคิด

คนหัวปีได้ครึ่งหนึ่งของมรดกที่มีอยู่	$= \frac{1}{2} \times 87 = 44$ ตัว
คนที่สองได้ครึ่งหนึ่งของคนหัวปี	$= \frac{1}{2} \times 44 = 22$ ตัว
คนสุดท้ายได้	$= \frac{2}{11} \times 87 = 16$ ตัว
$\therefore 87 - (44 + 22 + 16) = 87 - 82 = 5$ ตัว	

ภาพที่ 4.6 การวิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้การลบเศษส่วนที่ขาดการสรุปคำถามที่โจทย์ต้องการ

ช่วงที่สามใช้เวลา 1 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมฝึกทักษะการทำกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การลบเศษส่วน โดยครูให้นักเรียนปรึกษากันในกลุ่ม และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการทำงาน ทุกกลุ่มจะช่วยกันทำงาน บางคนสามารถทำได้ 1 ข้อ และใช้คำถามในบางข้อที่นักเรียนไม่เข้าใจได้ ทุกกลุ่มสามารถส่งใบงานครบทุกคนในชั่วโมงเรียน แต่ในกลุ่มควบคุม นักเรียนบางคนจะตั้งใจทำงานให้แล้วเสร็จภายในชั่วโมง บางคนยังสนใจกิจกรรมอื่นนอกเหนือการใบงาน เรื่อง การลบเศษส่วน และบางคนยังไม่สามารถส่งงานในชั่วโมงเรียนได้ และเมื่อผู้วิจัยศึกษาประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบเศษส่วน จึงได้ผลดังตารางที่ 4.7

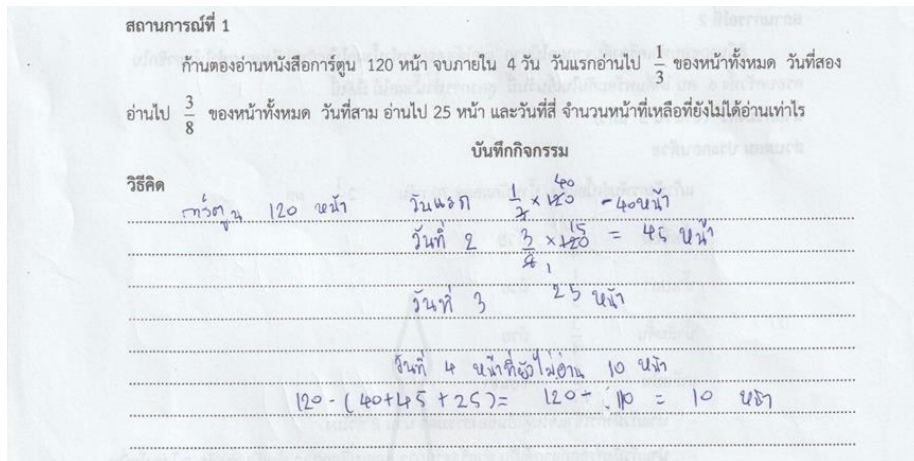
ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ข้อคำถาม	ระดับคะแนนเฉลี่ย			
	ความคิดคล่อง (4 คะแนน)		ความคิดยืดหยุ่น (4 คะแนน)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ข้อที่ 1	3.13	2.90	3.04	2.54
ข้อที่ 2	3.15	2.98	3.22	2.67
ข้อที่ 3	3.05	3.04	3.16	2.48
ข้อที่ 4	3.26	2.93	2.93	2.69
รวม	3.15	2.96	3.09	2.60

จากตารางที่ 4.7 พบว่า การประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบเศษส่วน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ด้านการคิดคล่องและการคิดยืดหยุ่น อยู่ในระดับ ดี แต่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ด้านการคิดคล่องและการคิดยืดหยุ่น อยู่ในระดับ พอใช้

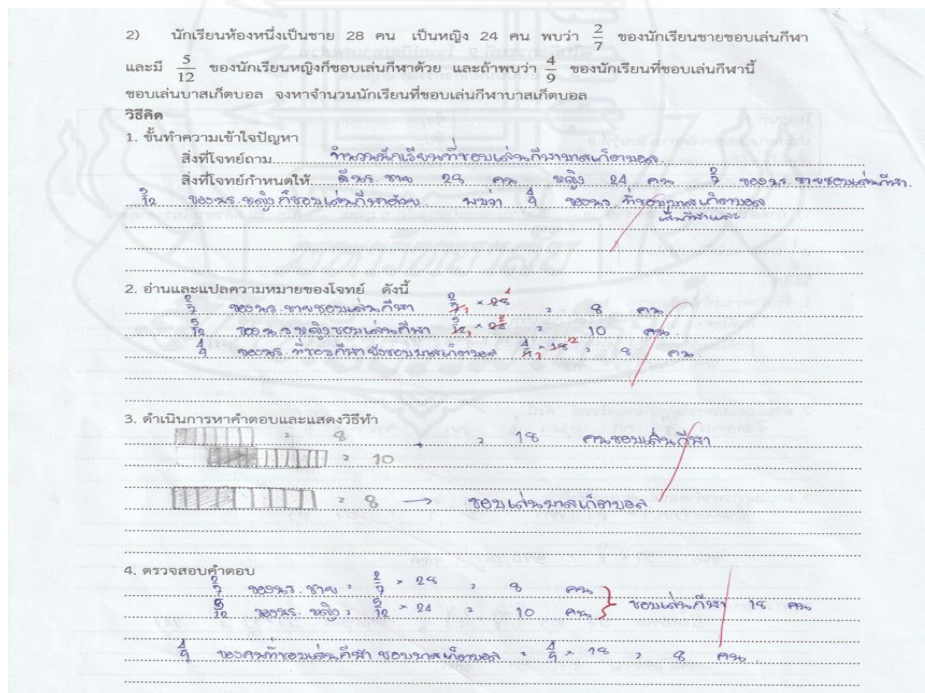
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 จำนวน 1 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับ การคูณเศษส่วน ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการกำหนด กิจกรรมการคูณจำนวนเต็ม โดยใช้การคำถามตามเงื่อนไขที่ครูกำหนด จากนั้นครูให้นักเรียนหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้สูตร กว้าง X ยาว จากนั้นครูเชื่อมโยงการคูณเศษส่วนโดยใช้พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม ที่เป็นเศษส่วน หาพื้นที่แรเงา เพื่อให้ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีโดยพยายามโยงความสัมพันธ์ให้มีลักษณะเป็นระบบ พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถสรุปการคูณเศษส่วนได้ จากนั้นครูกำหนดสถานการณ์ที่ 1 การ์ตูนน่าอ่าน สถานการณ์ที่ 2 น้ำผลไม้แสนอร่อย เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจในการคูณเศษส่วน นักเรียนทุกกลุ่มเขียนคำตอบได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 คำตอบที่แสดงถึงการไม่ตรวจสอบคำตอบและประเมินคำตอบที่ได้

จากภาพจะเห็นว่านักเรียนสามารถเขียนคำตอบถูกต้อง แต่นักเรียนขาดการตรวจสอบคำตอบและประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสมกับปัญหาและสมเหตุสมผลหรือไม่ จากการที่นักเรียนยังไม่เข้าใจการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยจึงใช้การสร้างคำถามเพิ่มเติมขึ้นในโจทย์ปัญหาที่ครูต้องการคำตอบ เพื่อให้นักเรียนจะได้สรุปคำตอบ และมีการตรวจสอบคำตอบและประเมินคำตอบที่โจทย์ต้องการได้ ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 คำตอบที่แสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน

จากภาพจะเห็นว่าเมื่อครูกำหนดคำถามชัดเจน นักเรียนจะตอบทุกคำถามที่ผู้วิจัยถาม แต่ถ้าให้เขียนในโจทย์ปัญหานักเรียนจะไม่เขียน จะทำตามความเข้าใจของนักเรียนเอง มากกว่า จากนั้นผู้วิจัยได้ประเมินผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณเศษส่วน ด้านการคิดคล่อง จึงได้ผลประเมิน ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ข้อคำถาม	ระดับคะแนนเฉลี่ย	
	ความคิดคล่อง (4 คะแนน)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ข้อที่ 1	4.00	3.50
ข้อที่ 2	4.00	3.58
ข้อที่ 3	3.56	3.34
ข้อที่ 4	3.71	3.23
รวม	3.81	3.41

จากตารางที่ 4.8 พบว่า การประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณเศษส่วน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ด้านการคิดคล่อง อยู่ในระดับ ดีมาก แต่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ด้านการคิดคล่อง อยู่ในระดับ ดี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 จำนวน 1 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับ การหารเศษส่วน ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการกำหนดกิจกรรมการหารจำนวนเต็ม โดยใช้การคำถามตามเงื่อนไขที่ครูกำหนด จากนั้นผู้วิจัยเชื่อมโยงการหารเศษส่วนโดยใช้ความรู้การเชื่อมโยงความรู้มาจากการคูณเศษส่วน เพื่อให้ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ที่มีโดยพยายามโยงความสัมพันธ์ให้มีลักษณะเป็นระบบ โดยการกำหนดสถานการณ์ที่ 1 การหารเศษส่วน ด้วยรูปภาพ สถานการณ์การหารพาเพลิน พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถสรุปการหารเศษส่วนได้ เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจในการหารเศษส่วน นักเรียนทุกกลุ่มเขียนคำตอบได้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคล่อง ดังภาพที่ 4.9

คำชี้แจง จงยกตัวอย่างการหารเศษส่วนให้ได้มากที่สุด ภายในระยะเวลา 10 นาที
ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

- เขียนเศษส่วนที่เป็นบวกและเศษส่วนที่เป็นลบ อย่างละ 5 จำนวน
- เลือกจำนวน 5 จำนวนจากข้อ 1)
- หาลมหารของจำนวนในข้อ 2 โดยให้ผลลัพธ์เป็นเศษส่วนที่มีค่าเป็นบวก ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
- หาลมหารของจำนวนในข้อ 2 โดยให้ผลลัพธ์เป็นเศษส่วนที่เป็นลบให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

① $\frac{1}{2}, \frac{2}{5}, \frac{8}{32}, \frac{25}{6}, \frac{3}{6}, (-\frac{7}{21}), (-\frac{2}{3}), (-\frac{16}{24}), (\frac{28}{6}), (-\frac{2}{3})$

② $\frac{2}{5}, \frac{8}{32}, (-\frac{7}{21}), (-\frac{2}{3}), \frac{1}{2}$

③

$\frac{2}{5} \div \frac{8}{32} = \frac{8}{5}$	$\frac{8}{32} \div \frac{2}{5} = \frac{20}{32} = \frac{5}{8}$
$\frac{2}{5} \div \frac{1}{2} = \frac{4}{5}$	$\frac{8}{32} \div \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$
$\frac{1}{2} \div \frac{2}{5} = \frac{5}{4} = 1\frac{1}{4}$	$\frac{7}{2} \div \frac{8}{32} = 2$
$(-\frac{7}{21}) \div (-\frac{2}{3}) = \frac{7}{14} = \frac{1}{2}$	$(-\frac{2}{3}) \div (-\frac{7}{21}) = 2$

④

$\frac{2}{5} \div (-\frac{7}{21}) = -\frac{1}{5}$	$(-\frac{7}{21}) \div \frac{2}{5} = -\frac{5}{6}$
$\frac{8}{32} \div (-\frac{7}{21}) = -\frac{3}{4}$	$(-\frac{7}{21}) \div \frac{8}{32} = -\frac{1}{3}$
$\frac{7}{2} \div (-\frac{7}{21}) = -\frac{1}{2}$	$(-\frac{7}{21}) \div \frac{7}{2} = -\frac{2}{3}$

ภาพที่ 4.9 คำตอบที่แสดงการคิดคล่อง

จากภาพที่ 4.9 จะเห็นว่าเมื่อครูกำหนดคำถามชัดเจน นักเรียนจะตอบทุกคำถามที่ผู้วิจัยถาม แต่ถ้าให้เขียนในโจทย์ปัญหานักเรียนจะไม่เขียน จะทำตามความเข้าใจของนักเรียนเอง มากกว่า จากนั้นผู้วิจัยได้ประเมินผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหารเศษส่วน ด้านการคิดคล่อง จึงได้ผลประเมิน ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหารเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบ อิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ข้อคำถาม	ระดับคะแนนเฉลี่ย	
	ความคิดคล่อง (4 คะแนน)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ข้อที่ 1	4.00	4.00
ข้อที่ 2	4.00	3.58
ข้อที่ 3	3.63	3.34
ข้อที่ 4	3.68	3.23
รวม	3.83	3.54

จากตารางที่ 4.9 พบว่า การประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณเศษส่วน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ด้านการ คิดคล่อง อยู่ในระดับ ต่ำมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 จำนวน 3 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับ การบวก ลบ คูณและหารระคนเศษส่วน โดยแบ่ง ออกเป็นสามช่วงเวลา ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการกำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยสุ่มตัวแทนของแต่ละ กลุ่มออกมานำเสนอ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้น ครูกำหนดเงื่อนไขของสถานการณ์ ให้นักเรียนสร้างโจทย์จากการเลือกเศษส่วนบวกและเศษส่วนลบ อย่างละ 5 จำนวน หาผลบวก ลบ คูณ หาร ระคน ได้ผลลัพธ์ เป็นลบ นักเรียนทุกกลุ่มเขียนคำตอบได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.10

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างโจทย์การบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน ที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 30 ให้ได้มากที่สุด (เวลา 20 นาที)

$$(1) \left[\frac{4}{7} + \left(\frac{12}{5} \times \frac{1}{4} \right) \right] \times \left[\left(\frac{12}{32} - \frac{4}{8} \right) \right]$$

$$= \left[\frac{4}{7} + \left(\frac{3}{5} \right) \right] \times \left[\left(\frac{3}{8} - \frac{1}{2} \right) \right]$$

$$= \left[\frac{4}{7} + \frac{3}{5} \right] \times \left[\frac{3}{8} - \frac{4}{8} \right]$$

$$= \left(\frac{4}{7} + \frac{3}{5} \right) \times \frac{3}{4}$$

$$= \left(\frac{45}{35} + \frac{21}{35} \right) \times \frac{3}{4}$$

$$= \frac{66}{35} \times \frac{3}{4} = \frac{198}{140} = \frac{99}{70}$$

ภาพที่ 4.10 การแสดงคำตอบที่ริเริ่มในคำถามความคิดยืดหยุ่น

ในชั่วโมงสอง ครูกำหนดสถานการณ์ที่ 1 คณิตคิดสนุก และสถานการณ์ที่ 2 คณิตคิดท้าทาย ผู้วิจัยใช้คำถามตามเงื่อนไขของสถานการณ์ นักเรียนทุกกลุ่มจะมีการตรวจสอบคำตอบของตนเองโดยใช้ เครื่องคิดเลขและกับเพื่อนที่อยู่ใกล้ว่าคำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จากนั้นนักเรียนจะสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน จนทำให้แต่ละกลุ่มสามารถดัดแปลงคำตอบออกมาได้จนเป็นคำตอบที่ แปลกและแตกต่างจากกลุ่มอื่น ซึ่งเป็นการแสดงออกทางคิดริเริ่ม และพยายามตอบคำถามให้ได้ปริมาณมาก และการตอบให้หลากหลายยังก่อให้เกิดการผสมผสานความคิดจนนักเรียนสร้างคำตอบที่แตกต่างกันจาก กลุ่มอื่น ได้อย่างไม่รู้ตัว จนเกิดเป็นการบวก ลบ คูณและหารเศษส่วนที่แสดงถึงความคิดริเริ่มของนักเรียน ดังภาพที่ 4.11

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาฮิวริสติกส์

สถานการณ์ที่ 1 ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดเศษส่วนที่เป็นลบหนึ่งจำนวนที่จุดเริ่มต้น
2. ให้จำนวนที่กำหนดให้เป็นตัวตั้ง อ่านคำสั่งการดำเนินการและจำนวนใน เขียนผลลัพธ์ที่ได้ในช่องต่อมา
3. ให้ผลลัพธ์ที่ได้เป็นตัวตั้ง อ่านคำสั่งการดำเนินการและจำนวนใน เขียนผลลัพธ์ที่ได้ในช่องถัดมา
4. ทำตามข้อ 3 ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้คำตอบสุดท้าย
5. ใครได้คำตอบสุดท้ายมากที่สุด เป็นผู้ชนะ

จุดเริ่มต้น $-\frac{3}{8}$

$-\frac{3}{8} \times \frac{7}{8} = -\frac{21}{64}$

$-\frac{21}{64} \div (-1\frac{3}{8}) = \frac{343}{98}$

$\frac{343}{98} \times (-2) = -\frac{343}{49}$

$-\frac{343}{49} + (-3 + \frac{1}{4}) = -\frac{486}{49}$

$-\frac{486}{49} - (-\frac{1}{4}) = -\frac{475}{49}$

$-\frac{475}{49} \div (-\frac{1}{6}) = \frac{1425}{7} = \frac{2850}{14}$

$\frac{2850}{14} - (2 - 4\frac{1}{6}) = \frac{4478}{14} = \frac{2209}{7}$

$\frac{2209}{7} + (\frac{1}{3} - \frac{1}{6}) = \frac{4429}{14}$

$\frac{4429}{14} \times (-3) = -\frac{13287}{14}$

$-\frac{13287}{14} \div (-4\frac{1}{6}) = \frac{13287}{275}$

$\frac{13287}{275} \times (-4 - \frac{1}{3}) = \frac{59577}{275}$

คำตอบสุดท้าย

ภาพที่ 4.11 การแสดงคำตอบที่ริเริ่มในเรื่อง บวก ลบ คูณ หารเศษส่วน

ช่วงเวลาที่สามใช้เวลา 1 ชั่วโมง ผู้ศึกษาเริ่มต้นให้นักเรียนนำเสนอผลงานของกลุ่มและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของเพื่อน ช่วยกันตรวจสอบคำตอบที่เพื่อนนำเสนอ ว่าคิดผิดหรือถูกต้องอย่างไร พบว่าหลังการใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ระยะหนึ่งนักเรียนเกิดความคิดมากขึ้น กล้าที่จะเสนอความคิดเห็น และมีความเชื่อมั่นในตัวเอง พร้อมทั้งจะพัฒนาศักยภาพ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานให้แล้วเสร็จในการทำกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม นักเรียนมีความอยากนำเสนอแนวคิดตลอดจนกิจกรรมอภิปรายแนวคิดรวมกันในห้องเรียน บรรยากาศในการเรียน สนุกสนาน นักเรียนแสดงออกถึงความขบคิด ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย ไม่เคร่งเครียด พยายามทำงานที่ตนเองได้รับผิดชอบให้มากที่สุด โดยมีความมั่นใจในกระบวนการคิดของตนเองมากขึ้น จากนั้นผู้วิจัยได้ประเมินผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณและหารเศษส่วนระคน ด้านการคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม จึงได้ผลประเมิน ดังตารางที่ 4.10

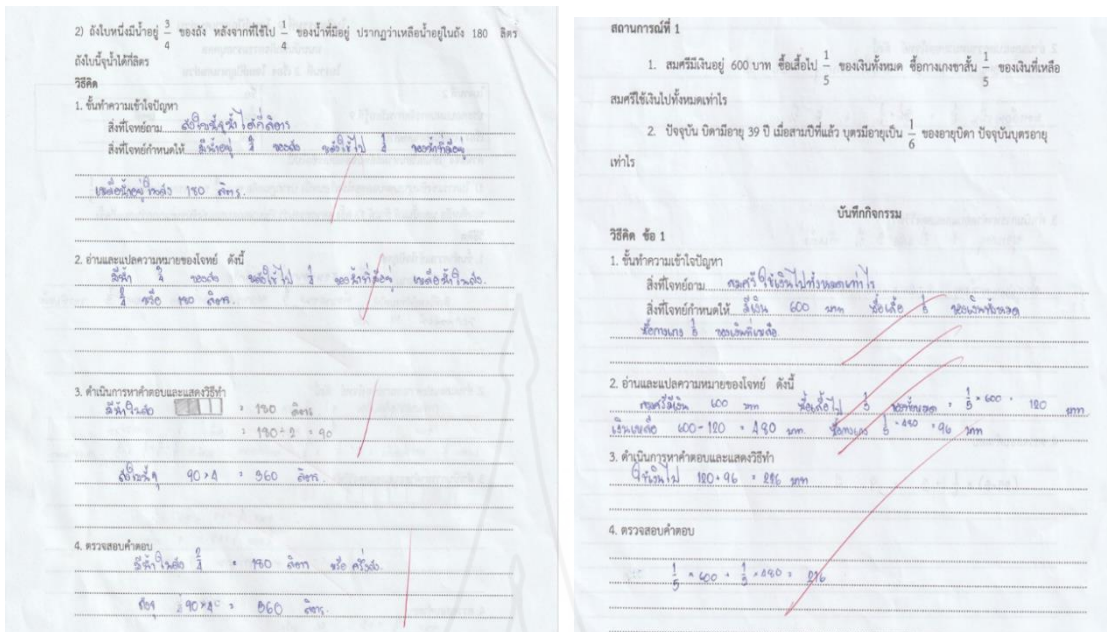
ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณและหารเศษส่วนระคน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ข้อคำถาม	ระดับคะแนนเฉลี่ย					
	ความคิดคล่อง		ความคิดยืดหยุ่น		ความคิดริเริ่ม	
	(4 คะแนน)		(4 คะแนน)		(4 คะแนน)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ข้อที่ 1	3.56	3.50	3.63	3.34	3.04	2.54
ข้อที่ 2	3.71	3.58	3.68	3.58	3.22	2.67
รวม	3.64	3.54	3.66	3.46	3.13	2.61

