



ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

พีระพล โสพิสวัฒน์วงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY
WITH DAPIC ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND
MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT ON FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF
COUNTING OF MATHAYOMSUKSA 6 STUDENTS



PEERAPON SOPITWATTHANAWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN MATHEMATICS TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2024

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ พระพล โสพิศพัฒน์วงศ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต)

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์)

กรรมการ

(ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต)

กรรมการ

(ดร.พรรณทิพา ดันดินัย)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สัญญา ชีระวนิชตระกูล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
บูรพา

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ่มเยี่ยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

62910108: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้, แนวคิด DAPIC, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

พระพล โสพิศวัฒน์วงศ์ : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 . (THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY WITH DAPIC ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT ON FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF COUNTING OF MATHAYOMSUKSA 6 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ผลาดร สุวรรณโพธิ์, วท.ด., อาพันธ์ชนิต เจนจิต, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2567.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสายธรรมจันทร์ จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

62910108: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORDS: LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY, DAPIC, MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY, MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT

PEERAPON SOPITWATTHANAWONG : THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY WITH DAPIC ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT ON FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF COUNTING OF MATHAYOMSUKSA 6 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: PALADORN SUWANNAPHO, Ph.D. APUNCHANIT JENJIT, Ed.D. 2024.

The purposes of this research were to compare the students mathematical problem solving ability and mathematics learning achievement of Mathayomsuksa 6 students after using constructivist theory with DAPIC. The subjects of this study were 35 students in Mathayomsuksa 6 in the second semester of the 2023 academic year at Saithammachan school. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments were; 6 lesson plans, mathematical problem solving ability test and mathematics achievement test. The data were analyzed by mean, standard deviation and t-test for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematical problem solving ability of the students after obtaining constructivist theory with DAPIC was higher than the 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.

2. The mathematics achievement of the students after obtaining constructivist theory with DAPIC was higher than the 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากความอนุเคราะห์ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ผลาคร สุวรรณโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องให้กับผู้วิจัยตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเมตตาเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของอาจารย์ทั้งสองเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.พรณทิพา ดันดินัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ให้ถูกต้องทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมคิด อินเทพ อาจารย์ ดร.คมสัน ศรีไพบูลย์ อาจารย์ ดร.ลัดดาวัลย์ เอี่ยมสมบูรณ์ อาจารย์ ดร.โสภณ บริบูรณ์ และอาจารย์ สาลินี เรืองจู๊ ที่กรุณาสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนสายธรรมจันทร์ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการหาคุณภาพเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อสุรัช คุณแม่ทิพวัลย์ โสพิศวัฒนวงส์ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโทสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ผู้เป็นกัลยาณมิตร ที่ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการี บุรพจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาตามเท่าทุกวันนี้

พีระพล โสพิศวัฒนวงส์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
สมมติฐานของการวิจัย	8
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย	8
ขอบเขตของการวิจัย	9
นิยามศัพท์เฉพาะ	10
กรอบแนวคิดในการวิจัย	15
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
1. ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	18
1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	19
1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	20
1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	20
1.4 คุณภาพผู้เรียน	21

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้	22
2.1 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้	22
2.2 ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้	24
2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้	25
2.4 บทบาทของผู้สอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้	36
3. แนวคิด DAPIC	38
3.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC	38
3.2 หลักการของแนวคิด DAPIC	43
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC	49
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	52
5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์	52
5.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์	53
5.3 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	55
5.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	57
5.5 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	61
5.6 แนวทางในการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	64
5.7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	65
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	75
6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	75
6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	78
6.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	79
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	83
7.1 งานวิจัยในประเทศ	83
7.2 งานวิจัยต่างประเทศ	86

บทที่ 3 วิธีดำเนินการดำเนินการวิจัย.....	88
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	88
การสร้างเครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	89
การเก็บรวบรวมข้อมูล	105
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	106
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	107
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	111
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	111
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	112
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	134
สรุปผลการวิจัย	135
อภิปรายผล.....	135
ข้อเสนอแนะ.....	143
บรรณานุกรม	146
ภาคผนวก	153
ภาคผนวก ก	154
ภาคผนวก ข	163
ภาคผนวก ค	234
ภาคผนวก ง.....	252
ประวัติย่อของผู้วิจัย	254

