

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิง  
สังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างก็

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY USING THINKING  
ACTIVELY IN A SOCIAL CONTEXT WHEEL MODEL AND OPEN - ENDED PROBLEM  
ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND CREATIVE THINKING ABILITIES OF EIGHTH  
GRADE STUDENTS

Miss Jutiporn Eabsrangky



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education  
Department of Curriculum and Instruction  
Faculty of Education  
Chulalongkorn University  
Academic Year 2015  
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ  
วงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและ  
ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ  
การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2

โดย

นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างกิจ

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร. ศันสนีย์ เณรเทียน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร. ศันสนีย์ เณรเทียน)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. สุพัตรา ผาติวิสันต์)





## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความเมตตาและความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ ดร. ศันสนีย์ เณรเทียน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้แนวคิด คำปรึกษา และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขข้อบกพร่องสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกขอบคุณและรู้สึกซาบซึ้งใจในความเอาใจใส่ดูแลเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง ซึ่งเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร. สุพัตรา ผาติวิสันต์ ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ และคณาจารย์คณะครุศาสตร์ทุกท่านที่ได้ฝึกฝน มอบความรู้และทักษะในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะครุศาสตร์ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ มีน้ำใจในการอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ อย่างเป็นทางการและกัลยาณมิตรเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณิชฎกานัญณ์ ใจดี อาจารย์ สุณิสา สุมิตรณะ อาจารย์ สุรียา ผลโพธิ์ อาจารย์ สิรินพร บ้านแสน และอาจารย์ กมลกาญจน์ บรรทรท ที่ได้ให้ความกรุณาเสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำที่ดีในการปรับปรุง แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบคุณโรงเรียนเศรษฐบุตธำเพ็ญ ทั้งผู้บริหารโรงเรียน ครู และนักเรียน ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล อีกทั้งยังให้แง่คิดทั้งด้านการดำเนินชีวิตและการทำงาน และขอกราบขอบคุณโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวเป็นอย่างสูงที่คอยให้การสนับสนุนด้านการศึกษาคอยให้กำลังใจและคอยห่วงใย ช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา จนกระทั่งประสบความสำเร็จดังเช่นทุกวันนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย .....	4
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	5
สมมติฐานการวิจัย .....	5
ขอบเขตการวิจัย .....	9
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย .....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
1. แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC .....	14
1.1 ความหมายของรูปแบบวงล้อ TASC.....	14
1.2 หลักการของรูปแบบวงล้อ TASC .....	15
1.3 ขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC .....	16
1.4 ประโยชน์ของรูปแบบวงล้อ TASC .....	19
2. แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ (Open-Ended Problem).....	20
2.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์.....	20

2.2 ประเภทของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์.....	21
2.3 แนวทางการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์.....	23
2.4 ประโยชน์ของปัญหาปลายเปิด.....	24
3. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving).....	25
3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	25
3.2 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	26
3.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	27
3.4 แนวทางการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	30
3.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	31
3.6 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	33
4. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Creativity).....	38
4.1 ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	38
4.2 องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	39
4.3 แนวทางการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	41
4.4 การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	42
4.5 เกณฑ์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	45
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
1. การศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	59
2. การออกแบบการวิจัย.....	60
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	60
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	62
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	62



4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	68
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	81
6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย .....	83
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
ตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ วงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด .....	86
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิด อย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ.....	87
ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ วงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด .....	88
ตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิด อย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ.....	89
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	90
สรุปผลการวิจัย.....	93
อภิปรายผลการวิจัย.....	94
ข้อเสนอแนะ.....	99
รายการอ้างอิง .....	100
ภาคผนวก.....	109

ภาคผนวก ก	รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย .....	110
ภาคผนวก ข	หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย .....	112
ภาคผนวก ค	ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ .....	120
ภาคผนวก ง	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	125
ภาคผนวก จ	ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	147
ภาคผนวก ฉ	ผลการทดสอบทางสถิติของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ .....	165
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....		170



## สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	58
----------------------------------	----



## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ตารางแสดงรูปแบบการวิจัย .....	60
ตารางที่ 2	แสดงเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว .....	65
ตารางที่ 3	แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	65
ตารางที่ 4	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	70
ตารางที่ 5	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ .....	75
ตารางที่ 6	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 (คะแนนเต็ม 40 คะแนน) .....	86
ตารางที่ 7	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน) .....	87
ตารางที่ 8	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อน และหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 (คะแนนเต็ม 36 คะแนน) .....	88
ตารางที่ 9	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน) .....	89

**ตารางที่ 10** แสดงการคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (รายข้อ) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700 ได้ผลการตัดสิน ดังนี้..... 121

**ตารางที่ 11** แสดงการคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (รายข้อ) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700 ได้ผลการตัดสิน ดังนี้..... 122

**ตารางที่ 12** แสดงการคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (รายข้อ) ของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700 ได้ผลการตัดสิน ดังนี้..... 123

**ตารางที่ 13** แสดงการคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (รายข้อ) ของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700 ได้ผลการตัดสิน ดังนี้..... 124

**ตารางที่ 14** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนแบบวัดความสามารถความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด..... 166

**ตารางที่ 15** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติ..... 167

**ตารางที่ 16** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด..... 168

**ตารางที่ 17** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติ..... 169

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะแห่งอนาคตใหม่ในศตวรรษที่ 21 (21<sup>ST</sup> Century Skills) เป็นทักษะที่เน้นการใช้ชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ไขปัญหา ทักษะการสื่อสาร การร่วมงานกับผู้อื่น เป็นต้น ซึ่งทักษะเหล่านี้ล้วนมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของประชาชนคนไทยอย่างยิ่ง สอดคล้องกับคำกล่าวของ วรางคณา ทองนพคุณ (2555) ที่กล่าวว่า ทักษะในศตวรรษที่ 21 ส่งผลต่อวิถีการดำรงชีพของสังคมอย่างทั่วถึง และเป็นทักษะที่จะช่วยผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมในหลากหลายด้าน และสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุภาพร ศรีทอง (2557) ที่ว่า ศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่ต้องเตรียมคนไปเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว คนรุ่นใหม่จึงต้องมีทักษะในการเรียนรู้และปรับตัว เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับคนอื่นจำนวนมากได้ มีความรับผิดชอบงานได้ด้วยตนเองและรู้จักกระบวนการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้อง ซึ่งหนึ่งในวิชาแกนหลักที่มีความสำคัญในการสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นั่นคือ วิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับคำกล่าวของคณะผู้วิจัยเครื่องมือเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (2555) ที่กล่าวว่า ในศตวรรษที่ 21 ได้มีการกำหนดกรอบแนวคิดโครงสร้างหลักสูตรเพื่อพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของเด็กและเยาวชนไทย โดยในด้านองค์ความรู้เชิงวิชาการนั้นจะมีความเกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ (การนำไปใช้) เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบัน และความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายศาสตร์และนำไปใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และสอดคล้องกับคำกล่าวของ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2554) ที่ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในแทบจะทุกด้านของชีวิต ตั้งแต่เรื่องเล็กๆ ไปจนถึงเรื่องใหญ่ในศาสตร์สาขาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือแม้กระทั่งในธุรกิจต่างๆ

ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำความรู้จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปปรับใช้ได้จริงกับชีวิตประจำวัน แต่จากรายงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2557) เกี่ยวกับผลการประเมินระดับนานาชาติในโครงการ Programme for International Student Assessment (PISA) ปี 2012 ที่ได้ประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอายุ 15 ปี พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยที่เป็นมาตรฐาน และผลการประเมินระดับนานาชาติในโครงการ Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) ที่ได้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปี ค.ศ. 2011 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน

คือ 498 คะแนน นอกจากนี้จากการประเมินระดับชาติ Ordinary National Educational Test (O-NET) จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ) (2557) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ช่วงปีการศึกษา 2548 - 2557 พบว่าในแต่ละปีนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 จากผลการประเมินทั้งสามโครงการจึงเป็นหลักฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าการศึกษาไทยยังไม่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียนได้เท่าที่ควร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน

นอกจากทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาแล้ว ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นอีกหนึ่งทักษะที่ควรได้รับการพัฒนาควบคู่ไปด้วยกัน เนื่องจากการคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดที่เปิดมุมมองความหลากหลาย ความแปลกใหม่ในการแก้ไขปัญหา สอดคล้องกับคำกล่าวของ ไตรสิทธิ์ เบญจบุญยสิทธิ์ และคณะ (2550) ที่กล่าวว่า คนส่วนใหญ่คิดแก้ปัญหาต่างๆ โดยอ้างอิงจากความถนัดของตนเองทำให้ไม่สามารถออกไปจากรูปแบบที่ตนเองเคยมีมาได้ แต่การคิดสร้างสรรค์จะเป็นการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่มีได้อย่างตรงจุด จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไปปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับคำกล่าวของ สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2555) ที่ได้กล่าวว่า ครูผู้สอนควรตระหนักถึงความสำคัญของการฝึกฝนนักเรียนให้เป็นผู้รู้จักการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ถูกต้องและมีความสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างฉับไวและเหมาะสม และสอดคล้องกับคำกล่าวของ ฆนัท ธาตุทอง (2554 : 73) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนควรมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบัน เพราะผู้เรียนจะสามารถเผชิญกับสภาวะทางสังคมที่เคร่งเครียดได้อย่างเข้มแข็ง ดังนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งของผู้สอนในการส่งเสริมและผลักดันให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเปิดโอกาสผู้เรียนให้มีการแสดงความคิดเห็น มีการโต้ตอบกับเพื่อนคนอื่นในชั้นเรียนและนำแนวความคิดเห็นต่างๆ ที่ได้มาสร้างแนวทางที่มีความหลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับคำกล่าวของ สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2555) ที่กล่าวว่า หลักการสำคัญในการสร้างผู้เรียนให้เป็นนักคิดอย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นผู้เรียนให้มีการแสดงออก มีการพูดคุย วางแผนและตัดสินใจหาทางเลือกที่ดีที่สุด

ในการแก้ปัญหา รูปแบบหนึ่งที่มีความสอดคล้องในการส่งเสริมให้ผู้เรียนดึงความรู้ ความคิดของตนเอง มาใช้ในการร่วมมืออภิปราย แสดงความคิดเห็น เพื่อสร้างแนวทางที่มีความเหมาะสมในการแก้ปัญหา คือ รูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC ซึ่งเป็นวงล้อที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน ผ่านการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน และอาศัยการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น เพื่อพูดคุย และร่วมแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน รูปแบบดังกล่าวถูกนำมาใช้ใน การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดย Faulkner (2008) ได้นำหลักการสำคัญของรูปแบบวงล้อ TASC ที่ได้พัฒนามาจาก Wallace และ Bentley (2002) มาปรับให้มีความเหมาะสมกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ขั้นรวบรวม (Gather/Organize)** ผู้เรียนสอบถามตนเองว่าสิ่งใดที่ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับปัญหา

**ขั้นที่ 2 ขั้นการระบุ (Identify)** ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ปัญหาต้องการว่าคืออะไร

**ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้าง (Generate)** ผู้เรียนสร้างแนวทางหรือแนวความคิดของคำตอบที่มีความเป็นไปได้สำหรับปัญหา

**ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ (Decide)** ผู้เรียนตัดสินใจเลือกแนวทาง หรือวิธีการต่างๆ ที่ได้สร้างขึ้นเพื่อนำไปแก้ปัญหา

**ขั้นที่ 5 ขั้นการปฏิบัติ (Implement)** ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้สร้างขึ้นเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหา

**ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน (Evaluate)** ผู้เรียนเปรียบเทียบผลลัพธ์ของคำตอบที่สร้างขึ้นกับเป้าหมายของปัญหาที่ตั้งไว้

**ขั้นที่ 7 ขั้นการสื่อสาร (Communicate)** ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดและคำตอบของตนเองให้กับเพื่อนผู้อื่น

**ขั้นที่ 8 ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Learn from experience)** ผู้เรียนได้มีการสะท้อนสิ่งที่นอกเหนือจากการเรียน

จากความหมายและขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC แสดงให้เห็นลักษณะของการส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการดึงความรู้ ความคิดของตนเองออกมาใช้ในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น เพื่อสร้างแนวทางที่หลากหลายและตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการนำไปสู่การแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Johnstone (2008) ที่ได้กล่าวว่า รูปแบบวงล้อ TASC แสดงให้เห็นถึงการสนับสนุนผู้เรียนให้มีความร่วมมือในการทำงาน ซึ่งเป็นการกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนและยังพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Ball และ Henderson (2009) กล่าวว่า รูปแบบวงล้อ



TASC เป็นรูปแบบที่ใช้สนับสนุนการคิดและการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็น และเลือกตัดสินใจหาแนวทางของตนเอง รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างคำถามเพื่อใช้ในการประเมินตนเอง ในขณะที่เดียวกันปัญหาที่มอบให้กับผู้เรียนต้องมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ดึงศักยภาพของตนเองมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ลักษณะของปัญหาที่มีความเหมาะสมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีหลากหลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้สอนในการเลือกใช้ลักษณะปัญหาเหล่านั้น โดยหนึ่งในลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมผู้เรียนให้ผู้เรียนมีการเปิดกว้างทางด้านความคิด เชื่อมโยงความรู้ และประสบการณ์ของตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ปัญหาปลายเปิด ซึ่ง Backer และ Shimada (1997) ได้มีการแบ่งปัญหาปลายเปิดออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ **ประเภทที่ 1 กระบวนการเปิด (Process is open)** เป็นปัญหาที่เปิดกว้างในกระบวนการ วิธีการ แนวคิดต่างๆ ที่มีความเหมาะสมในการนำไปสู่การหาคำตอบที่มีความถูกต้อง และ **ประเภทที่ 2 ผลลัพธ์เปิด (End product is open)** เป็นปัญหาที่เปิดกว้างในคำตอบ มีคำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ ซึ่งปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถคิดหาคำตอบ หากกระบวนการที่มีความหลากหลาย และมีความแปลกใหม่ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความท้าทายในการคิด การหาแนวทางนำไปสู่คำตอบหรือคำตอบใหม่ๆ สอดคล้องกับ สาลินี เรืองจ้อย (2554) ที่กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการท้าทายให้มีการแสวงหาวิธีการใหม่ๆ ในการหาคำตอบได้อย่างมีความเหมาะสม และผู้เรียนสามารถสร้างปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งปัญหาที่สร้างขึ้นนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาเดิมหรือมีพื้นฐานมาจากปัญหาเดิม

จากการศึกษารูปแบบวงล้อ TASC และปัญหาปลายเปิดข้างต้น พบว่า ปัญหาปลายเปิดสามารถเข้าไปแทรกซึมในขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC ได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากลักษณะของปัญหาปลายเปิด จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความท้าทายในการคิด และดึงประสบการณ์ความรู้ที่ตนเองมีมาใช้ในการสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย และเลือกใช้แนวทางที่ดีที่สุด เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ จากความสำคัญข้างต้น ส่งผลให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### คำถามการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ช่วยให้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นหรือไม่

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

### สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Molyneux และ Farrell (2012) ได้ศึกษาการใช้วงล้อ TASC กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ได้พูดคุย อธิบายกันกับเพื่อนในกลุ่ม รวมถึงประเมินวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ประเมินการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมายจากการมีส่วนร่วมในการเป็นผู้พูดและผู้ฟัง เพื่อร่วมตัดสินใจอย่างยุติธรรม

Zimmerman (2011) ได้ทำการศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์ (Concept Maps) ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วยรูปแบบ 3 ส่วน ได้แก่ การคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context : TASC) การแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย (DISCOVER) และการแก้ปัญหาที่มีบริบทสอดคล้องกับชีวิตจริง (Problem Based Learning : PBL) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยการใช้ผังมโนทัศน์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นก่อนได้รับการเรียนรู้โดย การใช้ผังมโนทัศน์

ชัยยุทธ ธนทรัพย์วีรชา (2554) ได้ศึกษา การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Student Teams – Achievement Division (STAD) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งลักษณะการจัดกิจกรรมเป็นการมุ่งเน้นการจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย มีการคละนักเรียนชาย-หญิง ที่ระดับความสามารถเก่ง กลาง อ่อน ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ฟังพวาคัยกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Pattichis (2007) ได้ศึกษา การพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนละตินที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อสำรวจการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการแก้โจทย์ปัญหา ประชากรที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 คน จากโรงเรียนทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาความเชื่อมั่น และความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธีในการหาคำตอบ

เริงชัย ดำสุวรรณ (2553) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ฟังก์ชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยลักษณะการจัดกิจกรรมผู้สอนจะนำเสนอสถานการณ์ที่มีการประยุกต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันที่เป็นปลายเปิดให้นักเรียนได้ระดมความคิด เพื่อกำหนดแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาได้อย่างไม่จำกัดความคิด โดยร่วมกันคิดแต่อยู่ภายใต้การแนะนำและการช่วยขยายความคิดจากผู้สอนรวมทั้งสอดแทรกยุทธวิธีการการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้กิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล และคณะ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือร่วมใจในการเรียน และมีเป้าหมาย ร่วมกันในการเรียนรู้ และการใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม โดยใช้ปัญหาเป็น ตัวตั้งในการให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบท เชิงสังคม ที่มุ่งเน้นผู้เรียนให้มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ความคิดเห็น ในการแก้ปัญหา ร่วมกับผู้อื่น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่ มุ่งให้ผู้เรียนคิดหาแนวทางที่หลากหลายจากการร่วมทำงานร่วมกันกับผู้อื่น และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกัน มาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ วงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ วงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ วงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Reinoso (2011) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เรื่องการตรวจสอบผลกระทบ จากเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในชุมชนนาวาโฮ โดยให้นักเรียนได้รับปัญหาที่มีความสอดคล้องกับ ชีวิตประจำวันและให้นักเรียนได้ใช้รูปแบบวงล้อ TASC เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาที่ได้รับ ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้น มีส่วนร่วมในการพัฒนาค้นหาคำตอบ และนำแนวความคิดและ วิธีการแก้ปัญหาไปบูรณาการเพื่อนำเสนอวิธีการที่มีความแปลกใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่าง สร้างสรรค์

วรรณิ พลคง (2556) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้เกม ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้เกม โดยลักษณะการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นการพัฒนาสมองทั้งสองซีกของผู้เรียน ผ่านการดำเนินการเรียน

แบบร่วมมือ และการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยมุ่งพัฒนาให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดให้กับผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบชิปาร่วมกับเทคนิคการใช้เกมมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาลินี เรื่องจู้ย (2554) ได้ศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะแบ่งขั้นตอนออกเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป โดยในขั้นสอนจะนำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยพิจารณาจากเนื้อหาที่ใช้ว่าเหมาะสมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดประเภทใด จากนั้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาปลายเปิด โดยผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ รวมถึงสามารถสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นของตนเอง ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชมพูเนกซ์ ชูเชิดรัตน์ และคณะ (2551) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ และความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

จากงานวิจัยข้างต้น เห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบชิปาร่วมกับเทคนิคการใช้เกม จะเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงออก มีการทำงานเป็นกลุ่ม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการทำงานร่วมกับผู้อื่น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อร่วมกันแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ
2. เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
3. ตัวแปรที่ศึกษา
  - 3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
  - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
    - 3.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
    - 3.2.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC หมายถึง รูปแบบวงล้อการทำงานในเชิงปฏิบัติที่เน้นผู้เรียนให้คิดอย่างกระตือรือร้นผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันกับผู้อื่นในการลงมือแก้ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ประกอบไปด้วย 8 ขั้น ตามแนวคิดของ Faulkner (2008) ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นรวบรวม (Gather/Organize) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสอบถามตนเอง ว่าสิ่งใดที่ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นการระบุ (Identify) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ปัญหาต้องการว่าคืออะไร
- ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้าง (Generate) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสร้างแนวทาง หรือแนวความคิดของคำตอบที่มีความเป็นไปได้สำหรับปัญหานี้
- ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ (Decide) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตัดสินใจเลือกแนวทาง หรือวิธีการต่างๆ ที่ได้สร้างขึ้น เพื่อนำไปแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 5 ขั้นการปฏิบัติ (Implement) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้สร้างขึ้น เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหา
- ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของคำตอบที่สร้างขึ้น กับเป้าหมายของปัญหาที่ตั้งไว้

**ขั้นที่ 7** ขั้นการสื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิด และคำตอบของผู้เรียนให้กับเพื่อนผู้อื่น

**ขั้นที่ 8** ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Learn from experience) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ นอกเหนือจากการเรียน

**2. ปัญหาปลายเปิด หมายถึง** ปัญหาที่มีการเปิดกว้างในการสร้างแนวทางเพื่อนำไปสู่คำตอบ ที่ถูกต้องได้หลากหลาย หรือปัญหาที่มีผลลัพธ์ได้หลากหลาย แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

**ประเภทที่ 1** กระบวนการเปิด (Process is open) คือ ปัญหาที่มีกระบวนการ วิธีการ หรือ แนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องเพียง คำตอบเดียว

**ประเภทที่ 2** ผลลัพธ์เปิด (End product is open) คือ ปัญหาที่มีกระบวนการ วิธีการ หรือ แนวคิดในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ

**3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นใน บริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด หมายถึง** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนคิดอย่าง กระตือรือร้นผ่านบริบททางสังคมในการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยผู้เรียนดึงความรู้ ความคิด และ ประสบการณ์ของตนเอง มาใช้ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับผู้อื่น และร่วมกันสร้าง แนวทางที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาปลายเปิดที่มีลักษณะหลายคำตอบ หรือหลาย กระบวนการในการหาคำตอบซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ปรับมาจาก Faulkner (2008) โดย ผู้วิจัยได้รวมขั้นตอนที่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องเข้าไว้ด้วยกัน ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ขั้นรวบรวม** ผู้สอนยกสถานการณ์ที่มีบริบทสัมพันธ์กับผู้เรียน และใช้คำถามเพื่อ ทบทวนความรู้เดิม หรือสอนความรู้ที่มีความจำเป็นที่จะนำมาใช้ พร้อมมอบปัญหาปลายเปิดให้ ผู้เรียนร่วมพิจารณา และวิเคราะห์ความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาปลายเปิด

**ขั้นที่ 2 ขั้นการระบุ** ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้ร่วมพิจารณาวัตถุประสงค์ และคำถามของปัญหา เพื่อให้เข้าใจวัตถุประสงค์ และลักษณะการตอบคำถามของปัญหาปลายเปิด ที่เป็นคำตอบ หลากหลายหรือกระบวนการหลากหลายอย่างชัดเจน

**ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างแนวทาง และตัดสินใจ** ผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกัน แลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ของตนเอง ในการสร้างแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมมากที่สุดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

**ขั้นที่ 4 ขั้นการดำเนินการ และนำเสนองาน** ผู้เรียนร่วมลงมือปฏิบัติอย่างเป็นทางการเป็นขั้นตอนตาม แนวทางที่ได้เลือกใช้ในขั้นที่ 3 เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาปลายเปิดที่ได้รับ และประเมินคำตอบที่ ได้จากการแก้ปัญหากับวัตถุประสงค์ของปัญหา พร้อมทั้งนำเสนอคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา ให้กับผู้อื่น และผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้นำเสนอ

**ขั้นที่ 5 ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์** ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย สรุป ความรู้ ประสบการณ์ และแนวทางที่ผู้เรียนได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาปลายเปิด รวมถึงอุปสรรค การทำงาน และผู้สอนมอบปัญหาปลายเปิด หรือแบบฝึกหัดเพิ่มเติมที่มีลักษณะการแก้ปัญหาคล้าย กับปัญหาปลายเปิดในข้างต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้นำทักษะต่างๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหาไปปรับ ประยุกต์ใช้ในปัญหาใหม่

**4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ตามแนวการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

**5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนใน การนำความรู้หรือประสบการณ์ของตนเอง มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบวัดที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยพิจารณาความสามารถของผู้เรียน โดยปรับจากความสามารถในการแก้ปัญหา ของ Krulik และ Rundnick (1987, อ้างถึงใน Carson, 2007) และ NCTM (2000) โดยมี รายละเอียด ดังนี้

**ความสามารถในการอ่านปัญหา** นักเรียนสามารถอ่านปัญหา และทำความเข้าใจกับปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน โดยสามารถระบุคำสำคัญ (keyword) ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาได้

**ความสามารถในการสำรวจปัญหา** นักเรียนสามารถระบุรายละเอียดของปัญหา และ สามารถจัดข้อมูลของปัญหา ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตาราง เพื่อให้เข้าใจง่าย ยิ่งขึ้น

**ความสามารถในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา** นักเรียนสามารถเลือกกลยุทธ์ที่จะ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

**ความสามารถในการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา** นักเรียนสามารถ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหาได้

**6. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ที่สามารถคิดคำตอบได้ในปริมาณมาก คิดได้หลากหลายแนวทาง หลากหลายแง่มุม และมีความแปลกใหม่ในสิ่งที่คิด แตกต่างไปจากเดิม เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ โดยการวัด ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และวัดความสามารถตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของ Torrance (1973, อ้างถึงใน สาลินี เรื่องจ้อย, 2554) ดังนี้

**ความสามารถด้านความคิดคล่อง (Fluency)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อปัญหาที่กำหนดให้ ให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด



**ความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ได้กำหนดให้ได้หลากหลายกลุ่ม และหลากหลายแนวทาง

**ความสามารถด้านความคิดริเริ่ม (Originality)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ได้กำหนดให้ได้อย่างแปลกใหม่ มีความแตกต่างไปจากความคิดเดิม

**7. นักเรียน หมายถึง** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดในการพัฒนาการคิด และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2. เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนและผู้ที่ต้องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. เป็นแนวทางให้กับผู้สอน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม และปัญหาปลายเปิด ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอเป็นหัวข้อต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC
  - 1.1 ความหมายของรูปแบบวงล้อ TASC
  - 1.2 หลักการของรูปแบบวงล้อ TASC
  - 1.3 ขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC
  - 1.4 ประโยชน์ของรูปแบบวงล้อ TASC
2. แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ (Open-Ended Problem)
  - 2.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์
  - 2.2 ประเภทของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์
  - 2.3 แนวทางการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์
  - 2.4 ประโยชน์ของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์
3. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving)
  - 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.2 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.4 แนวทางการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.6 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Creativity)
  - 4.1 ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 4.2 องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 4.3 แนวทางการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 4.4 การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 4.5 เกณฑ์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC

### 1.1 ความหมายของรูปแบบวงล้อ TASC

รูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC เป็นรูปแบบวงล้อการทำงานของผู้เรียนที่นักการศึกษาและผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของรูปแบบวงล้อ TASC ไว้ดังนี้

Awwad (2014) กล่าวว่า รูปแบบวงล้อ TASC คือ กระบวนการที่ช่วยส่งเสริมการคิด และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เมื่อมีการเผชิญกับปัญหา โดยมีการนำรูปแบบของวงล้อ TASC มาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและพัฒนาความคิด ผ่านการร่วมอภิปรายความคิด การสร้างเครื่องมือในการหาคำตอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นในคำตอบ การประเมินการเรียนรู้ของตนเอง และการปรับปรุงแก้ไขแนวทางในการแก้ปัญหา

Ball และ Henderson (2009) กล่าวว่า รูปแบบวงล้อ TASC คือ รูปแบบที่ใช้สนับสนุนการคิดในการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมในการอภิปราย และเป็นผู้เลือกตัดสินใจ เพื่อหาแนวทางตามความคิดเห็นของตนเอง โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างคำถามของผู้เรียนเอง เพื่อใช้ในการประเมินตนเอง

Reinoso (2011) กล่าวถึง รูปแบบวงล้อ TASC คือ แนวทางในการจัดลำดับการทำงานของตนเอง หรือการทำงานเป็นกลุ่มย่อยๆ ในการแก้ปัญหาที่ตนเองได้พบเจอในชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง

Wallace (2000) กล่าวถึง รูปแบบของวงล้อ TASC คือ รูปแบบที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีการพัฒนาทางด้านทักษะการเรียนรู้ ทักษะทางด้านอารมณ์ และพฤติกรรม การแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงบริบทวัฒนธรรม หรือบริบทที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ขยายความรู้ในการทำงาน การวางแผนการทำงาน การตรวจสอบงาน การไตร่ตรองในภาระงานที่ได้รับมอบหมาย และนำความคิดที่ได้รับการพัฒนาถ่ายทอดไปยังสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่ตนเองสนใจ