จากตารางที่ 4.10 พบว่า การประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณและหารเศษส่วนระคน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ด้านการคิดคล่องและคิดยืดหยุ่น อยู่ในระดับ ดีมาก ส่วนด้านการคิดริเริ่ม อยู่ในระดับ ดี นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ การคิดคล่อง อยู่ในระดับ ดีมาก ด้านการคิดยืดหยุ่น อยู่ในระดับ ดี และการคิดริเริ่ม อยู่ในระดับ พอใช้

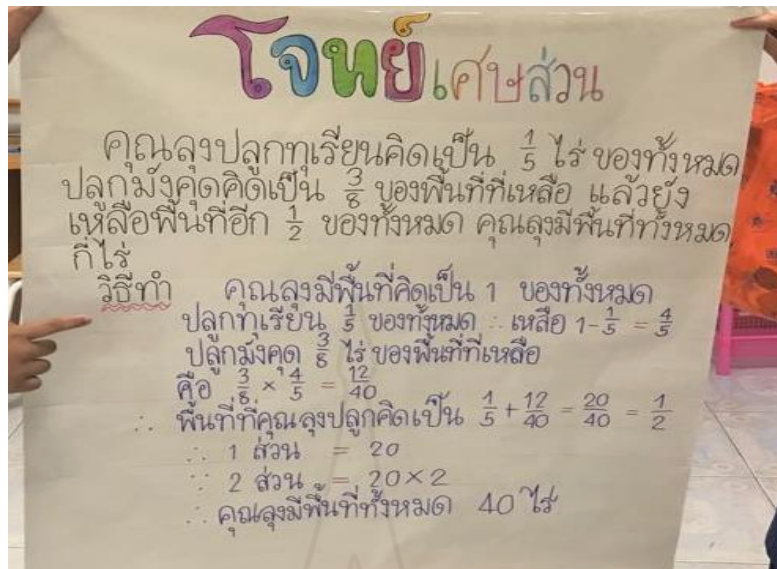
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 จำนวน 3 ชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยแบ่งออกเป็นสาม ช่วงเวลา ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการติดแถบโจทย์ปัญหาเศษส่วนบนกระดาน ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาเศษส่วน คือ โจทย์ถามอะไร โจทย์ต้องการคำตอบอย่างไร โจทย์กำหนดอะไรมาบ้าง ให้นักเรียน หาคำสำคัญของโจทย์ปัญหา นักเรียนต้องสร้างความสัมพันธ์ ทำความเข้าใจปัญหา เชื่อมโยงความรู้เก่าหรือ ปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว และพิจารณาว่าปัญหานั้นใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องใด นักเรียนคิดหาทางเลือก ในการแก้ปัญหา วางแผน วิเคราะห์ข้อมูล สืบตรวจตรวจค้นปัญหา และเลือกยุทธวิธีการที่มีความเหมาะสม ที่สุดในการแก้ปัญหาหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่คิดไว้ ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ ที่ต้องการศึกษาอย่างรอบคอบ จากนั้นนักเรียนดำเนินการหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ และ ประเมินว่าคำตอบนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ อธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ที่นักเรียนค้นพบให้ ผู้อื่นได้รับรู้ และการทดลองสร้างคำถามใหม่หรือปัญหาใหม่ หาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ และอภิปราย ร่วมกับผู้อื่นถึงคำตอบที่ได้โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ผู้วิจัยให้รางวัลและนำเสนอผลงานของกลุ่มที่ ได้คะแนนสูงสุด และสถานการณ์ที่ 1 ปริศนาทำคิด นักเรียนทุกกลุ่มเขียนคำตอบได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.12



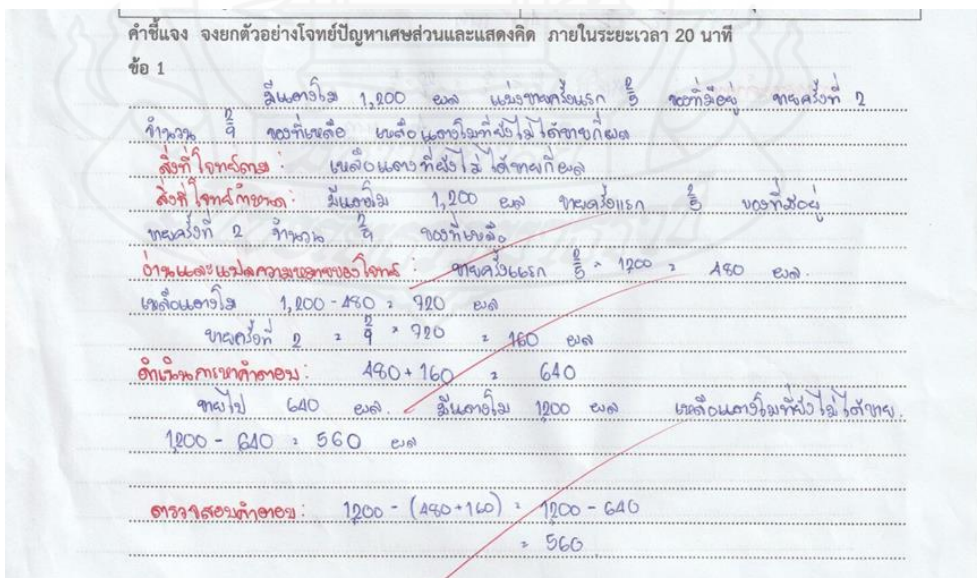
ภาพที่ 4.12 การแสดงคำตอบใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในช่วงโม่งที่สอง ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ที่ 2 เศษส่วนทำคิด และสถานการณ์ที่ 3 ปัญหาหน้าในเหยือก เริ่มต้นด้วยให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยเริ่มจากการอ่านคำถามอย่างช้า ๆ อธิบายให้เห็นว่าโจทย์ปัญหาเศษส่วน ต้องการอะไรบ้าง ต้องทำอะไรถึงจะถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ นักเรียนคิดหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยการเลือกใช้เครื่องมือ และวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ประสบการณ์จะนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ “เคยแก้ปัญหาในลักษณะนี้หรือไม่” ในกรณีที่มีประสบการณ์มาก่อน นักเรียนจะใช้ประสบการณ์มาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาโดยปรับปรุงให้เหมาะสมกับปัญหาใหม่ นักเรียนเกิดการวิเคราะห์ข้อมูล สืบรวจตรวจค้นปัญหา และเลือกยุทธวิธีการที่มีความเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่คิดไว้ ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษาอย่างรอบคอบ การแสดง จนนักเรียนสามารถสรุปและตรวจสอบคำตอบถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอโจทย์ปัญหาเศษส่วนดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 การแสดงการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน

ในช่วงที่สาม จำนวน 1 ชั่วโมง ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยให้นักเรียนตัวแทนของแต่ละกลุ่ม นำเสนอ โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่แต่ละกลุ่มได้คิดขึ้นมาเองและเสนอแนวคิดในการหาคำตอบที่ได้และช่วยกันเฉลย คำตอบที่ถูกต้อง ผู้วิจัยช่วยกันอธิบาย เปิดโอกาสให้ผู้อื่นซักถาม แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีในการหา คำตอบของตนเอง นักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงความรู้ในสิ่งที่เรียนรู้กับสิ่งที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง ดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 คำตอบที่แสดงการคิดริเริ่มในการตั้งโจทย์ปัญหาเศษส่วน

จากภาพที่ 14.13 จะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงสร้างโจทย์ปัญหาที่ไม่แตกต่างจากโจทย์ปัญหาที่นักเรียนได้เจอสถานการณ์ในห้องเรียน แต่หาคำตอบที่ได้จะหลากหลาย และผู้วิจัยต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าควรทำอย่างไรให้คำตอบนั้นแปลก และไม่ซ้ำกับคนอื่น บางครั้งการให้นักเรียนเห็นตัวอย่างการตอบที่ถูกต้อง และการตอบที่ไม่ถูกต้อง มีความจำเป็นเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในลักษณะคำตอบที่ถูกต้องมีลักษณะเป็นอย่างไร รวมถึงตัวอย่างคำตอบที่ไม่ถูกต้องเพื่อให้นักเรียนรู้และเข้าใจว่าต้องตอบอย่างไร และไม่ควรตอบอย่างไร คำตอบบางประเภทผิดและควรหลีกเลี่ยงที่จะตอบ เมื่อนักเรียนได้คำตอบมาแล้ว จะต้องมีการตรวจสอบคำตอบ อธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ที่นักเรียนค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และการทดลองสร้างคำถามใหม่หรือปัญหาใหม่ หากคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่นถึงคำตอบที่ได้ รวมทั้งทำให้นักเรียนขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้นและสามารถควบคุมความคิดของตนเองเพื่อให้เข้าใจและเกิดองค์ความรู้ใหม่ จากนั้นผู้วิจัยได้ประเมินผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ด้านการคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม จึงได้ผลประเมิน ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ข้อคำถาม	ระดับคะแนนเฉลี่ย					
	ความคิดคล่อง		ความคิดยืดหยุ่น		ความคิดริเริ่ม	
	(4 คะแนน)		(4 คะแนน)		(4 คะแนน)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ข้อที่ 1	3.43	2.98	3.03	2.84	3.04	2.34
ข้อที่ 2	3.24	2.58	3.08	2.87	3.12	2.47
รวม	3.34	2.78	3.06	2.86	3.08	2.41

จากตารางที่ 4.11 พบว่า การประเมินผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ด้านการคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม อยู่ในระดับ ดี นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ด้านการคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม อยู่ในระดับ พอใช้

ตอนที่ 4 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพฤติกรรมบางอย่างที่เหมือนกัน โดยเฉพาะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ 1 – 2 และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะค่อย ๆ ต่างกันมากขึ้น เมื่อครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านไปหลายชั่วโมงมากขึ้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 1 – 2

สัปดาห์ที่ 1 – 2 นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการโต้ตอบกับครูน้อย นักเรียนไม่กล้าตอบคำถาม และแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ เท่าที่ควร ต้องให้ครูเรียกชื่อ นักเรียนที่นั่งเรียนแถวหน้าจะตั้งใจเรียน แต่นักเรียนที่นั่งแถวหลังและนั่งริมหน้าต่างจะไม่ค่อยตั้งใจเรียน ในสัปดาห์ที่ 1 ผู้วิจัยสังเกต พบว่าผลงานของนักเรียนทั้งสองห้องมีลักษณะที่คล้ายกัน คือ นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการคิดยังไม่ค่อยได้ นักเรียนเรียบเรียงขั้นตอนแสดงวิธีการทำวกไปวนมา ทำให้นักเรียนสับสน และนักเรียนขอให้ครูเขียนอธิบายวิธีคิดเป็นตัวอย่าง ต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 ผู้สังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มยังคงเขียนอธิบายวิธีคิดไม่พอได้ มีนักเรียนห้องละ 5 – 6 คน ที่เริ่มอธิบายได้ดีขึ้น

สำหรับการทำโจทย์ที่มีความซับซ้อนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สัปดาห์ที่ 1 – 2 ครูต้องอธิบายซ้ำหลายครั้ง ยกตัวอย่างโจทย์หลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ โดยเฉพาะแบบฝึกหัดที่ยาก

4.2 พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 3 – 4

พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เริ่มมีความต่างกัน ดังนี้

4.2.1 กลุ่มทดลอง

สัปดาห์ที่ 3 ผู้วิจัยเริ่มสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ คือ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียนมากขึ้น เนื่องจากได้การทำกิจกรรมทำให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากการทำกิจกรรมได้ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนไม่คุ้นเคยกับการทำกิจกรรม นักเรียนคุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมแบบบรรยายจากครูมากกว่าการจัดกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้สำรวจตรวจสอบข้อมูลข้อความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง แต่ก้อพยายามที่จะศึกษาหาความรู้ เพราะเพื่อนทำได้ และไม่คาดคิดว่าสถานการณ์แบบนี้จะทำให้เกิดความรู้เรื่อง เศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน แต่เมื่อครูพูดคุย ทำความเข้าใจ และชี้ให้เห็นประโยชน์ของการร่วมทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม นักเรียนที่ยังไม่เข้าใจให้ความร่วมมือมากขึ้น

นักเรียนที่นั่งแถวหลัง เริ่มมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และเริ่มอาสาในการคิด ออกมาอธิบายแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อน ซึ่งบางแนวคิดมีความคิดริเริ่มดีมากจนเพื่อนๆ ปรบมือให้ และเริ่มมีนักเรียนคนอื่น คิดแตกต่าง และช่วยกันคิด เสียงดัง ใช้ความรู้พื้นฐาน ช่วยกันคิด ช่วยกันตอบ

นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกระดับความสามารถ กล้าแสดงความสามารถ ความคิดเห็นของตนเอง นักเรียนช่างคิด ช่างถาม และเพื่อน ๆ ก้อข้างตอบมากขึ้น บางครั้งครูไม่ต้องตอบคำถามนั้น เพื่อนจะอธิบายด้วยตัวเอง นักเรียนยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนมากขึ้น มีพัฒนาการในด้านระบบการคิด และยอมรับความคิดเห็นที่ต่างไปของเพื่อน นักเรียนมีมารยาทในการแสดงความคิดเห็นอย่างเห็นได้ชัด ตั้งแต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ที่ 4

คุณภาพของผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีพัฒนาการในทิศทางที่ดีขึ้นตามลำดับ มีคุณภาพมากขึ้น มีแนวคิดที่หลากหลาย การเขียนอธิบายกระชับ เข้าใจง่าย มีกระบวนการคิดเป็นขั้นตอนมากขึ้น ลักษณะคำตอบมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

4.2.2 กลุ่มควบคุม

ในสัปดาห์ที่ 3 ผู้วิจัยสังเกตพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติส่วนใหญ่ยังมีการโต้ตอบกับครูก่อนข้างน้อย ไม่มีการถามคำถามหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนที่นั่งแถวหน้าจะตั้งใจเรียน ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถาม แต่นักเรียนมักตอบแบบไม่มั่นใจ หรือตอบได้เฉพาะคำตอบ ไม่สามารถอธิบายแนวคิดได้

ในการจัดกิจกรรมในสัปดาห์ที่ 3 ครูต้องอธิบายซ้ำหลายครั้ง ยกตัวอย่างโจทย์หลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสุ่มให้นักเรียนลองออกมาทำหน้าที่ชั้นเรียน หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนทำโจทย์เอกสารแบบฝึกหัดในชั่วโมงเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนสำหรับสัปดาห์ที่ 4 พบว่าครูอธิบายซ้ำน้อยลง

การทำกิจกรรมของนักเรียนมีกระบวนการคิดที่ไม่หลากหลาย ไม่กล้าตัดสินใจรอบเพื่อนคิดให้ แล้วค่อยตามความคิดของเพื่อน

คุณภาพของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเป็นในลักษณะคงที่ นักเรียนที่ตั้งใจเรียนจะเขียนอธิบายผลงานได้ดี เข้าใจง่าย แต่นักเรียนที่ไม่ตั้งใจเรียน จะเขียนไม่เป็นระเบียบ และคอยลอกเลียนแบบเพื่อนที่ตั้งใจเรียนโดยยังไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้

4.3 พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 5 – 7

พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันมากขึ้น ดังนี้

4.3.1 กลุ่มทดลอง

ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไป นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้เปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัดเจนน คือ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานให้แล้วเสร็จในการทำกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม นักเรียนมีความอยากนำเสนอแนวคิด ตลอดจนกิจกรรมอภิปรายแนวคิดรวมกันในห้องเรียน บรรยากาศในการเรียน สนุกสนาน นักเรียนแสดงออกถึงความขบคิด ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

ไม่เคร่งเครียด พยายามทำงานที่ตนเองได้รับผิดชอบให้มากที่สุด โดยมีความมั่นใจในกระบวนการคิดของตนเองมากขึ้น

นักเรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนจะมีแนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่ค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งนี้กลุ่มวิธีที่นักเรียนนิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา คือ การแก้สมการ รongลงมา คือ การเดาและการสุ่ม การใช้ตาราง และการวาดรูป สำหรับแนวคิดที่นักเรียนนิยมนำมาใช้ใน การแก้ปัญหา คือ การแก้ปัญหาโดยใช้การวาดภาพและการแก้สมการตัวแปรเดียว

คุณภาพของผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีพัฒนาการในทิศทางที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน การเขียนอธิบายการคิดได้กระชับ และนักเรียนมีกระบวนการคิดที่แตกต่างหลากหลายแนวทาง เพื่อหาคำตอบได้เหมือนกัน นักเรียนแต่ละคนจะติดหาคำตอบด้วยวิธีคิดมากกว่า 1 วิธี แล้วอภิปรายกับเพื่อนโดยที่ครูไม่ต้องกระตุ้น

4.3.2 กลุ่มควบคุม

นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจเรียนมากขึ้น การทำกิจกรรมกลุ่มย่อยของนักเรียนตลอดทุกกิจกรรม พบว่านักเรียนแสดงความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายกันไม่หลากหลาย แต่นักเรียนได้แสดงความพยายามในการคิดและแสดงความคิดเห็นมากขึ้น จะรอคำตอบจากคุณครูและเขียนตามแบบที่ครูอธิบาย สำหรับนักเรียนบางคนครูต้องคอยกระตุ้นบ่อย ๆ นักเรียนจึงจะแสดงความคิดเห็น นักเรียนที่ตอบคำถามมักเป็นนักเรียนกลุ่มเดิม นักเรียนไม่กล้าตอบคำถามต้องรอให้ครูเรียกชื่อจึงจะตอบ การออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนยังคงมีการเกี่ยงงอนกันบ่อยครั้ง

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ ครั้งนี้ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

1.2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1.3.1 *กลุ่มตัวอย่าง* ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน เลือกมาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แล้วจับฉลากเลือกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน
- 4) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

1.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ปฐมนิเทศนักเรียน เพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สำหรับกลุ่มทดลอง และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม เรื่อง เศษส่วน ให้นักเรียนทราบ

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม เรื่อง เศษส่วน จำนวน 9 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง โดยกลุ่มทดลองแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน โดยวัดผลความสามารถ และเวลาการในจัดกิจกรรมละ 1 ชั่วโมง ในระหว่างการทดลองได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน จากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม การนำเสนอผลงาน เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และสรุปผลตามเกณฑ์ การประเมินหลังการจัดกิจกรรม

3) ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

4) ตรวจสอบผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่

1.4 ผลการวิจัย

1.4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สูงกว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีส่วนสำคัญทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ ดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหา เชื่อมโยงความรู้เก่าหรือปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว และพิจารณาว่าปัญหานั้นใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา สามารถแยกแยะปัญหา สิ่งต่างๆ ได้ สามารถสร้างความสัมพันธ์ (Relate) ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่หามาได้เชื่อมโยงให้สัมพันธ์กันในขอบข่ายของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถทำได้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะเป็นจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหา ถ้าเริ่มต้นถูกทาง ย่อมมีโอกาสที่จะแก้ปัญหาได้ในขั้นนี้ นักเรียนต้องศึกษาและทำความเข้าใจส่วนสำคัญต่าง ๆ ของปัญหาอย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ เซฟฟิลด์ (Shelfield, 2005) กล่าวโดยสรุป ได้ว่า ฮิวริสติกส์ ช่วยให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ (Relate) ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่หามาได้เชื่อมโยงให้สัมพันธ์กันในขอบข่ายของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถทำได้