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	20
ตารางที่ 2	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้	31
ตารางที่ 3	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC	46
ตารางที่ 4	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับแนวคิด DAPIC	51
ตารางที่ 5	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของ สสวท	66
ตารางที่ 6	รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพยา	68
ตารางที่ 7	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ สสวท.	68
ตารางที่ 8	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ เวชฤทธิ์ อังกะภักดิ์ทรจกร	70
ตารางที่ 9	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของนพพร แหยมแสง	71
ตารางที่ 10	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของผู้วิจัย	72
ตารางที่ 11	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้	90
ตารางที่ 12	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	96
ตารางที่ 13	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	98
ตารางที่ 14	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ	101
ตารางที่ 15	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	112

ตารางที่ 16 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Define.....	113
ตารางที่ 17 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Assess.....	116
ตารางที่ 18 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Plan	120
ตารางที่ 19 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Implement	124
ตารางที่ 20 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Communicate	127
ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน	130
ตารางที่ 22 ระดับคะแนนของนักเรียนจำแนกตามพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Wilson	131
ตารางที่ 23 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1	235
ตารางที่ 24 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2	236
ตารางที่ 25 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3	237
ตารางที่ 26 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4	238
ตารางที่ 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5	239
ตารางที่ 28 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6	240
ตารางที่ 29 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี การสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น	241
ตารางที่ 30 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น	242
ตารางที่ 31 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น	243
ตารางที่ 32 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น	245
ตารางที่ 33 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น	246
ตารางที่ 34 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	248

ตารางที่ 35 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	250
--	-----



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	16
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC (Meier et al., p.236)	45
ภาพที่ 3 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Define	114
ภาพที่ 4 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Define	115
ภาพที่ 5 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Assess	117
ภาพที่ 6 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Assess	118
ภาพที่ 7 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Assess	119
ภาพที่ 8 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Plan	121
ภาพที่ 9 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Plan	122
ภาพที่ 10 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Plan	123
ภาพที่ 11 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Implement	125
ภาพที่ 12 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Implement	126
ภาพที่ 13 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Communicate	128
ภาพที่ 14 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Communicate	128
ภาพที่ 15 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Communicate	129
ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	253
ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	253

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คุณภาพของคนเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ซึ่งการพัฒนาประเทศไทยในปัจจุบันอยู่ในช่วงเวลาของการปฏิรูปประเทศเพื่อแก้ปัญหาพื้นฐานหลายด้าน ท่ามกลางสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว และเชื่อมโยงกันใกล้ชิดมากขึ้น การแข่งขันด้านเศรษฐกิจจะเข้มข้นมากขึ้น สังคมโลกจะมีความเชื่อมโยงใกล้ชิดกันมากขึ้นเป็นสภาพไร้พรมแดน การพัฒนาเทคโนโลยีจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและจะกระทบชีวิตความเป็นอยู่ในสังคมอย่างมาก ท่ามกลางการแข่งขันในโลกที่รุนแรงนี้เอง การพัฒนาประเทศไทยไปสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว มีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนในระยะยาวได้นั้นประเทศต้องเร่งพัฒนาปัจจัยพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์ในทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาทุนมนุษย์จากการยกระดับคุณภาพการศึกษา การเรียนรู้ การพัฒนาทักษะ ดังจะเห็นได้จากหลักการสำคัญของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) ข้อที่สองคือ ยึดคนเป็นศูนย์กลางการพัฒนาโดยมุ่งสร้างคุณภาพชีวิตและสุขภาวะที่ดีสำหรับคนไทย พัฒนาคนให้มีความเป็นคนที่สมบูรณ์ มีวินัย ใฝ่รู้ มีความรู้ มีทักษะ มีความคิดสร้างสรรค์ มีทัศนคติที่ดี รับผิดชอบต่อสังคม มีจริยธรรม และคุณธรรม ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่กำหนดให้การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และการจัดการศึกษาต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 11)

กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ใน พ.ศ.2560 ตามกรอบและทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2560 – 2579 เพื่อส่งเสริมและวางรากฐานความรู้ที่สำคัญในการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ ความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ตลอดจนการประยุกต์ใช้ความรู้ ความสามารถ ทักษะกระบวนการในการดำรงชีวิตและการสร้างนวัตกรรมที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุว่าคณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1) รวมถึง ยุพิน พิพิธกุล (2545, หน้า 1-2) ที่กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญ เพราะคณิตศาสตร์ช่วยให้คนเป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ ตลอดจนพยายามคิดสิ่งแปลกใหม่และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาศักยภาพของบุคคล ช่วยให้เป็นคนมีเหตุผล คิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีระบบ รู้จักวางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย และมีความสามารถในการแก้ปัญหา (สิริพร ทิพย์คง, 2547, หน้า 7) และคณิตศาสตร์ยังเป็นศาสตร์ที่สำคัญในการพัฒนาความคิด ทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบและเหมาะสม (นฤชล ศรีมหาพรหม, 2549) อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3)

การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงได้ให้ความสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ดังจะเห็นได้จากปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีการนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะในศตวรรษที่ 21 อีกทั้งทักษะการแก้ปัญหาก็เป็นทักษะ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการปรับใช้ในชีวิตประจำวันและต่อยอดไปสู่ทักษะกระบวนการอื่น ๆ ดังที่ Fisher (1987) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการดำเนินชีวิตในแต่ละวันส่งเสริมความสามารถในระดับต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การประสบความสำเร็จในชีวิตเป็นทักษะที่ส่งผลต่อทักษะอื่น ๆ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสังเกต การออกแบบ การตัดสินใจ การระดมสมอง และเป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ ดังนั้นการแก้ปัญหาก็เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นในชีวิตประจำวัน รวมถึงสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher Mathematics. [NCTM], 2010, p. 4) ได้ระบุว่าการแก้ปัญหามีบทบาทที่สำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนควรมีโอกาสฝึกฝนการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและสะท้อนความคิดในกระบวนการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย เพื่อให้สามารถปรับใช้ยุทธวิธีที่พัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาในบริบทอื่น ๆ ซึ่งการแก้ปัญหามathematics จะช่วยให้นักเรียนรู้จักการคิด ฝึกฝนให้มีความเพียร อยากรู้อยากเห็น และมีความมั่นใจในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยทำให้นักเรียนกล้าเผชิญปัญหานอกห้องเรียนได้ดี ดังนั้นการแก้ปัญหาก็เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หนึ่งที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะจะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2551, หน้า 1)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2562 ถึงปีการศึกษา 2565 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.41 26.04 21.28 และ 21.61 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 50 และหากพิจารณาผลการทดสอบดังกล่าวในวิชาคณิตศาสตร์ ตามสาระในปีการศึกษา 2562 จะพบว่าในสาระการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำสุดในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 17.08 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนสายธรรมจันทร์ จังหวัดราชบุรี ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 ถึงปีการศึกษา 2565 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.76 26.74 23.66 และ 30.35 ตามลำดับ ถึงแม้ว่าคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวในปีการศึกษาล่าสุดจะมีแนวโน้มที่ดีขึ้นก็ตาม แต่ยังคงต่ำกว่าเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 50 และหากพิจารณาผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนสายธรรมจันทร์ ในวิชาคณิตศาสตร์แยกตามสาระจะพบว่าในสาระการวิเคราะห์ข้อมูลและ