จากคำกล่าวข้างต้นเกี่ยวกับรูปแบบวงล้อ TASC สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC คือ รูปแบบวงล้อการทำงานในเชิงปฏิบัติที่เน้นผู้เรียนให้คิดอย่างกระตือรือร้นผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันกับผู้อื่นในการลงมือแก้ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน

## 1.2 หลักการของรูปแบบวงล้อ TASC

นักการศึกษา และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางการศึกษาหลายท่าน กล่าวถึงหลักการในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวงล้อ TASC ไว้ดังนี้

Lakey (2009) เสนอว่า รูปแบบวงล้อ TASC มีหลักการสอนสำคัญทั้งหมด 4 หลักการ ดังนี้

1. การคิด (Thinking) ผู้เรียนทุกคนต้องเชื่อว่าตนเองสามารถสร้างผลงานเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพทางการคิดของตนเองได้ ดังนั้นผู้เรียนต้องพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ความกระตือรือร้น (Actively) ผู้เรียนทุกคนต้องการความดูแลเอาใจใส่ และกระตุ้นประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีให้มีความหมาย ให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ในประสบการณ์ที่ตนเองมีกับสิ่งที่มีอยู่ในชีวิตจริง และสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

3. สังคม (Social) ผู้เรียนทุกคนต้องการการเรียนรู้การทำงานร่วมกันผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาการอยู่ร่วมกันในสังคม และพัฒนาทางด้านอารมณ์ของผู้เรียน

4. บริบท (Context) ผู้เรียนทุกคนต้องการมองเห็นภาพรวม เพื่อจะได้เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร และส่งผลให้เกิดการเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้

Maker และ Wallace (2009) เสนอว่า รูปแบบวงล้อ TASC มีหลักการ ดังนี้

1. การคิด (Thinking) เป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และสามารถพัฒนาได้กับผู้เรียนทุกคน เนื่องจากระดับสติปัญญาไม่ได้ถูกจำกัด อย่างไรก็ตามผู้สอนต้องให้ผู้เรียนมีกระบวนการในการคิดและการแก้ปัญหา โดยกระตุ้นผู้เรียนให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และมีการประเมินความคิดของตนเอง ว่ามีวิธีการอย่างไร เรียนเพื่ออะไร และนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้อย่างไร

2. ความกระตือรือร้น (Actively) ผู้เรียนต้องมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของตนเอง กระตือรือร้นในความคิดของตนเอง โดยผู้สอนต้องทำการกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจ เพื่อสร้างแรงจูงใจและคุณลักษณะที่มีประสิทธิภาพของผู้เรียน

3. สังคม (Social) ผู้สอนต้องให้เวลาอย่างเหมาะสมในการทำงานของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการทำงานร่วมกับผู้เรียนคนอื่นๆ โดยการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ผู้สอนต้องมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองหรือระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

4. สภาพแวดล้อม (Context) ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในการเรียนว่ากำลังเรียนอะไร เรียนไปทำไม และผู้สอนต้องส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนรู้สภาพแวดล้อมที่มีความเกี่ยวข้องกับตนเอง เพื่อให้เข้าใจสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้น

Wallace (2008) กล่าวถึง รูปแบบวงล้อ TASC ประกอบไปด้วยหลักการ ดังนี้

1. การคิด (Thinking) แม้ว่าผู้เรียนทุกคนจะมีความสามารถทางการคิด และการปฏิบัติ แต่ผู้เรียนยังต้องการเทคนิคหรือวิธีการที่เป็นรูปแบบของการคิด เพื่อพัฒนาความสามารถของตนเอง ผู้เรียนทุกคนสามารถจัดการกับปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ถ้าผู้เรียนมีความเข้าใจกับปัญหานั้น และมีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นภาษาที่ใช้ย่อมมีความสำคัญในการคิด เพื่อทำให้เกิดการคิดที่มีประสิทธิภาพ

2. ความกระตือรือร้น (Actively) ผู้เรียนควรมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีบทบาทในการเป็นผู้เลือกตัดสินใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ และมีส่วนร่วมในการอภิปรายถึงเป้าหมายของปัญหา

3. สังคม (Social) การเรียนรู้แบบร่วมมือมีอิทธิพลอย่างมากสำหรับการทำงาน เป็นการเรียนรู้ซึ่งอาศัยการเรียนรู้จากบุคคลอื่นๆ เป็นการเรียนรู้แบบอิสระ ทำให้ผู้เรียนได้ทราบถึงการทำงานร่วมกัน ความรับผิดชอบในส่วนรวม รวมไปถึงการพึ่งพาอาศัยกันในการทำงาน

4. สภาพแวดล้อม (Context) ผู้เรียนมีความต้องการในการเรียนรู้จากบริบทที่มีความเหมาะสม เป็นบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และสามารถจับต้องได้ หรือมีความเป็นรูปธรรม ซึ่งทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ในการเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ และเป็นการฝึกผู้เรียนในการสร้างความชำนาญ จนกลายเป็นผู้ที่มีศักยภาพทางการคิดที่มีประสิทธิภาพ

### 1.3 ขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC

ขั้นตอนของรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC มีความสำคัญในการนำไปใช้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษา และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางการศึกษาหลายท่าน กล่าวถึงขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC ดังนี้

Faulkner (2008) ได้นำรูปแบบวงล้อ TASC มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ขั้นรวบรวม (Gather/Organize) ผู้เรียนสอบถามตนเอง ว่าสิ่งใดที่ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับปัญหา

**ขั้นที่ 2** ขั้นการระบุ (Identify) ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ปัญหาต้องการว่าคืออะไร

**ขั้นที่ 3** ขั้นการสร้าง (Generate) ผู้เรียนสร้างแนวทาง หรือแนวความคิดของคำตอบที่มีความเป็นไปได้สำหรับปัญหานี้

**ขั้นที่ 4** ขั้นตัดสินใจ (Decide) ผู้เรียนตัดสินใจเลือกแนวทาง หรือวิธีการต่างๆ ที่ได้สร้างขึ้น เพื่อนำไปแก้ปัญหา

**ขั้นที่ 5** ขั้นการปฏิบัติ (Implement) ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้สร้างขึ้น เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหา

**ขั้นที่ 6** ขั้นการประเมิน (Evaluate) ผู้เรียนมีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของคำตอบที่สร้างขึ้น กับเป้าหมายของปัญหาที่ตั้งไว้

**ขั้นที่ 7** ขั้นการสื่อสาร (Communicate) ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิด และคำตอบของผู้เรียนให้กับเพื่อนผู้อื่น

**ขั้นที่ 8** ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Learn from experience) ผู้เรียนมีการสะท้อนสิ่งที่นอกเหนือจากการเรียน

Johnstone (2008) กล่าวถึง ขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC ประกอบไปด้วยขั้นตอนทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ขั้นการระบุ (Identify) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมอภิปรายงานที่ได้รับมอบหมาย อภิปรายเกี่ยวกับเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการสร้างงาน

**ขั้นที่ 2** ขั้นการสร้าง (Generate) เป็นขั้นตอนของผู้เรียนในการสร้างความคิดพร้อมทั้งมีการแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับบุคคลอื่น

**ขั้นที่ 3** ขั้นตัดสินใจ (Decide) เป็นขั้นตอนในการหาแนวโน้มของแนวทางในการทำงาน หาความหลากหลายของแนวทางที่จะนำมาใช้

**ขั้นที่ 4** ขั้นรวบรวม (Gather) เป็นขั้นตอนในการออกแบบแนวทางที่หลากหลาย โดยสอบถามจากผู้รู้เพื่อเป็นเครื่องมือในการออกแบบแนวทาง

**ขั้นที่ 5** ขั้นการปฏิบัติ (Implement) เป็นขั้นตอนในการลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ออกแบบ เพื่อสร้างรูปแบบที่เป็นตัวอย่างทั่วไป

**ขั้นที่ 6** ขั้นการประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นตอนในการประเมินและร่วมอภิปรายผลงานที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตัดสินใจในการสร้าง และปรับปรุงผลงานของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**ขั้นที่ 7** ขั้นการสื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นตอนผู้เรียนมีการสอบถามพร้อมทั้งเปิดรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่มีต่อผลงานของตนเอง

**ขั้นที่ 8** ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Learn from experience) เป็นขั้นตอนในการนำแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น มาพัฒนา และนำมาประยุกต์ใช้กับบริบทอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Wallace (2000) ได้นำเสนอขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC ในรูปแบบแผนภูมิวงกลม ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ขั้นรวบรวม (Gather/Organize) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนต้องรวบรวมว่าสิ่งใดที่ผู้เรียนรู้แล้วเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว

**ขั้นที่ 2** ขั้นการระบุ (Identify) เป็นการระบุว่าสิ่งที่ผู้เรียนต้องทำคืออะไร โดยผู้สอนต้องอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจจุดประสงค์ของงานที่ผู้เรียนจะได้รับให้ละเอียดถี่ถ้วน ให้ผู้เรียนเข้าใจจุดประสงค์ในการทำงานอย่างถ่องแท้ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความไขว่เขวในการทำงาน

**ขั้นที่ 3** ขั้นการสร้าง (Generate) เป็นขั้นตอนในการสร้างแนวทางที่เป็นไปได้สำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนเกิดการคิดหาแนวทางที่มีความหลากหลายก่อนจะตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

**ขั้นที่ 4** ขั้นตัดสินใจ (Decide) เป็นการตัดสินใจเลือกเกี่ยวกับแนวทางที่เป็นไปได้สำหรับการแก้ปัญหาที่ได้เสนอมา โดยมีการให้เหตุผลประกอบสำหรับการตัดสินใจเลือกใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่คิดว่าจะมีความเหมาะสม

**ขั้นที่ 5** ขั้นการปฏิบัติ (Implement) เป็นขั้นตอนการลงมือปฏิบัติตามแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนได้ออกแบบไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งระหว่างการดำเนินการปฏิบัติต้องมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนเพื่อหาคำตอบที่มีความเหมาะสม

**ขั้นที่ 6** ขั้นการประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนบอกจุดประสงค์ของปัญหาให้ผู้เรียนได้ทราบ พร้อมทั้งนำเสนอตัวอย่างผลงานของผู้เรียน และแสดงเหตุผลในการหยิบเลือกผลงานของผู้เรียนมาเป็นตัวอย่าง โดยผู้เรียนจะต้องสร้างวิจรณ์ญาณในการประเมินผลงานของตนเอง

**ขั้นที่ 7** ขั้นการสื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นตอนในการสนับสนุนให้ผู้เรียนมีการพูดคุย มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนคำตอบของตนเองกับเพื่อนคนอื่น ๆ ภายในชั้นเรียน

**ขั้นที่ 8** ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Learn from experience) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบผลสะท้อนนอกเหนือจากตัวอย่างที่เรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของกระบวนการแก้ไขปัญหาของผู้เรียน

Zimmerman (2011) กล่าวถึง ขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC ได้แบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ขั้นรวบรวม (Gather/organize) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนมอบหมายงานให้กับผู้เรียน เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้รับงานดังกล่าว ผู้เรียนแต่ละคนภายในกลุ่มจะร่วมมืออภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่สมาชิกภายในกลุ่มรู้เกี่ยวกับงานที่ได้รับ

**ขั้นที่ 2** ขั้นการระบุ (Identify) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนมีบทบาทในการอธิบาย หรือตอบข้อสงสัยในทุกคำถามของปัญหาให้ผู้เรียนได้เข้าใจ

**ขั้นที่ 3** ขั้นการสร้าง (Generate) เป็นขั้นตอนในการสร้างแนวทางของแต่ละกลุ่มอย่างน้อย 3 แนวทาง โดยร่วมกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มหรือต่างกลุ่ม หรืออาจจะเป็นการสร้างแนวทางมาจากความคิดของตนเอง

**ขั้นที่ 4** ขั้นตัดสินใจ (Decide) เป็นขั้นตอนที่แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางที่สร้างขึ้น เพื่อทำการเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการนำไปใช้หาคำตอบของปัญหาที่ได้รับมอบหมาย โดยการเลือกแนวทางจะต้องอาศัยเหตุผลประกอบเป็นพื้นฐานมากกว่าความชื่นชอบ หรือคำชักจูงจากเพื่อนในกลุ่ม

**ขั้นที่ 5** ขั้นการปฏิบัติ (Implement) เป็นขั้นตอนในการลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้สร้างขึ้น โดยสมาชิกภายในกลุ่มร่วมมือกันทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

**ขั้นที่ 6** ขั้นการประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นตอนประเมินผลของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบของปัญหา และแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีการบันทึกผลตามแบบประเมินที่มีความเหมาะสม

**ขั้นที่ 7** ขั้นการสื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นตอนที่แต่ละกลุ่มแสดงวิธีการสร้างแนวทาง การเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นว่าผลงานของกลุ่มตนเองดีกว่ากลุ่มอื่น

**ขั้นที่ 8** ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบผลจากการเรียน โดยมีการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น กระบวนการวิธีที่ได้รับจากการทำกิจกรรมเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการนำไปปรับปรุง

#### 1.4 ประโยชน์ของรูปแบบวงล้อ TASC

รูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC เป็นรูปแบบการเรียนรู้หนึ่งที่ส่งเสริมพฤติกรรมของผู้เรียนในการแสดงออกทั้งทางด้านความคิด ความรู้ และทักษะต่างๆ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของรูปแบบวงล้อ TASC ดังนี้



Davies (2008) กล่าวถึง ประโยชน์ของรูปแบบวงล้อ TASC ดังนี้

- 1) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์เหตุการณ์ หรือสถานการณ์จากการอาศัยประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีขึ้นมาได้ด้วยตนเอง
- 2) ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ และประเมินการทำงานของตนเอง
- 3) ช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างผู้เรียน

Reinoso (2011) กล่าวว่า รูปแบบวงล้อ TASC เป็นการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนมองเห็นมุมมองในการแก้ไขปัญหาได้กว้างขวาง และยังช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของตนเองกับผู้อื่น รวมทั้งเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ให้กับผู้เรียนอีกด้วย

Wallace (2008) กล่าวว่า รูปแบบวงล้อ TASC ช่วยให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงความสามารถว่าตนเองทำอะไรได้บ้าง และทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้สอนจะไม่ได้บอกกล่าวในทุกสิ่งให้กับผู้เรียนรู้

Zimmerman (2008) กล่าวว่า รูปแบบวงล้อ TASC ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเป็นแนวทางในพัฒนาและปรับปรุงให้ผู้เรียนมีความสามารถสูงขึ้น

## 2. แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ (Open-Ended Problem)

### 2.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์

ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended Problem) เป็นปัญหาที่มีความนิยมน้อยอย่างแพร่หลายทางการศึกษา นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาหลายท่านให้ความสนใจในการใช้ปัญหาปลายเปิดเข้ามาช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน โดยนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของปัญหาปลายเปิดในทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Becker และ Shimada (1997) ได้เสนอว่า ปัญหาปลายเปิด หมายถึง ปัญหาที่แตกต่างไปจากปัญหาที่พบในชั้นเรียนที่มีเพียงคำตอบเดียว เป็นปัญหาที่สร้างขึ้นเพื่อให้มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ และมีความหลากหลายของวิธีการเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้

Orton และ Frobisher (1996) ได้เสนอแนวคิดว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่ไม่ได้มีเป้าหมายเจาะจง แต่เป็นปัญหาที่ขึ้นอยู่กับความตั้งใจในการคิดเพื่อให้เกิดความหลากหลายในการแก้ปัญหา

Sheffield (2000) ได้เสนอว่า ปัญหาปลายเปิด คือ ปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงในการหาคำตอบ เนื่องจากปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีคำตอบได้หลากหลายขึ้นอยู่กับมุมมองของผู้เรียนที่มีต่อปัญหา

กฤษณาพร สายรอด (2554) ได้เสนอว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีคำตอบ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือเป็นปัญหาที่มีลักษณะโครงสร้างไม่สมบูรณ์ คือ ไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน มีข้อมูลไม่ครบ หรือไม่มีการกำหนดวิธีการที่แน่นอนในการหาคำตอบ

รุจิอาภา รุจิยาพนนท์ (2550) ได้เสนอว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เปิดกว้างในการหาคำตอบ (มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ) หรือมีวิธีการหาคำตอบ มีแนวทางในการเข้าสู่คำตอบของปัญหาได้หลายวิธี

วรัญญา เป้งทอง (2556) ได้เสนอว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลายของคำตอบ หรือวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ รวมถึงเป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียวแต่มีความหลากหลายในการให้เหตุผล

สลินี เรืองจ้อย (2554) ได้เสนอว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาที่มีวิธีการในการนำมาซึ่งคำตอบที่หลากหลาย มีการเปิดกว้างในการหาคำตอบ และคำตอบของปัญหามีความถูกต้องได้หลายคำตอบ โดยเกิดจากกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน

อนุวัตร จิรวัดนพพานิช (2553) ได้เสนอว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาที่สามารถตอบได้หลากหลายคำตอบ ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการได้หลากหลายวิธี และครูผู้สอนให้อิสระกับผู้เรียนในการคิดหาคำตอบ โดยผู้เรียนได้ใช้หลักการ หรือแนวคิดในหลายๆ ด้าน มาประกอบเข้าด้วยกัน

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยสามารถกล่าวโดยสรุปว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ (Open-Ended Problem) หมายถึง ปัญหาที่มีการเปิดกว้างในการสร้างแนวทางได้หลากหลาย เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือปัญหาที่มีคำตอบหลากหลาย

## 2.2 ประเภทของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้สังเกตเห็นความสำคัญของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ (Open-Ended Problem) ในการนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน นักการศึกษาหลายท่านจึงได้จัดหมวดหมู่ และแบ่งประเภทของปัญหาปลายเปิดไว้อย่างมากมายตามความเหมาะสมของแต่ละปัญหา ดังนี้

Becker และ Shimada (1997) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิด ออกเป็น 3 ประเภทคือ

ประเภทที่ 1. ปัญหาที่ให้หาความสัมพันธ์ (Finding relation) เป็นปัญหาที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนหากฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ เช่น “จงหาความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับปริมาตรของทรงกลม”

ประเภทที่ 2. ปัญหาที่ให้จัดประเภท (Classifying) เป็นปัญหาที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนจัดประเภท ให้เห็นถึงคุณลักษณะที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เช่น รูปสี่เหลี่ยมบางชนิดสามารถแนบในวงกลมได้ บางชนิดก็ไม่อาจแนบในวงกลมได้

ประเภทที่ 3. ปัญหาที่ให้มีการประเมิน (Measuring) เป็นปัญหาที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการประเมินสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ และมีการตัดสินใจโดยใช้คณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะพื้นฐานในการนำมาแก้ปัญหา

Takahashi (2004 : Online) ได้แบ่งลักษณะของปัญหาปลายเปิดออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ ลักษณะที่ 1 เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียวแต่มีวิธีการในการหาคำตอบหรือแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี และลักษณะที่ 2 เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ

กฤษณาพร สายรอด (2554) กล่าวว่า ประเภทของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถแบ่งได้หลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้แบ่ง ซึ่งควรพิจารณาตามความเหมาะสม และได้เสนอแนวทางในการแบ่งชนิดของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ชนิดตามกรอบของ Nohda (2000 : 6 - 8) คือ

1. กระบวนการเปิด (Process is open) เป็นปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ซึ่งปัญหาคณิตศาสตร์ทุกปัญหาต่างเป็นปัญหาปลายเปิดโดยนัยนี้ แต่ในโรงเรียนทั่วไปมักจะเน้นพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้นกระบวนการ ดังนั้นในปัญหาปลายเปิดชนิดนี้จึงมีการระบุคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้พยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลาย

2. ผลลัพธ์เปิด (End product are open) ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย

ปฤศณี พจนานา (2555) ได้แบ่งประเภทของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยยึดตามจุดประสงค์ของปัญหาเป็นหลัก เพื่อให้ผู้เรียนได้หาวิธีการที่มีความหลากหลายในการนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยผู้เรียนต้องนำเสนอประสบการณ์และความสามารถที่ผู้เรียนมีมาช่วยในการแก้ไขปัญหาดังนี้

**ประเภทที่ 1** กระบวนการเปิด (Process is open) ปัญหานั้นมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

**ประเภทที่ 2** ผลลัพธ์เปิด (End product is open) ปัญหานั้นมีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ปานจิต รัตนพล (2547) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้ 1) ปัญหาชนิดกระบวนการเปิด (process is open) เป็นปัญหาที่มีแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และ 2) ปัญหาชนิดผลลัพธ์เปิด (end product is open) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ

สาลินี เรืองจ้อย (2554) แบ่งปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

**ประเภทที่ 1** กระบวนการเปิด (Process is open) เป็นปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และ

**ประเภทที่ 2.** ผลลัพธ์เปิด (End product is open) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ

### 2.3 แนวทางการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์

แนวทางในการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ มีหลากหลายแนวทางตามทัศนคติที่แตกต่างกันออกไปของแต่ละบุคคล นักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางในการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายแนวทาง ดังนี้

กฤษณาพร สายรอด (2554) ได้เสนอว่า การสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ทั้งหมด แต่สามารถประยุกต์ปัญหาที่อยู่ในแบบเรียนโดยการกำหนดเงื่อนไขบางอย่างเพิ่มเติม หรือตัดข้อมูลบางอย่างออกไป เพื่อสร้างเป็นปัญหาปลายเปิดได้ แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการสร้างปัญหาปลายเปิด คือ ต้องเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

ปฤศณี พจนา (2555) ได้เสนอว่า แนวทางในการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ สามารถสร้างได้ 2 วิธี ดังนี้ 1) สร้างจากการพัฒนาปัญหาขึ้นมาใหม่ 2) สร้างจากการปรับปัญหาจากแบบฝึกหัดที่ใช้อยู่ในชั้นเรียนปกติให้เป็นปัญหาปลายเปิด

ปานจิต รัตนพล (2547) ได้เสนอว่า การสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจะพัฒนาปัญหาขึ้นมาใหม่ หรือใช้การปรับจากแบบฝึกหัดที่ใช้อยู่ในห้องเรียนปกติให้เป็นปัญหาปลายเปิด

สาลีนี้ เรื่องจู้ย (2554) ได้เสนอว่า แนวทางการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์จะต้องมีการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้พยายามคิดหาคำตอบ หรือหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

จากข้อเสนอแนะข้างต้นเกี่ยวกับแนวทางของการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าแนวทางของการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนสามารถสร้างปัญหาปลายเปิดได้จากการประยุกต์โจทย์ปัญหาที่อยู่ในแบบเรียน อยู่ในแบบฝึกหัด หรือมีอยู่ในชีวิตจริงที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับผู้เรียน โดยไม่จำเป็นต้องเป็นโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนสร้างขึ้นใหม่ทั้งหมด

## 2.4 ประโยชน์ของปัญหาปลายเปิด

นักการศึกษาหลายท่านได้สังเกตเห็นถึงประโยชน์ของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ และกล่าวถึงประโยชน์ของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างมากมาย ดังนี้

Becker และ Shimada (1997) ได้กล่าวว่าปัญหาปลายเปิดที่มีคำตอบเปิดกว้างจะทำให้ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม โดยเกิดจากการแสวงหาวิธีการต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบ และเนื่องจากลักษณะของปัญหาปลายเปิดที่ถึงแม้ว่าจะมีผู้หาคำตอบของปัญหาได้แล้ว ผู้เรียนคนอื่นยังสามารถมีโอกาสหาคำตอบอื่นๆ ได้อีก นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างปัญหาขึ้นเอง โดยปัญหาที่สร้างขึ้นมีความเกี่ยวเนื่องกับปัญหาเริ่มต้นหรืออาจเป็นการขยายปัญหาจากปัญหาเดิม

กชพร ตุนสุวรรณ (2553) กล่าวว่าปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์สามารถบูรณาการเนื้อหาหลายๆ เรื่องเข้าไว้ในกิจกรรมเดียวกันได้ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียนและให้ผู้เรียนได้ดึงความรู้ที่ตนเองมีออกมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้สอนสามารถศึกษากระบวนการคิดของผู้เรียนแต่ละคน และส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการด้านการให้เหตุผลได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

ณัฐพล คชาธร (2554) กล่าวถึง ประโยชน์ของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ดังนี้

- 1) ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนในแบบฝึกหัด การบ้าน การทดสอบ
- 2) ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ข้อผิดพลาดจนนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข
- 3) พัฒนาศักยภาพผู้เรียนด้านการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และ
- 4) สร้างความสนใจของผู้เรียน ขณะเดียวกันช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์จากการศึกษาได้ดีขึ้น

ปฤศณี พจนา (2555) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ผู้สอนสามารถใช้ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้

ปานจิต รัตนพล (2547) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ได้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้สอนทราบและแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนได้

สาลินี เรื่องจ้อย (2554) กล่าวถึง ประโยชน์ของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้ 1. ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความแปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิม 2. หากมีผู้เรียนคนใดคนหนึ่งหาคำตอบของปัญหาได้แล้ว ผู้เรียนคนอื่นๆ ก็ยังมีโอกาสในการค้นหาคำตอบอื่นๆ ได้อีก 3. เป็นการท้าทายผู้เรียนให้มีการแสวงหาวิธีการใหม่ๆ ในการหาคำตอบ ซึ่งต้องบูรณาการความรู้ที่มีมาก่อนกับทักษะและวิธีการคิดต่างๆ เข้าด้วยกัน และ 4. ผู้เรียนสามารถสร้างปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งปัญหาที่สร้างขึ้นนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาเดิม หรือ มีพื้นฐานมาจากปัญหาเดิม

อนุวัตร จิรวัดพนพานิช (2553) ได้กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีส่วนร่วม และฝึกคิดแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนปัญหาปลายเปิดยังช่วยกระตุ้นการคิดที่หลากหลาย คิดอย่างสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนแต่ละคน

### 3. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving)

#### 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้มากมาย ดังนี้

Krulik และ Rudnick (1989) ได้ให้แนวคิดว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่ตนเองมีมาใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา เพื่อนำไปสู่การจัดการกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่ตนไม่คุ้นเคยได้

กนิษฐา ศรีวิโรทัย (2554) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

วัชรีย์ กาญจนเกียรติ (2554) ได้เสนอว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน

หรือกระบวนการในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2557) ได้เสนอว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและกลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

สิริรัศมี ผลขวัญโชติกา (2554) ได้เสนอว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่จะต้องนำความรู้ ทักษะ และหลักการต่างๆ ที่เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที

สุพัตรา จอมคำสิงห์ (2552) ให้ความหมายเกี่ยวกับ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ หรือประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของตนเอง มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 3.2 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญที่จะเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้บรรลุผลสำเร็จ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

Baroody และ Coslick (1993) กล่าวถึง องค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไว้ 3 ประการ คือ

1. ด้านความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ และวิธีการแก้ปัญหา
2. ด้านความรู้สึก จะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหา และแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายาม และความเชื่อของผู้เรียน
3. ด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์การคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถทราบได้ว่าสิ่งใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

บุสญา อิ่มแก้ว (2557) กล่าวว่า ผู้เรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีนั้นจะต้องมีองค์ประกอบ 2 ด้าน คือ 1) วิธีสอน เทคนิคการสอน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการฝึกการแก้ปัญหาได้ตามขั้นตอนให้ได้ผลที่สุด 2) ผู้เรียน ซึ่งต้องมีความสามารถในด้านการอ่าน เข้าใจ รู้จักวิเคราะห์โจทย์ มีทักษะ มีกระบวนการในการคิดคำนวณ รู้จักตรวจสอบคำตอบและสิ่งสำคัญ คือ มีใจรัก มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้วย

รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ (2545) กล่าวถึง องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ในเรื่องคำศัพท์ สัญลักษณ์ และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วค้นหาในสิ่งที่โจทย์ต้องการ ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความจากนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรม ความสามารถในการคำนวณ และการรู้จักคาดคะเนคำตอบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแนวทางให้ผู้เรียนสามารถมองปัญหาได้อย่างชัดเจน แล้วสามารถสร้างกระบวนการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) กล่าวถึง องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถทางความคิด และสติปัญญา ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้แก้ปัญหา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนของผู้สอน

จากคำกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะต้องประกอบไปด้วย 1. ความสามารถของผู้เรียนทางด้านการคิด และทางด้านสติปัญญาในการวิเคราะห์และสังเคราะห์รายละเอียดของปัญหา และการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2. ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3. เจตคติที่ดีของผู้เรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ และ 4. เทคนิคการสอนหรือวิธีการสอนของครู