ขั้นตอนที่ 2 ขึ้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการอ่านและแปลความหมายของโจทย์ สร้างทางเลือกในการหาคำตอบที่หลากหลายหรือแก้ปัญหา คิดหาทางเลือกในการแก้ปัญหา โจทย์ วางแผน วิเคราะห์ข้อมูล สำรวจตรวจค้นปัญหา และเลือกยุทธวิธีการที่มีความเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่คิดไว้ ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษาอย่างรอบคอบ ซึ่งสอดคล้องกับ ไซมอน และนิวเวล (Simon and Newell, 1971) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยสรุปได้ว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ช่วยนักเรียนในการค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดออกมา เพื่อวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ (Means-Ends/Difference Reduction Analysis) โดยให้นักเรียนหาข้อแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ ต่อไป โดยส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มเพื่อนและครูผู้สอน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นหาคำตอบและประเมินผล ในขั้นตอนนี้ นักเรียนดำเนินการหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ และประเมินว่าคำตอบนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับ ครูลิกและรูดนิค (Krutik and Rudnick, 1995) กล่าวโดยสรุปได้ว่า ฮิวริสติกส์ช่วยทำให้นักเรียนสามารถที่จะตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ โดยประเมินว่าคำตอบในแต่ละขั้นตอน ถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้มาหรือไม่และคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผล

ขั้นตอนที่ 4 ทบทวนและขยายแนวคิด (Reflect and Extend) เป็นขั้นที่ได้คำตอบมาแล้ว มีการตรวจสอบคำตอบ อธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ที่นักเรียนค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และการทดลองสร้างคำถามใหม่หรือปัญหาใหม่ หากคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่นถึงคำตอบที่ได้ รวมทั้งทำให้นักเรียนขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้นและสามารถควบคุมความคิดของตนเองเพื่อให้เข้าใจและเกิดองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ วิลสัน เฟอร์นานเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez and Hadaway, 1999) ซึ่งศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 กลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนที่เน้นทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และมีทัศนคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น เนื่องจาก การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ช่วยในการพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งในด้านการเรียนและชีวิตประจำวัน การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ สามารถช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งการที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงขึ้น เป็นคุณลักษณะที่สำคัญและต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ งานวิจัยของ ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545) และกัลยา ปัญญาวัฒน์ธนกุล (2556) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนปกติและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สูงกว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิด

สร้างสรรค์ตามประสบการณ์และความสามารถของนักเรียน ซึ่งการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) อาจมีแนวทางการแก้ปัญหาหรือ คำตอบที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ปริมาณที่มาก หลากหลายแนวคิดและได้ประสบการณ์ในการค้นพบสิ่งใหม่รวมถึงการได้นำเสนอหรืออภิปรายแนวคิดอย่าง ละเอียดชัดเจน โดยอภิปรายผล ดังนี้

2.2.1 ด้านความคิดคล่องตัว ผู้วิจัยให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหา ให้ได้ปริมาณมากภายในเวลาที่กำหนด จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่ผู้วิจัยได้นำเสนอให้กับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้วิจัยให้นักเรียนหาแนวทางการ แก้ปัญหาให้มากที่สุดพร้อมหาคำตอบ ทำให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้าน ความคิดคล่องและจากผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียน แนวทางการหาคำตอบ และตอบได้ถูกต้อง 60 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับ เบิร์น (Burns, 2005) และรอลิสัน (Rawlison, 1988) ได้กล่าวว่า ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นการแสดง ความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว โดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่า จากสถานการณ์ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดจำนวน ความคิดที่ต้องการแสดงออก และจะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ

2.2.2 ความคิดยืดหยุ่น ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีกลุ่มแนวคิดการแก้ปัญหาที่หลากหลายกลุ่มแนวคิด ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายและ ไม่ยากจนเกินไปและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ เลือกใช้กลุ่มแนวคิดการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้หลากหลาย มากกว่าหนึ่งกลุ่มแนวคิด และจากผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถแสดงแนวคิด การแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 แนวคิด ซึ่งนักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงแนวคิดการแก้ปัญหา ที่หลากหลายจากการทำกิจกรรม นักเรียนมีความคิดที่อิสระเน้นแนวทางการคิดมากกว่าคำตอบที่ได้ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคิดยืดหยุ่น ซึ่งสอดคล้องกับ ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1969) ได้เสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยครูควร เปิดโอกาสให้เด็กได้ถามคำถาม และครูต้องยอมรับได้ว่าไม่มีอะไรที่จะเป็นรางวัลแก่เด็กมากไปกว่าการที่เด็ก ได้ค้นพบคำตอบที่เขาถาม แต่มีได้หมายความว่า ครูจะต้องตอบคำถามนั้นในทันทีทันใดทุกครั้ง แต่ครูต้อง หาวิธีการช่วยหรือใช้คำถามกลับเพื่อให้เด็กหาคำตอบเองจากแหล่งที่เด็กสามารถหาคำตอบเองจากแหล่งที่ เด็กสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตัวของเขาเอง เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เด็กจะพอใจ และเรียนรู้การสร้างสรรค และเบคเกอร์และชิมาดะ (Becker & Shimada, 1997) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบ เปิด ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหา ที่ไม่จำเป็นต้องมีวิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบเพียงคำตอบ เดียวครูต้องใช้ความหลากหลายของ กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาที่หลากหลาย ได้ประสบการณ์โดยใช้ความรู้และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่

2.2.3 ความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยนำเสนอการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มนั้นมีขอบเขตของปัญหาที่ค่อนข้างกว้างพอสมควรและไม่ได้เน้นเพียงแค่ว่าคำตอบเพียงอย่างเดียวโดยผู้วิจัย ใช้คำถามกระตุ้น เช่น “นักเรียนคิดว่า จะมีวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่แปลกใหม่หรือไม่อย่างไร” เพื่อให้ให้นักเรียนได้นำความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ของนักเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างอิสระเกิดแนวคิดที่แปลกใหม่เป็นของตนเองและจากผลการทำงาน แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่มีสิ่งบ่งชี้บางอย่างที่ทำให้เห็นแนวคิด ในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ เป็นของตนเอง แสดงถึงความเป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายไม่เน้นคำตอบเพียงอย่างเดียว ประกอบกับการใช้คำถาม กระตุ้นของผู้วิจัยกระตุ้นการคิดของนักเรียนให้มีวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับ ฮอลล์แมน (Hallman, 1971) กล่าวโดยสรุปได้ว่า ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้คิดแก้ปัญหาแปลกใหม่สนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าของตนและฝึกให้ผู้เรียนมีกำลังใจต่อการสู้ความล้มเหลวและความคับข้องใจ และสอดคล้องกับแนวคิดของ เซฟฟิลด์ (Shelfield, 2000 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธ์, 2552) กล่าวโดยสรุปได้ว่า สำหรับการเริ่มต้นพัฒนาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ การสอนนักเรียนโดยใช้ ฮิวริสติกส์ปลายเปิด (open approach Heuristic) ตัวอย่างเช่น นักเรียนอาจเชื่อมโยงแนวคิดในการแก้ปัญหาหนึ่งกับปัญหาต่างๆ ที่เคยพบ ซึ่งได้สำรวจตรวจสอบค้นแนวคิดต่าง ๆ เหล่านั้นไปแล้ว จากนั้นสร้างปัญหาใหม่ ดำเนินการแก้ปัญหา วัดประเมินผลของการแก้ปัญหา เชื่อมโยงผลลัพธ์ที่ได้ และหาความสัมพันธ์ของปัญหาที่กำลังคิดแก้ปัญหาอยู่ สิ่งสำคัญคือครูต้องเลือกปัญหาที่น่าสนใจในการสำรวจตรวจสอบและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีการคิดของตนเองอย่างละเอียดลึกซึ้ง และทิสนา แชมมณี (2544, น. 143) การสอนโดยวิธีแก้ปัญหาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีลักษณะการคิดสำคัญ 4 แบบ คือ ความคิดคล่อง (fluency) คือการคิดเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ประเด็นต่าง ๆ จำนวนมากอย่างรวดเร็ว การคิดยืดหยุ่น (flexibility) คือ การคิดเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้รูปแบบ ลักษณะ ประเภทที่หลากหลายแตกต่างกัน และการจัดหมวดหมู่ ความคิดริเริ่ม (originality) คือ การคิดเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยกล้าคิดนอกกรอบและกล้าลอง เพื่อตรวจสอบความคิดของตน และการคิดจินตนาการในการประยุกต์และการพยายามให้เกิดผลเชิงประจักษ์ และการคิดละเอียดลออ (elaboration) คือ การคิดให้ได้รายละเอียดหลักที่เป็นแก่นสำคัญของเรื่องและการคิดให้ได้รายละเอียดย่อยของเรื่องนั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) ชลลดา ห่องแสง (2557) พัทธยากร บุสสุยา (2559) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลายและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนและมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น โดยเฉพาะงานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ได้ศึกษาเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบ ฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติ

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ในแต่ละขั้นตอน นักเรียนค่อนข้างใช้เวลาพอสมควรไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ควรปรับ เนื้อหาและยืดหยุ่นเวลา ให้เหมาะสม

3.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล พื้นฐานทางความรู้ของนักเรียน ความพร้อมของ นักเรียน และความรู้พื้นฐาน นักเรียนที่ไม่ผ่านในการทำกิจกรรมควรซ่อมเสริมให้

3.1.3 นักเรียนควรฝึกตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ และการกำหนดปัญหาใหม่โดยใช้สถานการณ์เดิมในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไม่ใช่ต้องการคำตอบอย่างเดียว ต้องฝึกให้ นักเรียนคิดนอกกรอบ คิดแตกต่างและยอมรับความคิดของผู้อื่น

3.1.4 การนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชั้นเรียนควรเริ่มจากการสร้างความคุ้นเคยในตัวคำถามเสียก่อน และควรที่ใช้ควรเริ่มจากคำถามง่ายก่อนแล้วจึงเริ่มใช้คำถามที่ยากขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรนำแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไปใช้ในสาระคณิตศาสตร์เรื่องอื่น โดยเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม

3.2.2 ควรนำแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไปใช้ต่อเนื่องกับนักเรียนกลุ่มเดิม หรือกลุ่มอื่น เพื่อให้ นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านความคิดสร ้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

3.2.3 ควรมีการศึกษาตัวแปรเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อ ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ด้านทักษะกระบวนการการสื่อสาร ด้านทักษะ กระบวนการการเชื่อมโยง และด้านทักษะกระบวนการความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัย

สกลนครราชภัฏ

บรรณานุกรม

- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3). (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2555). แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555-2559. กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2560). แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่สอง พ.ศ. 2555-2564. กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กัลยา ปัญญาวัฒน์ธนกุล. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, เชียงราย.
- ขอบใจ สาสิทธิ์. (2545). ผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จิรภา นุชทองม่วง. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่โดยใช้กระดานตะปู ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างวิทยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- จุรีรัตน์ นาคสมบัติ. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

- เจษฎา รัตนบรรเทิง. (2558). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2545). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- ชลดา ห้องแสง. (2557). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เทคนิคระดมสมองที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ทศนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ชัยยุทธ บุญธรรม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ถ่ายเอกสาร).
- ชานนท์ จันทรา. (2554). *กิจกรรมส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ใน ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์. (หน่วยที่ 14). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมมาธิราช.
- ณัฐวุฒิ เจริญกุล. (2554). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเรื่อง บทประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 8(1), 168-181.
- ทิตนา แหมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล, พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และยุรวัดน์ คล้ายมงคล. (2555). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ 4 ขั้นตอน ของสเตอร์นเบิร์กและแนวคิดฮิวริสติกส์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 14(1), 77-95.
- นวลทิพย์ นวพันธ์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นงกัญญา เจริญเกียรติบวร. (2547). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. (สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- นาคิน สัจจะเขตต์. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เน้นการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ปนัดดา แก้วสะเทือน. (2554). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ประภาพันท์ พลายจันทร์. (2546). ความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้ทรัพยากรสารสนเทศและบริการของห้องสมุดคณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. รายงานการวิจัย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปรีฉัตร จันทร์หอม. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์และโมเดลเมทอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ปรีชา เนามูญีนผล . (2556). สารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์. (หน่วยที่ 6-10). (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พวงทิพย์ แซ่พัว. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) โดยใช้เทคนิคการระดมสมองที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- พะยอม แก้วลำหัด. (2555). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 1 โดยใช้การแก้ปัญหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- พัชราภรณ์ ทองนาค. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

- พิทยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- พิจิตรา สิทธิวงศ์. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เรื่อง ความน่าจะเป็นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพร้าววิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- พิสมัย ไบลาศ. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้เทคนิคระดมสมองที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- พิสมัย อาแพงพันธ์. (2551). ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏ-สกลนคร, สกลนคร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2543). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์ พับลิเคชัน.
- เรวดี มีสุข. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนพหุนาม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- เริงชัย คำสุวรรณ. (2553). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิดเรื่องฟังก์ชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุราษฎร์ธานี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล. (2554). จากหลักสูตรแกนกลางสู่หลักสูตรสถานศึกษา กระบวนทัศน์ใหม่ การพัฒนา. กรุงเทพฯ: จรัญสนิทวงศ์การพิมพ์.

- วิณรัตน์ ราศิริ. (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.
- วิรุฬ พรรณเทวี. (2542). ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงานกระทรวงมหาดไทยในอำเภอเมืองจังหวัดแม่ฮ่องสอน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- _____. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- _____. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. ม.ป.ท.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2550). การแก้ปัญหา (Problem Solving). วารสารคณิตศาสตร์, 5, 71 – 79.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2557). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th>.
- สร้อยตระกูล อรรถมานะ. (2550). พฤติกรรมองค์การทฤษฎีและการประยุกต์. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สาลินี เรืองจ้อย. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

- สุชาติ สอดแสงอรุณงาม. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม. (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุนทรี หมั่นวาจา. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนวัฏจักร การเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research)*, 7(1), 205-216.
- สุรัยญา บุตรวิเชียร. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู. (ปริญญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารีย์ พันธุ์ณี. (2543). *คิดอย่างสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ 1999.
- _____. (2546). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ 1999.
- อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้เทคนิคระดมสมองและโปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อุษาวดี จันทร์สนธิ (2556). *สาระและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์*. (หน่วยที่ 11-15). (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Adams, Sam. (1977). *Teaching Mathematics*. New York: Harper & Bros.
- Anderson, K. B. and R. E. Pingry. (1973). *The Learning of Mathematics: Its Theory and Practice*. Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Balka, D.S. (1974). Creative Ability in Mathematics. *Arithmetic Teacher*, 21(7), 633-636.

- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bitter, Gary G., and Mary M hatfield. (1992). *Teaching Mathematics Methods Using Interactive Videodisc: The TMMUIV System. Monograph no. 4*. Tempe: Arizona State University, Technology Based Learning and Research.
- Burns, N., & Grove, S.K. (2005). *The practice of nursing research*. Philadelphia: Saunders.
- Dossey, John A., et al. (2002). *Mathematics Method and Modeling for Today 's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12*. Pacific Grove, CA: Brooks Cole.
- Floyd, R. W. 2005. *Heuristics for Math Problem Solving*. (2018). Retrieved form math.com/math/heuristics.php.
- Good, Carter V. (2005). *Dictionary of Education*. (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of Human Intelligence*. New York: McCraw-Hill.
- _____. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York: McGraw-hill Book.
- James, H. W., and William, S. R. (1992). *Today's Mathematics*. 2nd ed. The United States of America.
- Joyce, Bruce., Weil, Marsha. and Calhoun, Emily. (2009). *Models of Teaching*. New York: Pearson Education.
- Kai Brunkalla. (2009). *HOW TO INCREASE MATHEMATICAL CREATIMTY- AN EXPERIMENT*: Dissertation Abstracts. Retrieved from http://www.math.umt.edu/TMME/vol6no1and2/TMME_vol6nos1and2_article19_pp.257_266.pdf.
- Katretchko, S. L. (1971). Logic and Philosophy: Between Logic and Heuristic [Online]. Retrived from <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Logi/LogiKatr.htm>.
- Kay, D. (1991). *A Comparison of Students Taught How to Use Heuristics in Problem Solving* Retrived from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>.
- Kennedy, M.L. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematic*. 4th ed. California: Wadsworth.
- Krulik Stephen, Rudnick Jesse A. (1982). Teaching Problem Solving to Preservice Teachers. *Arithmetic Teacher*, 29 (6).
- _____. (1993). *The Heuristics of reasoning and problem solving*. Boston: Allyn and Bacon.
- _____. (1996). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School*. Massachusetts: Allyn and Bacon: A Simon & Schuster.

- Middleton, C., and Wheeler, R. (1999). Principled Exploitation of Heuristic Information. Retrieved from www.springerlink.com/index/ud2wpbpvcv0d9qxw.pdf.
- Moustakas, C. (1990). *Heuristic Research*. California: Sage.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- _____. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Novak, J. D. and D. B. Gowin. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination*. New York: Scribner.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It*. New York: Doubleday.
- Rawlinson, J.G. (1988). *Creative thinking and brainstorming*. Great Britain: Biddle.
- Roy, S. (1982). *Mathematical Creative-Can It Be Taught at Early Age?*, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.
- Sheffield, L. J. (2005). *Using Creativity Techniques to Add Depth and Complexity to the Mathematics Curricula*. Retrieved from <http://math.ecnu.edu.cn/earcome3/SYM1.html>.
- _____. (2008). *Promoting creativity for all students in mathematics Education*, New York: Macmillan.
- Sheffield, L. J. and D. E. Cruikshank. (1992). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics*. New York: Macmillan.
- Simon. H. A. & Newell, A., (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Stillman, S. R. (2007). *Strategies for Teaching Content and Thinking Skills*. Boston: Allyn and Bacon.
- Torrance, E. Pual. (1972). *Encouraging creativity in the classroom*. Qubuque, IA: Wm. C. Brown.
- Westcott, A.M. and J. A. Smith. (1967). *Creative Teaching of Mathematics in the Elementary School*. Boston: Allyn and Bacon.
- William, J. S., & Melissa, L. B. (2005). *Communication making connection*. 6th ed. Boston: Pearson/Allyn & Bacon.
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L. & Hadaway, N. (1993). *Mathematic Problem Solving. In research Ideas for the Classroom : High School Mathematics*. New York: Macmillan.