ความน่าจะเป็น มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสาระอื่น ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นสาระการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นจึงเป็นสาระในวิชาคณิตศาสตร์ที่ควรเร่งพัฒนา เนื่องจากเป็นสาระที่ผู้เรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสาระอื่น ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566) และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาขธรรมจันทร์ จังหวัดราชบุรี พบว่าเรื่องหลักการนับเบื้องต้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในสาระการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น เป็นเนื้อหาที่นักเรียนประสบปัญหาในการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ไม่มีสูตรที่ตายตัวในการหาคำตอบ ซึ่งเรื่องหลักการนับเบื้องต้นนี้ประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อย คือ หลักการบวก หลักการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นทั้งกรณีที่ตั้งของไม่แตกต่างกันทั้งหมดและกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด การจัดหมู่ทั้งกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด ส่งผลให้นักเรียนมีปัญหาในการตีความโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง หลักการนับเบื้องต้นว่าจะใช้ความรู้เรื่องใดมาใช้แก้ปัญหาจึงทำให้ เมื่อมีโจทย์ที่ไม่เคยฝึกทำมาก่อนในชั้นเรียน หรือโจทย์ที่มีการประยุกต์พลิกแพลงสถานการณ์ นักเรียนจะไม่สามารถหาคำตอบได้ โดยนักเรียนมักจะเกิดความสับสนว่า โจทย์ข้อนั้น ๆ ควรใช้ หลักการบวก หลักการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น หรือการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการที่นักเรียนไม่สามารถจับใจความสำคัญของโจทย์ในเรื่อง หลักการนับเบื้องต้นได้ครบถ้วนว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์กำหนดเงื่อนไขอย่างไร และ โจทย์ต้องการถามหาสิ่งใด ทั้งนี้เพราะส่วนใหญ่โจทย์เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มักมาในรูปแบบข้อความ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ตีความโจทย์ไม่ได้ และนักเรียนเมื่อพบโจทย์เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่มาในลักษณะข้อความยาว ๆ ก็มักจะเริ่มต้นกระบวนการคิดแก้ปัญหาไม่ถูก โดยนักเรียนไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นอย่างไรในการแก้ไขปัญหานั้น ๆ ทั้งนี้เกิดจากนักเรียนขาดประสบการณ์ในการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั่นเอง รวมถึงนักเรียนยังขาดการมีปฏิสัมพันธ์กันในห้องเรียน ดังจะเห็นได้จากในกรณีที่เมื่อนักเรียนพบเจอโจทย์ที่ไม่เคยฝึกทำมาก่อนในชั้นเรียน หรือโจทย์ที่มีการประยุกต์พลิกแพลงสถานการณ์ นักเรียนจะพยายามมุงแก้โจทย์นั้นด้วยตนเองตามลำพัง โดยไม่ปรึกษาหรือระดมสมองกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนเพื่อแก้โจทย์ปัญหานั้น เป็นต้น รวมถึงเนื้อหาเรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มีเนื้อหาค่อนข้างมากและประกอบกับโจทย์ เรื่องหลักการนับเบื้องต้น นั้นมีหลากหลายซึ่งเวลาในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมีจำกัด ครูผู้สอนจึงไม่อาจจะเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนมากนักเพราะข้อจำกัดเรื่องเวลา โดยครูมุ่งเน้นไปที่การสอนเนื้อหาและการยกตัวอย่างโจทย์ที่หลากหลายแทน นอกจากนี้เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ยังเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการนำความรู้ไปต่อยอดในการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น ถ้าหากนักเรียนประสบปัญหาในการเรียนรู้เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ย่อมส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น

อย่างแน่นนอน (สาลีณี เรืองชัย; สัมภาษณ์, 8 กรกฎาคม 2565) ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 13) ที่กล่าวว่า นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูก้มุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาและการทำงานตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่ครูยกตัวอย่างหรือทำให้ดู ทำให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่มากพอที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรจะเป็น โดยศึกษาจากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า สาเหตุประการแรก เนื่องมาจากเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรมบางขั้นตอนยากที่จะอธิบายให้เข้าใจได้ นักเรียนจึงใช้วิธีการจำมากกว่าการทำความเข้าใจ และครูบางส่วนสอนโดยมุ่งเน้นที่เทคนิค เน้นความจำในเรื่องสูตร บทนิยาม และ วิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยสอนให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการเน้นอนวิธีเดียว และมักจะให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาโดยนำเอาสูตรและบทนิยามที่ท่องจำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งลักษณะของโจทย์ปัญหาเป็นการฝึกใช้สูตรและฝึกทำตามขั้นตอนที่ครูสอนไว้มากกว่าการฝึกกระบวนการคิดและแก้ปัญหา ทำให้การสอนขาดประสิทธิภาพ (สสวท., 2555 ก, หน้า 124-125) สาเหตุอีกประการหนึ่งคือ นักเรียนไม่มีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำงานไม่เป็นระบบ และไม่รู้จักรวางแผนการทำงาน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนควรเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือกระทำ ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม (อรนุช ลิมตศิริ, 2556, หน้า 113) ครูผู้สอนต้องลดบทบาทจากการเป็นผู้แสดงตัวอย่างให้นักเรียนดูแล้วให้นักเรียนทำตาม เป็นการจัดให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการแก้ปัญหา มีความกระตือรือร้น สนใจใฝ่เรียนรู้ โดยมีครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำให้นักเรียนได้คิดเอง ลงมือแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อันจะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น พบว่าทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นทฤษฎีที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน ทฤษฎีนี้เน้นว่าความรู้เป็นสิ่งที่ถูกเราสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ใช้ความรู้ และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน และแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยผู้สอนคอยอำนวยความสะดวก