### 3.3 กระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องมีการดำเนินการตามขั้นตอนวิธี หรือกระบวนการที่ตนเองได้วางแผนไว้ เพื่อให้เกิดการทำงานอย่างเป็นระบบ และนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ต้องประกอบด้วยขั้นตอนที่เป็นระบบ และง่ายต่อความเข้าใจของผู้แก้ปัญหา ดังนี้

Krulik และ Rundnick (1987, อ้างถึงใน Carson, 2007) ได้นำเสนอกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้



**ขั้นการอ่านปัญหา (Read)** ผู้เรียนสามารถอ่านปัญหา และทำความเข้าใจกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน โดยสามารถระบุคำสำคัญ (keyword) ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาได้

**ขั้นการสำรวจปัญหา (Explore)** ผู้เรียนสามารถระบุรายละเอียดของปัญหา และสามารถจัดข้อมูลของปัญหา ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตาราง เพื่อให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น

**ขั้นการเลือกกลยุทธ์ (Select a Strategy)** ผู้เรียนสามารถเลือกกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้โดยอาศัยข้อมูลก่อนหน้า

**ขั้นการลงมือปฏิบัติ (Solve)** ผู้เรียนสามารถนำกลยุทธ์ มาดำเนินการประยุกต์ใช้กับปัญหาได้อย่างเหมาะสม

**ขั้นการตรวจสอบและขยายผล (Review and Extend)** ผู้เรียนมีความสามารถในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่เหมาะสม และหากระบวนการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

Krulik และ Rudnick (1989) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เริ่มต้นจากการที่ผู้เรียนได้เผชิญหน้ากับปัญหา และตัดสินใจแก้ปัญหา โดยพิจารณาคำตอบที่ได้รับ และพิจารณาเงื่อนไขเบื้องต้นของปัญหาอย่างรอบคอบ จากนั้นผู้เรียนต้องสังเคราะห์ว่าสิ่งใดที่ได้รับจากการเรียนรู้ พร้อมทั้งสามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้ได้กับสถานการณ์ใหม่ๆ และสถานการณ์ที่มีความแตกต่างเดิม

Ploya (1985, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553) ได้นำเสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)** เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ข้อมูลรายละเอียดของปัญหา สิ่งที่ต้องการหา ความเพียงพอของข้อมูลในปัญหา เป็นต้น

**ขั้นที่ 2 วางแผนงาน (Devising a plan)** เป็นขั้นตอนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับปัญหา หากไม่สัมพันธ์ผู้เรียนอาจมีการประยุกต์ใช้ความรู้หรือประสบการณ์ที่ตนเองมีเข้ามาช่วย เพื่อนำไปสู่การสร้างแนวทางในการหาคำตอบ

**ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)** เป็นขั้นตอนปฏิบัติลงมือทำตามแนวทางที่สร้างขึ้น และมีการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนถึงความบกพร่องของงาน

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบย้อนกลับ (Looking back)** เป็นขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบที่ได้มาจากการลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่สร้างขึ้น ว่ามีความสอดคล้อง เหมาะสม สมเหตุสมผลกับข้อมูลและเงื่อนไขที่ได้ระบุไว้ในปัญหาหรือไม่

ปฤศณี พงนา (2555) ได้เสนอว่า กระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะต้องประกอบไปด้วย

1. **ขั้นตอนในการทำความเข้าใจกับปัญหา** เป็นขั้นตอนในการระบุว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคืออะไร และโจทย์ได้ระบุข้อมูลที่มีความจำเป็นอะไรมา

2. **ขั้นตอนในการวางแผนแก้ปัญหา** เป็นการนำข้อมูลที่ได้รับมาทำการวิเคราะห์ประกอบกับนำความรู้ที่จำเป็นมาช่วยในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณาความพอเพียงของข้อมูลและวางแผนการแก้ปัญหานั้น พร้อมทั้งเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหานั้นที่มีความเหมาะสม

3. **ขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหา** เป็นขั้นตอนในการดำเนินการตามวิธีการที่ผู้เรียนสร้างขึ้น หรือเลือกไว้เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปสู่คำตอบ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการลงมือปฏิบัติ ลงมือคำนวณตามแผนการ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบตามวิธีทางคณิตศาสตร์

4. **ขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบ** เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบความถูกต้อง ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อดูความสอดคล้องตรงตามเงื่อนไขที่ได้ระบุไว้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2557) กล่าวถึงกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นทำความเข้าใจปัญหา** ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่างๆ เช่น คำถามของปัญหาคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง

2. **ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา** เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้ว ผู้เรียนต้องใช้ประสบการณ์ และความรู้ในการแก้ปัญหามาประกอบการวางแผน

3. **ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา** เป็นการลงมือแก้ปัญหานั้นตามแผนที่วางไว้ และตรวจสอบความถูกต้อง หรือความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

4. **ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา** เป็นการประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวม ทั้งด้านกลวิธี และวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้รวมถึงการขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหานั้นๆ

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ได้นำเสนอว่า กระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก คือ 1. ศึกษาทำความเข้าใจปัญหา 2. วางแผนแก้ปัญหาและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ 3. ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ 4. ตรวจสอบคำตอบที่ได้และขยายคำตอบ เพื่อเป็นการหาแนวทางอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหานั้นเพื่อปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

### 3.4 แนวทางการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวทางในการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับทั้งผู้เรียนและผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถทางด้าน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึง ดังนี้

นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล (2553) กล่าวว่า แนวทางการส่งเสริมผู้เรียนควรพัฒนาการใช้วิธีการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ ให้โอกาสในการอภิปราย ฝึกฝน และการไตร่ตรองอย่างเพียงพอ และส่งเสริมความพยายามในการแก้ปัญหาของผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนพบกับปัญหาใหม่ที่ไม่เคยพบมาก่อน ควรให้ผู้เรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และให้ตรวจสอบสมมติฐานการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นด้วย โดยมีการเลือกใช้ปัญหาที่เหมาะสม มีการคำนึงถึงผู้เรียน พฤติกรรมการแก้ปัญหา และสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2557) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้อ่านและทำความเข้าใจปัญหา โดยเริ่มจากการตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางที่ใช้ระบุประเด็นปัญหา ตัวแปรสำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แล้วเพิ่มความซับซ้อนของปัญหาโดยปรับเปลี่ยนขนาดของปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่อยู่ในปัญหา

2. ความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้รู้จักแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดวางแผนด้วยตนเองก่อนลงมือ และควรฝึกฝนการคิดวางแผนอย่างสม่ำเสมอ

3. ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ผู้เรียนควรได้ฝึกการแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดที่วางแผนไว้ ซึ่งเป็นการทำงานอย่างเป็นระบบ และขณะที่ดำเนินการแก้ปัญหาควรบันทึกรายละเอียดไว้ด้วย

5. ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ตลอดจนวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้ 1) การมองย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการ 2) การขยายความคิดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาอื่นๆ ที่มีลักษณะเหมือนหรือใกล้เคียงกัน

สุพัตรา จอมคำสิงห์ (2552) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้น ขึ้นอยู่กับปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน บรรยากาศภายในชั้นเรียน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดและเวลาให้ผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีควรมี

1. การวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบ และวิธีการที่ใช้ว่ามีความถูกต้องเหมาะสม หรือมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด
2. การขยายปัญหาลักษณะเดียวกันในสถานการณ์อื่นๆ
3. การให้โอกาสผู้เรียนในการสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาใหม่บนฐานปัญหาเก่า
4. การมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน (Real life problem) ซึ่งมักจะเป็นปัญหาที่มีความแตกต่างจากปัญหาที่เป็นตัวอย่างในชั้นเรียน

### 3.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเป็นเครื่องมือในการช่วยตรวจสอบได้ว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด และผู้เรียนมีความบกพร่องทางด้านใด ผู้สอนสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนได้ตรงจุด และส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น โดยนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Krulik และ Rundnick (1993, อ้างถึงใน บงกชรัตน์ สมานสินธุ์) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและคิด (Read and Think)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้อ่านปัญหา และสามารถตีความ วิเคราะห์ปัญหา เพื่อบอกรายละเอียดที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาได้

**ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (Explore and Plan)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา โดยพิจารณาความเพียงพอของข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อสร้างแนวทางแก้ปัญหา และหาคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหา

**ขั้นที่ 3 ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำเอาหลากหลายวิธีมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

**ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Find an Answer)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ โดยลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง

**ขั้นที่ 5 การมองย้อนกลับและขยายผล (Reflect and Extend)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถตรวจสอบได้ว่าถ้าสิ่งที่ได้ยังไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ผู้เรียนสามารถมองย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหา และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นต่อไป

Polya (1957, อ้างถึงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วัดตาม 4 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา** เป็นขั้นเริ่มต้นโดยผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหานั้นกำหนดสิ่งใดให้บ้าง และต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้จากปัญหากับสิ่งที่โจทย์ถามเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

**ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา** ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาหรือผู้เรียนต้องเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบของปัญหานั้นได้อย่างไร โดยเลือกกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

**ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน** เป็นขั้นตอนลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหตามแนวทางหรือกลยุทธ์ที่ได้เลือกไว้จนกระทั่งหาคำตอบของปัญหานั้นได้ อาจให้ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาหรือผู้เรียนหากกลยุทธ์แก้ปัญหาใหม่ที่แตกต่างจากวิธีนี้อีกหลายๆ วิธี เพื่อเป็นการพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายต่อไป

**ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ** เป็นการนำคำตอบที่หาได้ไปตรวจสอบความถูกต้อง โดยการทำย้อนกลับจากคำตอบไปสู่สิ่งที่กำหนดให้ ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics : NCTM) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน มีดังนี้ 1) สามารถสร้างความรู้ใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาได้ 2) สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นได้ และสามารถแก้ไขสถานการณ์หรือบริบทอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันได้ 3) สามารถประยุกต์ความหลากหลายของวิธีการมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และ 4) สามารถตรวจสอบและสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถประเมินได้หลากหลายตามความสามารถดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถของผู้เรียนในกรหาคำตอบ ผลเฉลย หรือแนวทางในการจัดการปัญหา
2. การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ อันจะนำไปสู่การสร้างโจทย์ ปัญหา สถานการณ์ หรือคำถาม
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี
4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณา คำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสม สอดคล้อง และสมเหตุสมผลเพียงใด
5. การขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปคิดต่อ

### 3.6 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสิ่งสำคัญที่จะกล่าวได้ว่าผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยนักการศึกษาได้ทำการออกแบบเกณฑ์การวัดไว้อย่างมากมาย ดังนี้

นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552) กล่าวถึง เกณฑ์คะแนนที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งได้ดังนี้

ชื่อย่อ	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา
1. ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา	1	0	ผู้เรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย
		0.5	ผู้เรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
		1	ผู้เรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน

ข้อย่อย	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา
2. วางแผนแก้ปัญหา	2	0	ผู้เรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ทำเลย
		1	ผู้เรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่มีบางส่วนผิดโดยอาจแสดงลำดับการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
		2	ผู้เรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม เช่น แสดงขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลัง หรือเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
3. ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ	2	0	ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาเลย
		0.5	ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องในบางส่วนซึ่งเป็นส่วนน้อยแต่ไม่สำเร็จ
		1	ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วนแต่ไม่สำเร็จ
		1.5	ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้หรือคิดคำนวณได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน
		2	ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้หรือคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน
4. ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ	1	0	ผู้เรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุสมผล ไม่ครบถ้วน หรือไม่มีตรวจสอบเลย
		0.5	ผู้เรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลแต่ไม่ครบถ้วน
		1	ผู้เรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล และครบถ้วน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2557) กล่าวถึง เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาได้จากประเด็นดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง เกณฑ์การประเมินผลแบบ Analytic Scoring

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน - ไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง



สุพัตรา จอมคำสิงห์ (2552) ได้สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบวิธี (Analytical Method) ดังนี้

ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา	คะแนน
<p><b>(1) วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วน</li> <li>- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</li> <li>- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุได้เลยว่าโจทย์กำหนดอะไรให้</li> </ul> <p><b>(2) วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์ถาม</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน</li> <li>- บอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</li> <li>- บอกสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุได้เลยว่าโจทย์กำหนดอะไรให้</li> </ul>	<p>1</p> <p>0.5</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>0.5</p> <p>0</p>
ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา และเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง</li> <li>- แสดงขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน แต่เขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง</li> <li>- แสดงขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง แต่เขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง หรือแสดงขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่เขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง</li> <li>- แสดงขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหาได้บางส่วน และเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ได้</li> <li>- แสดงขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงเลย</li> </ul>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>
ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ	คะแนน
<p><b>(1) การดำเนินการแก้ปัญหา</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ หรือคิดคำตอบได้ถูกต้อง</li> <li>- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ไม่สำเร็จ</li> <li>- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการดำเนินการแก้ปัญหา</li> </ul>	<p>4</p> <p>2</p> <p>0</p>

ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ	คะแนน
<b>(2) การสรุปคำตอบ</b>	
- สรุปคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน	2
- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	1
- สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่สรุปคำตอบ	0
<b>ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและหาคำตอบ</b>	<b>คะแนน</b>
- ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์	3
- ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	1.5
- ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่มีการตรวจสอบเลย	0

อัมพร ม้าคนอง (2546) กล่าวถึง เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นข้อเขียน อาจทำได้หลากหลายวิธี โดยวิธี Analytic Scoring เป็นการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าถึงขั้นตอนที่จะมอบหมายให้กับผู้เรียนและทราบว่า การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนมีลักษณะอย่างไร ตัวอย่างการให้คะแนนในลักษณะดังกล่าว มีดังต่อไปนี้

#### การให้คะแนนโดยใช้ Analytic Scoring

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	0 : ไม่เข้าใจปัญหาใดๆ เลย 1 : เข้าใจปัญหาเป็นบางส่วน 2 : เข้าใจปัญหาทั้งหมด
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	0 : แผนการแก้ปัญหาไม่มีความเหมาะสม 1 : ใช้ข้อมูลจากปัญหาวางแผนการแก้ปัญหาถูกต้องเป็นบางส่วน 2 : คำตอบถูกต้องสมบูรณ์
ขั้นหาคำตอบ	0 : ไม่ได้คำตอบ หรือคำตอบผิด 1 : ได้คำตอบผิดจากการคำนวณผิด แต่มีบางส่วนถูกต้อง 2 : คำตอบมีความถูกต้อง สมบูรณ์

จากข้างต้นจะเห็นว่าเกณฑ์ในการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีหลากหลาย การจะใช้เกณฑ์ใดในการให้คะแนนต้องขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้สอนในการวัดผู้เรียน และต้องมีความเหมาะสมกับงานวิจัยที่สร้างขึ้น

#### 4. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Creativity)

##### 4.1 ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้คำจำกัดความของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Starko (2013 : 253) ได้กล่าวถึง การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการมองหารูปแบบที่มีความหลากหลายในการแก้ปัญหา และการมองหาแนวความคิดใหม่ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา

Kim (2003) ได้กล่าวถึง การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการสร้างความหลากหลายของคำตอบสำหรับการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์

กฤษณา ไสยาศรี (2551) กล่าวถึง การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของผู้เรียนที่คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ผสมผสานความคิดเดิมกับสิ่งใหม่ มีความแปลกและแตกต่างไปจากบุคคลอื่น

นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552) ได้กล่าวถึง การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดที่แปลกใหม่ ริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนที่คิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ผสมผสานความคิดเดิมเข้ากับสิ่งใหม่ๆ และเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำแบบใคร ซึ่งอาจจะเป็นการคาดคะเนขั้นตอนวิธี หรือการแก้ปัญหาใดๆ ทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2557) กล่าวถึงความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) กล่าวถึง การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแต่ละบุคคลที่มีกระบวนการในการคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น มีกระบวนการคิดที่หลากหลาย เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น และความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพในการคิด

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้น เกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กล่าวได้ว่า การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลที่มีการคิดที่หลากหลาย แตกต่างไปจากเดิม แตกต่างไปจากบุคคลอื่น มีความริเริ่ม มีความแปลกใหม่ในสิ่งที่คิด เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

#### 4.2 องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสำคัญกับองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง เพื่อผลักดันให้ผู้เรียนมีศักยภาพทางด้าน การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น โดยนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Kim (2003) ได้กล่าวถึง การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ความคล่อง คือ ความสามารถในการสร้างความคิด สร้างแนวทางในการนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้จำนวนมาก
2. ความยืดหยุ่น คือ ความสามารถในการสร้างหมวดหมู่ความคิดที่แตกต่างกันได้ หลากหลายหมวดหมู่ หลากหลายประเภทที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3. ความริเริ่ม คือ ความสามารถของบุคคลในการสร้างแนวความคิดที่มีความแตกต่างกับผู้อื่น เป็นแนวความคิดที่ไม่เหมือนใคร
4. ความละเอียดลออ คือ ความสามารถของบุคคลในการขยายรูปแบบที่มีลักษณะพื้นฐานให้มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

Torrance (1973, อ้างถึงใน สาลีณี เรืองจ้อย, 2554) เป็นผู้ที่น่าแนวคิดและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดมาใช้ในการศึกษาวิจัยในรูปแบบของการเรียนการสอน โดยศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการผลิตความคิดทางภาษาได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะ เป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง หรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความคิดคล่องทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์
2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายๆ ด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดา หรือความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่นๆ หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านของความคิดหรือการกระทำ

นักจิตวิทยา โพลีเพอร์ (2545) กล่าวถึง องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยความคิดทั้ง 3 ลักษณะ ดังนี้

**ลักษณะที่ 1** ความคล่องในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่ได้กำหนดให้ เพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด

**ลักษณะที่ 2** ความยืดหยุ่นในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลากหลายกลุ่ม และหลากหลายแนวทาง

**ลักษณะที่ 3** ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ และมีความแตกต่างไปจากแนวความคิด หรือรูปแบบความคิดของผู้อื่น

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) กล่าวถึง องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบทั้งสิ้น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในเวลาที่จำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลากหลาย ได้หลายกลุ่ม หลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ และแตกต่างไปจากแนวความคิดของผู้อื่น

จากข้างต้นนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดองค์ประกอบตามแนวคิดของ Torrance (1973, อ้างถึงใน สาลินี เรื่องจ้อย, 2554) ที่ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการผลิตความคิดทางภาษาได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็ความคิดทางภาษาหรือท่าทาง หรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความคิดคล่องทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายๆ ด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดา หรือความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่นๆ หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านของความคิดหรือการกระทำ

#### 4.3 แนวทางการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แนวทางการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม หรือผู้เรียนสามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการส่งเสริม หรือสนับสนุนตนเองให้เป็นนักคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยแนวทางในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของแนวทางการพัฒนาเป็นอย่างมาก ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ธีรนารถ ธงงาม (2548) กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทำได้โดยการฝึกฝน และใช้วิธีการสอนหลากหลายแบบ ซึ่งผู้สอนจะต้องมีความตั้งใจในการสอน และต้องใช้เวลาในการสอนที่พอเหมาะพอสมควร

สาลิณี เรืองจ้อย (2554) กล่าวถึง แนวทางหรือวิธีในการส่งเสริม และพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ว่ามีหลากหลายวิธีการ ซึ่งขึ้นอยู่กับความประสงค์ของแต่ละบุคคลว่าต้องการที่จะนำลักษณะของการพัฒนาแบบใดไปใช้ เพราะว่าทุกรูปแบบสามารถที่จะนำมาส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ทั้งสิ้น หรืออาจจะนำหลากหลายรูปแบบมาใช้ร่วมกันเพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ดียิ่งขึ้น

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน มีดังต่อไปนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากความคิดของตน และสร้างประเด็นเพื่อท้าทาย และกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการค้นหาและทดลอง
2. สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้อย่างเสรี ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและแสดงออก โดยผู้สอนต้องลดการจำกัดกรอบความคิด และความสนใจของผู้เรียน
3. พยายามให้ผู้เรียนตั้งคำถาม ในขณะที่เดียวกันก็ให้ความสนใจและตอบคำถามแปลกๆ ของผู้เรียน ลดการอธิบายแต่ชี้แนวทางให้ผู้เรียนเกิดการคิด จินตนาการ และสร้างสรรค์ผลงานและแนวคิดใหม่ๆ จากประสบการณ์ของตนเอง
4. ผู้สอนไม่ควรเน้นคำตอบ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปมากเกินไป ควรยอมรับในความคลาดเคลื่อน หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีหรือการคิดสร้างสรรค์

จากข้างต้นจะเห็นว่า แนวทางในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีมากมาย ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวทางในการส่งเสริมผู้เรียนให้มีการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสร้างโอกาส และกระตุ้นผู้เรียนให้มีการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน และร่วมพูดคุย ร่วมแบ่งปันประสบการณ์ของตนเองให้กับผู้อื่นได้รับฟัง พร้อมทั้งผู้สอนไม่ควรจำกัดความคิดของผู้เรียนควรให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่มีความแปลกใหม่ที่มีความน่าสนใจ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

#### 4.4 การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ออกแบบแนวทางที่ใช้ใน การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ธีรนาถ ธงงาม (2548) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วัดได้ด้วยเครื่องมือวัดจำพวกแบบทดสอบต่างๆ มีทั้งประเภทข้อความและไม่ใช้ข้อความ หรืออาจวัดความคิดสร้างสรรค์จากประวัติการทำงาน โดยใช้แนวคิดของ Torrance ที่วัดความคิดสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคล่องในการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ ให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในระยะเวลาที่มีให้อย่างจำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ ให้ได้หลากหลายกลุ่ม และหลายแนวทาง
3. ความคิดริเริ่มในทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดของผู้เรียนคนอื่นๆ ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

นัฐริตา โพธิ์เพชร (2545) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วัดได้จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดของ ทอร์เรนซ์ โดยวัดทั้ง 3 ลักษณะ คือ

1. ความคล่องในการคิด ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนด ให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่จำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิด ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนด ให้หลากหลายกลุ่มและหลายแนวทาง

3. ความคิดริเริ่ม ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วัดได้จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ประยุกต์ตามแนวคิดของ Mendoza ที่ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่จำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่มและหลายแนวทาง
3. ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่และแตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือ ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เห็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

สุริเยส สุขแสง (2548) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการเดียวกับการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ต่างๆ ไป คือ ให้คิดหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างหลากหลาย และพยายามไม่ให้ซ้ำกับผู้อื่น โดยให้คะแนนตามองค์ประกอบการคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ คือ

1. ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการผลิตความคิดได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็ความคิดทางภาษาหรือท่าทาง
2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหา โดยสามารถแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ในหลายด้าน
3. ความคิดริเริ่ม เป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิม หรือเป็นความคิดที่แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น หรือเป็นการรวมตัวกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิด หรือการกระทำ



สาลินี เรื่องจู้ย (2554) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากความสามารถ ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมานั้น เมื่อคำนวณผลลัพธ์แล้วได้คำตอบกับที่กำหนดไว้ให้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีเดิม จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะสร้างชุดของคำตอบ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ และวิธีการคิด เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

5. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์ หรือคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

จากข้างต้นนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการวัดตามองค์ประกอบของแนวคิดของ Torrance (1973, อ้างถึงใน สาลินี เรื่องจู้ย, 2554) คือ

1. ความสามารถในการคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบหลายคำตอบในเวลาจำกัด

2. ความสามารถในการคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดได้หลากหลายประเภทของการคิด หาคำตอบได้หลายคำตอบ และหลายทิศทางในเรื่องเดียวกัน

3. ความสามารถในการคิดริเริ่ม เป็นความคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดา หรือความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น

#### 4.5 เกณฑ์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นตัวบ่งบอกระดับความสามารถของผู้เรียนในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยนักการศึกษาได้แบ่งเกณฑ์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร (2542) ได้สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Torrance (1969) ดังนี้

1. คะแนนความคล่อง พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขโจทย์ที่กำหนด โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน ถ้าตอบซ้ำจะไม่ได้คะแนนอีก

2. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาจากจำนวนกลุ่มของคำตอบ กล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องไปแล้ว มาจัดกลุ่ม คำตอบ แล้วให้นับจำนวนกลุ่มคำตอบ โดยให้คะแนนกลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มคำตอบที่จัดไว้เรียบร้อยแล้ว ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มคำตอบขึ้นใหม่อีก ตามความจำเป็นจนกว่าจะครบตามคำตอบ

3. คะแนนความคิดริเริ่มในทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาจากคำตอบที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดของผู้เรียนคนอื่นๆ โดยใช้วิธีการนับความถี่ของคำตอบ แล้วนำความถี่นั้นมาเทียบตามเกณฑ์ ดังนี้

จำนวนคำตอบซ้ำกัน 12% ขึ้นไป	ได้	0 คะแนน
จำนวนคำตอบซ้ำกัน 6 - 11%	ได้	1 คะแนน
จำนวนคำตอบซ้ำกัน 3 - 5%	ได้	2 คะแนน
จำนวนคำตอบซ้ำกัน 2%	ได้	3 คะแนน

ธีรนาถ ธงงาม (2548) สร้างเกณฑ์คะแนนตามแนวคิดของ Torrance (1962) ดังนี้

1. คะแนนความคล่อง พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขโจทย์ที่กำหนด โดยให้คำตอบละ 5 คะแนน ถ้าตอบซ้ำจะไม่ได้คะแนนอีก

2. คะแนนความยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนกลุ่มของคำตอบ หรือทิศทางคำตอบ หรือคำตอบที่มีความหมายอย่างเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มคำตอบแล้ว แต่ละกลุ่มจะได้ 5 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดของผู้เรียนคนอื่นๆ ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 1 ของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบได้ จัดว่ามีความคิดริเริ่มมากที่สุด แล้วนำจำนวนคำตอบที่ซ้ำกันของคำตอบที่ได้มาคิดคะแนน ตามเกณฑ์ของ Cropley ดังนี้

จำนวนคำตอบซ้ำกัน 12% ขึ้นไป	ได้	0 คะแนน
จำนวนคำตอบซ้ำกัน 6 - 11%	ได้	1 คะแนน
จำนวนคำตอบซ้ำกัน 3 - 5%	ได้	2 คะแนน
จำนวนคำตอบซ้ำกัน 2%	ได้	3 คะแนน

บุญรัตน์ จันทร และคณะ (2553) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กรอบแนวคิดของ Torrance (1992) ดังนี้

1. ความคิดคล่อง ให้คะแนนตามจำนวนคำตอบของผู้เรียนที่สอดคล้องกับคำถามทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนดโดยคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามและถูกต้องจะได้คำตอบละ 1 คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ระดับ (คะแนน)	คะแนนของคำตอบที่ถูกต้อง
ดีมาก (4 คะแนน)	10 คะแนนขึ้นไป
ดี (3 คะแนน)	อยู่ระหว่าง 7 -9 คะแนน
ปานกลาง (2 คะแนน)	อยู่ระหว่าง 4 -6 คะแนน
ควรปรับปรุง (1 คะแนน)	อยู่ระหว่าง 1 -3 คะแนน

2. ความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามโดยคำตอบที่ผู้เรียนตอบนั้นจะถูกนำมาจัดกลุ่มคำตอบที่มีทิศทางเดียวกัน โดย ผู้เรียนที่มีคำตอบแบบหลากหลายกลุ่มคำตอบจะได้กลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ระดับ (คะแนน)	การจัดกลุ่มคำตอบ
ดีมาก (4 คะแนน)	จัดกลุ่มคำตอบได้มากกว่า 6 กลุ่ม
ดี (3 คะแนน)	จัดกลุ่มคำตอบได้ระหว่าง 4 -5 กลุ่ม
ปานกลาง (2 คะแนน)	จัดกลุ่มคำตอบได้ระหว่าง 2 -3 กลุ่ม
ควรปรับปรุง (1 คะแนน)	จัดกลุ่มของคำตอบได้น้อยกว่า 1 กลุ่ม