- Wilson, Jame W. (1971). "Secondary School Mathematic" In *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Benjamin S. Bloom U.S.A.: McGraw - Hill.
- Yen, F., and Flora, B. (1985). *An Intervention Study in Mathematical Problem Solving among Selected Junior High School Students (Heuristics Math Tutoring Selfafficacy)*. Retrieved from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือราชการ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชื่อ นางพรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยกุล
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย
 วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิตการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์)
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ เป็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ระดับ ครูชำนาญการพิเศษ
 สอนระดับ มัธยมศึกษา 24 ปี
2. ชื่อ นางจันทร์เพ็ญ ลาอุณ
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย
 วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ เป็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ระดับ ครูชำนาญการพิเศษ
 สอนระดับ มัธยมศึกษา 24 ปี และเป็นครูการวัดและประเมินผล
 การศึกษา
3. ชื่อ นางรุ่งนภา ผลเกิด
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย
 วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยบูรพา
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ การสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย
 จำนวน 16 ปี



ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๒๘๘

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๘ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางพรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจำเนียร เหมาะสมาน นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกคณิตศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จังหวัดศรีสะเกษ ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่นๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วิฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๕-๔๙๔๗๔๗๐



ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๒๕๘๘

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๘ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางรุ่งนภา ผลเกิด

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจำเนียร เหมาะสมาน นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกคณิตศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาแบบอิวริสติกส์ เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จังหวัดศรีสะเกษ ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่นๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิวัฒน์ วิฒนกุลเจริญ)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๕-๔๙๔๗๔๗๐



ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๒๘๘

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๘ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางจันทร์เพ็ญ ลาลุน

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจำเนียร เหมาะสมาน นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกคณิตศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จังหวัดศรีสะเกษ ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่นๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณ
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๕-๔๙๔๗๔๗๐

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แสดงการหาผลรวมคะแนนความเหมาะสมโดยเฉลี่ยรายด้านของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้
- วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ค่าความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- คะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดคล่อง เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- คะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านการยืดหยุ่น เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- คะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านการริเริ่ม เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตารางภาคผนวก ข - 1 แสดงการหาผลรวมคะแนนความเหมาะสมโดยเฉลี่ยรายด้านของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้

รายการ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ช่วงคะแนน				
1. ด้านสาระสำคัญ	4.00	4.67	4.33	4.33	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	3.60	4.40	3.80	3.93	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้	4.00	4.75	4.00	4.25	มาก
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	4.50	3.67	3.95	มาก
5. ด้านสื่อการเรียนรู้	3.50	4.83	3.83	4.05	มาก
6. ด้านการวัดและประเมินผล	4.00	4.83	4.00	4.28	มาก

ตารางภาคผนวก ข - 2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม				รวม
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	
อธิบายความหมายของเศษส่วน		1			1
จำแนกประเภทของเศษส่วน		1			1
ใช้ความรู้เรื่องความหมายของเศษส่วนและประเภทของเศษส่วนในการแก้ปัญหาได้			2		2
ระบุเศษส่วนที่แทนด้วยจุดที่กำหนดให้บนเส้นจำนวนได้		1			1
ระบุและยกตัวอย่างเศษส่วนบนเส้นจำนวนได้		1			1
ระบุเศษส่วนที่เท่ากันได้		2			2
เปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันหรือไม่เท่ากันได้				3	3
หาผลบวกของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้			2		2
อธิบายผลที่เกิดจากการบวกเศษส่วนได้			2		2

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม				รวม
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	
หาผลลบของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้			2		2
อธิบายผลที่เกิดจากการลบเศษส่วนได้			2		2
หาผลคูณของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้			2		2
อธิบายผลที่เกิดจากการคูณเศษส่วนได้			2		2
หาผลหารของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้			2		2
อธิบายผลที่เกิดจากการหารเศษส่วนได้				2	2
หาผลบวก ลบ คูณ หารของเศษส่วนระคนที่กำหนดให้ได้			3		3
อธิบายผลที่เกิดจากการบวก ลบ คูณ หารเศษส่วนระคนได้				3	3
วิเคราะห์โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่กำหนดให้ได้				2	2
แสดงวิธีทำและหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้				3	3
ใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนแก้โจทย์ปัญหาได้				2	2
รวม		6	19	15	40



ตารางภาคผนวก ข - 3 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)
 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			รวม $\sum R$	สรุป (IOC)	ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			รวม $\sum R$	สรุป (IOC)
	1	2	3				1	2	3		
1	+1	+1	+1	3	1	15	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1	16	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1	17	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1	18	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1	19	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1	20	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1	21	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1	22	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1	23	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1	24	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1	25	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1	26	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1	27	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	+1	3	1	28	+1	+1	+1	3	1
29	+1	+1	+1	3	1	35	+1	+1	+1	3	1
30	+1	+1	+1	3	1	36	+1	+1	+1	3	1
31	+1	+1	+1	3	1	37	+1	+1	+1	3	1
32	+1	+1	+1	3	1	38	+1	+1	+1	3	1
33	+1	+1	+1	3	1	39	+1	+1	+1	3	1
34	+1	+1	+1	3	1	40	+1	+1	+1	3	1

หมายเหตุ +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ในข้อนั้น
 -1 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ในข้อนั้น
 0 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่ได้วัดจุดประสงค์ในข้อนั้น

ตารางภาคผนวก ข - 4 ค่าความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความยากง่าย (P) ของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ วิเคราะห์	ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ วิเคราะห์
1	0.875	0.250	ง่ายมาก	21	0.606	0.558	ง่ายมาก
2	0.875	0.211	ง่ายมาก	22	0.692	0.539	ดีเยี่ยม
3	0.798	0.365	ดีเยี่ยม	23	0.586	0.673	ดีเยี่ยม
4	0.365	0.423	ดีเยี่ยม	24	0.529	0.712	ดีเยี่ยม
5	0.452	0.442	ดีเยี่ยม	25	0.644	0.635	ดีเยี่ยม
6	0.567	0.404	ดีเยี่ยม	26	0.654	0.539	ดีเยี่ยม
7	0.712	0.500	ดีเยี่ยม	27	0.558	0.115	ดีเยี่ยม
8	0.365	0.192	ยากมาก	28	0.577	0.461	ดีเยี่ยม
9	0.404	0.385	ง่ายมาก	29	0.298	0.289	ควรปรับปรุง
10	0.529	0.365	ดีเยี่ยม	30	0.394	0.365	ดีเยี่ยม
11	0.702	0.481	ดีเยี่ยม	31	0.365	0.269	ควรปรับปรุง
12	0.596	0.231	ง่ายมาก	32	0.279	0.211	ควรปรับปรุง
13	0.596	0.308	ดีเยี่ยม	33	0.260	0.327	ดีเยี่ยม
14	0.173	0.000	ยากมาก	34	0.500	0.539	ดีเยี่ยม
15	0.702	0.481	ดีเยี่ยม	35	0.558	0.615	ดีเยี่ยม
16	0.510	0.596	ดีเยี่ยม	36	0.442	0.461	ดีเยี่ยม
17	0.346	0.461	ดีเยี่ยม	37	0.519	0.308	ดีเยี่ยม
18	0.615	0.539	ดีเยี่ยม	38	0.404	0.346	ยากมาก
19	0.289	0.231	ควรปรับปรุง	39	0.394	0.327	ดีเยี่ยม
20	0.702	0.558	ดีเยี่ยม	40	0.298	0.173	ง่ายมาก

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

ตารางภาคผนวก ข - 5 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	16	12	21	14	14
2	16	16	22	15	15
3	15	12	23	18	17
4	15	10	24	17	13
5	15	13	25	15	15
6	18	11	26	16	13
7	16	11	27	14	11
8	15	15	28	14	11
9	14	16	29	13	13
10	14	11	30	14	12
11	16	12	31	16	11
12	16	12	32	18	12
13	18	14	33	17	13
14	17	11	34	16	11
15	15	14	35	18	13
16	15	17	36	16	17
17	13	14	37	14	17
18	15	18	38	17	14
19	14	12	39	16	17
20	19	15	40	16	14

ตารางภาคผนวก ข - 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
เพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS)

T-Test
Group Statistics

group1	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
result 1	40	15.65	1.494	.236
2	40	13.48	2.172	.343

ตารางภาคผนวก ข - 7 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดคล่อง เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	9	5	21	8	8
2	7	6	22	7	8
3	6	7	23	11	7
4	7	6	24	7	8
5	6	7	25	8	9
6	10	6	226	9	8
7	10	8	27	7	6
8	10	9	28	9	7
9	7	8	29	11	5
10	9	7	30	8	8
11	7	5	31	10	9
12	8	9	32	8	8
13	9	6	33	10	9
14	11	7	34	9	7
15	8	5	35	9	5
16	9	7	36	8	6
17	8	9	37	10	7
18	8	5	38	8	8
19	8	7	39	9	5
20	10	5	40	9	9

ตารางภาคผนวก ข – 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดคล่อง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS)

T-Test

Group Statistics

group1	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
fluently 1	40	8.55	1.319	.209
2	40	7.02	1.387	.219

ตารางภาคผนวก ข – 9 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ด้าน คิดยืดหยุ่น เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	11	6	21	7	6
2	9	8	22	8	8
3	10	6	23	9	7
4	8	6	24	9	6
5	7	8	25	7	10
6	8	6	226	8	6
7	9	6	27	8	9
8	8	6	28	9	9
9	9	8	29	8	9
10	7	6	30	9	6
11	7	6	31	9	7
12	6	6	32	10	9
13	7	7	33	9	7
14	9	6	34	9	7
15	8	9	35	11	8
16	7	6	36	7	10

เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
17	7	8	37	8	9
18	10	9	38	8	11
19	9	7	39	9	7
20	9	6	40	8	6

ตารางภาคผนวก ข – 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดยืดหยุ่นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS)

T-Test

Group Statistics

group1	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
flexible 1	40	8.38	1.148	.181
2	40	7.32	1.439	.228

ตารางภาคผนวก ข – 11 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ด้าน คิดริเริ่ม เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	10	7	21	7	6
2	11	8	22	10	8
3	10	7	23	9	7
4	9	6	24	9	6
5	8	8	25	8	10
6	9	6	226	8	6
7	9	7	27	8	9
8	8	6	28	10	9
9	10	8	29	8	9

เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
10	8	6	30	8	8
11	8	6	31	9	7
12	8	7	32	10	9
13	9	7	33	9	7
14	9	6	34	9	6
15	8	9	35	11	7
16	8	6	36	8	9
17	7	8	37	9	9
18	12	10	38	9	10
19	10	7	39	10	6
20	9	8	40	8	6

ตารางภาคผนวก ข - 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดริเริ่ม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS)

T-Test

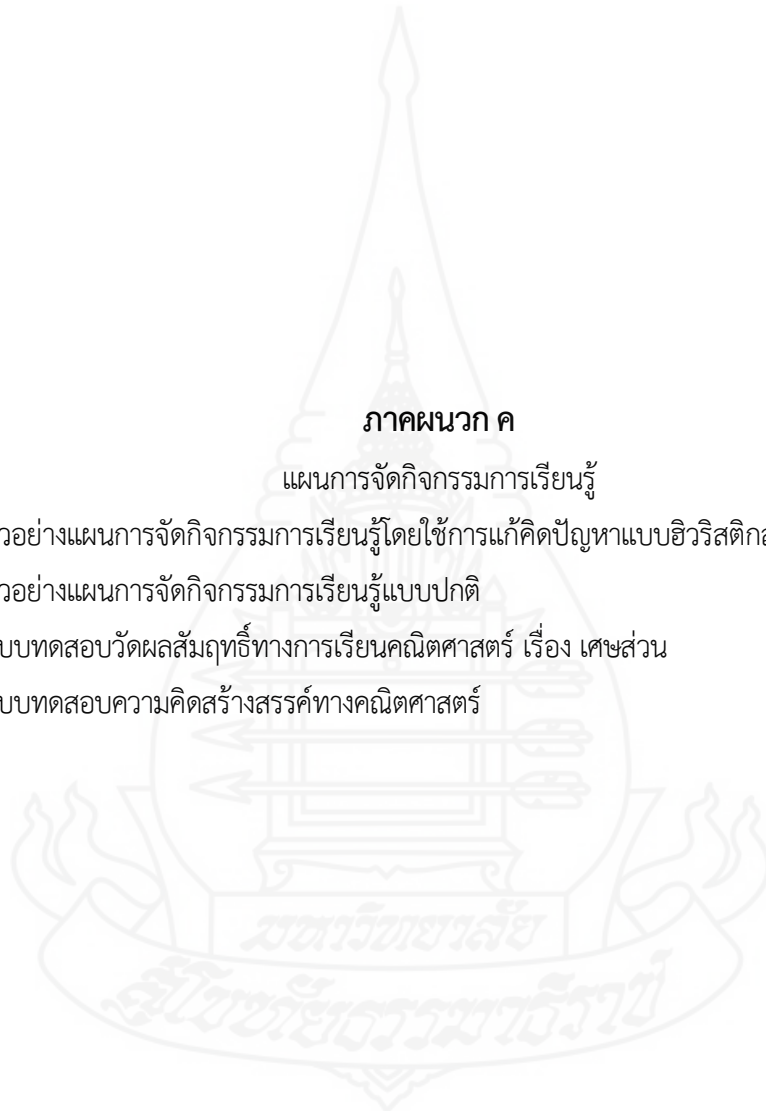
Group Statistics

group1	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Initiative 1	40	8.92	1.095	.173
2	40	7.42	1.318	.208

ภาคผนวก ค

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
- แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 โดยใช้การแก้คิดปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน1 (ค 21101)	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เศษส่วน	จำนวน 18 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน	จำนวน 3 ชั่วโมง
วันที่.....เดือน.....ปี..... ที่ทำการสอน	ผู้สอน นางสาวจำเนียร เหมาะสมาน

1. สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน ทำได้โดยการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ การวิเคราะห์โจทย์เพื่อทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แล้วนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปวางแผนในการแก้ปัญหาและดำเนินการเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- 1) วิเคราะห์โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่กำหนดให้ได้
- 2) แสดงวิธีทำและหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
- 3) ใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนแก้โจทย์ปัญหาได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

- 4) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดคล่อง โดยใช้การดำเนินการโจทย์ปัญหาเศษส่วนให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด
- 5) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดยืดหยุ่น โดยใช้การดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน คิดหาคำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้คะแนนได้อย่างหลากหลายรูปแบบ
- 6) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดริเริ่ม โดยการคิดวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ถูกต้องโดยเลือกใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

3. สาระการเรียนรู้

การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน ทำได้โดยการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ การวิเคราะห์โจทย์เพื่อทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แล้วนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปวางแผนในการแก้ปัญหาและดำเนินการเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ดังนั้นในชีวิตประจำวันมีสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ของเศษส่วนมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ ดังนี้

โจทย์ปัญหาเศษส่วน

การคำนวณโจทย์ปัญหาเศษส่วนในการกำหนดค่าของข้อมูลให้ นั้น มักจะกำหนดในรูปของเศษส่วนทั้งหมด ดังนั้น จะต้องตีความหมายของเศษส่วนให้เข้าใจ คือ ทีมชนะเลิศ ได้รับชัยชนะ $\frac{2}{3}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่า แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่า แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่งออกเป็น 3 ส่วน ชนะ 2 ส่วน ดังนั้น แพ้ 1 ส่วน เขียนในรูปเศษส่วน ที่แพ้ ได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1 ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง หลังจากใช้ไป 35 ลิตร ก็เหลือน้ำอยู่ครึ่งถึงพอดี ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

วิธีทำ เดิมมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง ต่อมาเหลือน้ำ $\frac{1}{2}$ ของถัง
 \therefore ใช้น้ำไป $\frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ ของถัง คิดเป็น น้ำ 35 ลิตร
 ดังนั้น ถังใบนี้ จุน้ำได้ $35 \div \frac{1}{4} = 35 \times \frac{4}{1} = 140$ ลิตร
ตอบ ถังใบนี้จุน้ำ 140 ลิตร

ตัวอย่างที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนนั่งรถยนต์ส่วนตัวมาโรงเรียน $\frac{24}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด นั่งรถยนต์โดยสารประจำทางมาโรงเรียน $\frac{11}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีจำนวนมากกว่ากันอยู่ 260 คน ดังนั้นนักเรียนโรงเรียนนี้มีทั้งหมดกี่คน

วิธีทำ โรงเรียนมีนักเรียนนั่งรถยนต์ส่วนตัวมาโรงเรียน $\frac{24}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด
 นั่งรถยนต์โดยสารประจำทางมาโรงเรียน $\frac{11}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด
 \therefore นักเรียนสองกลุ่มนี้ มีจำนวนมากกว่ากันอยู่ $\frac{24}{25} - \frac{11}{25} = \frac{13}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็น นักเรียน 260 คน

ดังนั้น นักเรียนทั้งหมด $260 \div \frac{13}{25} = 260 \times \frac{25}{13} = 260 \times \frac{25}{13} = 500$ คน
ตอบ นักเรียนโรงเรียนนี้มีทั้งหมด 500 คน

ตัวอย่างที่ 3 ปรีศนาได้รับเงินเดือน 12,000 บาท ให้คุณแม่ $\frac{1}{6}$ ของเงินเดือนทั้งหมด ผาภณาการอมสิน

$\frac{1}{4}$ ของที่เหลือ นอกนั้นเก็บไว้เป็นค่าใช้จ่ายส่วนตัว อยากทราบว่าปรีศนาเหลือเงินค่าใช้จ่ายส่วนตัวเท่าไร

วิธีทำ ปรีศนาได้รับเงินเดือน 12,000 บาท

ให้คุณแม่ $\frac{1}{6}$ ของเงินเดือนทั้งหมด คิดเป็น $\frac{1}{6} \times 12,000 = 2,000$ บาท

\therefore เงินเดือนเหลือ $12,000 - 2,000 = 10,000$ บาท

ผาภณาการอมสิน $\frac{1}{4}$ ของที่เหลือ คิดเป็น $\frac{1}{4} \times 10,000 = 2,500$ บาท

\therefore เงินเดือนเหลือ $10,000 - 2,500 = 7,500$ บาท

ตอบ ปรีศนาเหลือเงินค่าใช้จ่ายส่วนตัว 7,500 บาท

ตัวอย่างที่ 4 ล้อรถจักรยานมีเส้นรอบวงยาว $2\frac{2}{5}$ เมตร ถ้ารถแล่นได้ระยะทาง 360 เมตร ล้อรถจะ

หมุนได้กี่รอบ

วิธีทำ รถแล่นได้ระยะทาง 360 เมตร

ล้อรถจักรยานมีเส้นรอบวงยาว $2\frac{2}{5}$ เมตร

\therefore ล้อรถจะหมุนได้ $360 \div 2\frac{2}{5} = 360 \div \frac{12}{5} = 360 \times \frac{5}{12} = 150$ รอบ

ตอบ ล้อรถหมุนได้ 150 รอบ

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

1. ครูติดแถบโจทย์ปัญหาเศษส่วนบนกระดาน ดังนี้ แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเศษส่วน ดังต่อไปนี้

ครู : ทีมชนะเลิศได้รับชัยชนะ $\frac{4}{9}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่าอย่างไร

นักเรียน : แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่งเป็น 9 ส่วน ชนะ 4 ส่วน ดังนั้น ที่เหลือ แพ้ 5 ส่วน

ครู : เขียนเศษส่วนแสดงการแพ้ในครั้งนี้ เมื่อการลงแข่งครั้งนี้ ไม่มีการเสมอ ได้อย่างไร

- นักเรียน : $\frac{5}{9}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง
- ครู : นักเรียน ม.1 ห้องหนึ่งมีนักเรียนชาย $\frac{1}{3}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน
หมายความว่าอย่างไร
- นักเรียน : แบ่งนักเรียนทั้งห้องออกเป็น 3 ส่วน มีนักเรียนชาย 1 ส่วน ที่เหลือเป็นนักเรียนหญิง 2 ส่วน
- ครู : เขียนเศษส่วนแทน จำนวนนักเรียนหญิงได้อย่างไร
- นักเรียน : $\frac{2}{3}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน
- ครู : มาลีอ่านหนังสือหนึ่งเล่มจำนวน 2 วัน วันแรกอ่านได้ $\frac{2}{5}$ ของเล่ม หมายความว่าอย่างไร นักเรียน : แบ่งจำนวนหน้าหนังสือออกเป็น 5 ส่วน วันแรกอ่านได้ 2 ส่วน ที่เหลือ วันที่สอง อ่านได้ 3 ส่วน
- ครู : เขียนเศษส่วนแทน มาลีอ่านหนังสือวันที่สองได้อย่างไร
- นักเรียน : $\frac{3}{5}$ ของจำนวนหน้าของหนังสือ
- ครู : นักเรียนห้อง ม.1/11 เป็นนักเรียนชาย $\frac{2}{7}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน
ต้องการทราบว่า นักเรียนหญิงและนักเรียนชายต่างกันอย่างไร
- นักเรียน : นักเรียนชาย $\frac{2}{7}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน ดังนั้น นักเรียนหญิง $\frac{5}{7}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน ดังนั้น นักเรียนชายต่างจากนักเรียนหญิง $\frac{3}{7}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน

2. ครูชี้แนะเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว และบอกกับนักเรียน วันนี้ เราจะเรียนเรื่อง โจทย์ปัญหา

เศษส่วน

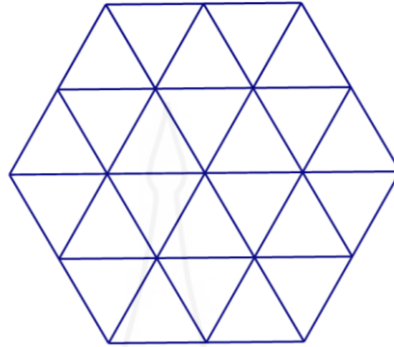
ชั้นสอน

4.2 ชั้นสอนโดยใช้การแก้ปัญหาอิวิริสติกส์ (Heuristics)

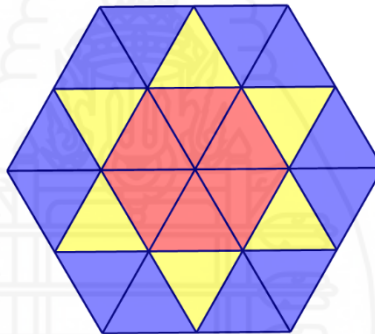
[ขั้นที่ 1 สร้างความสัมพันธ์]

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามขั้นตอน ต่อไปนี้
 - วาดรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า คนละ 1 รูป

2) จากรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าในข้อ 1 แบ่งครึ่งความยาวของแต่ละด้านและลากส่วนของเส้นตรงต่อจุด ดังรูป



3) ระบายสีรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ดังรูป



4) จากรูปในข้อ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้

4.1) รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าสีชมพูมีพื้นที่คิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของพื้นที่ทั้งหมด
 4.2) รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าสีชมพูมีพื้นที่คิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของพื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าสีน้ำเงิน