ความสะดวกให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และใคร่ตรงสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 6) การจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้มีลักษณะเด่น คือ การให้ความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและความสำคัญของความรู้เดิม โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, หน้า 1) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 เนื่องจากเป็นทฤษฎีการสร้างความรู้ที่เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ และจากการทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ พัชรีย์ กาทำมา (2558) พบว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น เมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ รวมถึงงานวิจัยของ ธราทิตย์ เกตุหอม (2559) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ จิตภา ลูกเงาะ (2560) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ถึงแม้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ จะมีความเหมาะสมในการนำมาจัดการเรียนการสอนให้แก่ นักเรียน แต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ยังขาดการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน นักเรียนส่วนมากเมื่อพบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มาในลักษณะข้อความยาวๆ ก็มักจะเริ่มต้นกระบวนการคิดแก้ปัญหาไม่ถูก โดยนักเรียนไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นอย่างไรในการแก้ไขปัญหานั้น ๆ ทั้งนี้เกิดจากนักเรียนขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั่นเอง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ พบว่าแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่คิดค้นโดยทีมออกแบบหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The integrated mathematics and science technology: IMAST) มีความเหมาะสมในการนำมาใช้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันแนวคิด DAPIC มี 5 ขั้นตอน คือ 1) Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา 2) Assess เป็นการระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา 3) Plan เป็นการวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา 4) Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบที่ถูกต้อง และ 5) Communicate เป็นการนำผลจากการ

ดำเนินการ มาสรุปและนำเสนอต่อผู้อื่นซึ่งอาจจะเป็นการเขียนรายงานหรือพูดนำเสนอ ซึ่งจุดเด่นของแนวคิด DAPIC คือ เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน โดยในการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ ผู้แก้ปัญหาสามารถเริ่มจากขั้นใดก่อนก็ได้ สามารถข้ามขั้นหรือใช้ขั้นนั้นซ้ำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ มักจะแสดงให้เห็นว่าพวกเขามักจะใช้วิธีการที่ไม่เป็นเชิงเส้น แม้ว่าผู้เรียนบางคนอาจเลือกที่จะแก้ปัญหาโดยจะผ่านขั้นตอนแบบเชิงเส้น ผู้แก้ปัญหาอาจพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มต้นจากขั้นใด และจะใช้ขั้นใดบ้าง ด้วยความยืดหยุ่นดังกล่าว กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา (อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 42; Center for Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC นั้นมีความเป็นพลวัต ที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด การวางแผนทำงานอย่างเป็นระบบของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรชัย วงศ์จันเสื่อ (2555) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ วรกมล บุญรักษา (2561) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับแนวคิด DAPIC มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นเทคนิคที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับทุกเนื้อหาโดยผู้วิจัยได้สอดแทรกแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีความยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน มีความเป็นพลวัต และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในการจัดการเรียนรู้เพราะผู้ที่มีความทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักมีประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ (อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 39) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี

การสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC จึงมีความเหมาะสมในการใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อที่จะศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อยกระดับและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนปกติ โรงเรียนสาขธรรมจันทร์ ตำบลท่านัด อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 8 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละระดับความสามารถทางวิชาการของนักเรียน รวมมีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 235 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนปกติ โรงเรียนสาขธรรมจันทร์ ตำบลท่านัด อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ซึ่งนักเรียนทุกห้องเรียนมีผลการเรียนใกล้เคียงกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนของแต่ละห้องแบบคละความสามารถ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้นจำนวน 10 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC จำนวน 2 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สารการเรียนรู้พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วย

- หลักการบวก	จำนวน 1 คาบ
- หลักการคูณ	จำนวน 1 คาบ
- การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรง สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	จำนวน 2 คาบ
- การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรง สำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด	จำนวน 2 คาบ
- การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่งนำมาจัดครั้งละ r สิ่ง	จำนวน 2 คาบ
- การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	จำนวน 2 คาบ
	รวม 10 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ หมายถึง กระบวนการสร้างความรู้โดยตัวนักเรียนเอง โดยอาศัยองค์ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ เปรียบเหมือนการต่อยอดจากความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ซึ่งการสร้างรู้นั้นเกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นทบทวนความรู้เดิมและครูนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยให้

นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูล แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม โดยครูตั้งคำถามหรือใช้กิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้อธิบายผ่านการพูด หรือเขียน เพื่อเป็นการตรวจสอบถึงความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ของนักเรียน

1.2 ขั้นแสวงหาคำตอบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกัน โดยนักเรียนวางแผนปฏิบัติและค้นหาคำตอบของตนเองเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา โดยการทดลอง การสืบเสาะ การสังเกต การสำรวจ การอภิปราย และการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นนำเสนอแนวคิดของตนเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน และรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน

1.2.2 การสร้างความรู้ใหม่ นักเรียนนำความคิดจากการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันมาสร้างเป็นความรู้ใหม่