3. ความคิดริเริ่ม พิจารณาคำตอบที่มีความแตกต่างและแปลกใหม่ซึ่งแสดงออกถึงความริเริ่มที่สอดคล้องกับคำถาม โดยจะพิจารณาจากคำตอบของผู้เรียนทั้งหมดในห้อง โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ระดับ (คะแนน)	จำนวนผู้ตอบคำตอบ
ดีมาก (4 คะแนน)	คำตอบที่มีผู้ตอบ 1 คน
ดี (3 คะแนน)	คำตอบที่มีผู้ตอบอยู่ระหว่าง 2 -3 คน
ปานกลาง (2 คะแนน)	คำตอบที่มีผู้ตอบอยู่ระหว่าง 4 -6 คน
ควรปรับปรุง (1 คะแนน)	คำตอบที่มีผู้ตอบมากกว่า 7- 9 คน

สาลินี เรืองจ้อย (2554) กล่าวถึง เกณฑ์การตรวจให้คะแนนจะยึดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ Torrance (1969) ดังนี้

1. การให้คะแนนความคิดคล่องทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบในแต่ละข้อให้คะแนนตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกันตามระดับคะแนนในแต่ละด้าน

2. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของผู้เรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกัน ต่อเงื่อนไขที่กำหนดโดยให้คะแนนเป็นกลุ่มหรือประเภท 1 คะแนน

3. การให้คะแนนความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของทั้งหมดที่เป็นความคิดที่แปลก แตกต่างจากคำตอบของผู้อื่น โดยให้คะแนน ดังนี้

จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6 – 11%	1
3 – 5%	2
2%	3
ไม่เกิน 1%	4

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของแบบทดสอบในแต่ละข้อมารวมกัน เป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละคน

วรรณารถ อยู่สุข (2555) กล่าวถึง เกณฑ์การตรวจให้คะแนนจะยึดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

#### ด้านความคิดคล่อง

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบอย่างน้อย 2 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่ผู้เรียนสามารถตอบได้	3
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบอย่างน้อย 1 ใน 3 แต่ไม่ถึง 2 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่ผู้เรียนสามารถตอบได้	2
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบไม่ถึง 1 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่ผู้เรียนสามารถตอบได้	1
ผู้เรียนไม่สามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องได้	0

### ด้านความคิดยืดหยุ่น

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้อย่างน้อย 2 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่ผู้เรียนสามารถตอบได้	3
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้อย่างน้อย 1 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่ผู้เรียนสามารถตอบได้ แต่ยังไม่ถึง 2 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบนั้น	2
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้ไม่ถึง 1 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่ผู้เรียนสามารถตอบได้	1
ผู้เรียนไม่สามารถเขียนอธิบายคำตอบได้	0

### ด้านความคิดริเริ่ม

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขได้อย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น แต่ไม่เกิน 3% ของผู้เรียนทั้งหมด	3
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขได้อย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 4% - 10% ของผู้เรียนทั้งหมด	2
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขซ้ำได้อย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 11% - 20% ของผู้เรียนทั้งหมด	1
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขได้อย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 20% ขึ้นไป ของผู้เรียนทั้งหมด	0

### ด้านความคิดละเอียดลออ

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ละเอียด ถูกต้อง และชัดเจน	3
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง ค่อนข้างละเอียด และชัดเจน	2
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ และไม่ชัดเจน	1
ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนอธิบายคำตอบ	0

จากข้างต้น เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะเห็นการประเมินที่ได้มีการพัฒนาลักษณะของเกณฑ์การให้คะแนน เริ่มตั้งแต่การวัดคะแนนในแต่ละด้านที่มีการเปิดกว้างในด้านคะแนน พัฒนาการจำกัดคะแนนในแต่ละด้าน จนถึงพัฒนาขอบเขตของคะแนนให้มีลักษณะไม่กว้างเกินไป ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยการปรับจากเกณฑ์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของ วรนารถ อยู่สุข (2555) โดยทำการพิจารณาเพียง 3 ด้าน นั่นคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

## 5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Anderson (2010) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ในการเรียน ซึ่งการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิด แลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่างๆ ของตนเองให้กับผู้อื่น รวมไปถึงการเสนอแนวทาง และร่วมกันหาข้อสรุปต่างๆ ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนกับเพื่อนคนอื่นๆ ผลการศึกษาพบว่า การมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของผู้เรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยการพิจารณาผ่านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียน

Becker และ Shimada (1997) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนการสอน และมีการให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาปลายเปิดที่ได้รับ ผลการวิจัยพบว่า การใช้ปัญหาปลายเปิดมีศักยภาพในการพัฒนาการเรียน การสอน คณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม มีการคิดหาวิธีต่างๆ เข้ามาบูรณาการเพื่อหาคำตอบของปัญหา ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น

Bitter (1990 : 43 - 44) กล่าวว่า การมอบปัญหาที่มีความน่าสนใจให้กับผู้เรียน และการแบ่งผู้เรียนให้ทำงานเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้ร่วมกันพิจารณาว่าข้อมูลของปัญหาคืออะไร ปัญหาถามอะไร ซึ่งเป็นการฝึกผู้เรียนให้รู้จักทำงานร่วมกัน มีการแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกันจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Ciltas (2012) ได้ศึกษาผลของการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ลักษณะกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อยๆ และร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อสร้างแนวทางที่มีความหลากหลายผ่านการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และเลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมมาช่วยในการแก้ปัญหาที่ได้รับ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความสามารถ

ในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

Coxbill, Chamberlin และ Weatherford (2013) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบลัวงความคิด (Model Eliciting) เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ลักษณะการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม หลังจากนั้นจะมอบปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียนให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการเรียนรู้ หลังจากได้คำตอบของปัญหาแล้ว จะให้ผู้เรียนออกมานำเสนองานของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบลัวงความคิด (Model Eliciting) มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

Dickerson (1999) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของวิธีการสอน 5 วิธี กับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มี การมอบปัญหาที่มีความท้าทายให้กับผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์อย่างสูงในทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

Demir และ Isleyen (2015) ได้ศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ลักษณะการจัดกิจกรรมคือ ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และสร้างแนวทางที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหากลุ่มตัวอย่างคือผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของทอร์แรน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐานมีทักษะการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Faulkner (2008) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การใช้รูปแบบวงล้อ TASC ที่เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมผู้เรียน ให้มีความสามารถในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้ทำการทดลองใช้กับผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ อายุ 10 – 13 ปี จำนวน 35 คน ผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนมีการประยุกต์รูปแบบวงล้อ TASC ให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของตนเอง พวกเขามีการสร้างกรอบความคิดเป็นของตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลให้พวกเขามีความสุข และสนุกในการเรียน

Goddard (2008) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลของการใช้รูปแบบวงล้อการเรียนรู้ TASC ในการสนับสนุนผู้เรียนใช้การเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อพัฒนาทักษะการคิด จากผลการวิจัยพบว่า การใช้รูปแบบวงล้อ TASC กับเด็กอายุ 11 ปี มีความประสบความสำเร็จ โดยผู้เรียนได้

กล่าวว่ารูปแบบวงล้อ TASC ช่วยส่งเสริมให้พวกเขา รู้สึกมีความสร้างสรรค์ในชั้นงาน และมีตัวเลือกในการตัดสินใจ รู้สึกว่าตนเองอยู่ในสถานะเป็นผู้นำ

Haddon และ Lytton (1968) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนและการพัฒนาความสามารถในการคิดอเนกนัย โดยพิจารณาการสอน 2 แบบ ได้แก่ การสอนแบบยึดเนื้อหาวิชาเรียนเป็นศูนย์กลาง และการสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งการสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางจะมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการพูดคุย ร่วมวิเคราะห์ความคิดเห็นต่างๆ ทำให้เกิดการแสวงหาความรู้ หรือแนวทางใหม่ๆ โดยไม่เน้นการท่องจำเพียงเนื้อหา ผลการศึกษาพบว่า การสอนแบบยึดเนื้อหาวิชาเรียนเป็นศูนย์กลางมีความสามารถในการคิด อเนกนัยต่ำกว่าการสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Molyneux และ Farrell (2012) ศึกษาการใช้วงล้อ TASC กับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้พูดคุย อธิบายกันกับเพื่อนในกลุ่ม รวมถึงประเมินวิธีการที่นำมาใช้ ประเมินการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมายจากการมีส่วนร่วมในการเป็นผู้พูดและผู้ฟัง เพื่อร่วมตัดสินใจอย่างยุติธรรม

Overton (1994) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกทักษะการคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยการฝึกทักษะการคิดจะกระตุ้นผู้เรียนให้คิด ให้มีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปที่เกิดขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการคิดสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และการวิเคราะห์ได้มากขึ้น

Reinoso (2011) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เรื่องการตรวจสอบผลกระทบจากเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในชุมชนนาวาโฮ โดยให้ผู้เรียนได้รับปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และให้ผู้เรียนได้ใช้รูปแบบวงล้อ TASC เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาที่ได้รับ ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีส่วนร่วมในการพัฒนาค้นหาคำตอบ และนำแนวความคิดและวิธีการแก้ปัญหาไปบูรณาการเพื่อนำเสนอวิธีการที่มีความแปลกใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

Scott (2006) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาเป็นหลักกับการจัดกิจกรรมล้วงความคิดทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาพบว่าการจัดกิจกรรมล้วงความคิด ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตั้งความคิด และประสบการณ์ของตนเองออกมาใช้ในการวิเคราะห์ และแก้ปัญหาที่ได้รับ ทำให้ผู้เรียนมองเห็นความท้าทายในวิชาคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่า และมีพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมากขึ้น



Tougaw (1994) ได้ศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาที่เป็นแบบเปิดกว้าง (Open approach) ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาถึงพฤติกรรมการแก้ปัญหาและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยการแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง ซึ่งมีการสร้างข้อคาดเดา การสืบค้น การค้นพบ การอภิปราย การพิสูจน์และการหารูปทั่วไปในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการคิดและเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลการทดลองพบว่าผู้เรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง มีเจตคติทางบวกต่อการเรียนและเพศไม่มีความแตกต่างต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

Vaughn (1993) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบ 4MAT กับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ความคงทน และความสามารถในการสร้างชิ้นงานที่สร้างสรรค์ของผู้เรียน ซึ่งลักษณะของกิจกรรมจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการพูดคุย เพื่อสร้างแนวทางต่างๆ ให้มีความหลากหลาย และใช้เหตุผลตัดสินใจหาแนวทางที่มีความแปลกใหม่และเหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้สำหรับแก้ไขปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามรูปแบบ 4MAT มีความสามารถในการสร้างผลงานที่สร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ

Wallace และ Cave (2009) ได้นำกรอบแนวคิดของรูปแบบวงล้อ TASC ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนสร้างพื้นที่ 2 มิติสำหรับสถานีอวกาศ ผลการจัดกิจกรรมพบว่า กรอบแนวคิดของรูปแบบวงล้อ TASC ช่วยให้ 1) ผู้เรียนใช้ทักษะในการประเมินได้อย่างถูกต้องแม่นยำ 2) ผู้เรียนสามารถใช้มาตราส่วนในการสร้างที่มีความละเอียด 3) ผู้เรียนวางแผนในการสร้างแผนได้

Wallace (2012) ได้ศึกษา การใช้รูปแบบการเรียนการสอนของรูปแบบวงล้อ TASC เพื่อสนับสนุนการเรียนของผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนได้มีการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้ประสบผลสำเร็จเกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมาย 2) ผู้เรียนสามารถกำหนดเวลาเพื่อให้งานแต่ละงานสำเร็จได้ 3) ผู้เรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็น และรับฟังผู้อื่น เพื่อนำไปเป็นทางเลือกในการตัดสินใจได้อย่างเท่าเทียมกัน 4) ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และมีโอกาสในการแลกเปลี่ยนการทำงานอย่างเท่าเทียมกัน 5) ผู้เรียนมีความมั่นใจในงานที่ได้สร้างขึ้น

West (2008) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงล้อ TASC ในการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อใช้รูปแบบวงล้อ TASC ในการพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน และพัฒนาความสัมพันธ์ของทักษะการคิด เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน การดำเนินการจะใช้รูปแบบวงล้อ TASC ในการจัดสถานการณ์ในชั้นเรียน หรือจัดการแสดง จากบริบทสภาพแวดล้อมในชีวิตจริง ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบวงล้อ TASC ช่วย

พัฒนาสมรรถภาพของผู้เรียน และกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านลักษณะการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล โดยอาศัยประสบการณ์ที่ได้รับจากภายนอกชั้นเรียน

Wilson และ Hadaway (1999) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการคิดแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องพยายามหาตัวเลือก และเหตุผลที่ดีมาใช้ในการสร้างแนวทางที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา พร้อมทั้งตัดสินใจใช้แนวทางที่ดีที่สุดเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการคิดแบบฮิวริสติกส์สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

Zimmerman (2011) ได้ศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์ (Concept Maps) ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผังมโนทัศน์ประกอบไปด้วยรูปแบบ 3 ส่วน ได้แก่ การคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context : TASC) การแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย (DISCOVER) และการแก้ปัญหาที่มีบริบทสอดคล้องกับชีวิตจริง (Problem Based Learning : PBL) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ลักษณะการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับสถานการณ์ที่ น่าสนใจและท้าทาย เพื่อทำให้เกิดแรงกระตุ้นต่อผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้มีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการสังเกต และอธิบายลักษณะปัญหาเพื่อนำไปสู่สร้างแนวทางสำหรับแก้ปัญหา และสามารถนำแนวทางนั้นไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวน สอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กษมา วุฒิสารวัฒนา (2548) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นๆ พร้อมทั้งมีการนำเสนอการเรียนรู้ของตนเอง รวมไปถึงการนำความรู้ หรือ ประสบการณ์ที่ได้จากการรวบรวมมาประยุกต์ใช้ เพื่อดำเนินการในสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ต่อไป ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

จิรนนท์ พึ่งกลิ่น (2555) ได้ศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยลักษณะการจัดกิจกรรม ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ การแก้ปัญหาผ่านการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยใช้ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชมพูเนกซ์ ซูเชิตรัตน์ และคณะ (2551) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดกับที่เรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าของผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

ชัยยุทธ ธนทรัพย์วีระชา (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ซึ่งลักษณะการจัดกิจกรรมเป็นการมุ่งเน้นการจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย มีการคละผู้เรียนชาย-หญิง ที่ระดับความสามารถเก่ง กลาง และอ่อน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ฟังพาอาศัยกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรูปแบบของการจัดกิจกรรมจะแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย และมอบปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์แนวทางเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ได้รับ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิดสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

นิศารัตน์ นวลประจักษ์ (2554) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันเน้นการแก้ปัญหาปลายเปิดตามวิธีของโพลยาในวิชาคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ลักษณะกิจกรรมจะมีการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ และมอบปัญหาปลายเปิดให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็นกันในกลุ่มเพื่อหา

แนวทางที่มีความเหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ การเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันเน้นการแก้ปัญหาปลายเปิดตามวิธีของโพลยา มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทกัญญา เจริญเกียรติ (2547) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบ ร่วมมือ ในการให้ผู้เรียนได้ร่วมกันลงมือแก้ปัญหา โดยทำการวิเคราะห์ประเมินขั้นตอนต่างๆ ใน การแก้ปัญหา และประเมินข้อบกพร่องและร่วมกันแก้ไขให้มีความถูกต้อง ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังการเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าก่อน ได้รับการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล และคณะ (2556) ได้เปรียบเทียบผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัย พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของผู้เรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปฐมพร บุญลี (2545) ที่ได้ศึกษาเรื่องการสร้างแบบฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถใน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย ลักษณะของกิจกรรมจะให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหา โดยระบุใจความสำคัญของปัญหา สิ่งปัญหาที่กำหนด และสิ่งที่ปัญหาต้องการ และเลือกวิธีการคำนวณรวมถึงประเมินผลที่ได้จาก การวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่า ก่อนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประภาพร อุไร (2549) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้น ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนให้ มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด และร่วมกันแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งพบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 26.38 และแยกเป็น รายด้านความคิดคล่องแคล่วในการคิด ความคิดยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มเท่ากับ 17.45, 6.37 และ 2.56 ตามลำดับ

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร (2542) ได้ศึกษา ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ตัวอย่างประชากรเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงในปีการศึกษา 2542 ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ แล้วทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิศมัย อาแพงพันธ์ (2551) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ หรือประสบการณ์ที่มีของตนเอง และประสบการณ์ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นมาใช้ในการประยุกต์สร้างแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ มีความท้าทายได้อย่างเหมาะสม ผลการวิจัยพบว่า การใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

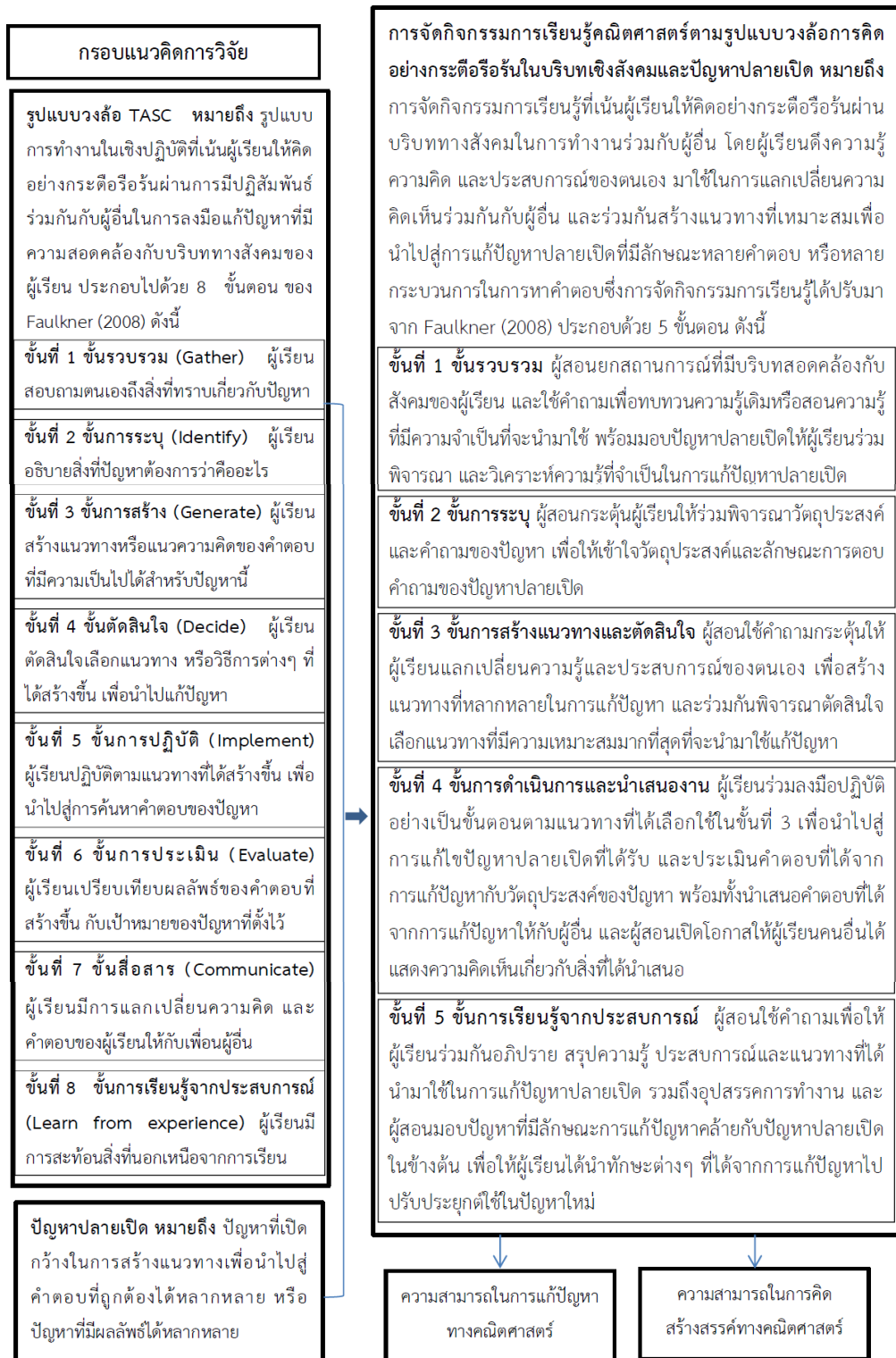
เริงชัย คำสุวรรณ (2553) ได้ศึกษา ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่องฟังก์ชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยลักษณะการจัดกิจกรรมผู้สอนจะนำเสนอสถานการณ์ ที่มีเนื้อหาที่เน้นการประยุกต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันที่เป็นปลายเปิดให้ผู้เรียนได้ระดมความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาได้อย่างไม่จำกัดความคิด โดยร่วมกันคิดแต่อยู่ภายใต้การแนะนำและการช่วยขยายความคิดจากผู้สอน รวมทั้งสอดแทรกยุทธวิธีการแก้ปัญหาผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการใช้กิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ การคิดละเอียดลออ

วรรณิ พลคง (2556) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้เกม ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยลักษณะการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นการพัฒนาสมองทั้งสองซีกของผู้เรียนผ่านการดำเนินการเรียนแบบร่วมมือ และการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยมุ่งพัฒนาให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดให้กับผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้เกม มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร เกื่อนสว่าง (2548) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ลักษณะการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา โดยให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของตนเองกับผู้อื่นในการแก้ปัญหา นำเสนอวิธีการที่ได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาให้กับผู้อื่น ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2) ความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยด้านความคิดคล่องในการคิดสูงที่สุด รองลงมาคือด้านยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มตามลำดับ

สาลินี เรื่องจ้อย (2554) ได้ศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะนำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยพิจารณาจากเนื้อหาที่ใช้ว่าเหมาะสมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดประเภทใด จากนั้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาปลายเปิด โดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นของตนเอง ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุริเยส สุขแสวง (2548) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา ซึ่งผู้สอนจะนำเสนอปัญหาที่มีความน่าสนใจสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ศักยภาพที่ตนเองมีในการแก้ปัญหา และมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น พบว่า ผู้เรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังนี้

1. การศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

โดยแต่ละขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1. การศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร บทความ และงานวิจัยต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้โดยได้รวบรวมข้อมูลจากทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัย
2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หนังสือคู่มือครู และหนังสืออื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในชั้นเรียน
4. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการวิจัย ระเบียบวิธีวิจัย และวิธีการการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งหลักการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน



## 2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental design) โดยใช้รูปแบบการทดลองสองกลุ่ม (two – group pretest – posttest design) ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม (Experimental Group) และกลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่ม (Control Group) โดยมีรูปแบบสำหรับการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงรูปแบบการวิจัย

กลุ่ม	การทดสอบก่อนการทดลอง	ทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	X	- ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
C	- ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	~X	- ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อ TASC และปัญหาปลายเปิด

~X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

## 3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเศรษฐบุทรบำเพ็ญ สังกัดสำนักงานพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 11 ห้องเรียน ห้องเรียนละประมาณ 50 คน และทางโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ ผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนห้องที่มีความสามารถใกล้เคียงกันเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนจำนวน 11 ห้องเรียนมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)

2. ผู้วิจัยพิจารณาเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียนที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด ได้แก่ ห้อง ม. 2/3 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 50 คน และ ห้อง ม. 2/4 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 48 คน โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 28.24 และ 28.42 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 5.00 และ 6.90 ตามลำดับ

3. ผู้วิจัยนำค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของนักเรียนที่เลือกทั้ง 2 ห้อง มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - test) ซึ่งผลการทดสอบ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ด้วยค่าที (t - test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการทดสอบพบว่า คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4. ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้องที่ได้คัดเลือกทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5. นำคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - test) เพื่อทดสอบความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งผลการทดสอบ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ด้วยค่าที (t - test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการทดสอบพบว่า คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

6. ผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากเพื่อเลือกกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม. 2/3 เป็นกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด และนักเรียนห้อง ม. 2/4 เป็นกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

#### 4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบไปด้วยเครื่องมือ 2 ประเภท ได้แก่

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ซึ่งมีรายละเอียดในการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

##### 4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด จำนวน 14 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ จำนวน 14 แผน ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด จากบทความทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรของสถานศึกษาโรงเรียนเศรษฐบุตรีบำเพ็ญ ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือครูของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

4. สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายคาบ จำนวน 14 แผน แผนละ 50 นาที ที่เป็นไปตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่ ซึ่ง ประกอบไปด้วย สารและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สารสำคัญ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และบันทึกหลังการสอน ซึ่งแผนการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นรวบรวม ขั้นที่ 2 ขั้นการระบุ ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างแนวทาง และตัดสินใจ ขั้นที่ 4 ขั้นการดำเนินการ และนำเสนอผลงาน และขั้นที่ 5 ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์
5. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้
- ก. เขียนอธิบายลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนให้ละเอียดและชัดเจนขึ้น เช่น
1. ในแต่ละขั้นตอนเขียนให้เห็นถึงบทบาทและการปฏิบัติของผู้สอนและนักเรียน
  2. ลักษณะของคำถามที่ผู้สอนใช้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในแต่ละขั้นตอน ควรมีความสอดคล้องกับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน
- ข. พิจารณาความเหมาะสมด้านเวลาในแต่ละขั้นตอน เช่น ปัญหาปลายเปิดทั้ง 2 ปัญหาควรจัดเวลาอย่างไรให้เพียงพอกับคาบสอนใน 1 คาบ เวลาที่ใช้ของทั้ง 2 ปัญหาเท่ากันหรือไม่ และบางขั้นตอนเป็นเพียงการสร้างความสนใจนักเรียน อาจเขียนให้มีความกระชับขึ้น บางขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นอาจต้องใช้เวลามากกว่าขั้นตอนอื่น
- ค. ลักษณะของปัญหาปลายเปิดที่มอบให้กับนักเรียนควรมีความน่าสนใจและเป็นปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งอาจใช้รูปภาพ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ที่กำลังเป็นที่นิยม มาปรับประยุกต์ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่จะทำการสอนในแต่ละคาบ
6. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการพิจารณาแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

#### 4.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรของสถานศึกษาโรงเรียนเศรษฐบุตรีบำเพ็ญ ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือครูของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน
3. สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายคาบ จำนวน 14 แผน แผนละ 50 นาที โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติประกอบไปด้วย สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และบันทึกหลังการสอน
4. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้
  - ก. กลุ่มควบคุมควรได้รับปัญหาปลายเปิด เนื้อหา ความรู้ต่างๆ เท่าเทียมกันกับกลุ่มทดลอง ซึ่งจะแตกต่างกันเพียงวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่านั้น
  - ข. ปรับคำถามย่อยที่ใช้ เช่น
 

คำถามเดิม “ **คำถามที่ 1** ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ ”

**คำถามที่ 2** ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

**คำถามที่ 3** ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ ”

แก้ไขเป็น “ **คำถามที่ 1** ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำและหาคำตอบ ”

**คำถามที่ 2** ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ ”
  - ค. กรณีที่นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีทำได้ ผู้สอนต้องแสดงบทบาทเพื่อให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำเพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาให้ได้
5. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติที่ได้รับการพิจารณาแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด สำหรับกลุ่มทดลอง และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้แสดงรายละเอียดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายคาบ จำนวน 14 แผน แผนละ 50 นาที ดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้

**ตารางที่ 2** แสดงเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1 – 6	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน	6
7 – 10	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	4
11 – 14	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว	4
<b>รวม</b>		14

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด สำหรับกลุ่มทดลอง และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้แสดงแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3 ต่อไปนี้

**ตารางที่ 3** แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด)	กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
<p><b>ชั้นที่ 1 ชั้นรวบรวม</b></p> <p>1.ผู้สอนยกสถานการณ์ที่มีบริบทสัมพันธ์กับนักเรียน เพื่อใช้สร้างความสนใจหรือทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนนำเข้าสู่เนื้อหาในแต่ละคาบการสอน</p> <p>2.ผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่จะต้องนำมาใช้กับสถานการณ์หรือบริบทที่นักเรียนได้รับ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน เช่น นักเรียนคิดว่าจากบริบทที่นักเรียนได้รับนักเรียนต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง</p>	<p><b>ชั้นนำ</b></p> <p>1.ผู้สอนยกสถานการณ์ที่มีบริบทสัมพันธ์กับนักเรียน เพื่อใช้สร้างความสนใจก่อนนำเข้าสู่เนื้อหาในแต่ละคาบการสอน หรือเพื่อเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน</p> <p>2.ผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่จะต้องนำมาใช้กับสถานการณ์หรือบริบทที่นักเรียนได้รับ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้</p>