4.3) รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าสีชมพูมีพื้นที่คิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของพื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าสีเหลืองและสีน้ำเงินรวมกัน

2. ครูคัดเลือกผลงาน 3 ชิ้นงาน ให้กลุ่มที่ได้รับคัดเลือกนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน และครูชี้แนะเพิ่มเติม
3. ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันตรวจสอบคำตอบทั้ง 3 ข้อ และครูเฉลยคำตอบพร้อมตอบข้อสงสัย
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน จากนั้นร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- การทำโจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยใช้หลักการ อ่านโจทย์ให้เข้าใจ ทำความเข้าใจกับโจทย์ ปัญหา แปลความหมายของเศษส่วน จากนั้นดำเนินการหาคำตอบ และแสดงวิธีทำ

5. ครูให้แต่ละกลุ่มนักเรียนศึกษาใบกิจกรรมที่ 9 สถานการณ์ที่ 1 ปรินาทำคิด ตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 9

ชั่วโมงที่ 2

[ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา]

6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรมที่ 9 สถานการณ์ที่ 1 ปรินาทำคิด

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 9 สถานการณ์ที่ 2 เศษส่วนทำคิดและสถานการณ์ที่ 3 ปัญหาน้ำในเหยือก ตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 9

8. ครูใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด ในประเด็นต่อไปนี้

- พิจารณาโจทย์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 9 ว่า โจทย์ปัญหานั้นคล้ายกับโจทย์ปัญหาที่เคยเจอหรือไม่ และควรใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องใดได้บ้าง ถ้านักเรียนไม่สามารถตอบได้ ครูอาจใช้คำถามเพิ่มเติมได้

- นักเรียนควรเลือกยุทธวิธีใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ในข้อนี้ เพราะเหตุใด

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรึกษากันในกลุ่ม โดยให้สมาชิกในกลุ่มนั้นนำเสนอความคิดของตนเอง แล้วเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหาที่ได้ลงในใบกิจกรรมที่ 9 (ในระหว่างที่นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 9 ครูดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด คอยให้คำแนะนำตอบคำถามให้กับนักเรียน)

[ขั้นตอนที่ 3 ขั้นหาคำตอบและประเมินผล]

10. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้วางแผนไปแล้ว โดยนักเรียนแต่ละคนช่วยกันคิดเกี่ยวกับการดำเนินการแก้ปัญหา และเขียนวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 9 (ในระหว่างที่นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 8 ครูดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด คอยให้คำแนะนำ ตอบคำถามให้กับนักเรียน)

11. ครูถามนักเรียนว่า คำตอบที่ได้นั้น สมเหตุสมผลหรือไม่ นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องได้อย่างไร นักเรียนก็จะคิดว่า คำตอบที่ได้นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ พร้อมทั้งแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่

ชั่วโมงที่ 3

[ขั้นที่ 4 ทบทวนและขยายแนวคิด (Reflect and Extend)]

12. ครูสุ่มให้นักเรียนจำนวน 2 - 3 กลุ่ม ออกมาอภิปรายคำตอบที่ได้ พร้อมทั้งวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับ ประเด็นอื่นๆ ที่จะศึกษาในปัญหานี้ โดยนักเรียนก็จะได้ตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

ครู : มีนักเรียนกลุ่มอื่นใช้วิธีการหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาต่างจากเพื่อนที่ออกมา อภิปรายหรือไม่

ครู : นักเรียนคิดว่า ปัญหาที่สามารถใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการอื่นๆ ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่

13. ครูกล่าวชื่นชมนักเรียนที่ออกมานำเสนอแนวคิดที่ได้ พร้อมทั้งกล่าวให้กำลังใจกับนักเรียนที่ยังทำผิดพลาด

14. เมื่อนักเรียนศึกษาสถานการณ์เสร็จแล้ว ให้นักเรียนทำใบงานที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน
ขั้นสรุป

15. นักเรียนร่วมกัน สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่ได้ โดยครูใช้คำถามชี้แนะเช่น
ครู : นักเรียนคิดว่า สถานการณ์ที่นักเรียนกำหนดใช้ความรู้เรื่องเศษส่วนในเรื่องใดบ้าง

นักเรียน : นักเรียนสามารถตอบได้อย่างหลากหลาย

ครู : ความรู้ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง

นักเรียน : นักเรียนสามารถตอบได้อย่างหลากหลาย เช่นการคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ และการบวก ลบ เศษส่วน ฯลฯ

ครู : การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน มีขั้นตอนอย่างไร

นักเรียน : ต้องอ่านโจทย์ แปลความหมายของโจทย์

16. นักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง หากข้อใดผิดให้เพื่อนช่วยอธิบาย แก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง แล้วบันทึกผลลงในใบงานของตนเอง นำส่งครูเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

5.1 สื่อการเรียนรู้

- ป้ายนิเทศ เรื่อง ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ใบกิจกรรมที่ 9 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

5.2 แหล่งการเรียนรู้

- ห้องสมุดโรงเรียน
- ห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

6. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ ด้านความรู้ 1) วิเคราะห์โจทย์ปัญหา เศษส่วนที่กำหนดให้ได้ 2) แสดงวิธีทำและหาคำตอบ จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 3) ใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วนแก้โจทย์ปัญหาได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ดี ทำถูกต้อง 70% ขึ้นไป - พอใช้ ทำถูกต้อง 30% - 70% - ปรับปรุง ทำถูกต้อง 0% - 30%
ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านทักษะ/กระบวนการ 3) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิด คล่อง โดยใช้การดำเนินการ โจทย์ปัญหาเศษส่วนให้ได้มาก ที่สุด ในเวลาที่กำหนด	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- 0 ได้คะแนนเฉลี่ยรวม 0 - 5 คะแนน - 1 ได้คะแนนเฉลี่ยรวม 6 - 15 คะแนน - 2 ได้คะแนนเฉลี่ยรวม 16 - 25 คะแนน - 3 ได้คะแนนเฉลี่ยรวม ตั้งแต่ 26 คะแนนขึ้นไป
4) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิด ยืดหยุ่น โดยใช้การดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน คิด หาคำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้ คะแนนได้อย่างหลากหลาย รูปแบบ	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	1 ไม่สามารถจัดกลุ่มของ คำตอบได้ 2 สามารถจัดกลุ่มของ คำตอบได้ 1- 2 กลุ่ม 3 สามารถจัดกลุ่มของ คำตอบได้ 3 - 5 กลุ่ม 4 สามารถจัดกลุ่มของ คำตอบได้ มากกว่า 5 กลุ่มขึ้นไป

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>5) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดริเริ่ม โดยการคิดวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม</p>	<p>- ตรวจใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน</p>	<p>- ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน</p>	<p>1 สามารถคิดได้ แต่ซ้ำกับผู้อื่นทั้งหมด</p> <p>2 สามารถคิดได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิม แต่ซ้ำกับผู้อื่นเป็นส่วนใหญ่</p> <p>3 สามารถคิดได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิมแต่ซ้ำกับผู้อื่นเป็นบางส่วน</p> <p>4 สามารถคิดได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิมไม่ซ้ำกับผู้อื่น</p>





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน
ใบความรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน



ใบความรู้ ที่ 8

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค21101)

ชื่อหน่วย เศษส่วน

ชื่อเรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

หน่วยที่ 1 เศษส่วน

สอน ครั้งที่ 1

เวลารวม 18 ชั่วโมง

เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- 1) วิเคราะห์โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่กำหนดให้ได้
- 2) แสดงวิธีทำและหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
- 3) ใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนแก้โจทย์ปัญหาได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

- 4) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดคล่อง โดยใช้การดำเนินการโจทย์ปัญหาเศษส่วนให้ได้มากที่สุด ในเวลาที่กำหนด
- 5) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดยืดหยุ่น โดยใช้การดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน คิดหาคำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้คะแนนได้อย่างหลากหลายรูปแบบ
- 6) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดริเริ่ม โดยการคิดวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ ถูกต้องโดยเลือกใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

โจทย์ปัญหาเศษส่วน

การคำนวณโจทย์ปัญหาเศษส่วนในการกำหนดค่าของข้อมูลให้ นั้น มักจะกำหนดในรูปของเศษส่วนทั้งหมด ดังนั้น จะต้องตีความหมายของเศษส่วนให้เข้าใจ คือ ทีมชนะเลิศ ได้รับชัยชนะ $\frac{2}{3}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่า แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่า แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่งออกเป็น 3 ส่วน ชนะ 2 ส่วน ดังนั้น แพ้ 1 ส่วน เขียนในรูปเศษส่วน ที่แพ้ ได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1 ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง หลังจากใช้ไป 35 ลิตร ก็เหลือน้ำอยู่ครึ่งถึงพอดี ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

วิธีทำ เดิมมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง ต่อมาเหลือน้ำ $\frac{1}{2}$ ของถัง
 \therefore ใช้น้ำไป $\frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ ของถัง คิดเป็น น้ำ 35 ลิตร
 ดังนั้น ถังใบนี้ จุน้ำได้ $35 \div \frac{1}{4} = 35 \times \frac{4}{1} = 140$ ลิตร
ตอบ ถังใบนี้จุน้ำ 140 ลิตร

ตัวอย่างที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนนั่งรถยนต์ส่วนตัวมาโรงเรียน $\frac{24}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด นั่งรถยนต์โดยสารประจำทางมาโรงเรียน $\frac{11}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีจำนวนมากกว่ากันอยู่ 260 คน ดังนั้นนักเรียนโรงเรียนนี้มีทั้งหมดกี่คน

วิธีทำ โรงเรียนมีนักเรียนนั่งรถยนต์ส่วนตัวมาโรงเรียน $\frac{24}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด
 นั่งรถยนต์โดยสารประจำทางมาโรงเรียน $\frac{11}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด
 \therefore นักเรียนสองกลุ่มนี้มีจำนวนมากกว่ากันอยู่ $\frac{24}{25} - \frac{11}{25} = \frac{13}{25}$ ของนักเรียน
 ทั้งหมดคิดเป็น นักเรียน 260 คน
 ดังนั้น นักเรียนทั้งหมด $260 \div \frac{13}{25} = 260 \times \frac{25}{13} = 260 \times \frac{25}{13} = 500$ คน
ตอบ นักเรียนโรงเรียนนี้มีทั้งหมด 500 คน

ตัวอย่างที่ 3 บริษัทได้รับเงินเดือน 12,000 บาท ให้คุณแม่ $\frac{1}{6}$ ของเงินเดือนทั้งหมด ผักธนาคารอมสิน $\frac{1}{4}$ ของที่เหลือ นอกนั้นเก็บไว้เป็นค่าใช้จ่ายส่วนตัว อยากทราบว่าบริษัทเหลือเงินค่าใช้จ่ายส่วนตัวเท่าไร

วิธีทำ บริษัทได้รับเงินเดือน 12,000 บาท
 ให้คุณแม่ $\frac{1}{6}$ ของเงินเดือนทั้งหมด คิดเป็น $\frac{1}{6} \times 12,000 = 2,000$ บาท
 \therefore เงินเดือนเหลือ $12,000 - 2,000 = 10,000$ บาท

ฝากธนาคารออมสิน $\frac{1}{4}$ ของที่เหลือ คิดเป็น $\frac{1}{4} \times 10,000 = 2,500$ บาท

\therefore เงินเดือนเหลือ $10,000 - 2,500 = 7,500$ บาท

ตอบ ปริมาณเงินค่าใช้จ่ายส่วนตัว 7,500 บาท

ตัวอย่างที่ 4 ล้อรถจักรยานมีเส้นรอบวงยาว $2\frac{2}{5}$ เมตร ถ้ารถแล่นได้ระยะทาง 360 เมตร ล้อรถจะหมุนได้กี่รอบ

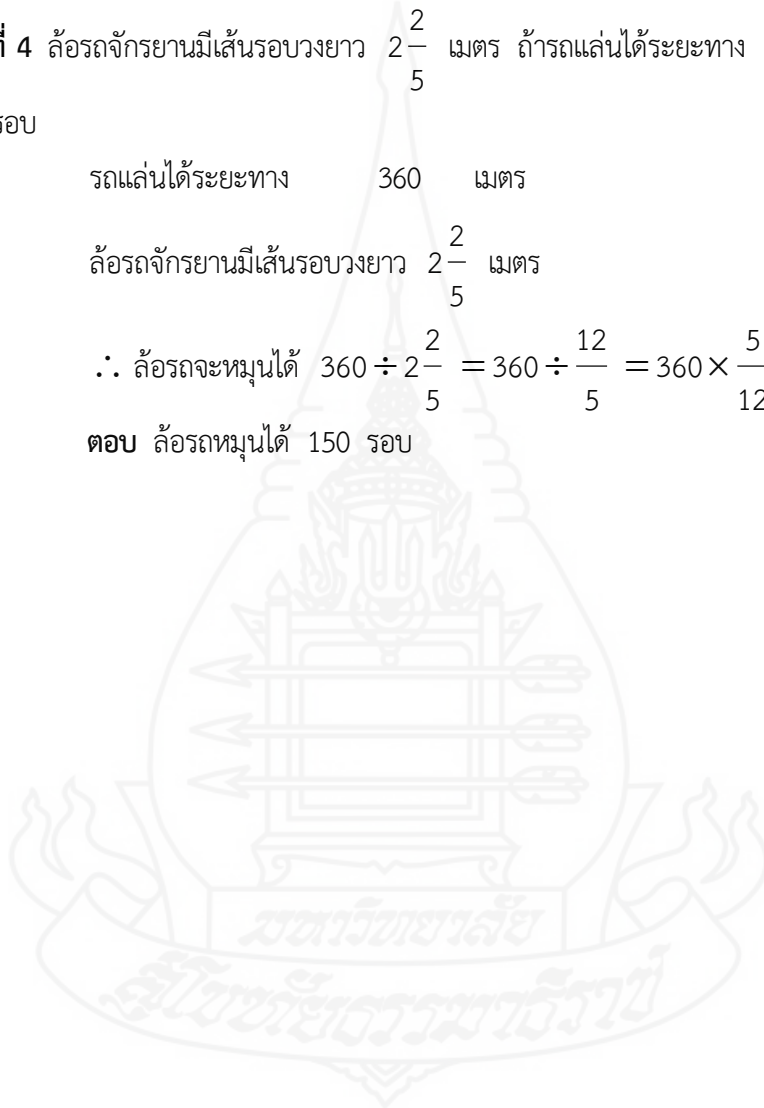
วิธีทำ

รถแล่นได้ระยะทาง 360 เมตร

ล้อรถจักรยานมีเส้นรอบวงยาว $2\frac{2}{5}$ เมตร

\therefore ล้อรถจะหมุนได้ $360 \div 2\frac{2}{5} = 360 \div \frac{12}{5} = 360 \times \frac{5}{12} = 150$ รอบ

ตอบ ล้อรถหมุนได้ 150 รอบ



ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน
แบบบันทึกกิจกรรมกลุ่ม
ใบกิจกรรมสถานการณ์ที่ 1 ปริศนาทำคิด

ใบกิจกรรมที่ 9 ชื่อ.....
 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ชั้น.....เลขที่.....
 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน วันที่.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาฮิวริสติกส์

สถานการณ์ที่ 1

1. สมศรีมีเงินอยู่ 600 บาท ซื้อเสื้อไป $\frac{1}{5}$ ของเงินทั้งหมด ซื้อกางเกงขาสั้น $\frac{1}{5}$ ของเงินที่เหลือ สมศรีใช้เงินไปทั้งหมดเท่าไร

บันทึกกิจกรรม

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ

2. ปัจจุบัน บิดามีอายุ 39 ปี เมื่อสามปีที่แล้ว บุตรมีอายุเป็น $\frac{1}{6}$ ของอายุบิดา ปัจจุบันบุตร

อายุเท่าไร

วิธีคิด ข้อ 2

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

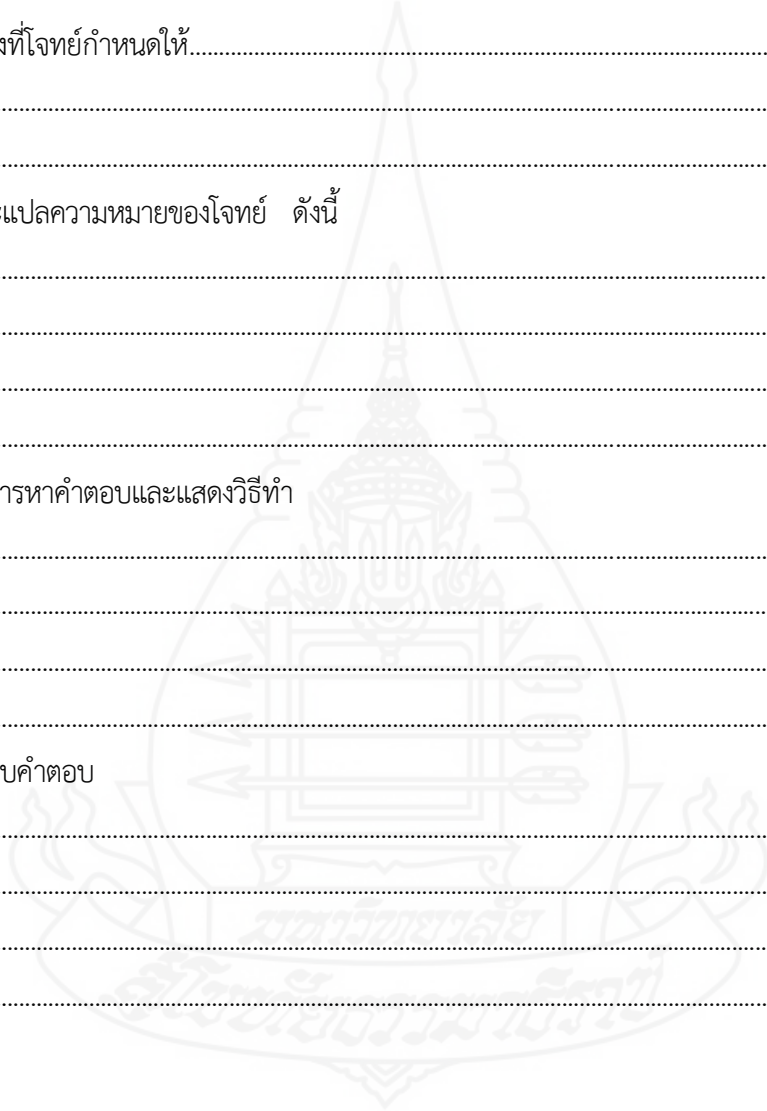
4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน
แบบบันทึกกิจกรรมกลุ่ม
ใบกิจกรรมสถานการณ์ที่ 2 เศษส่วนทำคิด

ใบกิจกรรมที่ 9 ชื่อ.....
 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ชั้น.....เลขที่.....
 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน วันที่.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาฮิวริสติกส์

สถานการณ์ที่ 2

1. ในการแข่งขันบาสเกตบอลของโรงเรียนหนึ่ง ปรากฏผลคือ ชนะ $\frac{4}{7}$ ของการลงแข่งทั้งหมด เสมอ $\frac{1}{3}$ ของที่เหลือ นอกนั้นแพ้ ถ้าแพ้ 18 ครั้ง อยากทราบว่า ทีมบาสเกตบอลแข่งขันชนะมากกว่าเสมอกี่ครั้ง

บันทึกกิจกรรม

วิธีคิด ข้อ 1

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ

2. ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง หลังจากที่ใช้ไป $\frac{1}{4}$ ของน้ำที่มีอยู่ ปรากฏว่าเหลือน้ำอยู่ในถัง 180 ลิตร ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

วิธีคิด ข้อ 2

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน
แบบบันทึกกิจกรรมกลุ่ม
ใบกิจกรรมสถานการณ์ที่ 3 ปัญหาน้ำในเหยือก

ใบกิจกรรมที่ 9 ชื่อ.....
 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ชั้น.....เลขที่.....
 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน วันที่.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาอริสติกส์

สถานการณ์ที่ 3

แอนมีแก้วน้ำอยู่ 3 ใบ ขนาดเท่า ๆ กัน แต่ละใบมีความจุ 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร เดิมแอนใส่น้ำไว้เท่า ๆ กันทุกแก้ว ต่อมาเติมน้ำลงในแก้วสองใบ ทำให้น้ำในแก้วแต่ละใบมีปริมาณเป็น $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$ และ $\frac{5}{6}$ ของความจุของแก้ว



จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. การที่แอนเติมน้ำลงในแก้วสองใบนั้น แอนเติมน้ำลงไปในแก้วละกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ถ้านำน้ำทั้งสามแก้วไปเทรวมกันลงในเหยือกเปล่าใบหนึ่ง จะได้น้ำ $\frac{5}{8}$ ของความจุเหยือกเหยือกใบนี้จุน้ำได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

.....