1.2.3 การประเมินความคิดใหม่ นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายความรู้ใหม่ที่ได้สร้างขึ้น โดยนักเรียนในชั้นเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ใหม่ร่วมกัน

1.3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งสถานการณ์ที่คุ้นเคยและสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย โดยครูอาจตั้งโจทย์คำถามใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้มาใช้ในการสถานการณ์นั้น ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.4 ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความรู้เดิมก่อนเรียนกับหลังสิ้นสุดการเรียนของนักเรียนว่า เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ผ่านการถามตอบ หรือการเขียนการอภิปราย ในชั้นเรียน เป็นต้น

2. แนวคิด DAPIC หมายถึง แนวคิดการแก้ปัญหาที่พัฒนาโดยทีมงานออกแบบหลักสูตรบูรณาการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IMAST) แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

2.1 Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

2.2 Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนางานแผนแก้ปัญหา

2.3 Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นตอน หาทางเลือกในการแก้ปัญหา หาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2.4 Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้น

2.5 Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้อยู่ร่วมกับแนวคิด DAPIC หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำแนวคิด DAPIC มาสอดคล้องอยู่ในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ คือ

3.1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นทบทวนความรู้เดิมโดย ครูนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยให้นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูล แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม โดยครูตั้งคำถามหรือใช้กิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้อธิบายผ่านการพูด หรือเขียน เพื่อเป็นการตรวจสอบถึงความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ของนักเรียน

3.2 ขั้นแสวงหาคำตอบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกัน โดยนักเรียนวางแผนปฏิบัติและค้นหาคำตอบของตนเองเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา โดยการทดลอง การสืบเสาะ การสังเกต การสำรวจ การอภิปราย และการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นนำเสนอแนวคิดของตนเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน และรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน

3.2.2 การสร้างความรู้ใหม่ นักเรียนนำความคิดจากการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันมาสร้างเป็นความรู้ใหม่

3.2.3 การประเมินความคิดใหม่ นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายความรู้ใหม่ที่ได้สร้างขึ้น โดยนักเรียนในชั้นเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ใหม่ร่วมกัน

3.3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งสถานการณ์ที่คุ้นเคยและสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย โดยครูอาจตั้งโจทย์คำถามใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้มาใช้ในการสถานการณ์นั้น ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยให้นักเรียนใช้แนวคิด DAPIC ในการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งแนวคิด DAPIC มีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

3.3.2 Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนแก้ปัญหา

3.3.3 Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน
หาทางเลือกในการแก้ปัญหา หาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

3.3.4 Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับแผน
ให้ดีขึ้น

3.3.5 Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอ
ให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

3.4 ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความรู้เดิมก่อนเรียนกับหลัง
สิ้นสุดการเรียนรู้ของนักเรียนว่า เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ผ่านการถามตอบ หรือการเขียน การ
อภิปรายในชั้นเรียน เป็นต้น

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการหา
คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือ
กระบวนการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อทำความเข้าใจปัญหา หาแนวทางที่จะใช้
แก้ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา และลงมือปฏิบัติจนให้ได้มาซึ่งคำตอบ ตลอดจนสามารถเขียนหรือพูด
สรุปผลของคำตอบได้ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งวัดได้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหของแนวคิด DAPIC ดังนี้

4.1 Define เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุนิยามที่จะแก้
ให้ชัดเจน ซึ่งวัดได้จากการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง

4.2 Assess เป็นความสามารถในการระบุแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะ
พัฒนาวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งวัดได้จากการบอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
และครบถ้วน

4.3 Plan เป็นความสามารถในการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน
หาทางเลือกในการแก้ปัญหา หาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ซึ่งวัดได้จากการวางแผนแก้ปัญหา
เป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง

4.4 Implement เป็นความสามารถในการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งวัดได้จากการ
ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับ
ขั้นตอนได้อย่างชัดเจน

4.5 Communicate เป็นความสามารถในการนำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้
มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร โดยวัดได้
จากการเขียนสรุปคำตอบถูกต้องครบถ้วน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถทางสติปัญญาที่ได้รับจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Wilson ได้แก่

5.1 ความรู้ ความจำ เป็นระดับที่วัดความสามารถเกี่ยวกับทักษะในการคิด คำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว

5.2 ความเข้าใจ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนการตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

5.3 การนำไปใช้ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้อยู่แล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว

5.4 การวิเคราะห์ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อนแต่ต้องอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา

6. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

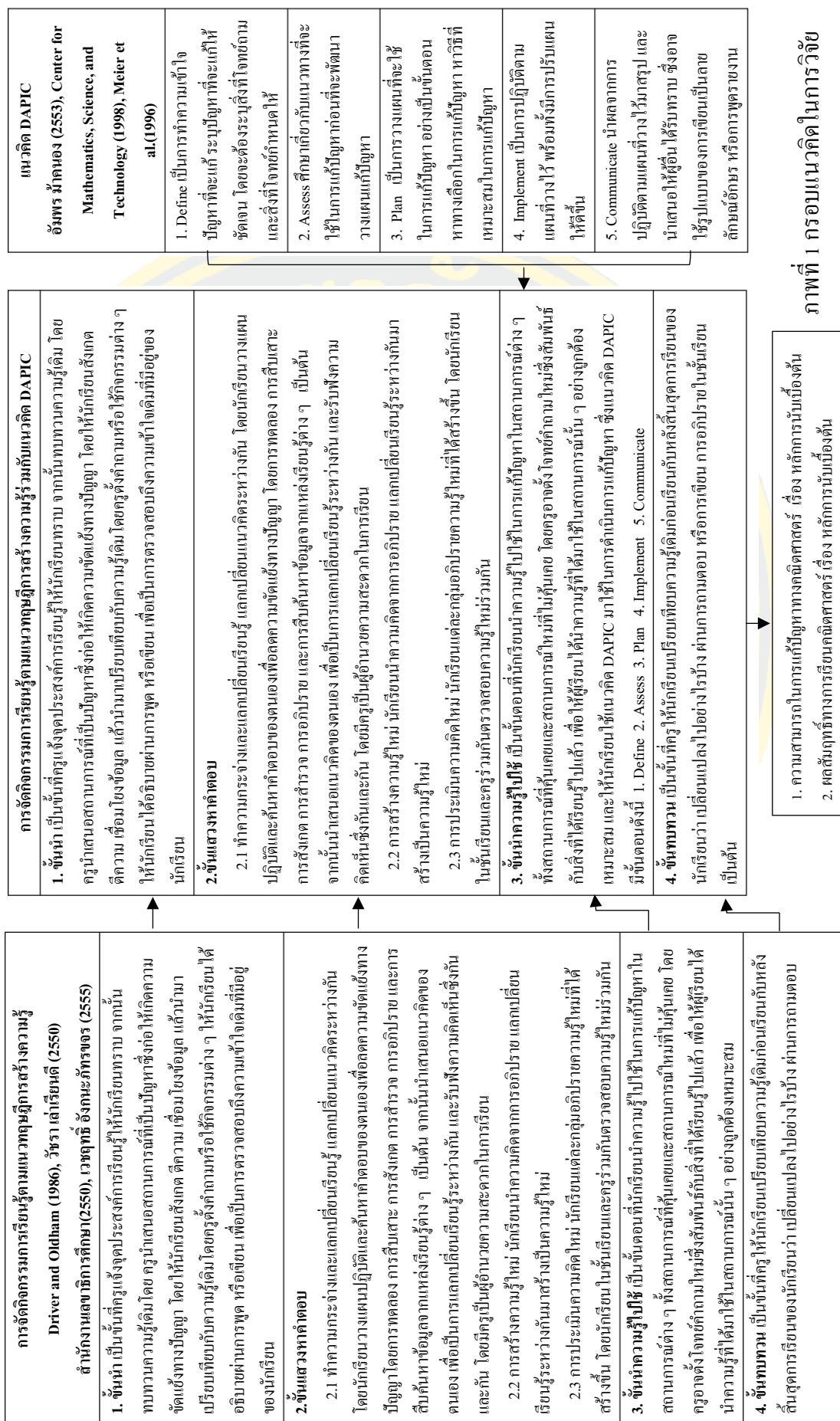
7. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อประเมินความรู้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

8. เกณฑ์ หมายถึง การตัดสินผลความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้กำหนดเกณฑ์การผ่าน คือ ร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยเทียบกับเกณฑ์ ที่กำหนดในแนวปฏิบัติกรวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แสดงได้ดังภาพที่ 1





ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.4 คุณภาพผู้เรียน

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

2.1 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้

2.2 ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้

2.3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

2.4 บทบาทของผู้สอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

3. แนวคิด DAPIC

3.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

3.1.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

3.1.2 การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

3.1.3 วงจรแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท

3.2 หลักการของแนวคิด DAPI

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.3 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.5 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.6 แนวทางในการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.7 เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 56) ซึ่งหลักสูตรการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันจัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น ดังมีรายละเอียดดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการและอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สาระและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ทั้งหมด 3 สาระ และ 7 มาตรฐาน ซึ่งเนื้อหาเรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยนำมาใช้