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด)	กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
<p>3. ผู้สอนจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ เช่น 2 คน หรือ 3 - 4 คน ตามความเหมาะสมของกิจกรรมในแต่ละคาบ พร้อมทั้งมอบปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนร่วมกันพิจารณา และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ความรู้ที่จำเป็นในการนำมาใช้แก้ปัญหา</p> <p><b>ขั้นที่ 2 ขั้นการระบุ</b></p> <p>1. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันพิจารณาปัญหาปลายเปิดที่มีลักษณะคำตอบ หรือกระบวนการที่หลากหลายที่ได้รับ พร้อมทั้งผู้สอนใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้ระบุวัตถุประสงค์ของปัญหาที่ได้รับอย่างชัดเจน</p> <p>2. ผู้สอนกระตุ้นนักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาข้อคำถามของปัญหาที่ได้รับ และใช้คำถามในการถามตอบนักเรียน เพื่อให้นักเรียนพิจารณาข้อคำถามของปัญหา และเข้าใจลักษณะการตอบคำถามได้อย่างชัดเจน เช่น คำตอบของปัญหามีเพียงคำตอบเดียวหรือไม่ปัญหาที่ได้รับสามารถใช้ได้มากกว่า 1 วิธีในการหาคำตอบหรือไม่</p> <p><b>ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างแนวทางและตัดสินใจ</b></p> <p>1. นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสร้างแนวทาง เพื่อนำไปสู่คำตอบในการแก้ปัญหา <b>หมายเหตุ</b> ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถสร้างแนวทางได้ผู้สอนอาจชี้แนะแนวทางเพื่อนำมาช่วยในการแก้ปัญหา เช่น ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ที่มีในปัญหา หรือยกตัวอย่างให้นักเรียนเพื่อนำไปต่อยอดเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา</p>	<p>พื้นฐานของนักเรียน เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนคิดว่าจากบริบทที่นักเรียนได้รับนักเรียนต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง</li> <li>- นักเรียนคิดว่าจากบริบทที่นักเรียนได้รับนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง</li> </ul> <p>3. ผู้สอนมอบปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันพิจารณา</p> <p><b>ขั้นสอน</b></p> <p>1. นักเรียนแต่ละคนร่วมกันพิจารณาปัญหาปลายเปิดที่มีลักษณะคำตอบหรือกระบวนการที่หลากหลายที่ได้รับ พร้อมทั้งผู้สอนใช้คำถามในการถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนตอบให้ได้ว่าวัตถุประสงค์ของปัญหาที่ได้รับคืออะไร</p> <p>2. หลังจากนักเรียนทราบวัตถุประสงค์ของปัญหาแล้วผู้สอนจะเริ่มให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาที่ได้รับ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา</p> <p><b>หมายเหตุ</b> ในกรณีที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาได้ ผู้สอนอาจชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน</p>

<p>กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด)</p>	<p>กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)</p>
<p>2. ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนในกลุ่มช่วยกันสร้างแนวทางที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีแนวทางอื่นอีกหรือไม่ ที่จะนำไปสู่คำตอบของปัญหา นักเรียนลองพยายามหาแนวทางที่หลากหลายและมีความเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาครั้งนี้</li> </ul> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรึกษา เพื่อจัดลำดับความเหมาะสมของแนวทาง และใช้เหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางของคำตอบที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนอาจจะชี้แนะให้นักเรียนพิจารณาการเลือกแนวทาง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- แนวทางที่เลือกใช้นั้น นำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาหรือไม่ และมีความเหมาะสมตรงกับวัตถุประสงค์ของปัญหาหรือไม่</li> </ul>	<p>3. เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาและได้คำตอบของปัญหาแล้ว ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบคำตอบที่ได้ พร้อมทั้งทำการปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ผิดพลาดให้มีความถูกต้องและเหมาะสมเช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้มีความเหมาะสมแล้วหรือไม่</li> <li>- นักเรียนลองตรวจสอบคำตอบที่ได้อีกครั้ง เพื่อความถูกต้องของคำตอบ</li> </ul>
<p><b>ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการและนำเสนองาน</b></p> <p>1. นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้เลือกอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา</p> <p>2. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้คำตอบของปัญหาปลายเปิดแล้วผู้สอนจะชี้แนะแนวทางในการประเมินงานให้กับนักเรียน โดยประเมินคำตอบ หรือกระบวนการว่ามีความตรงตามวัตถุประสงค์ของปัญหาปลายเปิดหรือไม่ ประเมินขั้นตอนในการลงมือปฏิบัติตามแนวทางเพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา และให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินงานและทำการปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสม</p> <p>3. ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันนำเสนอคำตอบ หรือแนวทางที่ได้จากการแก้ปัญหาให้กับเพื่อน</p>	<p><b>ขั้นสรุป</b></p> <p>1. ผู้สอนมอบปัญหาปลายเปิดที่มีบริบทคล้ายเดิม หรือใช้ความรู้เรื่องเดิมในการแก้ปัญหาเป็นปัญหาที่ 2 ให้กับนักเรียนแต่ละคนได้ลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง</p> <p>2. ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้ แนวทางที่ได้จากการแก้ปัญหา และผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาอีกครั้ง <b>หมายเหตุ</b> เนื่องจากปัญหาปลายเปิดมีคำตอบหรือกระบวนการที่หลากหลาย ดังนั้นคำตอบของปัญหาจึงพิจารณาตามความเหมาะสมใน การนำไปใช้จริง โดยการร่วมกันประเมินความเหมาะสมระหว่างผู้สอนและนักเรียน</p>



กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด)	กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
<p>กลุ่มอื่น และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น ผู้สอนสุ่มนักเรียนบางกลุ่มนำเสนองานหน้าชั้นเรียน หรือผู้สอนจัดให้มีการอภิปรายระหว่างกลุ่มในชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนแนวความคิดซึ่งกันและกัน</p> <p><b>ขั้นที่ 5 ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์</b></p> <p>1. ผู้สอนมอบปัญหาปลายเปิดที่มีบริบทคล้ายเดิม หรือใช้ความรู้เรื่องเดิมในการแก้ปัญหาเป็นปัญหาที่ 2 ให้กับนักเรียน</p> <p><b>หมายเหตุ</b> ปัญหาที่ 2 ผู้เรียนอาจทำเป็นกลุ่ม เป็นคู่ หรือเพียงคนเดียว ขึ้นกับความเหมาะสมของปัญหา</p> <p>2. ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้ ประสบการณ์ แนวทางที่ได้จากการแก้ปัญหา และผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาอีกครั้ง</p> <p><b>หมายเหตุ</b> เนื่องจากปัญหาปลายเปิดมีลักษณะคำตอบ หรือกระบวนการที่หลากหลาย ดังนั้นคำตอบของปัญหาจึงพิจารณาตามความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน โดยการร่วมกันประเมิน ความเหมาะสมระหว่างผู้สอนและนักเรียน</p> <p>3. ผู้สอนใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเรื่องต่างๆ ในชีวิตประจำวัน</p> <p>4. ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันกับเพื่อนคนอื่น อุปสรรคที่พบในการทำงาน รวมทั้งการจัดการกับปัญหาที่พบ</p>	<p>3. ผู้สอนใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเรื่องต่างๆ ในชีวิตประจำวัน</p>

#### 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน 1 ฉบับ จำนวน 4 ข้อ ใช้วัดพื้นฐานความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนผ่านมาแล้ว
2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน 1 ฉบับ จำนวน 4 ข้อ ใช้วัดเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
3. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน 1 ฉบับ จำนวน 4 ข้อ ใช้วัดพื้นฐานความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนผ่านมาแล้ว
4. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 1 ฉบับจำนวน 4 ข้อ ใช้วัดเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ด้วยตนเองซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารบทความ และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด ที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ (ฉบับก่อนเรียน) และเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ฉบับหลังเรียน) จากหนังสือเรียนและคู่มือครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของ สสวท.

- 1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหา และกำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาให้เหมาะสมกับจำนวนคาบที่สอน
- 1.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับจะมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ เพื่อใช้จริงจำนวน 4 ข้อ
- 1.5 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ ตามแนวคิดของ Krulik และ Rundnick (1987, อ้างถึงใน Carson, 2007) และ NCTM (2000) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ความสามารถในการอ่านปัญหา	0	ผู้เรียนบอกสิ่งที่เป็นคำสำคัญ (keyword) ของปัญหาไม่ถูกต้อง
	1	ผู้เรียนบอกสิ่งที่เป็นคำสำคัญ (keyword) ของปัญหาถูกต้องบางส่วน
	2	ผู้เรียนบอกสิ่งที่เป็นคำสำคัญ (keyword) ของปัญหาถูกต้องทั้งหมด
ความสามารถในการสำรวจปัญหา	0	ผู้เรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ และไม่สามารถเขียนแสดงการจัดความสัมพันธ์ข้อมูลโจทย์ ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตาราง เพื่อให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้นได้
	1	ผู้เรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่สามารถเขียนแสดงการจัดความสัมพันธ์ข้อมูลโจทย์ ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตาราง เพื่อให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้นได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
		ผู้เรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่ไม่สามารถเขียนแสดงการจัดความสัมพันธ์ข้อมูลโจทย์ ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตาราง เพื่อให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้นได้
	2	ผู้เรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่สามารถเขียนแสดงการจัดความสัมพันธ์ข้อมูลโจทย์ ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตารางเพื่อให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้นได้ถูกต้องทั้งหมด
ผู้เรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่สามารถเขียนแสดงการจัดความสัมพันธ์ข้อมูลโจทย์ ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตารางเพื่อให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้นได้ถูกต้องเพียงบางส่วน		

การประเมิน	คะแนน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	3	ผู้เรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ และสามารถเขียนแสดงการจัดความสัมพันธ์ข้อมูลโจทย์ ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตารางเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นได้ถูกต้องทั้งหมด
ความสามารถ ในการ เลือกใช้กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา	0	ผู้เรียนไม่สามารถแสดงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหา หากคำตอบได้ หรือไม่เขียนแสดง
	1	ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ทั้งหมด หรือได้บางส่วน แต่ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหา หากคำตอบได้ถูกต้อง
	2	ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ทั้งหมด แต่สามารถดำเนินการแก้ปัญหา หากคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
		ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน แต่สามารถดำเนินการแก้ปัญหา หากคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด
3	ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และสามารถดำเนินการแก้ปัญหา หากคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด	
ความสามารถ ในการ ตรวจสอบ และสะท้อน กระบวนการ แก้ปัญหา	0	ผู้เรียนไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหาได้ หรือไม่เขียนแสดงเลย
	1	ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน
	2	ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด

1.6 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ และเกณฑ์การให้คะแนน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความรู้ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และความเหมาะสมของข้อคำถามตามองค์ประกอบของการแก้ปัญหา เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. ความสอดคล้องของภาษา ควรมีการปรับภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามของปัญหา และภาษาของปัญหาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น

**แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน**

โจทย์เดิม “จงหาความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมว่ามีความยาวเป็นเท่าใด”

แก้ไขเป็น “จงหาความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมนี้”

โจทย์เดิม “จากการพยากรณ์อากาศประจำวันพบว่าอุณหภูมิของทั้ง 3 ประเทศ เป็นจำนวนคู่สามจำนวนเรียงกัน”

แก้ไขเป็น “จากการพยากรณ์อากาศประจำวันพบว่าอุณหภูมิของประเทศญี่ปุ่น ฮองกง และสหรัฐอเมริกาเป็นจำนวนคู่สามจำนวนเรียงกันจากน้อยไปมาก”

โจทย์เดิม “จำนวนต้นลำไยเท่ากับ  $\frac{1}{5}$  เท่าของจำนวนต้นลิ้นจี่ จำนวนผลไม้อื่นๆ เท่ากับ  $\frac{1}{2}$  เท่าของจำนวนต้นลิ้นจี่รวมกับต้นลำไย”

แก้ไขเป็น “จำนวนต้นลำไยที่ตาทอนปลูกคิดเป็น  $\frac{1}{5}$  เท่าของจำนวนต้นลิ้นจี่ จำนวนผลไม้อื่นๆ ที่ตาทอนปลูกคิดเป็น  $\frac{1}{2}$  เท่าของจำนวนต้นลิ้นจี่รวมกับจำนวนต้นลำไย”

**แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน**

โจทย์เดิม “จงหาว่าจำนวนของตีพิมพ์ จดหมายและพัสดุต่างๆ ของทางบริษัทที่ นางสาวพรทิพย์นำไปส่งมีจำนวนรวมกันทั้งหมดกี่ชิ้น”

แก้ไขเป็น “จงหาว่าจำนวนของตีพิมพ์ จดหมายและพัสดุต่างๆ ของนุชนาถที่ไปส่ง มีจำนวนรวมกันทั้งหมดกี่ชิ้น”

โจทย์เดิม “แม่ค้าซื้อทุเรียนมาจำนวนหนึ่ง ต่อมาซื้อทุเรียนเน่าจำนวน  $\frac{3}{100}$  ของจำนวนที่ซื้อมา”

แก้ไขเป็น “แม่ค้าซื้อทุเรียนมาจำนวนหนึ่ง ต่อมาซื้อทุเรียนเน่าเสียจำนวน  $\frac{3}{100}$  ของจำนวนทุเรียนที่ซื้อมา”

ข. ปรับลักษณะบริบทหรือสถานการณ์ของปัญหา ให้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ในชีวิตจริง และลด/เพิ่มความซับซ้อนของบริบทหรือสถานการณ์ เช่น

**แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน**

โจทย์เดิม “กำหนดให้ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเป็น 300 เซนติเมตร”

แก้ไขเป็น “กำหนดให้ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเป็น 192 เซนติเมตร”

โจทย์เดิม “ไก่ ไช้ เป็ด และเห็ด ตัดสินใจเปิดร้านกาแฟ ดังนั้นไก่ ไช้ เป็ด และเห็ด จึงร่วมกันลงทุนในอัตราส่วน 7 : 10 : 11 : 12 ตามลำดับ”

แก้ไขเป็น “ไก่ ไช้ เป็ด และเห็ด ร่วมกันลงทุนเปิดร้านกาแฟแห่งหนึ่ง โดยไก่ ไช้ เป็ด และเห็ดลงทุนในอัตราส่วน 7 : 10 : 11 : 12 ตามลำดับ”

#### แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

โจทย์เดิม “แม่ค้าซื้อเงาะโรงเรียนเกรดดี และเกรดปานกลาง ราคา กิโลกรัมละ 12 บาท และ 8 บาท แล้วนำเงาะทั้ง 2 เกรดที่ซื้อมาละกันได้เงาะทั้งหมด 100 กิโลกรัม และนำไปขายในราคา กิโลกรัมละ 15 บาท ได้กำไร 600 บาท อยากทราบว่าซื้อเงาะเกรดดีมา กี่ กิโลกรัม”

แก้ไขเป็น “แม่ค้าซื้อเงาะโรงเรียนจากสวน A มาในราคา กิโลกรัมละ 12 บาท และซื้อเงาะโรงเรียนจากสวน B มาในราคา กิโลกรัมละ 8 บาท เพื่อนำมาขายที่ตลาดนัดแถวบ้านในวันอาทิตย์ เมื่อถึงวันอาทิตย์แม่ค้าจึงนำเงาะทั้งหมดที่ซื้อมาจากสวน A และสวน B ทั้งหมด 100 กิโลกรัม มาขายในราคา กิโลกรัมละ 15 บาท และได้กำไรจากการขาย 600 บาท อยากทราบว่าแม่ค้าซื้อเงาะจากสวน A มากี่ กิโลกรัม”

โจทย์เดิม “บ้านของไอต้า และบ้านของบุชชี อยู่ห่างกัน 810 กิโลเมตร ”

แก้ไขเป็น “บ้านของไอต้าอยู่กรุงเทพมหานคร และบ้านของบุชชีอยู่จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งทั้งสองจังหวัดอยู่ห่างกันประมาณ 605 กิโลเมตร”

- 1.7 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ (ฉบับก่อนเรียน) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ (ฉบับหลังเรียน) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
- 1.8 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ และนำผลคะแนนมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ (Difficulty :  $p$ ) ซึ่งต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ (Discrimination :  $r$ ) ต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบทั้งฉบับ ดังนี้

### แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

ค่าความเที่ยง	0.614
ค่าความยาก ( $\rho$ )	0.39 – 0.68
ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )	0.13 – 0.56

### แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

ค่าความเที่ยง	0.845
ค่าความยาก ( $\rho$ )	0.35 – 0.77
ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )	0.18 – 0.66

- 1.9 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ มาทำการเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดที่อยู่ในเกณฑ์การประเมิน โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ( $\rho$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ที่เป็นไปตามเกณฑ์ และนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนโรงเรียนเศรษฐบุทรบำเพ็ญ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

2. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร บทความ และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด ที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ (ฉบับก่อนเรียน) และเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ฉบับหลังเรียน) จากหนังสือเรียนและคู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สสวท.
- 2.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหา และกำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาให้เหมาะสมกับจำนวนคาบที่สอน

- 2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับจะมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ เพื่อใช้จริงจำนวน 4 ข้อ
- 2.5 สร้างเกณฑ์ในการวัดประเมินแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับโดยปรับมาจาก วรรณารถ อยู่สุข (2555) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 5 ต่อไปนี้

**ตารางที่ 5** แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

**ด้านความคิดคล่อง**

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้อง โดยมีจำนวนคำตอบที่ถูกต้องคิดเป็นอย่างน้อย 2 ใน 3 ของจำนวนคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนที่ตอบได้สูงสุด	3
นักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้อง โดยมีจำนวนคำตอบที่ถูกต้องคิดเป็นอย่างน้อย 1 ใน 3 แต่ไม่ถึง 2 ใน 3 ของจำนวนคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนที่ตอบได้สูงสุด	2
นักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้อง โดยมีจำนวนคำตอบที่ถูกต้องไม่ถึง 1 ใน 3 ของจำนวนคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนที่ตอบได้สูงสุด	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนคำตอบที่ถูกต้องได้	0

**ด้านความคิดยืดหยุ่น**

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
คำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนสามารถนำมาจัดเป็นประเภทของคำตอบคิดเป็นอย่างน้อย 2 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่สามารถเป็นไปได้	3
คำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนสามารถนำมาจัดเป็นประเภทของคำตอบคิดเป็นอย่างน้อย 1 ใน 3 แต่ไม่ถึง 2 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่สามารถเป็นไปได้	2
คำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนสามารถนำมาจัดเป็นประเภทของคำตอบไม่ถึง 1 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่สามารถเป็นไปได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนคำตอบที่ถูกต้องได้	0



### ด้านความคิดริเริ่ม

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขได้ไม่ซ้ำกับผู้อื่น หรือซ้ำกับผู้อื่นอย่างน้อย 1 วิธี แต่ไม่เกิน 3% ของนักเรียนทั้งหมด	3
นักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขซ้ำกับผู้อื่นอย่างน้อย 1 วิธี ซึ่งมากกว่า 3% แต่ไม่เกิน 10% ของนักเรียนทั้งหมด	2
นักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขซ้ำกับผู้อื่นอย่างน้อย 1 วิธี ซึ่งมากกว่า 10% แต่ไม่เกิน 20% ของนักเรียนทั้งหมด	1
นักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขซ้ำกับผู้อื่นอย่างน้อย 1 วิธี มากกว่า 20% ของนักเรียนทั้งหมด	0

**หมายเหตุ** ในกรณีของคำตอบที่ถูกต้องมีการซ้ำกับผู้อื่นมากกว่า 1 วิธี ให้พิจารณาเปอร์เซ็นต์ (%)

การซ้ำกับผู้อื่น และเลือกให้คะแนนคำตอบที่มีเปอร์เซ็นต์ (%) การซ้ำกับผู้อื่นน้อยที่สุด

2.6 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ และ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความรู้ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และความเหมาะสมของข้อความตามองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. ความสอดคล้องของภาษา ควรมีการปรับภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามของปัญหา และภาษาของปัญหาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และเน้นข้อความของปัญหาที่มีความสำคัญ เช่น

**แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน**

โจทย์เดิม “กำหนดแผ่นป้ายที่ติดตัวเลขดังต่อไปนี้

6	10	7	2	8	22	21
5	11	9	14	33	15	4

ให้นักเรียนนำแผ่นป้ายที่ติดตัวเลขที่กำหนดให้มาสร้างแบบรูปให้ได้จำนวนมากที่สุด และมีความหลากหลาย แตกต่างกันมากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายลักษณะแบบรูปที่เกิดขึ้น”

แก้ไขเป็น

“กำหนดให้แผ่นป้ายที่ติดตัวเลขทั้งหมด 14 แผ่น ประกอบไปด้วยตัวเลขดังนี้

6	10	7	2	8	22	21
5	11	9	14	33	15	4

ให้นักเรียนนำแผ่นป้ายที่ติดตัวเลขอย่างน้อย 3 แผ่นที่กำหนดให้มาสร้างเป็นแบบรูปต่างๆ และในการสร้างแบบรูปแต่ละครั้งห้ามใช้แผ่นป้ายซ้ำกัน จงสร้างแบบรูปให้ได้จำนวนมากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายลักษณะแบบรูปที่เกิดขึ้น”

โจทย์เดิม “ให้นักเรียนใช้ตัวเลข และตัวดำเนินการบนเครื่องคิดเลขที่กำหนดให้เท่านั้น ในการสร้างผลรวมคำตอบให้มีค่าเท่ากับ 6 โดยตัวเลขที่นำมาใช้จะต้องเป็นตัวเลขที่เรียงติดกัน ให้นักเรียนสร้างคำตอบที่เป็นไปได้ให้ได้จำนวนมากที่สุด และมีความหลากหลาย แตกต่างกันมากที่สุด”

แก้ไขเป็น “ให้นักเรียนใช้ตัวเลขเพียง 1 หลัก และตัวดำเนินการบนเครื่องคิดเลขที่กำหนดให้เท่านั้น ในการสร้างผลรวมคำตอบให้มีค่าเท่ากับ 6 โดยตัวเลขที่นำมาใช้จะต้องมีตัวเลขที่เรียงติดกัน เช่น  $8 - 3 \times 2 = 8 - (3 \times 2) = 2$  โดยมี 2, 3 เป็นเลขเรียงติดกัน จงสร้างชุดตัวเลข และตัวดำเนินการที่สอดคล้องตามเงื่อนไขข้างต้นให้ได้จำนวนมากที่สุด”

โจทย์เดิม “ในการสร้างสมการ ออมสินต้องนำแผ่นการ์ดตัวเลข 5 แผ่นมาเติมลงในวงกลมที่กำหนดให้ และสมการที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นจริง ให้นักเรียนช่วยออมสินนำแผ่นการ์ดตัวเลขจากกล่องการ์ดมาสร้างเป็นสมการให้ได้มากที่สุด ”

แก้ไขเป็น “ให้นักเรียนช่วยเด็กชายบัสสนำแผ่นการ์ดตัวเลขจากกล่องการ์ดมาเติมลงในวงกลมที่กำหนดให้ให้ครบทุกช่องเพื่อให้สมการเป็นจริงให้ได้มากที่สุด”

## แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

โจทย์เดิม

“ให้นักเรียนนำแผ่นป้ายข้างต้นมาทำการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และจัดคำตอบให้ได้จำนวนมากที่สุด และมีความหลากหลาย แตกต่างกันมากที่สุด โดยจัดคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งผลรวมของกลุ่มที่ 1 มีค่าเป็น 2 เท่าของผลรวมในกลุ่มที่ 2 ซึ่งในการจัดกลุ่มคำตอบมีเงื่อนไขดังนี้

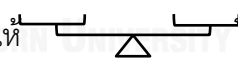
1. นักเรียนสามารถใช้แผ่นป้ายในการจัดกลุ่มคำตอบแต่ละครั้งได้ไม่จำกัดจำนวนของแผ่นป้ายที่มีในกล่อง
2. นักเรียนไม่สามารถใช้แผ่นป้ายซ้ำกันได้ในการจัดกลุ่มคำตอบแต่ละครั้ง”

แก้ไขเป็น

“ให้นักเรียนนำแผ่นป้ายข้างต้นมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยใช้การบวก เพื่อจัดเป็นกลุ่มคำตอบ 2 กลุ่ม โดยผลรวมของกลุ่มที่ 1 มีค่าเป็น 2 เท่าของผลรวมในกลุ่มที่ 2 และมีเงื่อนไขในการเลือกแผ่นป้าย ดังนี้

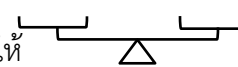
1. สามารถเลือกแผ่นป้ายในการจัดกลุ่มคำตอบแต่ละครั้งได้ไม่จำกัดจำนวนของแผ่นป้ายที่มีในกล่อง
  2. ไม่สามารถใช้แผ่นป้ายซ้ำกันได้ในการจัดกลุ่มคำตอบแต่ละครั้ง
- จงสร้างกลุ่มคำตอบ 2 กลุ่ม ที่มีเงื่อนไขดังกล่าว ให้ได้มีความหลากหลายและได้จำนวนมากที่สุด”

โจทย์เดิม “ให้นักเรียนนำสิ่งของที่มีอยู่บนตาชั่ง (  $\square, \circ, \heartsuit, \triangleleft, \odot$  ) มาชั่งบน

ตาชั่งที่กำหนดให้  โดยให้ตาชั่งด้านซ้ายหนักเป็น 2

เท่าของตาชั่งด้านขวา จงหาวิธีการชั่งสิ่งของตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ ให้มีความหลากหลายที่สุด พร้อมทั้งคำนวณน้ำหนักของตาชั่งด้านซ้ายและด้านขวา ”

แก้ไขเป็น “ให้นักเรียนนำสิ่งของ  $\square, \triangleleft, \heartsuit, \star$  ที่มีจำนวนไม่จำกัดชิ้นมาวางบน

ตาชั่งที่กำหนดให้  โดยให้ตาชั่งด้านซ้ายหนักเป็น  $\frac{1}{2}$

เท่าของตาชั่งด้านขวา จงหาวิธีการชั่งสิ่งของตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ ให้มีความหลากหลายที่สุด พร้อมทั้งคำนวณน้ำหนักของตาชั่งด้านซ้ายและด้านขวา”

- ข. ปรับลักษณะบริบทหรือสถานการณ์ของปัญหา ให้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ในชีวิตจริง และลด/เพิ่มความซับซ้อนของบริบทหรือสถานการณ์ เช่น

### แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

โจทย์เดิม

“คุณครูให้ออมสินนำแผ่นการ์ดตัวเลขมาสร้างเป็นสมการ และใช้รูปแบบการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ตามที่คุณครูได้กำหนดให้เท่านั้น ดังนี้

$$\bigcirc + (\bigcirc \times \bigcirc) - \bigcirc = \bigcirc$$

ในการสร้างสมการ ออมสินต้องนำแผ่นการ์ดตัวเลข 5 แผ่นมาเติมลงในวงกลมที่กำหนดให้ และสมการที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นจริง ให้นักเรียนช่วยอมสินนำแผ่นการ์ดตัวเลขจากกล่องการ์ดมาสร้างเป็นสมการให้ได้มากที่สุด”

แก้ไขเป็น

“คุณครูให้เด็กชายบัสนำแผ่นการ์ดตัวเลขข้างต้นมาสร้างเป็นสมการ ซึ่งในการสร้างสมการแต่ละครั้งนักเรียนสามารถใช้แผ่นป้ายซ้ำกันได้ และสมการที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นจริง โดยใช้รูปแบบการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ตามที่คุณครูได้กำหนดให้เท่านั้น ดังนี้

$$\bigcirc + (\bigcirc \times \bigcirc) - \bigcirc = \bigcirc$$

ให้นักเรียนช่วยเด็กชายบัสนำแผ่นการ์ดตัวเลขจากกล่องการ์ดมาเติมลงในวงกลมที่กำหนดให้ให้ครบทุกช่องเพื่อให้สมการเป็นจริงให้ได้มากที่สุด”

### แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

โจทย์เดิม “ในกล่องใบหนึ่งประกอบไปด้วยแผ่นป้ายที่ระบุตัวเลขไว้ดังนี้

3	4	8	12	13	2	21	3
---	---	---	----	----	---	----	---

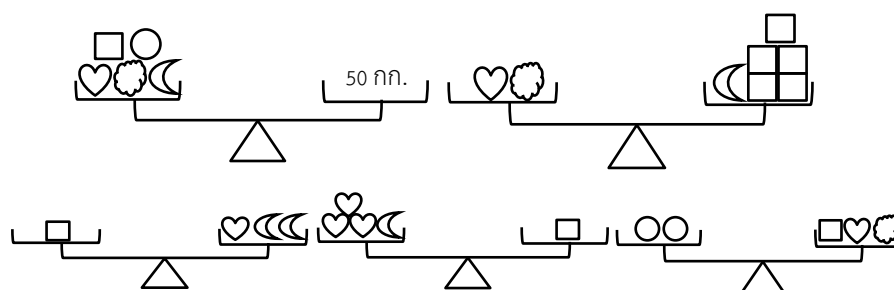
แก้ไขเป็น “ในกล่องใบหนึ่งประกอบไปด้วยแผ่นป้าย ดังนี้

$-5x$	$\frac{1}{2}x$	$4x$	$7x$	$\frac{1}{4}x$	$-2$	$-5$	$-20$
-------	----------------	------	------	----------------	------	------	-------

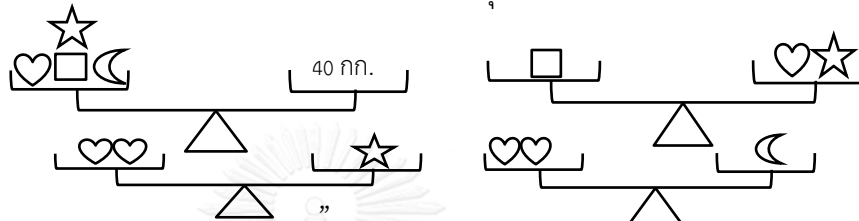
$-40$	$-\frac{2}{5}$	0	1.5	8.5	$\frac{3}{10}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$
-------	----------------	---	-----	-----	----------------	---------------	---------------

$\frac{2}{10}$	2	5	9	15	30	40	”
----------------	---	---	---	----	----	----	---

โจทย์เดิม “กำหนดให้ตาชั่งทั้ง 5 มีความสมดุลกัน ดังนี้



แก้ไขเป็น “กำหนดให้ตาชั่งทั้ง 4 มีความสมดุลกัน ดังนี้



- 2.7 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ฉบับก่อนเรียน) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ฉบับหลังเรียน) โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
- 2.8 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ และนำผลคะแนนมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ (Difficulty :  $p$ ) ซึ่งต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ (Discrimination :  $r$ ) ต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบทั้งฉบับ ดังนี้

**แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน**

ค่าความเที่ยง	0.617
ค่าความยาก ( $p$ )	0.38 – 0.60
ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )	0.14 – 0.44

**แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน**

ค่าความเที่ยง	0.790
ค่าความยาก ( $p$ )	0.18 – 0.69
ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )	0.11 – 0.31

2.9 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ มาทำการเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดที่อยู่ในเกณฑ์การประเมิน โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ที่เป็นไปตามเกณฑ์ และนำแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนโรงเรียนเศรษฐบุทรบำเพ็ญ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

## 5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการในขั้นเตรียมการ ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. ขั้นเตรียมการ

- 1.1. ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม
- 1.2. ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม
- 1.3. ผู้วิจัยดำเนินการทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเศรษฐบุทรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

### 2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.1 ผู้วิจัยวัดความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และดำเนินการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ
- 2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่มที่เตรียมไว้ โดยดำเนินการสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งสอนตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนเศรษฐบุทรบำเพ็ญ (คาบเรียนละ 50 นาที) ที่ได้จัดไว้สำหรับการสอนเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.3 เมื่อผู้วิจัยดำเนินการตามการสอนที่กำหนดไว้แล้วในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 14 แผน ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทั้ง 2 ห้องทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.4 ผู้วิจัยนำผลคะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้สร้างขึ้น และนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลคะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2 กลุ่ม มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดก่อนและหลังเรียน โดยใช้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test for dependent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test for independent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดก่อนและหลังเรียน โดยใช้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test for dependent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test for independent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

## 7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

### 7.1 สถิติที่ใช้ในการคำนวณตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

7.1.1 หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ดังนี้

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

เมื่อ	$\alpha$	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	คือ	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$s_i^2$	คือ	ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
	$s_t^2$	คือ	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

(กรมวิชาการ. 2545 : 66)

7.1.2 หาค่าความยาก (p) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ	P	คือ	ดัชนีความยากของข้อสอบ
	R	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง
	N	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด

(กรมวิชาการ. 2545 : 66)



7.1.3 หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

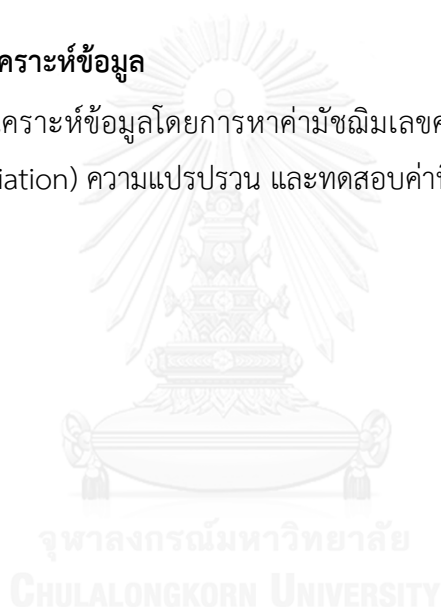
$$r = \frac{R_U - R_L}{N}$$

เมื่อ	$r$	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	$R_U$	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	$R_L$	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	$N$	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

(กรมวิชาการ. 2545 : 68)

## 7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความแปรปรวน และทดสอบค่าที (t - test) ด้วยโปรแกรมคำนวณทางสถิติ



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

**ตอนที่ 1** เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

**ตอนที่ 2** เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

**ตอนที่ 3** เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

**ตอนที่ 4** เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

**ตอนที่ 1** เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

**ตารางที่ 6** แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

	N	$\bar{x}$	s	t
ก่อนการทดลอง	50	12.54	4.60	
หลังการทดลอง	50	24.22	4.09	12.66*

\*p < .05

จากตารางที่ 6 ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 12.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.60 และหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 24.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.09 และจากการทดสอบค่าที (t – test for dependent) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 2** เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

**ตารางที่ 7** แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s	t
กลุ่มทดลอง	50	24.22	4.09	10.45*
กลุ่มควบคุม	48	15.63	4.05	

\*p < .05

จากตารางที่ 7 ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 24.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.09 และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 15.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.05 และจากการทดสอบค่าที (t - test for independent) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 3** เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

**ตารางที่ 8** แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อน และหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)

	N	$\bar{x}$	s	t
ก่อนการทดลอง	50	12.84	3.96	
หลังการทดลอง	50	19.04	5.27	5.96*

\*p < .05

จากตารางที่ 8 ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 12.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.96 และหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 19.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.27 และจากการทดสอบค่าที (t – test for dependent) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 4** เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

**ตารางที่ 9** แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s	t
กลุ่มทดลอง	50	19.04	5.27	2.65*
กลุ่มควบคุม	48	16.35	4.73	

\*p < .05

จากตารางที่ 9 ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 19.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.27 และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 16.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.73 และจากการทดสอบค่าที (t - test for independent) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเศรษฐบุตรีบำเพ็ญ สังกัดสำนักงานพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 11 ห้องเรียน ห้องเรียนละประมาณ 50 คน และทางโรงเรียนที่มีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ ผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนห้องที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน โดยพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน ผลจากการสุ่มนักเรียนห้อง ม. 2/3 เป็นกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด และนักเรียนห้อง ม. 2/4 เป็นกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดการสร้าง ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดสำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 14 แผน และผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหาและองค์ประกอบในด้านต่างๆ จากอาจารย์ที่ปรึกษา และนำมาปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนและหลังเรียน ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความรู้ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และข้อคำถามมีความเหมาะสมกับองค์ประกอบของการแก้ปัญหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน แล้วนำไปปรับปรุงพร้อมกับทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีค่าความเที่ยง ความยาก และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

**แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน** มีค่าความเที่ยง 0.614 ค่าความยาก ( $p$ ) 0.39 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) 0.13 – 0.56 และ**ฉบับหลังเรียน** มีค่าความเที่ยง 0.845 ค่าความยาก ( $p$ ) 0.35 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) 0.18 – 0.66

**แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน** มีค่าความเที่ยง 0.617 ค่าความยาก ( $p$ ) 0.38 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) 0.14 – 0.44 และ**ฉบับหลังเรียน** มีค่าความเที่ยง 0.790 ค่าความยาก ( $p$ ) 0.18 – 0.69 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) 0.11 – 0.31

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง โดยได้ดำเนินการในขั้นเตรียมการ ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 1. ขั้นเตรียมการ

- 1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม
- 1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม
- 1.3 ผู้วิจัยดำเนินการทำนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจาก คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเศรษฐบุตรีบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย



## 2. ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.1 ผู้วิจัยวัดความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยดำเนินการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ
- 2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ตามแผนการจัดกิจกรรมที่เตรียมไว้ โดยดำเนินการสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งสอนตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนเศรษฐบุตรีบำเพ็ญ (คาบเรียนละ 50 นาที) ที่ได้จัดไว้สำหรับการสอนเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- 2.3 หลังดำเนินการตามการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 14 แผน แล้วผู้วิจัยให้ผู้เรียนทั้ง 2 ห้องทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อที่ผู้วิจัยสร้าง
- 2.4 ผู้วิจัยนำผลคะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนและหลังเรียน มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้สร้างขึ้น และนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมการคำนวณทางสถิติ และทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้
  1. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ก่อนและหลังเรียน โดยใช้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบค่าที (t – test for dependent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
  2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบค่าที (t – test for independent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ก่อนและหลังเรียน โดยใช้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที่ (t – test for dependent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
4. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที่ (t – test for independent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบไปในทิศทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ กล่าวคือ

**ขั้นที่ 1 ขั้นรวบรวม และขั้นที่ 2 ขั้นการระบุ** นักเรียนได้รับสถานการณ์และปัญหาที่มีความสอดคล้องกับบริบทของนักเรียน มีการอ่าน และทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์ลักษณะของปัญหาปลายเปิดและข้อมูลที่สำคัญของปัญหาปลายเปิด โดยการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงแรกๆ นักเรียนส่วนใหญ่หลังจากอ่านปัญหาปลายเปิดแล้ว นักเรียนไม่เข้าใจลักษณะของปัญหา เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นชินกับลักษณะปัญหาปลายเปิด ทำให้นักเรียนไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของปัญหาตามที่นักเรียนเข้าใจในกระบวนการได้ บางครั้งไม่สามารถระบุรายละเอียดของปัญหา หรือสิ่งที่ปัญหาต้องการได้ครบถ้วน และหลังจากที่นักเรียนเข้าใจในกระบวนการมากขึ้นและนักเรียนเริ่มคุ้นชินกับปัญหาปลายเปิด ทำให้นักเรียนสามารถอ่าน ทำความเข้าใจ และสามารถระบุความสัมพันธ์ของปัญหาและสิ่งที่ปัญหาต้องการได้ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งลักษณะพฤติกรรมดังกล่าวจะเห็นได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการอ่านปัญหาและสำรวจปัญหาดีขึ้น

**ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างแนวทาง และตัดสินใจ** นักเรียนในกลุ่มได้ร่วมกันวางแผนเพื่อสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาปลายเปิดที่ได้รับ และตัดสินใจเลือกใช้แนวทางที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1, 6, และ 10 เป็นการเริ่มต้นของเนื้อหาที่แตกต่างกัน โดยแผนการจัดกิจกรรมที่ 1 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการประยุกต์ของจำนวน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 เป็นเนื้อหา

เกี่ยวกับการประยุกต์ของอัตราเร็ว ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการสร้างแนวทาง นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ หลังจากนั้นในแผนต่อๆ มา นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายขึ้น แต่นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถเลือกตัดสินใจใช้แนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ หรือมีการเลือกตัดสินใจที่ค่อนข้างช้า และในแผนการจัดกิจกรรมรู้ช่วงท้ายๆ นักเรียนทุกกลุ่มสามารถสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายที่สุด และสามารถเลือกตัดสินใจแนวทางที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างฉับไว เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับลักษณะของปัญหาที่ได้รับ ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถออกแบบและเลือกใช้กลยุทธ์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

**ขั้นที่ 4 ขั้นการดำเนินการ และนำเสนองาน** นักเรียนในกลุ่มมีการร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าว รวมถึงประเมินคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา ปลายเปิด โดยมีการสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ ซึ่งในช่วงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 - 3 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้นำแนวทางที่สร้างขึ้นมาช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้การดำเนินการแก้ปัญหาไม่นำไปสู่คำตอบของปัญหา และมีความล่าช้าขณะลงมือดำเนินการ รวมถึงนักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น เมื่อต้องออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากกลุ่มเพื่อนที่ออกมานำเสนอ แต่หลังจากที่นักเรียนได้ฝึกฝนบ่อยขึ้น นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำแนวทางที่สร้างขึ้นมาช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาย่างฉับไว แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่กล้าออกมานำเสนองาน แต่นักเรียนกลุ่มอื่นมีการแสดงความคิดเห็น และถามข้อมูลเพิ่มเติมจากกลุ่มเพื่อนที่ออกมานำเสนอมากขึ้น โดยข้อมูลที่นักเรียนได้สอบถาม เช่น วิธีการที่นำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา ถ้าใช้วิธีการดำเนินการเช่นนี้ แล้วคำตอบที่ได้มีเพียงคำตอบเดียวหรือไม่ คำตอบที่ได้มีความเหมาะสมแล้วหรือไม่ เป็นต้น ซึ่งคำถามหรือการแสดงความคิดเห็นจากเพื่อนกลุ่มอื่น จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิด และสามารถตอบคำถามเพื่อนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมไปถึงความสมเหตุสมผลของวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาปลายเปิดอย่างเป็นระบบ

**ขั้นที่ 5 ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์** นักเรียนในกลุ่มได้มีการแก้ไขปัญหาลายเปิดอีกปัญหาหนึ่งที่มีความสอดคล้องกับปัญหาแรก โดยนำประสบการณ์ ความรู้ แนวทางการแก้ปัญหา รวมถึงวิธีการทำงานที่ได้จากการแก้ปัญหาลายเปิดปัญหาแรกเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาใหม่ เป็นการทำให้นักเรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น และแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนักเรียนจะได้พัฒนาทั้งความสามารถในการอ่านปัญหา สืบหาปัญหา การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหารวมถึงการตรวจสอบและสะท้อนความถูกต้องของคำตอบและกระบวนการแก้ปัญหาอีก

จากข้างต้นที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ได้ไปส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตลอดการจัดกิจกรรมผ่านการแก้ปัญหาปลายเปิด นักเรียนทุกคนต้องร่วมกันคิดหาแนวทางแก้ปัญหาให้กับกลุ่มของตนเองทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่มีความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนเองให้กับผู้อื่นได้รับฟัง และรับฟังความคิดของเพื่อนคนอื่นๆ ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีคิด และวิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาปลายเปิดได้มากมาย ซึ่งส่งผลให้การแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ Bitter (1990 : 43 - 44) กล่าวว่า การให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อร่วมกันพิจารณาว่าข้อมูลของปัญหาคืออะไร ปัญหาถามอะไร เป็นการฝึกนักเรียนให้รู้จักทำงานร่วมกัน มีการแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกันจะส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุรักษ์ สุวรรณสนธิ (2550) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีลักษณะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาว่าสิ่งที่ต้องค้นหาคืออะไร ส่วนที่สำคัญของปัญหาคืออะไร และวางแผนพร้อมทั้งดำเนินการแก้ปัญหารวมถึงตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้เรียนโดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วนัญชญา เจริญดี (2555) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ลักษณะกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างแนวทางที่มีความหลากหลายเพื่อแก้ไขปัญหาปลายเปิดที่ได้รับ และเลือกใช้วิธีที่ผู้เรียนคิดว่ามีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปสู่คำตอบของปัญหาที่ดีที่สุด ผลการวิจัยพบว่าทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการแบบเปิด และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด อีกทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Molyneux และ Farrell (2012) ได้ศึกษาการใช้วงล้อ TASC กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ได้พูดคุย อธิบายกันกับเพื่อนในกลุ่ม รวมถึงประเมินวิธีการที่นำมาใช้ ประเมินการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่านักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมายจากการมีส่วนร่วมในการเป็นผู้พูดและผู้ฟังเพื่อร่วมตัดสินใจอย่างยุติธรรม

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 และข้อที่ 4 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดมีการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการคิด ค้นหาข้อมูลหรือวิธีการต่างๆ ที่มีความหลากหลาย และมีความแตกต่างไปจากเดิม เช่น ใน**ขั้นที่ 1 ขั้นรวบรวม** หลังจากที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ที่มีความสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนประกอบกับการใช้คำถามของผู้สอน ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันค้นหาข้อมูลต่างๆ ที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ได้รับ เพื่อนำมาใช้ประกอบการตอบคำถามที่ผู้สอนมอบให้ โดยในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการเสนอความคิด หรือเสนอข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้น้อยทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่ผู้สอนมอบให้ได้ แต่หลังจากที่นักเรียนได้มีการฝึกฝนให้ร่วมกันเสนอความคิดเห็นต่างๆ ทำให้นักเรียนหลายกลุ่มเริ่มมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และนักเรียนหลายกลุ่มได้ช่วยกันเสนอข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ทำให้มีข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้นและบางข้อมูลที่ได้เสนอนั้นมีความแปลกใหม่ ซึ่งสร้างความสนใจให้กับเพื่อนในห้อง ทำให้เพื่อนๆ มองเห็นแนวทางสำหรับนำมาในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ๆ และสามารถเสนอข้อมูลได้หลากหลายประเภทที่สามารถนำมาใช้ตอบคำถามที่ผู้สอนมอบให้ได้อย่างหลากหลายคำตอบ ใน**ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างแนวทาง และตัดสินใจ** นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้สำหรับการแก้ปัญหาปลายเปิดที่ได้รับ ซึ่งในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้สำหรับการแก้ปัญหาได้ หรือแนวทางที่สร้างขึ้นมีเพียงแนวทางเดียวและยังไม่เหมาะสมสำหรับปัญหานั้น เนื่องจากนักเรียนไม่มีการพูดคุยกันในกลุ่ม ไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการหาแนวทาง แต่ในช่วงหลังของการจัดกิจกรรมนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันระดมความคิด พูดคุยปรึกษากันในกลุ่มมากขึ้น และช่วยกันเสนอแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แนวทางเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น มีตัวเลือกสำหรับนำมาใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น และนักเรียนในกลุ่มจะช่วยกันเลือกใช้แนวทางที่ง่ายที่สุด และมีความเหมาะสมสำหรับปัญหานั้นทำให้คำตอบที่ได้มีความเหมาะสมกับสิ่งที่ปัญหาต้องการ และใน**ขั้นที่ 4 ขั้นการดำเนินการ และนำเสนองาน** ช่วงที่นักเรียนมีการนำเสนองาน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นเสนอความคิด หรือสอบถามแนวทางในการแก้ปัญหา รวมไปถึงคำตอบของปัญหาของกลุ่มที่ออกมาแนะนำเสนอ ช่วยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมองเห็นแนวทางและ

ลักษณะของคำตอบที่แตกต่างไปจากกลุ่มของตนเอง ทำให้นักเรียนได้เห็นแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหาที่หลากหลายขึ้น นักเรียนบางกลุ่มมองเห็นการประยุกต์แนวทางที่เพื่อนนำเสนอกับแนวทางของกลุ่มตนเองและนำมาปรับใช้จนกลายเป็นแนวทางที่มีความแปลกใหม่ขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง ตลอดจนสามารถสร้างคำตอบของปัญหาที่ความต่างไปจากแนวคิดเดิม หรือมีความแปลกใหม่จากสิ่งที่กลุ่มอื่นเสนอ จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าลักษณะดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนส่วนใหญ่เปิดกว้างทางความคิดในการสร้างแนวทางที่มีประสิทธิภาพเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการหาคำตอบของปัญหาที่มีความหลากหลาย ซึ่งส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ขณะที่นักเรียนบางคนสามารถต่อยอดความคิดจนได้คำตอบที่มีลักษณะแตกต่างไปจากนักเรียนคนอื่น ซึ่งเป็นคำตอบของความคิดริเริ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goddard (2008) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้รูปแบบ วงล้อการเรียนรู้ TASC เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนที่มีอายุ 11 ปี โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อสร้างแนวทางที่หลากหลายก่อนตัดสินใจเลือกใช้แนวทางที่ดีที่สุด ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้ใช้รูปแบบวงล้อ TASC มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์งานที่ได้มอบหมายได้ดี มีตัวเลือกที่หลากหลายในการตัดสินใจ และรู้สึกว่าคุณเองอยู่ในสถานะเป็นผู้นำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ลักษณะกิจกรรมเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาแล้วระดมความคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จากนั้นทำการเลือกวิธีการที่แปลกใหม่ เหมาะสมเป็นที่ยอมรับของกลุ่มเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิศมัย อาแพงพันธ์ (2551) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ ความคิด หรือประสบการณ์ที่มีมาใช้ในการประยุกต์สร้างแนวทางที่มีความหลากหลาย มีความแปลกใหม่เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องทางด้านการศึกษาที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ไปประยุกต์ใช้ต่อดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดในแต่ละขั้นตอนอาจใช้เวลาค่อนข้างนาน ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยเตรียมเนื้อหาและปัญหาให้เหมาะสม เตรียมวิธีการในการดำเนินกิจกรรม เตรียมการใช้คำถามที่จะใช้ในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้กิจกรรมมีความกระชับและไม่ซับซ้อน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ผู้สอนจำเป็นต้องสังเกตลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในการทำงานร่วมกันกับเพื่อน เพื่อผู้สอนจะได้ปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียนได้อย่างตรงจุด เนื่องจากลักษณะของปัญหาปลายเปิดที่นักเรียนได้รับ และลักษณะการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นเป็นกิจกรรมที่นักเรียนอาจยังไม่คุ้นชิน

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ผู้สอนต้องให้เวลาผู้เรียนได้คิดหาแนวทางและคำตอบ และกระตุ้นผู้เรียนให้มีการแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนคนอื่น เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้ใช้ศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ หรือในรายวิชาอื่นๆ

2.2 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมจะส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประสบการณ์ของตนเองกับผู้อื่น ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอของนักเรียนได้

2.3 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมนักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ค่อนข้างมาก ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กชพร ตุ่นสุวรรณ. (2553). รูปแบบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาและการให้เหตุผล โดยใช้“การศึกษาบทเรียน” (Lesson Study) และ“วิธีการแบบเปิด” (Open Approach). (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กนิษฐา ศรีวิโรทัย. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กษมา วุฒิสารวัฒนา. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดพะเยา. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษณา ไสยาศรี. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษณาพร สายรอด. (2554). การใช้ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านใหม่ศรีนคร จังหวัดนครสวรรค์. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย.
- เกษร ยอดเทพ. (2557). ผลของการเรียนแบบเทคนิคกลุ่มร่วมมือช่วยเหลือที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดเวฬุวนาราม (สินทรัพย์อนุสรณ์) สังกัดกรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, 7(2), 89 - 105.

- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2554). *การคิดเชิงสังเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 4 ed.). กรุงเทพฯ: บริษัทซัคเซส มีเดีย.
- ฉันท ชาติทอง. (2554). *สอนคิด : การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด*. ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- จิรนนท์ พึ่งกลิ่น. (2555). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับชีวิตประจำวัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์* 27, 3, 131-140.
- ชัยยุทธ ธนทรัพย์วีระชา. (2554). *การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (SSRU Online+Offline), มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, Suan Sunandha Rajabhat University.
- ณัฐพล คชาธร. (2554). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามปลายเปิด เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิด สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- दनัย ถนอมจิตร. (2553). *การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรวิทย์ ฝ่ายมัธยม จังหวัดเชียงใหม่*. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). *ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย
- ไตรสิทธิ์ เบญจบุญยสิทธิ์, พงศ์ศักดิ์ วิวรรณะเดช และพันธพงศ์ ตั้งธีระสุนันท์. (2550). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดย TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving)*. ส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)(โครงการตำรา) : สมาค.
- ธีรนาถ ธงงาม. (2548). *ผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแปลงของเลขที่มีต่อมโนทัศน์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดร้อยเอ็ด*. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Retrieved from <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/7372>
- นฎกัญญา เจริญเกียรติ. (2547). *ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรชั้นปีที่ 2 โดยการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.

- นัฏฐิตา โพธิ์เพชร. (2545). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- นิศารัตน์ นวลประจักษ์. (2554). ผลของการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันเน้นการแก้ปัญหาปลายเปิดตามวิธีของโพลยาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล, กัญจนา สันทรัตนศิริกุล และอุษาวดี จันทรสณี. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมโดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลเพชรวิทย์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 15(1), 7-16.
- นวลทิพย์ นวพันธ์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล. (2553). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยประยุกต์รูปแบบ 4 ขั้นตอน ของสเติร์นเบิร์กเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. (ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุศญา อิ่มแก้ว. (2557). ผลการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดกับแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. 9(1).
- ประภาพร อุไร. (2549). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ปฐมพร บุญลี. (2545). การสร้างแบบฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (การมัธยมศึกษา), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ปานจิต รัตนพล. (2547). ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปิยะนาถ เหมวิเศษ, รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ และชุติวรรณ เพ็ญเพียร. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วารสารวิทยาศาสตร์ มศว., 244(2), 21-36.
- ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. (2542). ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปฤศณี พงนา. (2555). ผลของการใช้เทคนิคเอสคิวอาร์คิวซีคิวในการแก้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิศมัย อาแพงพันธ์. (2551). ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- รุจิอาภา รุจิยาพนนท์. (2550). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. (2545). ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันัญญา เจริญดี. (2555). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. Retrieved from <http://www.repository.rmutt.ac.th/handle/123456789/1290>.
- วรางคณา ทองนพคุณ. (2557). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ความท้าทายในอนาคต. Retrieved from <https://www.l3nr.org/posts/551516>.
- วรัญญา เป้งทอง. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่เน้นปัญหาปลายเปิดเรื่องรูปสามเหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- วาสนา ภูมิ. (2555). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย).
- วัชรีย์ กาญจนเกียรติ. (2554). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, เพชรบุรี.
- วรรณิ พลคง. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบชิปปาร์ร่วมกับเทคนิคการใช้เกม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. บทความวิจัย เสนอในการประชุมมหาดใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 4 วันที่ 10 พฤษภาคม 2556 (311), 347-353.
- วรรณารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิธร เกื่อนสว่าง. (2548). ผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาคณิตศาสตร์.
- สาลินี เรืองจ้อย. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- สิริรัศมี ผลขวัญโชติกา. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ที่มีต่อเมตริกซ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรรณิ สินธพานนท์. (2555). พัฒนาทักษะการคิด-ตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินต์.
- สุพัตรา จอมคำสิงห์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ตัวอย่างงานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาพร ศรีทอง. (2557). นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ. Retrieved from <http://supaporn2222.blogspot.com>.

- สุริเยส สุขแสง. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุรินทร์. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัศวิน พุ่มมรินทร์. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่องลำดับและอนุกรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- อนุวัตร จิรวัดนพานิข. (2553). ความสามารถในการคิดอเนกนัยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, บัณฑิตวิทยาลัย.
- อนุรักษ์ สุวรรณสนธิ์. (2550). ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *ศึกษาศาสตร์ (ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา) มข.*, 1(1).
- อรพรรณ ศรีสง่า. (2547). ผลการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 5(1), 115-128.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). *คณิตศาสตร์การสอนและการเรียนรู้*. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ :การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

## ภาษาอังกฤษ

- Anderson, J. (2010). *Public Policymaking*. Texas A&M University: Cengage Learning.
- Awwad, F. (2014). The Effect of TASC Wheel on Developing Self-Directed Learning Readiness and Academic Self Efficacy on a Sample of 7th Graders in Jordan. *Education*, 135(2), 237-251.