.....

.....

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

.....

.....

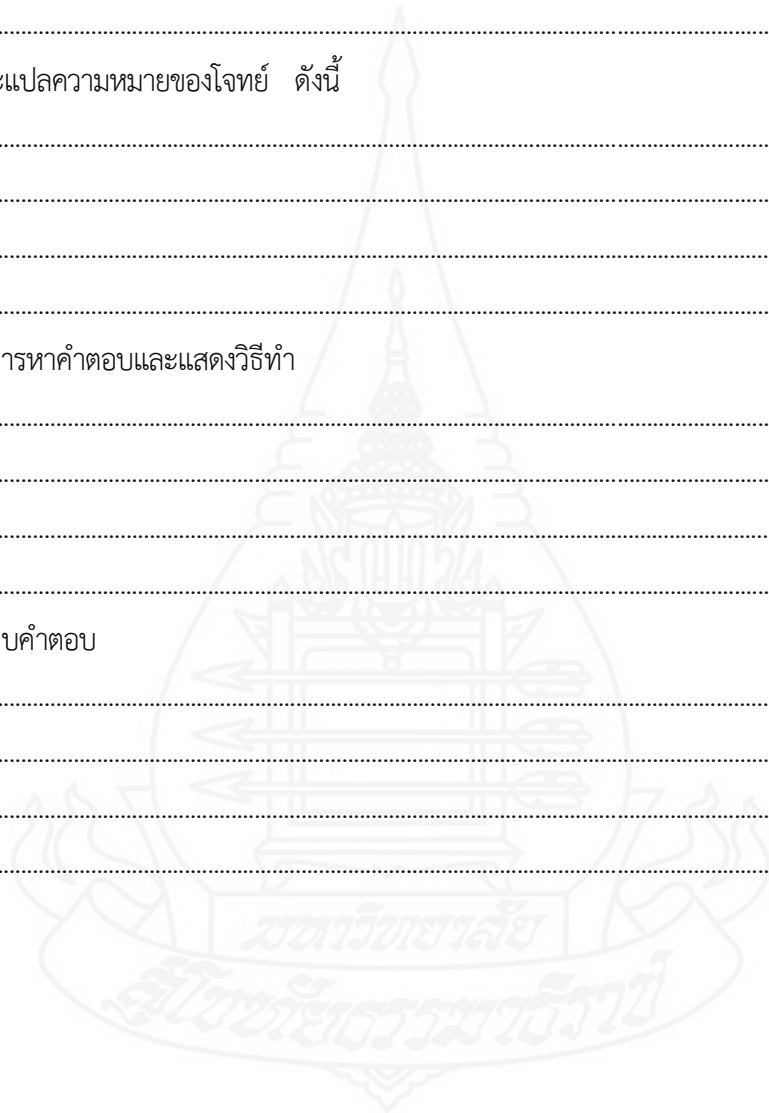
.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน

แบบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล

ใบงานที่ 1 เรื่อง โจทย์ระคนเศษส่วน

ใบงานที่ 1

ชื่อ.....

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

ชั้น.....เลขที่.....

เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

วันที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ของแต่ละข้อไปนี้

- 1) ถ้าต้องการแบ่งน้ำตาลทราย $28\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ออกเป็นถุงเล็ก ๆ ถุงละ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม แล้วขาย

ในราคาถุงละ $6\frac{1}{2}$ บาท จะได้เงินเท่าไร

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ

2) นักเรียนห้องหนึ่งเป็นชาย 28 คน เป็นหญิง 24 คน พบว่า $\frac{2}{7}$ ของนักเรียนชายชอบเล่นกีฬาและมี $\frac{5}{12}$ ของนักเรียนหญิงที่ชอบเล่นกีฬาด้วย และถ้าพบว่า $\frac{4}{9}$ ของนักเรียนที่ชอบเล่นกีฬานี้ ชอบเล่นบาสเก็ตบอล จงหาจำนวนนักเรียนที่ชอบเล่นกีฬาบาสเก็ตบอล

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน

แบบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล

ใบงานที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

ใบงานที่ 2

ชื่อ.....

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

ชั้น.....เลขที่.....

เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

วันที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ของแต่ละข้อไปนี้

1) ในการแข่งขันบาสเกตบอลของโรงเรียนหนึ่ง ปรากฏผลคือ ชนะ $\frac{4}{7}$ ของการลงแข่งทั้งหมด

เสมอ $\frac{1}{3}$ ของที่เหลือ นอกนั้นแพ้ ถ้าแพ้ 18 ครั้ง อยากทราบว่า ทีมบาสเกตบอลแข่งขันชนะมากกว่าเสมอ
กี่ครั้ง

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ

2) ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง หลังจากที่ใช้ไป $\frac{1}{4}$ ของน้ำที่มีอยู่ ปรากฏว่าเหลือน้ำอยู่ในถัง 180 ลิตร ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

.....

.....

.....

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

.....

.....

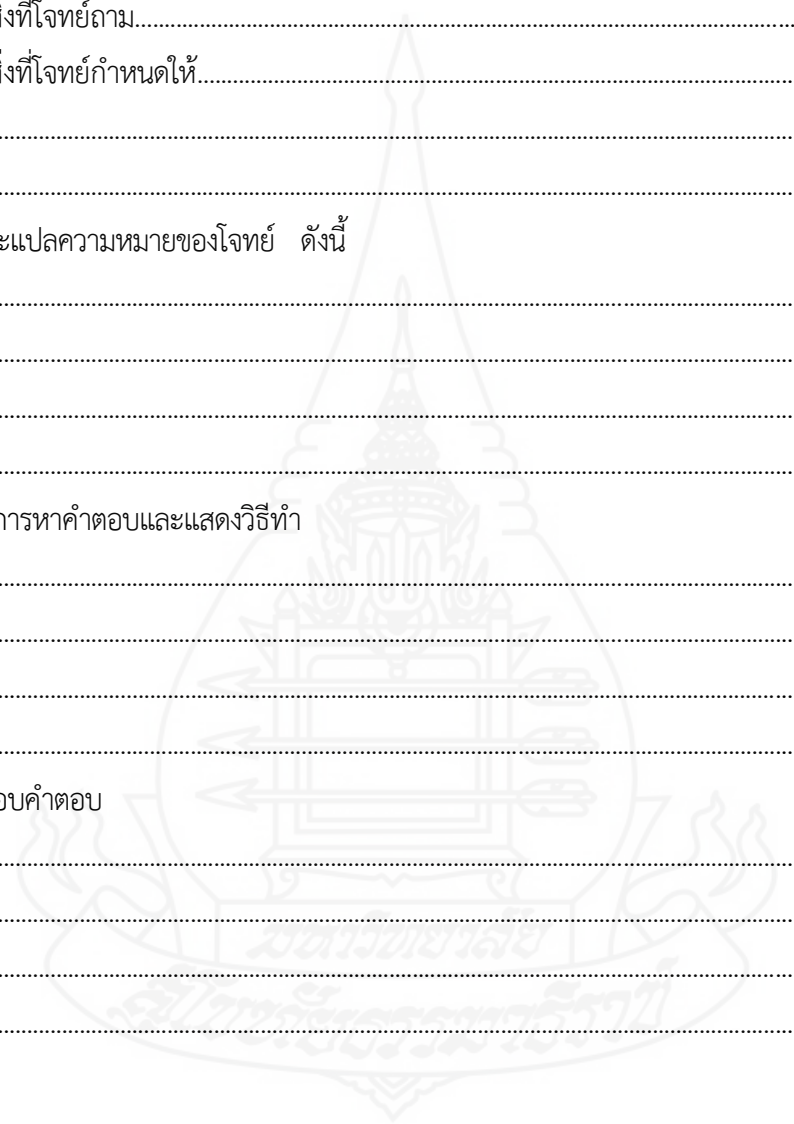
.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....



3) อนงค์อ่านหนังสือนวนิยายเล่มหนึ่ง วันแรกเธออ่านไป $\frac{1}{5}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด วันที่สอง

อ่านได้ 20 หน้า ปรากฏว่า รวมสองวันอ่านได้ $\frac{1}{3}$ ของเล่มพอดี หนังสือเล่มนี้มีกี่หน้า

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

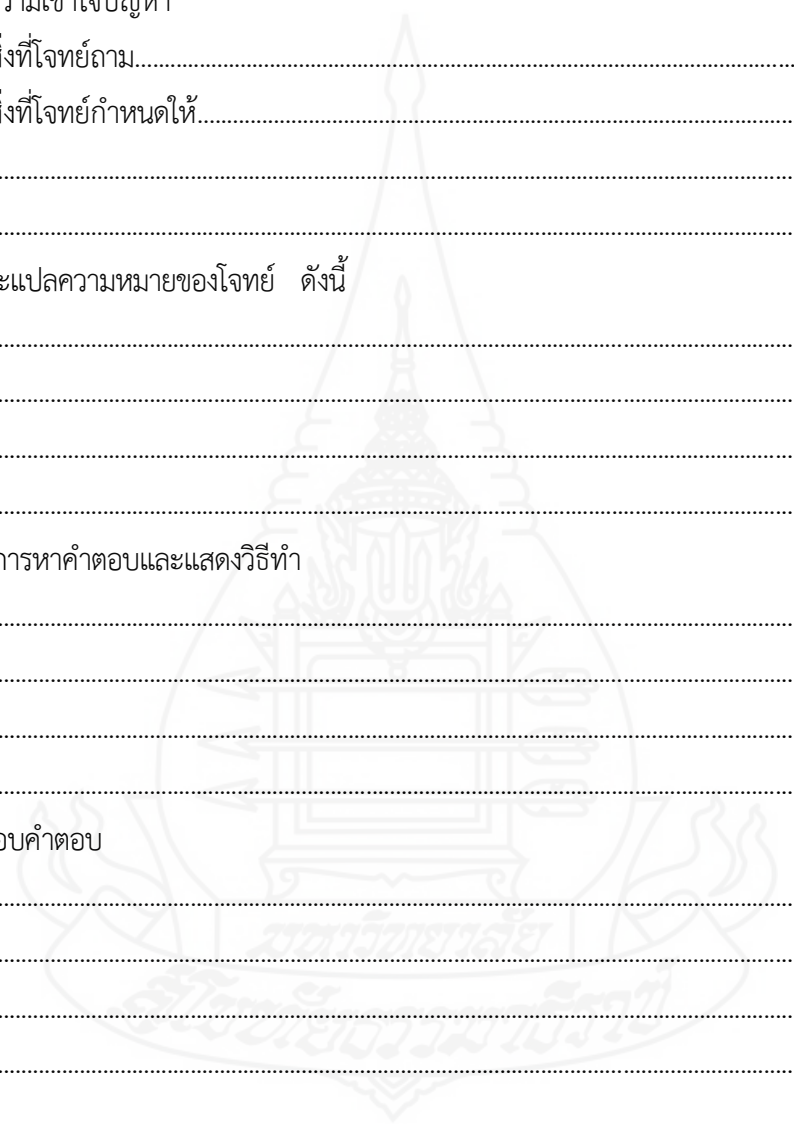
สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ



- 4) ขวดแก้วทดลองบรรจุสารได้ $\frac{3}{5}$ ลิตร ต้องใช้ขวดแก้วทดลองกี่ขวด เพื่อบรรจุสาร $3\frac{3}{5}$ ลิตร

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

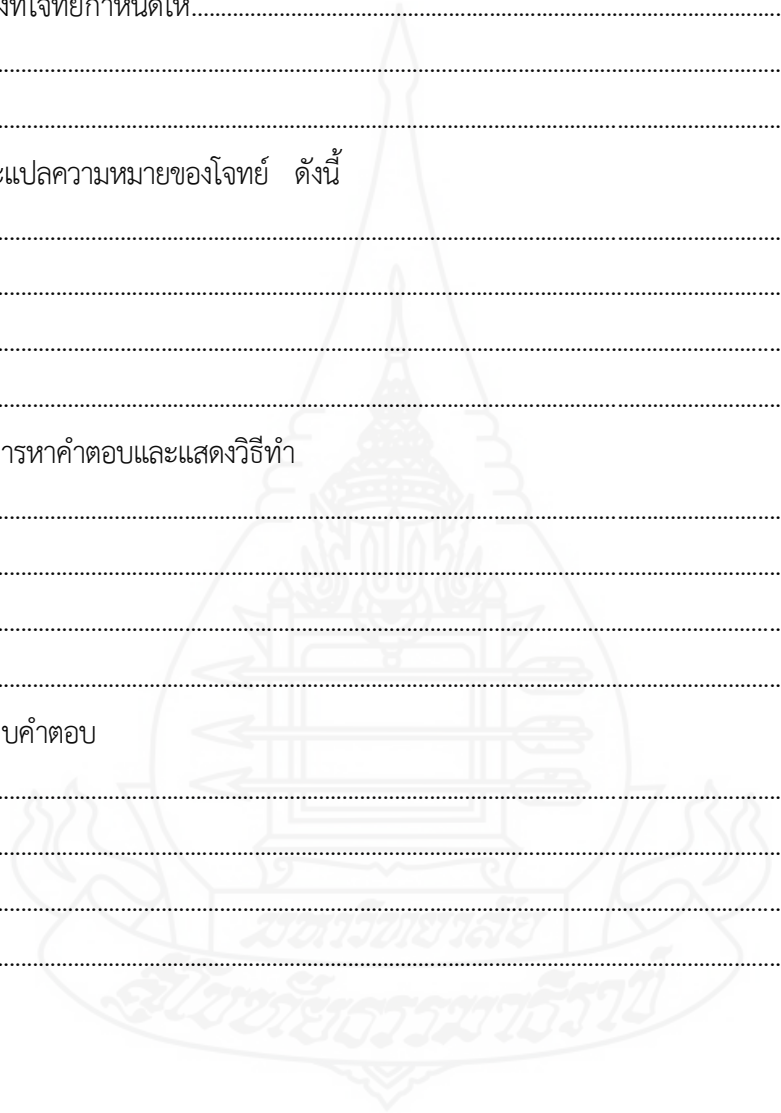
.....

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....



ข้อ 2

A series of horizontal dotted lines for writing, with a faint watermark of the Thai national emblem (Garuda) in the center.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 แบบปกติ

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน1 (ค 21101)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เศษส่วน

จำนวน 18 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

จำนวน 3 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....ปี..... ที่ทำการสอน

ผู้สอน นางสาวจำเนียร เหมาะสมาน

1. สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน ทำได้โดยการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ การวิเคราะห์โจทย์เพื่อทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แล้วนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปวางแผนในการแก้ปัญหาและดำเนินการเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- 1) วิเคราะห์โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่กำหนดให้ได้
- 2) แสดงวิธีทำและหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
- 3) ใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนแก้โจทย์ปัญหาได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

- 4) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดคล่อง โดยใช้การดำเนินการโจทย์ปัญหาเศษส่วนให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด
- 5) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดยืดหยุ่น โดยใช้การดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน
- 6) คิดหาคำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้คะแนนได้อย่างหลากหลายรูปแบบ มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดริเริ่ม โดยการคิดวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ถูกต้อง ดยเลือกใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

3. สาระการเรียนรู้

การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน ทำได้โดยการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ การวิเคราะห์โจทย์เพื่อทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แล้วนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปวางแผนในการแก้ปัญหาและดำเนินการเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ดังนั้นในชีวิตประจำวันมีสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ของเศษส่วนมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ ดังนี้

โจทย์ปัญหาเศษส่วน

การคำนวณโจทย์ปัญหาเศษส่วนในการกำหนดค่าของข้อมูลให้ นั้น มักจะกำหนดในรูปของเศษส่วนทั้งหมด ดังนั้น จะต้องตีความหมายของเศษส่วนให้เข้าใจ คือ ทีมชนะเลิศ ได้รับชัยชนะ $\frac{2}{3}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่า แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่า แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่งออกเป็น 3 ส่วน ชนะ 2 ส่วน ดังนั้น แพ้ 1 ส่วน เขียนในรูปเศษส่วน ที่แพ้ ได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1 ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง หลังจากใช้ไป 35 ลิตร ก็เหลือน้ำอยู่ครึ่งถึงพอดี ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

วิธีทำ เดิมมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง ต่อมาเหลือน้ำ $\frac{1}{2}$ ของถัง

$$\therefore \text{ใช้น้ำไป } \frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \text{ ของถัง คิดเป็น น้ำ 35 ลิตร}$$

$$\text{ดังนั้น ถังใบนี้ จุน้ำได้ } 35 \div \frac{1}{4} = 35 \times \frac{4}{1} = 140 \text{ ลิตร}$$

ตอบ ถังใบนี้จุน้ำ 140 ลิตร

ตัวอย่างที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนนั่งรถยนต์ส่วนตัวมาโรงเรียน $\frac{24}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด นั่งรถยนต์โดยสารประจำทางมาโรงเรียน $\frac{11}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีจำนวนมากกว่ากันอยู่ 260 คน ดังนั้นนักเรียนโรงเรียนนี้มีทั้งหมดกี่คน

วิธีทำ โรงเรียนมีนักเรียนนั่งรถยนต์ส่วนตัวมาโรงเรียน $\frac{24}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด

นั่งรถยนต์โดยสารประจำทางมาโรงเรียน $\frac{11}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด

$$\therefore \text{นักเรียนสองกลุ่มนี้ มีจำนวนมากกว่ากันอยู่ } \frac{24}{25} - \frac{11}{25} = \frac{13}{25} \text{ ของนักเรียน}$$

ทั้งหมด คิดเป็น นักเรียน 260 คน

$$\text{ดังนั้น นักเรียนทั้งหมด } 260 \div \frac{13}{25} = 260 \times \frac{25}{13} = 260 \times \frac{25}{13} = 500 \text{ คน}$$

ตอบ นักเรียนโรงเรียนนี้มีทั้งหมด 500 คน

ตัวอย่างที่ 3 ปรีศนาได้รับเงินเดือน 12,000 บาท ให้คุณแม่ $\frac{1}{6}$ ของเงินเดือนทั้งหมด ผาภานาคารอมสิน

$\frac{1}{4}$ ของที่เหลือ นอกนั้นเก็บไว้เป็นค่าใช้จ่ายส่วนตัว อยากทราบว่าปรีศนาเหลือเงินค่าใช้จ่ายส่วนตัวเท่าไร

วิธีทำ

ปรีศนาได้รับเงินเดือน	12,000	บาท
ให้คุณแม่ $\frac{1}{6}$ ของเงินเดือนทั้งหมด	คิดเป็น $\frac{1}{6} \times 12,000 = 2,000$	บาท
∴ เงินเดือนเหลือ $12,000 - 2,000 = 10,000$ บาท		
ผาภานาคารอมสิน $\frac{1}{4}$ ของที่เหลือ	คิดเป็น $\frac{1}{4} \times 10,000 = 2,500$	บาท
∴ เงินเดือนเหลือ $10,000 - 2,500 = 7,500$ บาท		

ตอบ ปรีศนาเหลือเงินค่าใช้จ่ายส่วนตัว 7,500 บาท

ตัวอย่างที่ 4 ล้อรถจักรยานมีเส้นรอบวงยาว $2\frac{2}{5}$ เมตร ถ้ารถแล่นได้ระยะทาง 360 เมตร ล้อรถจะ

หมุนได้กี่รอบ

วิธีทำ

รถแล่นได้ระยะทาง	360	เมตร
ล้อรถจักรยานมีเส้นรอบวงยาว $2\frac{2}{5}$ เมตร		
∴ ล้อรถจะหมุนได้ $360 \div 2\frac{2}{5} = 360 \div \frac{12}{5} = 360 \times \frac{5}{12} = 150$ รอบ		

ตอบ ล้อรถหมุนได้ 150 รอบ

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

1. ครูติดแถบโจทย์ปัญหาเศษส่วนบนกระดาน ดังนี้ แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเศษส่วน ดังต่อไปนี้

ครู :	:	ทีมชนะเลิศได้รับชัยชนะ $\frac{4}{9}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่าอย่างไร
นักเรียน :	:	แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่งเป็น 9 ส่วน ชนะ 4 ส่วน ดังนั้น ที่เหลือ แพ้ 5 ส่วน
ครู :	:	เขียนเศษส่วนแสดงการแพ้ในครั้งนี้ เมื่อการลงแข่งครั้งนี้ ไม่มีการเสมอ ได้อย่างไร

- นักเรียน : $\frac{5}{9}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง
- ครู : นักเรียน ม.1 ห้องหนึ่งมีนักเรียนชาย $\frac{1}{3}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน
หมายความว่าอย่างไร
- นักเรียน : แบ่งนักเรียนทั้งห้องออกเป็น 3 ส่วน มีนักเรียนชาย 1 ส่วน ที่เหลือเป็นนักเรียนหญิง 2 ส่วน
- ครู : เขียนเศษส่วนแทน จำนวนนักเรียนหญิงได้อย่างไร
- นักเรียน : $\frac{2}{3}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน
- ครู : มาลีอ่านหนังสือหนึ่งเล่มจำนวน 2 วัน วันแรกอ่านได้ $\frac{2}{5}$ ของเล่ม หมายความว่าอย่างไร นักเรียน : แบ่งจำนวนหน้าหนังสือออกเป็น 5 ส่วน วันแรกอ่านได้ 2 ส่วน ที่เหลือ วันที่สอง อ่านได้ 3 ส่วน
- ครู : เขียนเศษส่วนแทน มาลีอ่านหนังสือวันที่สองได้อย่างไร
- นักเรียน : $\frac{3}{5}$ ของจำนวนหน้าของหนังสือ
- ครู : นักเรียนห้อง ม.1/11 เป็นนักเรียนชาย $\frac{2}{7}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน
ต้องการทราบว่า นักเรียนหญิงและนักเรียนชายต่างกันอย่างไร
- นักเรียน : นักเรียนชาย $\frac{2}{7}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน ดังนั้น นักเรียนหญิง $\frac{5}{7}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน ดังนั้น นักเรียนชายต่างจากนักเรียนหญิง $\frac{3}{7}$ ของนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน

2. ครูชี้แนะเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว และบอกกับนักเรียน วันนี้ เราจะเรียนเรื่อง โจทย์ปัญหา เศษส่วน

ชั้นสอน

4.2 ชั้นสอน

3. ครูอธิบายพร้อมใช้คำถามประกอบ ตัวอย่างที่ 1, 2 บนกระดาน ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ในการแข่งรถจักรยานยนต์ ระยะทาง 147 กิโลเมตร ปรากฏว่าชั่วโมงแรกสุดขี่รถได้ระยะทาง $\frac{1}{3}$ ของระยะทางทั้งหมด ชั่วโมงที่สองขี่รถได้อีก $\frac{10}{7}$ ของระยะทางที่ขี่รถได้ในชั่วโมงแรก หลังจากขี่รถได้ในชั่วโมงแรก หลังจากเวลาผ่านไปสองชั่วโมง จงหาว่าเหลือระยะทางอีกกี่กิโลเมตร จึงจะถึงเส้นชัย

วิธีทำ	ระยะทางทั้งหมด	147	กิโลเมตร
	ชั่วโมงแรกขี่รถได้ระยะทาง	$\frac{1}{3}$	ของระยะทางทั้งหมด
	ชั่วโมงแรกขี่รถได้ระยะทาง	$\frac{1}{3} \times 147 = 49$	กิโลเมตร
	ชั่วโมงที่สองขี่รถได้ระยะทาง	$\frac{10}{7}$	ของระยะทางที่ขี่รถได้ในชั่วโมงแรก
	ชั่วโมงที่สองขี่รถได้ระยะทาง	$\frac{10}{7} \times 49 = 70$	กิโลเมตร
	ดังนั้น เหลือระยะทางอีกเท่ากับ	$147 - (49 + 70) = 28$	กิโลเมตร

ตัวอย่างที่ 2 แม่มีเงิน 2,500 บาท แบ่งให้ลูกคนแรก $\frac{1}{5}$ ของเงินที่แม่มี ลูกคนที่สองได้ $\frac{2}{5}$ ของเงินที่แม่มี ที่เหลือเป็นของลูกคนที่สาม ลูกคนที่สามได้เงินเท่าไร

วิธีทำ	แม่มีเงิน	2,500	บาท
	แบ่งให้ลูกคนแรก	$\frac{1}{5}$	ของเงินที่แม่มี
	ลูกคนแรกได้เงิน	$\frac{1}{5} \times 2,500 = 500$	บาท
	แบ่งให้ลูกคนที่สอง	$\frac{2}{5}$	ของเงินที่แม่มี
	ลูกคนที่สองได้เงิน	$\frac{2}{5} \times 2,500 = 1,000$	บาท
	ดังนั้น ลูกคนที่สามได้เงิน	$2,500 - (500 + 1,000) = 1,000$	บาท

ชั่วโมงที่ 2

- 5) ให้นักเรียนจับคู่ศึกษาใบกิจกรรมที่ 9 ใบความรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน
- 6) นักเรียนจับคู่เดิม ทำใบกิจกรรมที่ 9 ใบงานที่ 1 โจทย์ปัญหาเศษส่วน แล้วส่งตัวแทนออกมา นำเสนองานที่ถูกต้องและร่วมกันอภิปรายประเภทของเศษส่วนที่พบในใบงานที่ 1
- 7) ให้นักเรียนคู่เดิมทำใบกิจกรรมที่ 9 ใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาเศษส่วน ที่กำหนดให้ แล้วส่งตัวแทนออกมานำเสนองานที่ถูกต้องและร่วมกันอภิปรายประเภทของเศษส่วนที่พบในใบงานที่ 2

ชั่วโมงที่ 3

- 8) ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลย ใบกิจกรรมที่ 9 ใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยครูสุ่มตัวแทนออกมาเสนอหน้าชั้น โดยครูตรวจสอบความถูกต้อง ร่วมกันอภิปราย การบวก ลบ คูณหารเศษส่วน ระคนที่กำหนดให้
- 9) ให้นักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรมที่ 9 ใบงานที่ 3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยใช้เวลา 20 นาที
- 10) เมื่อหมดเวลา ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนการตรวจใบงานของแต่ละคู่ให้คะแนน คู่ที่ได้คะแนนสูงสุด ครูให้คำชมเชยและติดไว้ที่บอร์ดภายในห้องเรียน

ขั้นสรุป

15. นักเรียนร่วมกัน สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่ได้ โดยครูใช้คำถามชี้แนะเช่น

ครู : นักเรียนคิดว่า สถานการณ์ที่นักเรียนกำหนดใช้ความรู้เรื่องเศษส่วนในเรื่องใดบ้าง

นักเรียน : นักเรียนสามารถตอบได้อย่างหลากหลาย

ครู : ความรู้ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง

นักเรียน : นักเรียนสามารถตอบได้อย่างหลากหลาย เช่นการคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ และการบวก ลบ เศษส่วน ฯลฯ

ครู : การแก้ปัญหาโจทย์เศษส่วน มีขั้นตอนอย่างไร

นักเรียน : ต้องอ่านโจทย์ แปลความหมายของโจทย์
16. นักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง หากข้อใดผิดให้เพื่อนช่วยอธิบาย แก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง แล้วบันทึกผลลงในใบงานของตนเอง นำส่งครูเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

5.1 สื่อการเรียนรู้

- ป้ายนิเทศ เรื่อง ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ใบกิจกรรมที่ 9 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

5.2 แหล่งการเรียนรู้

- ห้องสมุดโรงเรียน
- ห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

6. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ ด้านความรู้ 1) วิเคราะห์โจทย์ปัญหา เศษส่วนที่กำหนดให้ได้ 2) แสดงวิธีทำและหาคำตอบ จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 3) ใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วนแก้โจทย์ปัญหาได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ดี ทำถูกต้อง 70% ขึ้นไป - พอใช้ ทำถูกต้อง 30% - 70% - ปรับปรุง ทำถูกต้อง 0% - 30%
ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านทักษะ/กระบวนการ 3) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิด คล่อง โดยใช้การดำเนินการ โจทย์ปัญหาเศษส่วนให้ได้มาก ที่สุด ในเวลาที่กำหนด	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- 0 ได้คะแนนเฉลี่ยรวม 0 - 5 คะแนน - 1 ได้คะแนนเฉลี่ยรวม 6 - 15 คะแนน - 2 ได้คะแนนเฉลี่ยรวม 16 - 25 คะแนน - 3 ได้คะแนนเฉลี่ยรวม ตั้งแต่ 26 คะแนนขึ้นไป
4) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิด ยืดหยุ่น โดยใช้การดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน คิด หาคำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้ คะแนนได้อย่างหลากหลาย รูปแบบ	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	1 ไม่สามารถจัดกลุ่ม ของคำตอบได้ 2 สามารถจัดกลุ่ม ของคำตอบได้ 1- 2 กลุ่ม 3 สามารถจัดกลุ่ม ของคำตอบได้ 3 - 5 กลุ่ม

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
			4 สามารถจัดกลุ่มของคำตอบได้มากกว่า 5 กลุ่มขึ้นไป
5) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดริเริ่ม โดยการคิดวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	- ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	1 สามารถคิดได้ แต่ซ้ำกับผู้อื่นทั้งหมด 2 สามารถคิดได้ แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม แต่ซ้ำกับผู้อื่นเป็นส่วนใหญ่ 3 สามารถคิดได้ แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิมแต่ซ้ำกับผู้อื่นเป็นบางส่วน 4 สามารถคิดได้ แปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิมไม่ซ้ำกับผู้อื่น



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สืบช่วยธรรมสารีรวิภา

ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน ใบความรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน



ใบความรู้ ที่ 8

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค21101)

ชื่อหน่วย เศษส่วน

ชื่อเรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

หน่วยที่ 1 เศษส่วน

สอน ครั้งที่ 1

เวลารวม 18 ชั่วโมง

เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- 1) วิเคราะห์โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่กำหนดให้ได้
- 2) แสดงวิธีทำและหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
- 3) ใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนแก้โจทย์ปัญหาได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

- 4) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดคล่อง โดยใช้การดำเนินการโจทย์ปัญหาเศษส่วนให้ได้มากที่สุด ในเวลาที่กำหนด
- 5) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดยืดหยุ่น โดยใช้การดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน คิดหาคำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้คะแนนได้อย่างหลากหลายรูปแบบ
- 6) มีความคิดสร้างสรรค์ด้านคิดริเริ่ม โดยการคิดวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ ถูกต้องโดยเลือกใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

โจทย์ปัญหาเศษส่วน

การคำนวณโจทย์ปัญหาเศษส่วนในการกำหนดค่าของข้อมูลให้ นั้น มักจะกำหนดในรูปของเศษส่วนทั้งหมด **ดังนั้น** จะต้องตีความหมายของเศษส่วนให้เข้าใจ คือ ทีมชนะเลิศ ได้รับชัยชนะ $\frac{2}{3}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่า แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่ง หมายความว่า แบ่งจำนวนครั้งที่ลงแข่งออกเป็น 3 ส่วน ชนะ 2 ส่วน **ดังนั้น** แพ้ 1 ส่วน เขียนในรูปเศษส่วน ที่แพ้ ได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนครั้งที่ลงแข่ง เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1 ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง หลังจากใช้ไป 35 ลิตร ก็เหลือน้ำอยู่ครึ่งถึงพอดี ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

วิธีทำ เดิมมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง ต่อมาเหลือน้ำ $\frac{1}{2}$ ของถัง
 \therefore ใช้น้ำไป $\frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ ของถัง คิดเป็น น้ำ 35 ลิตร
 ดังนั้น ถังใบนี้ จุน้ำได้ $35 \div \frac{1}{4} = 35 \times \frac{4}{1} = 140$ ลิตร
ตอบ ถังใบนี้จุน้ำ 140 ลิตร

ตัวอย่างที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนนั่งรถยนต์ส่วนตัวมาโรงเรียน $\frac{24}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด นั่งรถยนต์โดยสารประจำทางมาโรงเรียน $\frac{11}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีจำนวนมากกว่ากันอยู่ 260 คน ดังนั้นนักเรียนโรงเรียนนี้มีทั้งหมดกี่คน

วิธีทำ โรงเรียนมีนักเรียนนั่งรถยนต์ส่วนตัวมาโรงเรียน $\frac{24}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด
 นั่งรถยนต์โดยสารประจำทางมาโรงเรียน $\frac{11}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด
 \therefore นักเรียนสองกลุ่มนี้มีจำนวนมากกว่ากันอยู่ $\frac{24}{25} - \frac{11}{25} = \frac{13}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็น นักเรียน 260 คน
 ดังนั้น นักเรียนทั้งหมด $260 \div \frac{13}{25} = 260 \times \frac{25}{13} = 260 \times \frac{25}{13} = 500$ คน
ตอบ นักเรียนโรงเรียนนี้มีทั้งหมด 500 คน

ตัวอย่างที่ 3 ปรีศนาได้รับเงินเดือน 12,000 บาท ให้คุณแม่ $\frac{1}{6}$ ของเงินเดือนทั้งหมด ผাগรณาคารอมสิน $\frac{1}{4}$ ของที่เหลือ นอกนั้นเก็บไว้เป็นค่าใช้จ่ายส่วนตัว อยากทราบว่าปรีศนาเหลือเงินค่าใช้จ่ายส่วนตัวเท่าไร

วิธีทำ

ปรีศนาได้รับเงินเดือน	12,000	บาท
ให้คุณแม่ $\frac{1}{6}$ ของเงินเดือนทั้งหมด	คิดเป็น $\frac{1}{6} \times 12,000 = 2,000$	บาท
∴ เงินเดือนเหลือ $12,000 - 2,000 = 10,000$ บาท		
ผাগรณาคารอมสิน $\frac{1}{4}$ ของที่เหลือ	คิดเป็น $\frac{1}{4} \times 10,000 = 2,500$	บาท
∴ เงินเดือนเหลือ $10,000 - 2,500 = 7,500$ บาท		

ตอบ ปรีศนาเหลือเงินค่าใช้จ่ายส่วนตัว 7,500 บาท

ตัวอย่างที่ 4 ล้อรถจักรยานมีเส้นรอบวงยาว $2\frac{2}{5}$ เมตร ถ้ารถแล่นได้ระยะทาง 360 เมตร ล้อรถจะหมุนได้กี่รอบ

วิธีทำ

รถแล่นได้ระยะทาง	360	เมตร
ล้อรถจักรยานมีเส้นรอบวงยาว $2\frac{2}{5}$	เมตร	
∴ ล้อรถจะหมุนได้ $360 \div 2\frac{2}{5} = 360 \div \frac{12}{5} = 360 \times \frac{5}{12} = 150$ รอบ		

ตอบ ล้อรถหมุนได้ 150 รอบ

ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน

แบบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล

ใบงานที่ 1 เรื่อง โจทย์ระคนเศษส่วน

ใบงานที่ 1	ชื่อ.....
ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	ชั้น.....เลขที่.....
เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน	วันที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ของแต่ละข้อไปนี้

- 1) ถ้าต้องการแบ่งน้ำตาลทราย $28\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ออกเป็นถุงเล็ก ๆ ถุงละ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม แล้วขาย

ในราคาถุงละ $6\frac{1}{2}$ บาท จะได้เงินเท่าไร

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ

2) นักเรียนห้องหนึ่งเป็นชาย 28 คน เป็นหญิง 24 คน พบว่า $\frac{2}{7}$ ของนักเรียนชายชอบเล่นกีฬาและมี $\frac{5}{12}$ ของนักเรียนหญิงก็ชอบเล่นกีฬาด้วย และถ้าพบว่า $\frac{4}{9}$ ของนักเรียนที่ชอบเล่นกีฬานี้ชอบเล่นบาสเก็ตบอล จงหาจำนวนนักเรียนที่ชอบเล่นกีฬาบาสเก็ตบอล

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 9 โจทย์ปัญหาเศษส่วน

แบบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล

ใบงานที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

ใบงานที่ 2	ชื่อ.....
ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	ชั้น.....เลขที่.....
เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน	วันที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ของแต่ละข้อไปนี้

1) ในการแข่งขันบาสเกตบอลของโรงเรียนหนึ่ง ปรากฏผลคือ ชนะ $\frac{4}{7}$ ของการลงแข่งทั้งหมด เสมอ $\frac{1}{3}$ ของที่เหลือ นอกนั้นแพ้ ถ้าแพ้ 18 ครั้ง อยากทราบว่า ทีมบาสเกตบอลแข่งขันชนะมากกว่าเสมอกี่ครั้ง

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

4. ตรวจสอบคำตอบ

2) ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง หลังจากที่ใช้ไป $\frac{1}{4}$ ของน้ำที่มีอยู่ ปรากฏว่าเหลือน้ำอยู่ในถัง 180 ลิตร ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

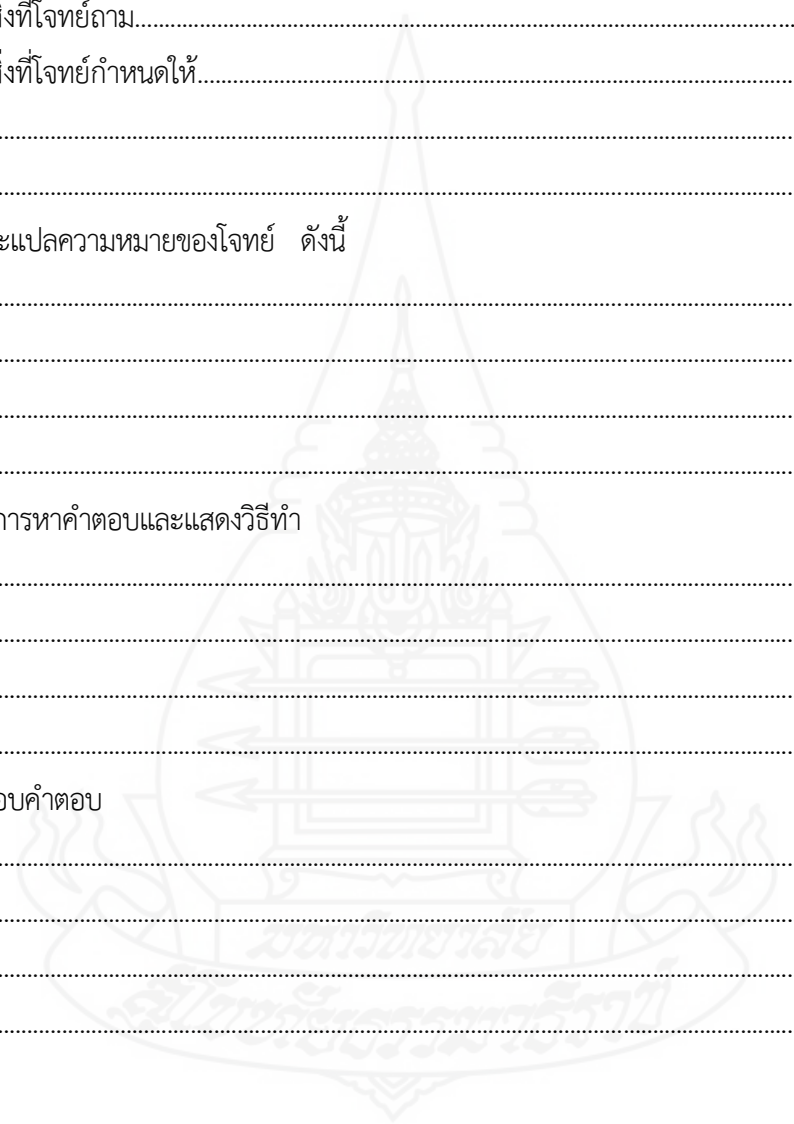
4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....