- Ball, S., & Henderson, K. (2009). Using the TASC Wheel to Challenge More Able Children in an Inclusive Environment. *Gifted Education International*, 25(1), 56-59. doi:10.1177/026142940902500108
- Baroody, A., & Coslick, R. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8: Helping Children Think Mathematically*. New York: Merrill.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics* (1 ed.). Reston: National Council of Teachers of Mathematics: ERIC.
- Bitter, G. (1990). *Mathematics methods for the elementary and middle school : A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn & Bacon.
- Carson, J. (2007). A Problem With Problem Solving: Teaching Thinking Without Teaching Knowledge. *The Mathematics Educator*, 17(2), 7-14.
- Cerezo, N. (2004). Problem-Based Learning in the Middle School: A Research Case Study of the Perceptions of At-Risk Females. *RMLE Online*, 27(1), 1-13.
- Ciltas, A. (2012). The Effect of the Mathematical Modelling Method on the Level of Creative Thinking. *The New Educational Review*, 30(4), 103-114.
- Coxbill, E., Chamberlin, S., & Weatherford, J. (2013). Using Model-Eliciting Activities As a Tool to Identify and Develop Mathematically Creative Students. *The Education of the Gifted*, 36(2), 176-197.
- Davies, H. (2008). An overview of an investigation into the Effects of using TASC Strategies in the Development of Children's Thinking and Problem-solving Skills in Science. *Educating Able Children*, 24(2-3), 305-314. doi:10.1177/026142940802400323
- Demir, B., & Isleyen, T. (2015). The Effects of Argumentation Based Science Learning Approach on Creative Thinking Skills of Students. *Educational Research Quarterly*, 39(1).
- Dickerson, K. G. (1999). *Textiles and Apparel in the Global Economy*: Merrill.
- Faulkner, C. (2008). Creativity and Thinking skills in Mathematics: Using the TASC Wheel as the basis for talented pupils to create their own thinking frameworks. *Gifted Education International*, 24(2-3), 288-296. doi:10.1177/026142940802400321

- Goddard, H. (2008). school in focus celebrating success *Gifted Education International*, 24(2-3), 285-287.
- Haddon, F., & Lytton, H. (1968). Teaching approach and the development of divergent thinking abilities in primary school children. *British Journal of Educational Psychology*, 38(2), 171-180.
- Johnstone, F. (2008). TASC: Thinking Actively in a Social Context in Cowall, Argyll and Bute, Scotland. *Gifted Education International*, 24(2-3), 262-274.  
doi:10.1177/026142940802400317
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1989). *Problem Solving: A Handbook for Teachers*: Allyn and Bacon.
- Lakey, J. (2009). purposeful, creative problem solving. *Educating Able Children*, 25(1), 60-70. doi:10.1177/026142940902500109
- Lassig, C. J. (2013). Approaches to creativity: How adolescents engage in the creative process. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 3-12.
- Lubienski, S. T. (2001). A second look at mathematics achievement gaps: Intersections of race, class, and gender in NAEP data. *Paper read at American Educational Research Association*, 20.
- Sheffield, J. (2000). *Teaching and Learning Mathematics Pre-Kindergarten Through Middle School*. New York: John Wiley & Sons.
- Starko, A. (2013). *Creativity in the Classroom: Schools of Curious Delight* (5 edition ed.): Routledge.
- Tougaw, P. (1994). A study of effect of using an open Approach to teaching mathematics upon the mathematical problem solving behaviors of secondary school students. *Dissertation Abstracts International*, 54(8), 2934-A.
- Vaughn, V. (1993). *A Comparison on the 4MAT System of Instruction with Two Enrichment Units Based on Bloom's Taxonomy with Gifted Third-graders in a Pull-out Program*: UMI.
- Wallace, B. (2000). Teaching Thinking and Problem-solving Skills. *Educating Able Children*, 20-24.



- Wallace, B. (2008). The early seedbed of the growth of TASC: Thinking Actively in a Social Context. *Gifted Education International*, 24(2-3), 139-155.  
doi:10.1177/026142940802400303
- Wallace, B. (2012). TASC: Thinking Actively in a Social Context. A universal problem-solving process: A powerful tool to promote differentiated learning experiences. *Gifted Education International*, 28(1), 58-83.
- Wallace, B., & Bentley, R. (2014). *Teaching Thinking Skills Across the Middle Years: A Practical Approach for Children Aged 9-14* (1 ed.). NACE/Fulton: Taylor & Francis.
- Wallace, B., & Cave, D. (2009). *Teaching Problem-solving and Thinking Skills Through Science: Exciting Cross-curricular Challenges for Foundation Phase and Key Stages One and Two*: Routledge.
- Wallace, B., & Maker, J. (2009). DISCOVER/TASC : An Approach to Teaching and Learning That Is Inclusive Yet Maximises Opportunities for Differentiation According to Pupils' Needs. 1113-1141.
- West, H. (2008). A Study of the Impact of Using the TASC Wheel on Children's Involvement in their Own Learning. *Gifted Education International*, 24(2-3), 297-304. doi:10.1177/026142940802400322
- Wilson, W., & Hadaway, N. (1999). Mathematical Problem Solving [Online]. Retrieved from <http://www.recsam.edu.my/Mathematical>
- Zimmerman, R. (2008). Problem Solving in a Complex World: Integrating DISCOVER, TASC, and PBL in a Teacher Education Project. *Gifted Education International*, 24(2-3), 160-178. doi:10.1177/026142940802400305



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อความถาม ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

- |  |   |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ | อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                                       |
| 2. อาจารย์ สุณิสา สุมิตรณะ                   | อาจารย์ประจำสาขาวิชากรมมัธยมศึกษา<br>ภาควิชาหลักสูตรและการสอน<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. อาจารย์ สุรียา ผลโพธิ์                    | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้<br>คณิตศาสตร์<br>โรงเรียนสตรีศรีอยุธยา                                       |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อความถาม ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

- |  |  |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญัฐกาญจน์ ใจดี | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และ<br>วิทยาการคอมพิวเตอร์<br>คณะวิทยาศาสตร์<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์ สิรินพร บ้านแสน               | อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม  |
| 3. อาจารย์ กมลกาญจน์ บรรทร               | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้<br>คณิตศาสตร์<br>โรงเรียนสตรีศรีอยุธยา                            |



ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/58- 6049

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

17 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างก็ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการทำนิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.คันสนีย์ เณรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม กับนักเรียนโรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นาวินิตย์ สงคราม)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680-82 ต่อ 612

เบอร์ติดต่อผู้วิจัย 091-4148150

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/58- 6050

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

17 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างก็ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการทำนิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เนรมเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้ เครื่องมือ คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจะขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัยกับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงาน ในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อ ประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นาวนิตย์ สงคราม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680-82 ต่อ 612

เบอร์ติดต่อผู้วิจัย 091-4148150



### บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ โทร.82680-2 ต่อ 612  
 ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/58- 6051 วันที่ 17 พฤศจิกายน 2558  
 เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐกาญจน์ ใจดี

ด้วย นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างก็ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนวานิตย์ สงคราม)  
 รองคณบดี



ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/58- 6052

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

17 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิศรภา เลิศอมรพงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างกี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680-82 ต่อ 612

เบอร์ติดต่อผู้วิจัย 091-4148150

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/58- 6053

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

17 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ สุริยา ผลโพธิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างก็ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฌรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680-82 ต่อ 612

เบอร์ติดต่อผู้วิจัย 091-4148150

ที่ ศร 0512.6(2791.10)/58- 6054

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

17 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ กมลกาญจน์ บรรพทร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างก็ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตั้งกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นาวา นิตย์ สงคราม)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680-82 ต่อ 612

เบอร์ติดต่อผู้วิจัย 091-4148150



ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/58- 6055

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

17 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ สิรินพร บ้านแสน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวจุติภรณ์ เอียบสร้างก็ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการทำนิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฌรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลัง เรียน ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

รองคณบดี

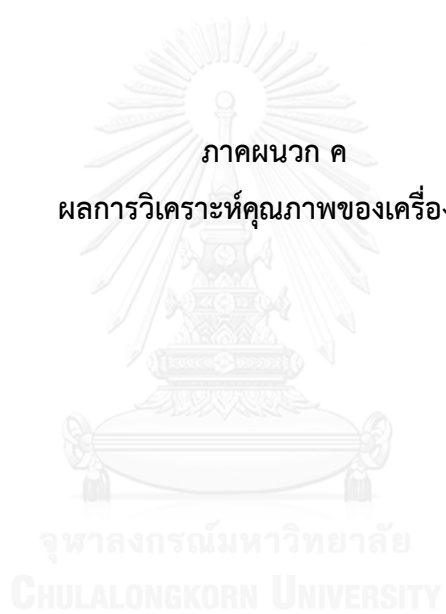
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680-82 ต่อ 612

เบอร์ติดต่อผู้วิจัย 091-4148150

ภาคผนวก ค  
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ



ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน

ตารางที่ 10 แสดงการคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (รายชื่อ) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700 ได้ผลการตัดสิน ดังนี้

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา	หมายเหตุ
1	0.47	0.27	ใช้ได้	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 1 – 5 เป็นเนื้อหาเดียวกัน และข้อ 1 มีค่าอำนาจจำแนกน้อยที่สุดในกลุ่มนี้
2	0.68	0.40	ใช้ได้	นำไปใช้
3	0.50	0.56	ใช้ได้	นำไปใช้
4	0.46	0.30	ใช้ได้	นำไปใช้
5	0.39	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 1 – 5 เป็นเนื้อหาเดียวกัน และข้อ 5 มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์
6	0.58	0.27	ใช้ได้	นำไปใช้
7	0.44	0.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 6 – 7 เป็นเนื้อหาเดียวกัน และข้อ 7 มีค่าความยาก และอำนาจจำแนกน้อยที่สุดในกลุ่มนี้

**ตารางที่ 11** แสดงการคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (รายชื่อ) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700 ได้ผลการตัดสิน ดังนี้

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการ พิจารณา	หมายเหตุ
1	0.71	0.43	ใช้ได้	นำไปใช้
2	0.73	0.35	ใช้ได้	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 1 – 3 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 2 มีค่า อำนาจจำแนกน้อยที่สุดในกลุ่มนี้
3	0.67	0.43	ใช้ได้	นำไปใช้
4	0.70	0.37	ใช้ได้	นำไปใช้
5	0.77	0.18	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 4 – 5 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 5 มีค่า อำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์
6	0.35	0.23	ใช้ได้	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 6 – 7 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 6 มีค่าความ ยาก และอำนาจจำแนกน้อยที่สุดใน กลุ่มนี้
7	0.55	0.66	ใช้ได้	นำไปใช้

**ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์  
ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน**

**ตารางที่ 12** แสดงการคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (รายชื่อ) ของแบบวัด  
ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้  
โปรแกรม B-Index700 ได้ผลการตัดสิน ดังนี้

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการ พิจารณา	หมายเหตุ
1	0.60	0.23	<b>ใช้ได้</b>	<b>นำไปใช้</b>
2	0.42	0.21	<b>ใช้ได้</b>	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 1 – 5 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 2 มีค่า อำนาจจำแนกน้อยที่สุดในกลุ่มนี้
3	0.50	0.32	<b>ใช้ได้</b>	<b>นำไปใช้</b>
4	0.50	0.14	<b>ใช้ไม่ได้</b>	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 1 – 5 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 4 มีค่า อำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์
5	0.44	0.41	<b>ใช้ได้</b>	<b>นำไปใช้</b>
6	0.38	0.14	<b>ใช้ไม่ได้</b>	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 6 – 7 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 6 มีค่า อำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์
7	0.40	0.44	<b>ใช้ได้</b>	<b>นำไปใช้</b>



**ตารางที่ 13** แสดงการคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (รายชื่อ) ของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700 ได้ผลการตัดสิน ดังนี้

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการ พิจารณา	หมายเหตุ
1	0.69	0.31	<b>ใช้ได้</b>	<b>นำไปใช้</b>
2	0.18	0.31	<b>ใช้ไม่ได้</b>	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 1 – 3 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 2 มีค่าความ ยากต่ำกว่าเกณฑ์
3	0.56	0.28	<b>ใช้ได้</b>	<b>นำไปใช้</b>
4	0.53	0.11	<b>ใช้ไม่ได้</b>	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 4 – 5 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 4 มีค่า อำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์
5	0.64	0.24	<b>ใช้ได้</b>	<b>นำไปใช้</b>
6	0.58	0.29	<b>ใช้ได้</b>	<b>นำไปใช้</b>
7	0.46	0.23	<b>ใช้ได้</b>	ตัดทิ้ง เนื่องจาก ข้อ 6 – 7 เป็น เนื้อหาเดียวกัน และข้อ 7 มีค่าความ ยาก และอำนาจจำแนกน้อยที่สุดใน กลุ่มนี้



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

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน  
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

**คำชี้แจง**

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย มีจำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อจะมีคำถามย่อย 5 ข้อ โดยวัดความสามารถของนักเรียน ดังนี้
  - ความสามารถในการอ่านปัญหา** นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่เป็นคำสำคัญ (keyword) ของปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน
  - ความสามารถในการสำรวจปัญหา** นักเรียนสามารถระบุรายละเอียดของปัญหา และจัดข้อมูลของปัญหา ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตาราง เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น
  - ความสามารถในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา** นักเรียนสามารถเลือกกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
  - ความสามารถในการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา** นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหาได้
2. แบบวัดฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - สกุล เลขที่ และชั้นเรียนในแบบวัดฉบับนี้ให้ชัดเจน
4. แบบวัดฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งในการให้คะแนนแต่ละข้อจะเป็นอิสระต่อกัน
5. หากนักเรียนมีข้อสงสัยใดๆ ให้ถามผู้คุมสอบเท่านั้น
6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขหรือเครื่องคำนวณใดๆ ในการทำแบบวัดฉบับนี้
7. เมื่อหมดเวลาสอบให้ส่งแบบวัดฉบับนี้กับผู้คุมสอบ





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

2. ในวันที่ 1 มกราคม 2558 ภูมิอากาศของประเทศญี่ปุ่น ฮองกง และสหรัฐอเมริกา มีอากาศหนาวเย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส และมีหิมะตกหนักบางพื้นที่ จากการพยากรณ์อากาศประจำวันพบว่าอุณหภูมิของประเทศญี่ปุ่น ฮองกง และสหรัฐอเมริกา เป็นจำนวนคู่สามจำนวนเรียงกันจากน้อยไปมาก และเมื่อนำอุณหภูมิมาหาผลรวมจะมีค่าเป็น -24 องศาเซลเซียส จงหาว่าทั้ง 3 ประเทศมีอุณหภูมิที่องศาเซลเซียส

### จากโจทย์ที่กำหนดให้จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนระบุคำสำคัญ (keyword) หรือข้อมูลสำคัญจากโจทย์

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากโจทย์ เพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา (อาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ ตาราง หรืออื่นๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



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

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

**คำชี้แจง**

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย มีจำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อจะมีคำถามย่อย 5 ข้อ โดยวัดความสามารถของนักเรียน ดังนี้

**ความสามารถในการอ่านปัญหา** นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่เป็นคำสำคัญ (keyword) ของปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน

**ความสามารถในการสำรวจปัญหา** นักเรียนสามารถระบุรายละเอียดของปัญหา และจัดข้อมูลของปัญหา ซึ่งอาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ หรือตาราง เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

**ความสามารถในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา** นักเรียนสามารถเลือกกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

**ความสามารถในการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา** นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหาได้

2. แบบวัดฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล เลขที่ และชั้นเรียนในแบบวัดฉบับนี้ให้ชัดเจน
4. แบบวัดฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งในการให้คะแนนแต่ละข้อจะเป็นอิสระต่อกัน
5. หากนักเรียนมีข้อสงสัยใดๆ ให้ถามผู้คุมสอบเท่านั้น
6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขหรือเครื่องคำนวณใดๆ ในการทำแบบวัดฉบับนี้
7. เมื่อหมดเวลาสอบให้ส่งแบบวัดฉบับนี้กับผู้คุมสอบ







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

2. แม่ค้าซื้อเงาะโรงเรียนจากสวน A มาในราคากิโลกรัมละ 12 บาท และซื้อเงาะโรงเรียนจากสวน B มาในราคากิโลกรัมละ 8 บาท เพื่อนำมาขายที่ตลาดนัดแถวบ้านในวันอาทิตย์ เมื่อถึงวันอาทิตย์ แม่ค้าจึงนำเงาะทั้งหมดที่ซื้อมาจากสวน A และสวน B ทั้งหมด 100 กิโลกรัม มาขายในราคากิโลกรัมละ 15 บาท และได้กำไรจากการขาย 600 บาท อยากทราบว่าแม่ค้าซื้อเงาะจากสวน A มากี่กิโลกรัม

### จากโจทย์ที่กำหนดให้จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนระบุคำสำคัญ (keyword) หรือข้อมูลสำคัญจากโจทย์

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากโจทย์ เพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา (อาจใช้การวาดรูป การสร้างแผนภาพ ตาราง หรืออื่นๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ชื่อ – สกุล .....เลขที่.....ชั้น.....

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน  
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบวัดชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ดังนี้
  - ความสามารถด้านความคิดคล่อง (Fluency)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อปัญหาที่กำหนดให้ ให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด
  - ความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ได้กำหนดให้ ได้หลากหลายกลุ่ม และหลากหลายแนวทาง
  - ความสามารถด้านความคิดริเริ่ม (Originality)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ได้กำหนดให้ ได้อย่างแปลกใหม่ มีความแตกต่างไปจากความคิดเดิม หรือความคิดของคนอื่น
2. แบบวัดฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล เลขที่ และชั้นเรียนในแบบวัดฉบับนี้ให้ชัดเจน
4. แบบวัดฉบับนี้มีวิธีการคิดหาคำตอบ และคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ ให้นักเรียนเขียนคำตอบได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนจะสามารถตอบได้
5. หากนักเรียนมีข้อสงสัยใดๆ ให้ถามผู้คุมสอบเท่านั้น
6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขหรือเครื่องคำนวณใดๆ ในการทำแบบวัดฉบับนี้
7. เมื่อหมดเวลาสอบให้ส่งแบบวัดฉบับนี้กับผู้คุมสอบ

ชื่อ - สกุล .....เลขที่.....ชั้น.....

1. กำหนดให้แผ่นป้ายที่ติดตัวเลขทั้งหมด 14 แผ่น ประกอบไปด้วยตัวเลขดังนี้

6	10	7	2	8	22	21
5	11	9	14	33	15	4

ให้นักเรียนนำแผ่นป้ายที่ติดตัวเลขอย่างน้อย 3 แผ่นที่กำหนดให้มาสร้างเป็นแบบรูปต่างๆ และในการสร้างแบบรูปแต่ละครั้งห้ามใช้แผ่นป้ายซ้ำกัน จงสร้างแบบรูปให้ได้จำนวนมากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายลักษณะแบบรูปที่เกิดขึ้น

**ตัวอย่างที่ 0** กำหนดตัวเลข ดังนี้ 1, 2, 5, 10 และ 15 ให้นักเรียนนำตัวเลขอย่างน้อย 3 จำนวนที่กำหนดให้มาสร้างเป็นแบบรูปต่างๆ และในการสร้างแบบรูปแต่ละครั้งห้ามใช้ตัวเลขซ้ำกัน จงสร้างแบบรูปให้ได้จำนวนมากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายลักษณะแบบรูปที่เกิดขึ้น

**คำตอบที่ 0**

คำตอบ	อธิบายแบบรูปที่เกิดขึ้น
5, 10, 15	เพิ่มขึ้นครั้งละ 5 หรือ $5n$

**คำตอบที่ 1**

คำตอบ	อธิบายแบบรูปที่เกิดขึ้น
<u>พื้นที่สำหรับทด</u>	

**คำตอบที่ 2**

คำตอบ	อธิบายแบบรูปที่เกิดขึ้น
<u>พื้นที่สำหรับทด</u>	

คำตอบที่ 3

คำตอบ	อธิบายแบบรูปที่เกิดขึ้น
<u>พื้นที่สำหรับทด</u>	

คำตอบที่ .....

คำตอบ	อธิบายแบบรูปที่เกิดขึ้น
<u>พื้นที่สำหรับทด</u>	

คำตอบที่ .....

คำตอบ	อธิบายแบบรูปที่เกิดขึ้น
<u>พื้นที่สำหรับทด</u>	

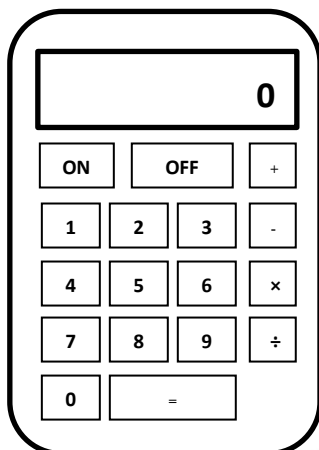
คำตอบที่ .....

คำตอบ	อธิบายแบบรูปที่เกิดขึ้น
<u>พื้นที่สำหรับทด</u>	

\*\*\*\*\*

ชื่อ - สกุล .....เลขที่.....ชั้น.....

2. เครื่องคิดเลขเครื่องหนึ่งประกอบไปด้วยปุ่มกดดังต่อไปนี้



ให้นักเรียนใช้ตัวเลขเพียง 1 หลัก และตัวดำเนินการบนเครื่องคิดเลขที่กำหนดให้เท่านั้น ในการสร้างผลรวมคำตอบให้มีค่าเท่ากับ 6 โดยตัวเลขที่นำมาใช้จะต้องมีตัวเลขที่เรียงติดกัน เช่น 1, 2, 3 หรือ 2, 3 เป็นต้น และเครื่องคิดเลขเครื่องนี้จะคิดผลลัพธ์ตามหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น  $8 - 3 \times 2 = 8 - (3 \times 2) = 2$  โดยมี 2, 3 เป็นเลขเรียงติดกัน

จงสร้างชุดตัวเลขและตัวดำเนินการที่สอดคล้องตามเงื่อนไขข้างต้นให้ได้จำนวนมากที่สุด

คำตอบที่ 1 ..... ..... .....	พื้นที่สำหรับทด
คำตอบที่ 2 ..... ..... ..... .....	พื้นที่สำหรับทด
คำตอบที่ 3 ..... ..... ..... .....	พื้นที่สำหรับทด
คำตอบที่ ..... ..... ..... .....	พื้นที่สำหรับทด



คำตอบที่ ..... ..... ..... ..... .....	<u>พื้นที่สำหรับทด</u>
คำตอบที่ ..... ..... ..... ..... .....	<u>พื้นที่สำหรับทด</u>
คำตอบที่ ..... ..... ..... ..... .....	<u>พื้นที่สำหรับทด</u>
คำตอบที่ ..... ..... ..... ..... .....	<u>พื้นที่สำหรับทด</u>
คำตอบที่ ..... ..... ..... ..... .....	<u>พื้นที่สำหรับทด</u>
คำตอบที่ ..... ..... ..... ..... .....	<u>พื้นที่สำหรับทด</u>
คำตอบที่ ..... ..... ..... ..... .....	<u>พื้นที่สำหรับทด</u>

ชื่อ – สกุล .....เลขที่.....ชั้น.....

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบวัดชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ดังนี้
  - ความสามารถด้านความคิดคล่อง (Fluency)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อปัญหาที่กำหนดให้ ให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด
  - ความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ได้กำหนดให้ ได้หลากหลายกลุ่ม และหลากหลายแนวทาง
  - ความสามารถด้านความคิดริเริ่ม (Originality)** นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ได้กำหนดให้ ได้อย่างแปลกใหม่ มีความแตกต่างไปจากความคิดเดิม หรือความคิดของคนอื่น
2. แบบวัดฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล เลขที่ และชั้นเรียนในแบบวัดฉบับนี้ให้ชัดเจน
4. แบบวัดฉบับนี้มีวิธีการคิดหาคำตอบ และคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ ให้นักเรียนเขียนคำตอบได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนจะสามารถตอบได้
5. หากนักเรียนมีข้อสงสัยใดๆ ให้ถามผู้คุมสอบเท่านั้น
6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขหรือเครื่องคำนวณใดๆ ในการทำแบบวัดฉบับนี้
7. เมื่อหมดเวลาสอบให้ส่งแบบวัดฉบับนี้กับผู้คุมสอบ

ชื่อ - สกุล .....เลขที่.....ชั้น.....

1. ในกล่องใบหนึ่งประกอบไปด้วยแผ่นป้าย ดังนี้

$-5x$	$-\frac{1}{2}x$	$4x$	$7x$	$\frac{1}{4}x$	$-2$	$-5$	$-20$
$-40$	$-\frac{2}{5}$	$0$	$1.5$	$8.5$	$\frac{3}{10}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$
$\frac{2}{10}$	$2$	$5$	$9$	$15$	$30$	$40$	

ให้นักเรียนนำแผ่นป้ายข้างต้นมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยใช้การบวก เพื่อจัดเป็นกลุ่มคำตอบ 2 กลุ่ม โดยผลรวมของกลุ่มที่ 1 มีค่าเป็น 2 เท่าของผลรวมในกลุ่มที่ 2 และมีเงื่อนไขในการเลือกแผ่นป้าย ดังนี้

1. สามารถเลือกแผ่นป้ายในการจัดกลุ่มคำตอบแต่ละครั้งได้ไม่จำกัดจำนวนของแผ่นป้ายที่มี
2. ไม่สามารถใช้แผ่นป้ายซ้ำกันได้ในการจัดกลุ่มคำตอบแต่ละครั้ง

จงสร้างกลุ่มคำตอบ 2 กลุ่ม ที่มีเงื่อนไขดังกล่าว ให้ได้มีความหลากหลายและได้จำนวนมากที่สุด

**ตัวอย่างที่ 0** ในกล่องมีตัวเลข 1, 2, 3, 4, 8 และ 10 ให้นักเรียนนำตัวเลขข้างต้นมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยใช้การบวก เพื่อจัดคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งผลรวมของกลุ่มที่ 1 มีค่าเป็น 2 เท่าของผลรวมในกลุ่มที่ 2

คำตอบที่ 0

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
$2 + 8$	$1 + 4$

คำตอบที่ 1

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทบทวน	

คำตอบที่ 2

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทด	

คำตอบที่ 3

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทด	

คำตอบที่ .....

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทด	

คำตอบที่ .....

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทด	

คำตอบที่ .....

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทด	

คำตอบที่ .....

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทด	

คำตอบที่ .....

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทด	

คำตอบที่ .....