3) อนงค์อ่านหนังสือนวนิยายเล่มหนึ่ง วันแรกเธออ่านไป $\frac{1}{5}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด วันที่สอง

อ่านได้ 20 หน้า ปรากฏว่า รวมสองวันอ่านได้ $\frac{1}{3}$ ของเล่มพอดี หนังสือเล่มนี้มีกี่หน้า

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

- 4) ขวดแก้วทดลองบรรจุสารได้ $\frac{3}{5}$ ลิตร ต้องใช้ขวดแก้วทดลองกี่ขวด เพื่อบรรจุสาร $3\frac{3}{5}$ ลิตร

วิธีคิด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

2. อ่านและแปลความหมายของโจทย์ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการหาคำตอบและแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

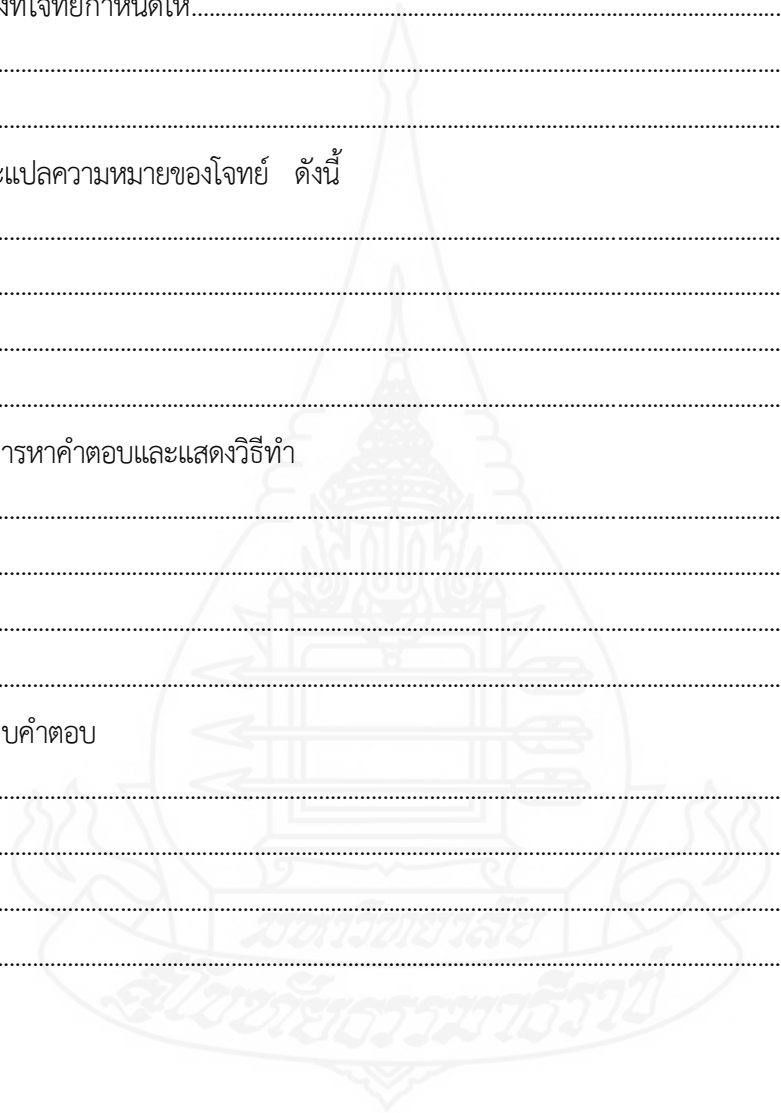
4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

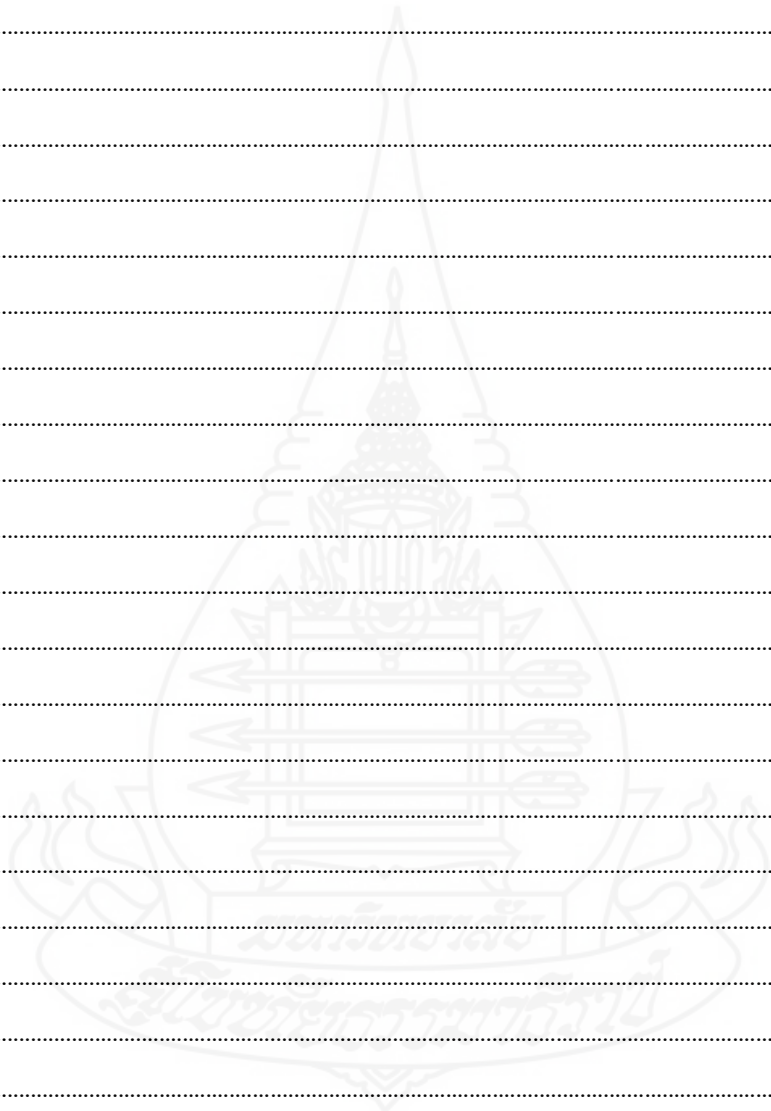
.....

.....

.....



ข้อ 2



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

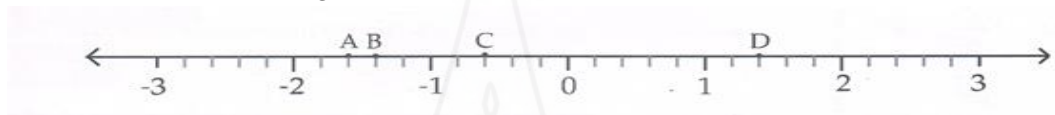
คะแนนเต็ม 20 คะแนน

เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้มี คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว มีจำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน

1. จุดในข้อใดแสดงจำนวน $-1\frac{2}{5}$



ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

2. เศษส่วนคู่ใดเท่ากัน

ก. $\frac{5}{9}$ และ $\frac{45}{81}$

ข. $\frac{2}{9}$ และ $-\frac{2}{9}$

ค. $\frac{9}{21}$ และ $\frac{21}{48}$

ง. $\frac{7}{8}$ และ $\frac{15}{16}$

3. เศษส่วนในข้อใดมีค่ามากที่สุด

ก. $-\frac{7}{10}$

ข. $-\frac{9}{16}$

ค. $-\frac{5}{8}$

ง. $-\frac{4}{5}$

4. ข้อใดถูกต้อง

ก. $-\frac{2}{3} > -\frac{3}{4}$

ข. $\frac{5}{-6} < \frac{-11}{12}$

ค. $-\frac{7}{8} > -\frac{3}{7}$

ง. $\frac{9}{12} = \frac{4}{6}$

5. เศษส่วนในข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

ก. $\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{7}$

ข. $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{6}$

ค. $\frac{1}{6}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1$

ง. $\frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{9}$

6. $(-13) + (-6\frac{1}{11}) + (-2\frac{1}{7})$ มีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. $-21\frac{18}{77}$

ข. $-20\frac{69}{77}$

ค. $-21\frac{69}{77}$

ง. $-20\frac{18}{77}$

7. จงทำให้เป็นผลสำเร็จ $\left[20\frac{3}{4} + \left(-4\frac{2}{5}\right) - \left(-12\frac{4}{5}\right) \right]$

ก. $4\frac{1}{20}$

ข. $16\frac{3}{20}$

ค. $28\frac{3}{20}$

ง. $29\frac{3}{20}$

8. ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. $\frac{7}{9} - \left(-\frac{2}{9}\right) = \frac{9}{9}$

ข. $-\frac{7}{10} - \frac{4}{10} = -\frac{11}{10}$

ค. $\frac{2}{6} + \frac{3}{6} = \frac{5}{12}$

ง. $\frac{2}{5} + \left(-\frac{1}{5}\right) = \frac{1}{5}$

9. $\left(-\frac{5}{8}\right) \times \left(-\frac{3}{2}\right)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $\frac{15}{8}$

ข. $\frac{15}{16}$

ค. $\frac{10}{24}$

ง. $-\frac{15}{8}$

10. $\frac{3}{5} \times \left(-\frac{10}{9}\right) \times \frac{12}{15}$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $-\frac{4}{15}$

ข. $-\frac{6}{15}$

ค. $-\frac{8}{15}$

ง. $\frac{6}{15}$

11. ผลลัพธ์ของ $3\frac{2}{3} \times 6$ เท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. 11

ข. 22

ค. 33

ง. 44

12. จำนวนที่คูณกับ $-3\frac{1}{4}$ แล้วได้ผลลัพธ์เป็น 1 คือข้อใด

ก. $-\frac{13}{4}$

ข. $-\frac{4}{13}$

ค. $-4\frac{1}{3}$

ง. $-4\frac{3}{4}$

13. $4\frac{1}{9} \div \left(-\frac{1}{9}\right)$ เท่ากับเท่าใด

ก. $-\frac{37}{9}$ ข. $-\frac{4}{9}$ ค. -4 ง. -37

14. $\left(-2\frac{4}{5}\right) \div \left(4\frac{1}{5} \div \frac{6}{5}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $-9\frac{3}{5}$ ข. $-\frac{5}{4}$ ค. $-\frac{4}{5}$ ง. $9\frac{4}{5}$

15. ข้อใดมีค่ามากที่สุด

ก. $\left(-\frac{5}{7}\right) \div \frac{5}{8}$ ข. $\left(-\frac{2}{3}\right) \div \frac{5}{7}$
 ค. $\left(-\frac{5}{9}\right) \div \left(2\frac{2}{3}\right)$ ง. $\left(-4\frac{1}{5}\right) \div \frac{6}{5}$

16. $\frac{28}{2 \times \frac{2}{3}}$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 21 ข. 14 ค. 7 ง. $\frac{14}{3}$

17. ค่าของ $\left[12\frac{1}{5} \div \left(-5\frac{2}{5}\right)\right] + \left[\left(-2\frac{2}{3}\right) \times \frac{5}{2}\right]$ ตรงกับข้อใด

ก. $-8\frac{25}{27}$ ข. $-4\frac{11}{27}$ ค. $5\frac{4}{27}$ ง. $7\frac{11}{27}$

18. แม่ให้เงินชัยไปโรงเรียนวันละ 60 บาท ชัยจ่ายเป็นค่าระประจำทาง $\frac{1}{5}$ ของเงินที่แม่ให้ และจ่าย

ค่าอาหาร $\frac{5}{6}$ ของเงินที่เหลือ ชัยเหลือเงินเก็บวันละเท่าไร

ก. ไม่เหลือ ข. 4 บาท ค. 6 บาท ง. 8 บาท

19. ลุงขมเลี้ยงไก่ 200 ตัว ตายไป $\frac{3}{10}$ ของไก่ทั้งหมด ขายไป $\frac{7}{10}$ ของไก่ที่เหลือ จงหาว่าลุงขมขายไก่
 ไปกี่ตัว

ก. 108 ตัว ข. 98 ตัว ค. 78 ตัว ง. 42 ตัว

20. วสันต์อ่านหนังสือนวนิยายเล่มหนึ่ง วันแรกอ่านไปได้ $\frac{1}{5}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด วันที่สองอ่านได้อีก $\frac{1}{4}$ ของจำนวนหน้าที่เหลือ วันที่สามอ่านได้อีก 18 หน้า ปรากฏว่ารวมสามวันอ่านได้ครึ่งเล่มพอดี หนังสือเล่มนี้มีกี่หน้า

ก. 200 หน้า

ข. 180 หน้า

ค. 150 หน้า

ง. 120 หน้า



แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชุดนี้ เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบ ตามคำชี้แจงแต่ละข้อได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนสามารถตอบได้ ให้ได้มากที่สุดและแตกต่างจากเพื่อนมากที่สุด จึงจะได้คะแนนดี
2. นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบทุกข้อ
3. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 3 ข้อ โดยวัดความสามารถในด้านต่างๆต่อไปนี้
 - ข้อที่ 1 วัดความสามารถในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - ข้อที่ 2 วัดความสามารถในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
 - ข้อที่ 3 วัดความสามารถในการสร้างสถานการณ์เพื่อให้ได้คำตอบตามที่กำหนด
4. เวลาในการทำแบบทดสอบจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 20 นาที

* เมื่อนักเรียนทำข้อสอบแต่ละข้อเสร็จแล้ว ให้พัก 10 นาที
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างไร ให้ยกมือถามก่อนจับเวลา



กระดาษคำตอบเรื่อง เศษส่วน

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 จงกาเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ก																				
ข																				
ค																				
ง																				

ตอนที่ 2 ทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ข้อที่ 1 วัดความสามารถในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชี้แจง จงแต่งโจทย์ปัญหาเศษส่วนและหาคำตอบ ให้ได้มากที่สุด จากข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้

(เวลา 15 นาที)

ชาย, หญิง , มารดา , บิดา , บุตร , เงิน , เสื้อ , กางเกง , ฝาภวนาคาร, ชนง , แพ้ , เสมง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

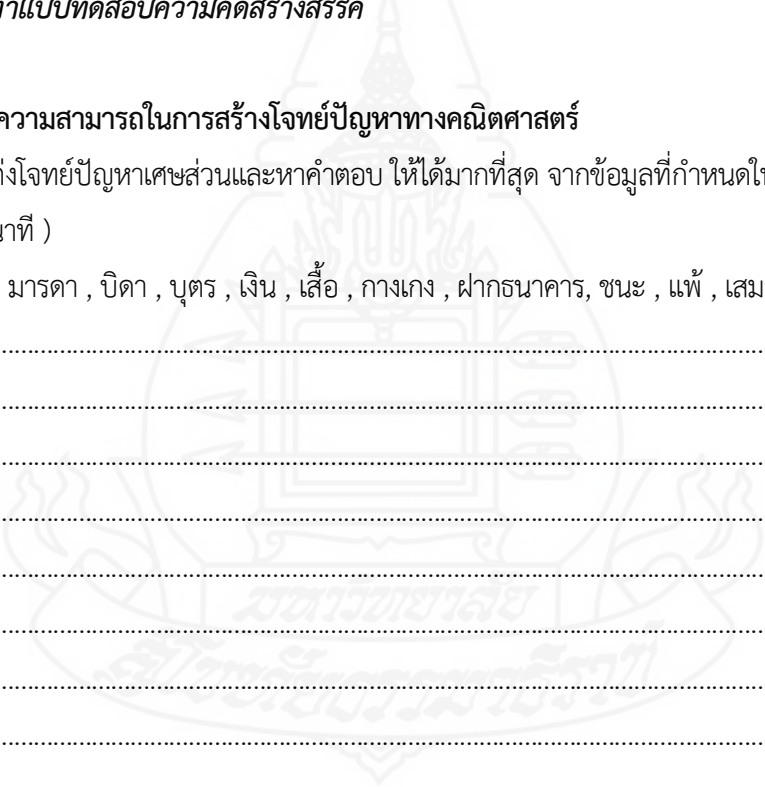
.....

.....

.....

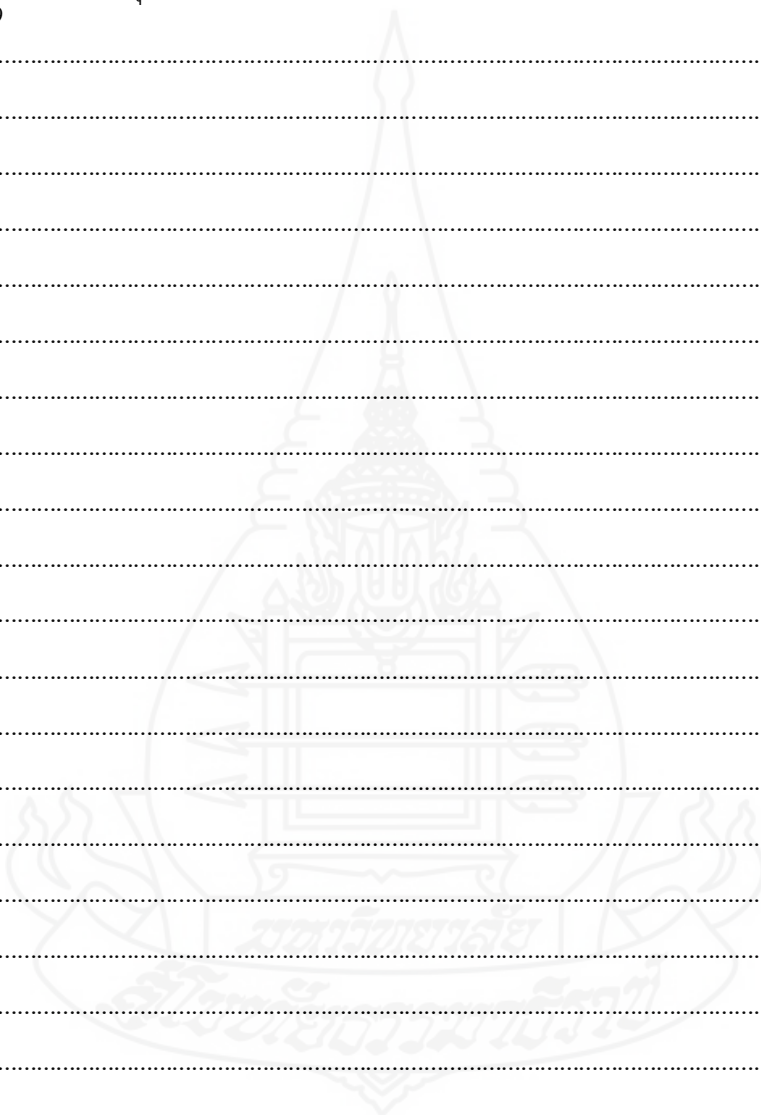
.....

.....



ข้อที่ 2 วัดความสามารถในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
คำชี้แจง ให้นักเรียนตั้งคำถามจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งหาคำตอบ
(เวลา 15 นาที)

สถานการณ์ สวนผลไม้แห่งหนึ่งปลูกมะม่วง $\frac{2}{7}$ ของต้นไม้ทั้งหมด ปลูกขนุน $\frac{3}{10}$ ของต้นไม้ที่เหลือ และ
ปลูกชมพู $\frac{8}{9}$ ของต้นขนุน



หลักเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบการวัดความคิดสร้างสรรค์

เพื่อให้การตรวจมีความเป็นปรนัย ผู้วิจัยจึงกำหนดวิธีการตรวจคะแนน โดยยึดตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ Cropley (1966 อ้างถึงใน ศศิธร เกื้อนสว่าง, 2548) เกณฑ์การให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. คะแนนคล่องในการคิด การให้คะแนนความคล่องในการคิดทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนคำตอบข้อละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

เกณฑ์	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีเยี่ยม)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดคล่อง	สามารถหาคำตอบโดยมีปริมาณของคำตอบที่ถูกต้อง 10 คำตอบขึ้นไปภายในเวลาที่กำหนด	สามารถหาคำตอบโดยมีปริมาณของคำตอบที่ถูกต้อง 7 – 10 คำตอบภายในเวลาที่กำหนด	สามารถหาคำตอบโดยมีปริมาณของคำตอบที่ถูกต้อง 3- 6 คำตอบภายในเวลาที่กำหนด	สามารถหาคำตอบโดยมีปริมาณของคำตอบที่ถูกต้องน้อยกว่า 3 คำตอบภายในเวลาที่กำหนด

2. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อเงื่อนไขที่กำหนด โดยให้คะแนนเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

(กรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่ได้จัดเรียบร้อยแล้ว ผู้ตรวจอาจจะจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็นจนกว่าจะครบตามคำตอบ)

เกณฑ์	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีเยี่ยม)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดยืดหยุ่น	สามารถจัดกลุ่มของคำตอบได้มากกว่า 5 กลุ่มขึ้นไป	สามารถจัดกลุ่มของคำตอบได้ 3 – 5 กลุ่ม	สามารถจัดกลุ่มของคำตอบได้ 1- 2 กลุ่ม	ไม่สามารถจัดกลุ่มของคำตอบได้

3. คะแนนความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ ถ้าซ้ำกันมากก็ได้คะแนนน้อยหรืออาจไม่ได้เลย ถ้าคำตอบไม่ซ้ำกับคนอื่นหรือซ้ำกับคนอื่นน้อยก็ได้คะแนนมากขึ้นซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

1) จำนวนคำตอบซ้ำกัน 12% ขึ้นไป	ได้	0	คะแนน
2) จำนวนคำตอบซ้ำกัน 6 – 11%	ได้	1	คะแนน
3) จำนวนคำตอบซ้ำกัน 3 – 5%	ได้	2	คะแนน
4) จำนวนคำตอบซ้ำกัน 2%	ได้	3	คะแนน
5) จำนวนคำตอบซ้ำกัน ไม่เกิน 1%	ได้	4	คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหาได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ในแต่กิจกรรมนำมารวมกันเป็นผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวจำเนียร เหมาะสมาน
วัน เดือน ปีเกิด	15 มีนาคม 2520
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2542
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ตำบลหนองครก อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 30000
ตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