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
พื้นที่สำหรับทด	

\*\*\*\*\*









## ตัวอย่าง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์      รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน      ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว  
 เรื่อง การนำไปใช้ : ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน      เวลา 50 นาที

## 1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง  
 การดำเนินการต่างๆ และสามารถไขการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่นๆ แทน  
 สถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย  
 ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์  
 และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และมีความคิดสร้างสรรค์

## 2. ตัวชี้วัด

ค 4.2 ม. 2 / 1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึง  
 ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ค 6.1 ม. 1 - 3 / 1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม. 1 - 3 / 2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีใน  
 การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม. 1 - 3 / 3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม. 1 - 3 / 4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และ  
 การนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

ค 6.1 ม. 1 - 3 / 6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. เขียนสมการในรูปตัวแปรของจำนวนที่เป็นเศษส่วน หรือทศนิยมได้

ด้านทักษะและกระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1. สร้างคำตอบได้หลากหลายที่มีความสอดคล้องกับปัญหาได้
2. อธิบายแนวทางและคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

1. มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
2. ทำงานอย่างเป็นระบบ

### 4. สาระสำคัญ

-

### 5. สาระการเรียนรู้

ปัญหาที่ 1



ให้นักเรียนแบ่งพิซซ่าทั้งหมด 12 ชิ้น ให้กับน้องแมว 3 ตัว ดังนี้

- น้องแมวตัวที่ 2 ได้พิซซ่าคิดเป็น  $\frac{3}{2}$  ของน้องแมวตัวที่ 1
- น้องแมวตัวที่ 3 ได้พิซซ่าน้อยชิ้นที่สุด

ซึ่งพิซซ่าทั้ง 12 ชิ้นจะต้องถูกแบ่งให้หมดพอดี โดยใน 1 ชิ้นนักเรียนสามารถแบ่งเป็นชิ้นย่อยๆ ที่มีขนาดแต่ละชิ้นเท่ากันได้

อีกและแมวทั้ง 3 ตัวจะต้องได้รับพิซซ่าทุกตัวอยากทราบว่านักเรียนจะแบ่งพิซซ่าทั้งหมด 12 ชิ้น ให้กับน้องแมวทั้ง 3 ตัวอย่างไร



**วิธีทำ** สมมติให้ น้องแมวตัวที่ 1 ได้รับพิซซ่าทั้งหมด  $x$  ชิ้น

ดังนั้น น้องแมวตัวที่ 2 ได้รับพิซซ่าทั้งหมด  $\frac{3}{2}x$  ชิ้น

โจทย์กำหนดว่า น้องแมวตัวที่ 3 ได้พิซซ่าน้อยชิ้นที่สุด

เนื่องจาก พิซซ่าทั้ง 16 ชิ้นจะต้องถูกแบ่งให้หมดพอดี

และน้องแมวทั้ง 3 ตัวจะต้องได้รับพิซซ่าทุกตัว

จะได้ว่า จำนวนพิชซ่าของน้องแมวตัวที่ 1 + ตัวที่ 2 + ตัวที่ 3 = 12 ชิ้น

$$x + \frac{3}{2}x + \text{จำนวนพิชซ่าของแมวตัวที่ 3} = 12 \text{ ชิ้น}$$

$$\frac{5}{2}x = 12 - \text{จำนวนพิชซ่าของแมวตัวที่ 3}$$

$$x = \frac{2}{5} \times (12 - \text{จำนวนพิชซ่าของแมวตัวที่ 3})$$

หมายเหตุ เนื่องจากคำตอบของสมการสามารถมีได้หลายคำตอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับกรณีที่นักเรียนเลือกพิจารณา ดังนั้นการสรุปคำตอบของปัญหาจะมีได้หลายคำตอบ

### ตรวจสอบคำตอบ

หมายเหตุ เนื่องจากคำตอบของสมการสามารถมีได้หลายคำตอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับกรณีที่นักเรียนเลือกพิจารณา ดังนั้นการตรวจสอบคำตอบจะขึ้นอยู่กับกรณีที่นักเรียนเลือกพิจารณา

### ปัญหาที่ 2 (กลุ่มทดลอง)



แม่แบ่งที่ดินให้ลูกสองคน คนแรกได้รับ  $\frac{2}{5}$  ของที่มีอยู่ คนที่สองได้น้อยกว่าคนแรก 5 ไร่ปรากฏว่าแม่ยังเหลือที่นาอีก 15 ไร่ จงหาว่าเดิมแม่มีนากี่ไร่ โดยแสดงวิธีการหาอย่างน้อย 2 วิธีที่แตกต่างกัน

### ปัญหาที่ 2 (กลุ่มควบคุม)



แม่แบ่งที่ดินให้ลูกสองคน คนแรกได้รับ  $\frac{2}{5}$  ของที่มีอยู่ คนที่สองได้น้อยกว่าคนแรก 5 ไร่ปรากฏว่าแม่ยังเหลือที่นาอีก 15 ไร่ จงหาว่าเดิมแม่มีนากี่ไร่

**วิธีทำ** สมมติให้ แม่มีที่นาทั้งหมด  $x$  ไร่

โจทย์กำหนดว่า แบ่งที่นาให้คนแรก  $\frac{2}{5}$  ของที่มีอยู่ และคนที่สองได้น้อยกว่าคนแรก 5 ไร่

จะได้ว่า คนแรกได้รับที่นา  $\frac{2}{5}x$  ไร่ และคนที่สองได้รับที่นา  $\frac{2}{5}x - 5$  ไร่

เนื่องจาก หลังจากแบ่งที่นาแล้วแม่ยังเหลือที่นาอีก 15 ไร่

ดังนั้น ที่นาทั้งหมด - (ที่นาที่คนแรกได้รับ + ที่นาที่คนที่สองได้รับ) = 15 ไร่

$$x - \left[ \frac{2}{5}x + \left( \frac{2}{5}x - 5 \right) \right] = 15 \text{ ไร่}$$

$$x - \left( \frac{4}{5}x - 5 \right) = 15 \text{ ไร่}$$

$$\frac{1}{5}x = 10 \text{ ไร่}$$

$$x = 50 \text{ ไร่}$$

ดังนั้น แม่มีที่นาทั้งหมด 50 ไร่

### ตรวจสอบคำตอบ

แนวคำตอบ สมมติให้ แม่มีที่นาทั้งหมด 50 ไร่

โจทย์กำหนดว่า แบ่งที่นาให้คนแรก  $\frac{2}{5}$  ของที่มีอยู่ และคนที่สองได้น้อยกว่าคนแรก 5 ไร่

จะได้ว่า คนแรกได้รับที่นา  $\frac{2}{5} \times 50 = 20$  ไร่ และคนที่สองได้รับที่นา  $20 - 5 = 15$  ไร่

เนื่องจาก หลังจากแบ่งที่นาแล้วแม่ยังเหลือที่นาอีก 15 ไร่

ดังนั้น ที่นาทั้งหมด - (ที่นาที่คนแรกได้รับ + ที่นาที่คนที่สองได้รับ) = 15 ไร่




$$50 - (20 + 15) = 15 \text{ ไร่}$$

$$15 = 15 \text{ ไร่}$$

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ วงล้อ TASC และปัญหาปลายเปิด)	กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)
<p><u>ชั้นที่ 1</u> <u>ชั้นรวบรวม</u></p> <p>1. ผู้สอนสร้างความสนใจผู้เรียนด้วยการยกสถานการณ์ การตัดแบ่งเค้กในงานวันเกิด เช่น ในงานวันเกิดมีเพื่อนมาร่วมงานทั้งหมด 7 คน พร้อมกับมีเค้ก 2 ปอนด์ในการแจกเพื่อนๆ นักเรียนจะมีวิธีการตัดเค้กแจกอย่างไร พร้อมทั้งผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ เช่น ถ้าเพื่อนมางาน 7 คนนักเรียนจะแบ่งเค้กออกเป็น 7 ส่วนโดยให้เค้กทุกส่วนที่แบ่งมีขนาดเท่ากันได้หรือไม่ อย่างไรถ้าจะแบ่งให้มีขนาดเท่ากัน และง่ายที่สุดที่ใกล้เคียง 7 ชิ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็นกี่ชิ้น และแบ่งอย่างไร</p>	<p><u>ชั้นนำ</u></p> <p>1. ผู้สอนสร้างความสนใจผู้เรียนด้วยการยกสถานการณ์ การตัดแบ่งเค้กในงานวันเกิด เช่น ในงานวันเกิดมีเพื่อนมาร่วมงานทั้งหมด 7 คน พร้อมกับมีเค้ก 2 ปอนด์ในการแจกเพื่อนๆ นักเรียนจะมีวิธีการตัดเค้กแจกอย่างไร พร้อมทั้งผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ เช่น ถ้าเพื่อนมางาน 7 คนนักเรียนจะแบ่งเค้กออกเป็น 7 ส่วนโดยให้เค้กทุกส่วนที่แบ่งมีขนาดเท่ากันได้หรือไม่ อย่างไร</p>

กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ วงล้อ TASC และปัญหาปลายเปิด)	กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)
<p>- ถ้าต้องการแจกเค้กให้หมดจะมีบางคนที่ได้มากกว่าคนอื่นจะทราบได้อย่างไรว่าคนที่ได้มากกว่าคนอื่น ได้ไปเท่าไร <b>หมายเหตุ</b> นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนเค้กของ 7 คนรวมกันต้องเท่ากับจำนวนเค้กที่ถูกแบ่งทั้งหมดใน 2 ปอนด์</p> <p>2. ผู้สอนจัดนักเรียนให้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย 4 - 5 คน และแจกแผ่นป้ายพิชซ่าให้กลุ่มละ 12 แผ่น พร้อมกับมอบปัญหาปลายเปิดปัญหาที่ 1 ที่มีลักษณะหลายคำตอบ (ใบกิจกรรมที่ 5 : “น้องแมว 3 ตัว”) และผู้สอนให้นักเรียนพิจารณาปัญหาที่ได้รับ และใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ความรู้ที่จำเป็นที่จะต้องนำมาใช้</p> <p><b>ขั้นที่ 2 ขั้นการระบุ</b></p> <p>1. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาปัญหาในใบกิจกรรมที่ 5 พร้อมทั้งผู้สอนใช้คำถามในการถามตอบกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนระบุวัตถุประสงค์ของปัญหาที่ได้</p> <p><b>ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างแนวทางและตัดสินใจ</b></p> <p>1. ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแนวทางในการหาคำตอบ โดยนำแผ่นป้ายพิชซ่าที่ได้รับมาเป็นสื่อช่วยในการสร้างแนวทาง เพื่อนำไปสู่คำตอบที่หลากหลายของปัญหา <b>หมายเหตุ</b> ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถสร้างแนวทางได้ผู้สอนอาจชี้แนะแนวทางให้กับนักเรียน เช่น <u>การใช้รูปภาพ</u> ใช้แผ่นป้ายพิชซ่าแทนข้อความในปัญหา และนำรูปภาพมาหาความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดให้ เช่น</p>	<p>- ถ้าจะแบ่งออกเป็นส่วนๆ ที่มีขนาดเท่ากัน และง่ายที่สุดที่ใกล้เคียง 7 ชิ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็นกี่ชิ้น และแบ่งอย่างไร</p> <p>- ถ้าต้องการแจกเค้กให้หมดจะมีบางคนที่ได้มากกว่าคนอื่น จะทราบได้อย่างไรว่าคนที่ได้มากกว่าคนอื่นได้ไปเท่าไร</p> <p><b>หมายเหตุ</b> นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนเค้กของ 7 คนรวมกันต้องเท่ากับจำนวนเค้กที่ถูกแบ่งทั้งหมดใน 2 ปอนด์</p> <p><b>ขั้นสอน</b></p> <p>1. ผู้สอนมอบปัญหาปลายเปิดปัญหาที่ 1 ที่มีลักษณะหลายคำตอบ (ใบกิจกรรมที่ 5 : “น้องแมว 3 ตัว”) และผู้สอนให้นักเรียนพิจารณาปัญหาที่ได้รับ พร้อมทั้งใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ และสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ และสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ ต้องการ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งทีปัญหากำหนดให้ คืออะไร</li> <li>- สิ่งทีปัญหาต้องการ คืออะไร</li> </ul> <p>2. ผู้สอนให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ</p> <p><b>หมายเหตุ</b> ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบได้ผู้สอนอาจชี้แนะแนวทางให้กับนักเรียน โดยใช้คำถามชี้มนักเรียน เช่น</p>

กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อ TASC และปัญหาปลายเปิด)	กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)
<p>- แมวดำที่ 2 ได้พิชซ่าคิดเป็น <math>\frac{3}{2}</math> ของแมวดำที่ 1          น่องแมวดำที่ 1 ได้พิชซ่า           น่องแมวดำที่ 1 ได้พิชซ่า           - น่องแมวดำที่ 3 ได้พิชซ่าน้อยชิ้นที่สุด </p> <p>2. หลังจากนักเรียนได้แนวทางอย่างน้อย 1 แนวทางสำหรับแก้ปัญหาแล้วผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างแนวทางอื่นๆ อีก เช่น นักเรียนมีแนวทางอื่นอีกหรือไม่ในการแบ่งพิชซ่าให้กับน่องแมวดำทั้ง 3 ตัวอีกหรือไม่ลองช่วยกันหาแนวทางอื่นๆ ที่มีขั้นตอนที่สะดวก และง่ายในการปฏิบัติเพื่อหาราคาของอุปกรณ์การเรียนแต่ละชนิด</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมปรึกษาเพื่อจัดลำดับความเหมาะสมและใช้เหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนจะช่วยชี้แนะให้นักเรียนพิจารณาในการเลือกใช้แนวทางที่สร้างขึ้น ทั้งในด้านความสะดวกในการลงมือปฏิบัติ แนวทางมีความง่าย</p> <p><b>ขั้นที่ 4 ขั้นตอนการและนำเสนองาน</b></p> <p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้เลือกไว้อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา</p> <p>2. ผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำตอบที่หลากหลาย และเมื่อนักเรียนได้คำตอบของปัญหาปลายเปิดลักษณะหลายคำตอบแล้วนักเรียนจะประเมินงานของตนเอง ซึ่งผู้สอนจะช่วยชี้แนะแนวทางในการประเมินงานให้กับนักเรียน</p>	<p>- น่องแมวดำที่ 1 นักเรียนยังไม่ทราบจำนวนชิ้นของพิชซ่าที่ได้รับใช่หรือไม่</p> <p>- นักเรียนพิจารณาประโยค “น่องแมวดำที่ 2 ได้พิชซ่าคิดเป็น <math>\frac{3}{2}</math> ของน่องแมวดำที่ 1 และน่องแมวดำที่ 3 ได้พิชซ่าน้อยชิ้นที่สุด”</p> <p><b>หมายเหตุ</b> จากประโยคดังกล่าวนักเรียนจะสังเกตเห็นว่าจำนวนพิชซ่าของน่องแมวดำที่ 1 และน่องแมวดำที่ 2 มีความสัมพันธ์กัน</p> <p>- เมื่อนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของจำนวนพิชซ่าของน่องแมวดำทั้ง 3 ตัวนักเรียนจะสามารถใช้ตัวแปรเข้ามาช่วยหาคำตอบได้น่องแมวดำทั้ง 3 ตัวจะได้รับพิชซ่าคนละเท่าไร และใช้ความรู้ของสมบัติการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ</p> <p>7. เมื่อนักเรียนแก้สมการหาคำตอบของปัญหาได้แล้ว ผู้สอนจะให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้ของปัญหา</p>

กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อ TASC และปัญหาปลายเปิด)	กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)
<p>3.1 นักเรียนพิจารณาคำตอบว่ามีความตรงตามวัตถุประสงค์ของปัญหาหรือไม่ เช่น จำนวนพิชซ่าของน้องแมวทั้ง 3 ตัวรวมกันแล้วเป็น 12 ชิ้นหรือไม่</p> <p>3.2 ประเมินขั้นตอนในการลงมือปฏิบัติตามแนวทางเพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา</p> <p>4. ผู้สอนใช้คำถามให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมประเมินงานของกลุ่มตนเอง และปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ผิดพลาดให้มีความเหมาะสม เช่น คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาตรงกับความต้องการของปัญหาหรือไม่ แนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหามีการดำเนินการตามขั้นตอนหรือไม่</p> <p>5. ผู้สอนเดินสำรวจนักเรียนแต่ละกลุ่ม และเลือกกลุ่มที่มีแนวทางการแก้ปัญหา หรือลักษณะคำตอบของปัญหาแตกต่างจากกลุ่มอื่น เพื่อนำเสนองานของกลุ่มตนเอง <b>หมายเหตุ</b> ในการนำเสนอให้นักเรียนใช้แผ่นป้ายพิชซ่าที่ได้รับในการอธิบายให้เพื่อนกลุ่มอื่นเข้าใจ</p> <p>6. ผู้สอนใช้คำถาม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทาง และคำตอบของกลุ่มที่นำเสนอว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมอย่างไร ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เพื่อให้ผลงานออกมาดียิ่งขึ้น<b>หมายเหตุ</b> ในกรณีที่ผู้เรียนทั้งห้องไม่ได้เลือกใช้วิธีสมการในการแก้ปัญหา ผู้สอนจะเสริมวิธีการใช้สมการในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนในห้องเรียน</p>	<p>8. ผู้สอนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ โดยให้นักเรียนพิจารณาว่าคำตอบที่แทนกลับไปยังสมการทำให้สมการเป็นจริงหรือไม่ถ้านักเรียนนำคำตอบที่ได้กลับไปแทนในสมการแล้วสมการเป็นเท็จ ผู้สอนอาจชี้ให้นักเรียนย้อนกลับไปพิจารณาสมการที่เขียนว่าถูกต้องแล้วหรือไม่ หรือพิจารณาสมบัติ การเท่ากันที่นำมาใช้ถูกต้องแล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่ถูกต้อง นักเรียนสามารถแก้ไขคำตอบให้ถูกต้องเพื่อให้สมการเป็นจริง</p> <p><b>หมายเหตุ</b> เนื่องจากปัญหาที่ได้รับมีลักษณะของคำตอบที่หลากหลาย ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างคำตอบอื่นๆ อีก เช่น</p> <p>- นักเรียนคิดว่าพิชซ่าที่แบ่งให้กับน้องแมวทั้ง 3 ตัว มีคำตอบอื่นอีกหรือไม่ นักเรียนสามารถหาได้ไหมว่าคำตอบอื่นที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง</p> <p><b>ขั้นสรุป</b></p> <p>1.ผู้สอสอบมอปัญหาที่ 2 ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาในข้างต้นเพื่อเป็นแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ทำ</p> <p><b>หมายเหตุ</b> ขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาที่ 2 ผู้สอนเดินสำรวจนักเรียนในห้องเรียน และถ้านักเรียนไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัย ผู้สอนจะเป็นผู้ชี้แนะและอธิบายประเด็นต่างๆ ให้กับนักเรียน</p>

กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ วงล้อ TASC และปัญหาปลายเปิด)	กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)
<p><b>ขั้นที่ 5</b> ขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์</p> <p>1. ผู้สอบมอบปัญหาปลายเปิดที่ 2 ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาในข้างต้นเพื่อเป็นแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ทำ <b>หมายเหตุ</b> ขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหานั้น ผู้สอนจะเดินสำรวจนักเรียนในห้องเรียนและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ช่วยกันคิด ปรัชญาหาคำตอบ และถ้านักเรียนไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัย ผู้สอนจะเป็นผู้ชี้แนะ และอธิบายประเด็นต่างๆ หรืออาจจะใช้เป็นประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนในห้องได้ช่วยกันตอบ</p> <p>2. หลังจากนักเรียนแก้ปัญหานั้น เรียบร้อยแล้ว ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้ที่นำมาใช้แนวทางที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นทั้งปัญหาที่ 1 และ 2</p> <p>3. ผู้สอนใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำความรู้ และแนวทางที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริง</p> <p>4. ผู้สอนใช้คำถามให้ผู้เรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น เช่น นักเรียนแบ่งหน้าที่กันอย่างไร อุปสรรคในการทำงานร่วมกันมีอะไรบ้าง และแก้ไขปัญหานั้นอย่างไร</p>	<p>2. หลังจากนักเรียนแก้ปัญหานั้น เรียบร้อยแล้ว ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้ที่นำมาใช้ แนวทางที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นทั้งปัญหาที่ 1 และ 2</p> <p>3. ผู้สอนใช้คำถามให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำความรู้ และแนวทางที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นไปประยุกต์ใช้กับเรื่องต่างๆ ในชีวิตประจำวัน</p>

## 7. สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรมที่ 5 “ น้องแมว 3 ตัว ”
- แบบฝึกหัดที่ 5 “ ที่น่าทั้งหมดเท่าไร ”



## 8. การวัด และประเมินผลการเรียนรู้

ประเมินด้าน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
<b>ความรู้ นักเรียนสามารถ</b>			
1. เขียนสมการในรูปตัวแปรของจำนวนที่เป็นเศษส่วนหรือทศนิยมได้	การทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	- นักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรมที่ 5 และแบบฝึกหัดที่ 5 ได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 80
<b>ทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ</b>			
1. สร้างคำตอบที่หลากหลายที่สอดคล้องกับปัญหาได้	การทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	- นักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรมที่ 5 และแบบฝึกหัดที่ 5 ได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 80
2. อธิบายแนวทางและผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาได้	การทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	
<b>คุณลักษณะอันพึงประสงค์</b>			
1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย	การทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	- นักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรมที่ 5 และแบบฝึกหัดที่ 5 ได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 80
2. นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบ	การทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ 5	

## 9. บันทึกหลังการสอน

## ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา - อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ

(.....)

ผู้สอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY







คำถามที่ 2 ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



คำถามที่ 3 ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

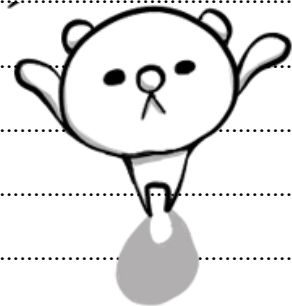
.....

.....

.....

.....

.....



\*\*\*\*\*

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 5  
“ น้องแมว 3 ตัว ”



ให้นักเรียนแบ่งพิซซ่าทั้งหมด 12 ชิ้น ให้กับน้องแมว 3 ตัว ดังนี้

- น้องแมวตัวที่ 2 ได้พิซซ่าคิดเป็น  $\frac{3}{2}$  ของน้องแมวตัวที่ 1
- น้องแมวตัวที่ 3 ได้พิซซ่าน้อยชิ้นที่สุด

ซึ่งพิซซ่าทั้ง 12 ชิ้นจะต้องถูกแบ่งให้หมดพอดีโดยใน 1 ชิ้น

ไม่สามารถแบ่งเป็นชิ้นย่อยๆ ที่มีขนาดแต่ละชิ้นเท่ากันได้อีกและ  
แมวทั้ง 3 ตัวจะต้องได้รับพิซซ่าทุกตัว อยากรทราบว่านักเรียนจะ  
แบ่งพิซซ่าทั้งหมด 12 ชิ้น ให้กับน้องแมวทั้ง 3 ตัวอย่างไร

ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งตอบข้อสงสัยต่อไปนี้

คำถามที่ 1 ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

แนวคำตอบ วิธีทำ สมมติให้ น้องแมวตัวที่ 1 ได้รับพิซซ่าทั้งหมด  $x$  ชิ้น

..... ดังนั้น น้องแมวตัวที่ 2 ได้รับพิซซ่าทั้งหมด  $\frac{3}{2}x$  ชิ้น

เนื่องจาก พิซซ่าทั้ง 12 ชิ้นจะต้องถูกแบ่งให้หมดพอดี และแมวทั้ง 3 ตัวจะได้รับพิซซ่าทุกตัว  
จะได้ว่า จำนวนพิซซ่าของแมวตัวที่ 1 + น้องแมวตัวที่ 2 + น้องแมวตัวที่ 3 = 12 ชิ้น

.....  $x + \frac{3}{2}x + \text{จำนวนพิซซ่าของน้องแมวตัวที่ 3} = 12$  ชิ้น

.....  $x = \frac{2}{5} \times (12 - \text{จำนวนพิซซ่าของแมวตัวที่ 3})$

คำถามที่ 3 ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

แนวคำตอบ เนื่องจากคำตอบของสมการสามตัวนี้ได้หลายคำตอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับกรณีที่  
นักเรียนเลือกพิจารณาดังนั้นการสรุปคำตอบของปัญหาจะมีได้หลายคำตอบ

คำถามที่ 3 ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ

แนวคำตอบ เนื่องจากคำตอบของสมการสามตัวนี้ได้หลายคำตอบซึ่งขึ้นอยู่กับกรณีที่

นักเรียนเลือก พิจารณา ดังนั้นการตรวจสอบคำตอบจะขึ้นอยู่กับกรณีที่นักเรียนเลือกพิจารณา

เฉลย แบบฝึกหัดที่ 5  
“ ที่นาทั้งหมดเท่าไร่ ”



แม่แบ่งที่นาให้ลูกสองคน คนแรกได้รับ  $\frac{2}{5}$  ของที่มีอยู่ คนที่สองได้น้อยกว่าคนแรก 5 ไร่ปรากฏว่าแม่ยังเหลือที่นาอีก 15 ไร่ จงหาว่าเดิมแม่มีนากี่ไร่

ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งตอบข้อสงสัยต่อไปนี้

คำถามที่ 1 ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำ

แนวคำตอบ

1. วิธีการใช้บาร์โมเดล

กำหนดให้ที่นาทั้งหมดคิดเป็น

--	--	--	--	--	--	--	--

จะได้ว่า

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & & & & \\ \hline \end{array} + ( \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & & & & \\ \hline \end{array} - 5 ) + 15 = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & & & & \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & & & & \\ \hline \end{array} + 10 = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & & & & \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & & & & \\ \hline \end{array} = 10$$

ดังนั้น ที่นาทั้งหมด คือ 50 ไร่



## 2. วิธีการสร้างตาราง

ที่นาทั้งหมด (ไร่)	ที่นา (ไร่)		
	คนที่ 1 ( $\frac{2}{5}$ ของที่มีอยู่)	คนที่ 2 (น้อยกว่าคนที่ 1 อยู่ 5 ไร่)	แม่
30	$\frac{2}{5} \times 30 = 12$	$12 - 5 = 7$	11
40	$\frac{2}{5} \times 40 = 16$	$16 - 5 = 11$	14
50	$\frac{2}{5} \times 50 = 20$	$20 - 5 = 15$	15

## 3. วิธีสมการ

วิธีทำ สมมติให้ แม่มีที่นาทั้งหมด  $x$  ไร่

แบ่งที่นาให้คนแรก  $\frac{2}{5}$  ของที่มีอยู่ และคนที่สองได้น้อยกว่าคนแรก 5 ไร่

จะได้ว่า คนแรกได้รับที่นา  $\frac{2}{5}x$  ไร่ และคนที่สองได้รับที่นา  $\frac{2}{5}x - 5$  ไร่

เนื่องจาก หลังจากแบ่งที่นาแล้วแม่ยังเหลือที่นาอีก 15 ไร่

ดังนั้น ที่นาทั้งหมด - (ที่นาที่คนแรกได้รับ + ที่นาที่คนที่สองได้รับ) = 15 ไร่

$$x - \left[ \frac{2}{5}x + \left( \frac{2}{5}x - 5 \right) \right] = 15 \text{ ไร่}$$

$$\frac{1}{5}x = 10 \text{ ไร่}$$

$$x = 50 \text{ ไร่}$$

ดังนั้น แม่มีที่นาทั้งหมด 50 ไร่

**คำถามที่ 2** ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ

แนวคำตอบ สมมติให้ แม่มีที่นาทั้งหมด 50 ไร่

โจทย์กำหนดว่า แบ่งที่นาให้คนแรก  $\frac{2}{5}$  ของที่มีอยู่ และคนที่สองได้น้อยกว่าคนแรก 5 ไร่

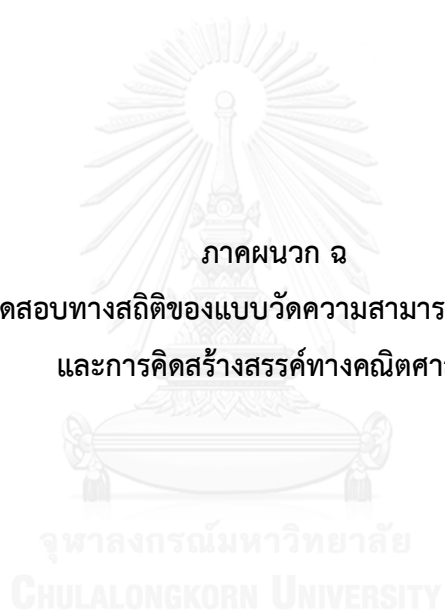
จะได้ว่า คนแรกได้รับที่นา  $\frac{2}{5} \times 50 = 20$  ไร่ และคนที่สองได้รับที่นา  $20 - 5 = 15$  ไร่

เนื่องจาก หลังจากแบ่งที่นาแล้วแม่ยังเหลือที่นาอีก 15 ไร่

ดังนั้น ที่นาทั้งหมด - (ที่นาที่คนแรกได้รับ + ที่นาที่คนที่สองได้รับ) = 15 ไร่

$$50 - (20 + 15) = 15 \text{ ไร่}$$

$$15 = 15 \text{ ไร่}$$



ภาคผนวก ฉ

ผลการทดสอบทางสถิติของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา  
และการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางที่ 14** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนแบบวัดความสามารถตามสถานการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างการกระตุ้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	24.2200	50	4.09225	.57873
Pretest	12.5400	50	4.59907	.65041

Paired Samples Test

	Paired Differences				t	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval of the Difference			
			Lower	Upper		
Posttest - Pretest	11.68000	6.52293	9.82620	13.53380	12.662	.000

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างการสะท้อนในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติ

Group Statistics

group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest Experiment	50	24.2200	4.09225	.57873
Control	48	15.6250	4.05087	.58469

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Posttest	Equal variances assumed	.003	.955	10.445	96	.000	8.59500	.82285	6.96166	10.22834
	Equal variances not assumed			10.448	95.907	.000	8.59500	.82268	6.96198	10.22802

**ตารางที่ 16** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	19.0400	50	5.27203	.74558
Pretest	12.8400	50	3.96083	.56015

**Paired Samples Test**

	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper
Posttest - Pretest	6.20000	7.35957	1.04080	4.10843	8.29157	5.957	.000	

**ตารางที่ 17** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรคทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติ

**Group Statistics**

group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest Experiment	50	19.0400	5.27203	.74558
Control	48	16.3542	4.73776	.68384

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances						t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
Posttest	Equal variances assumed	.334	.564	2.649	96	.009	2.68583	1.01391	.67323	4.69844	
	Equal variances not assumed			2.655	95.591	.009	2.68583	1.01169	.67753	4.69413	

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจตุภรณ์ เอียบสร้างก็ เกิดเมื่อวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2534 อยู่บ้านเลขที่ 329/988 ซอยรามอินทรา 125 ถนนรามอินทรา แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555 และในปีการศึกษา 2556 ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