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งในสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นและนำไปใช้

1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ในสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา และมาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นและนำไปใช้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งอยู่ในสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นและนำไปใช้ ซึ่งมีตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังตารางที่ 1 (สำนักวิชาการมาตรฐานการศึกษา, 2560, หน้า 2 - 30)

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	1.เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณการเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา	หลักการนับเบื้องต้น - หลักการบวกและการคูณ - การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด - การจัดหมู่กรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด

สำหรับโรงเรียนสาขธรรมจันทรนั้นได้จัดเนื้อหา เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ไว้ในการเรียน การสอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสะดวกของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ รูป ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิด ใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการ พัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการ ที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสะดวกของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

1.4 คุณภาพผู้เรียน

เมื่อนักเรียนจบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนควรจะสามารถ ดังนี้

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร และ สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2. เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

3. นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง พังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

4. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปล ความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ หรือเรียกชื่อแตกต่างกันออกไป ได้แก่ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory) หรือ การสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง หรือ สรรสร้างความรู้นิยม แต่ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะขอใช้คำว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้

2.1 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้

แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ มีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือ ทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ และวิกิออสกี ทฤษฎีการสร้างความรู้จึงแบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎี คือ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553, หน้า 210) 1. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) 2. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivism) ดังนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่านักเรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญา หรือความรู้ใหม่

เพียเจต์ (อ้างอิงจาก อมลวรรณ วีระธรรมโม, 2548, หน้า 11-12) เชื่อว่าเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใดหรือประสบการณ์ใด บุคคลจะทำความเข้าใจกับสิ่งนั้นหรือประสบการณ์นั้น โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาดูดซึมหรือปรับเปลี่ยน ให้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมีความสมเหตุสมผลมากขึ้น ซึ่งแนวคิดที่เป็นหลักสำคัญของการเรียนการสอนแบบการสร้างความรู้ ดังต่อไปนี้

การเรียนรู้ คือ การค้นหาความหมาย ดังนั้นการเรียนรู้จึงต้องเริ่มต้นจากประเด็นปัญหา รอบ ๆ ตัวนักเรียนที่นักเรียนสัมผัสอยู่ มีปฏิสัมพันธ์อยู่และพยายามสร้างความหมายของสิ่งเหล่านั้น

การค้นหาทำความเข้าใจในความหมายรอบ ๆ ตัว ต้องเข้าใจในลักษณะแบบองค์รวม เป็นสหวิทยาการ เพราะในสภาพการณ์ที่เป็นจริงเมื่อนุชนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมนุษย์ จะมองสภาพแวดล้อมนั้นในหลายแง่มุมทั้งในแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับตนเอง บุคคลอื่น สังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์ และแง่มุมอื่น ๆ นั่นคือในสภาพการณ์ที่เป็นจริง นักเรียนจะเกี่ยวข้องกับความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ พร้อม ๆ กัน มองเป็นภาพรวม ดังนั้น กระบวนการเรียนรู้จึงต้องเน้นความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอด (Concept) มิใช่ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง (Fact)

การสอนให้เกิดองค์รวมความรู้ที่ดี ครูผู้สอนต้องเข้าใจว่าผู้เรียนมีรูปแบบของการเรียนรู้ และการทำความเข้าใจในสภาพการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตลักษณะใด และหาวิธีที่จะให้ผู้เรียนได้ใช้รูปแบบเหล่านั้นในการเรียนรู้

ความรู้พัฒนาจากการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มในสภาพการณ์ที่เป็นจริง มนุษย์อยู่ร่วมกันเป็นสังคม มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งในการคิดและการกระทำ ดังนั้นเมื่อมนุษย์แต่ละคนสร้างความรู้ขึ้นมาจากการมีประสบการณ์กับสภาพแวดล้อม ความรู้ของมนุษย์แต่ละคน และความสามารถในการแปลความหมายของประสบการณ์นั้นแตกต่างกัน แต่มนุษย์ได้แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจ ในตนเองและผู้อื่น นำความเหมือนและความต่างมาปรับเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจเดิมของตนให้สมเหตุสมผลมากขึ้น จัดความขัดแย้งและทำให้เกิดความสมดุล

เป้าหมายของการเรียนรู้ คือ การที่มนุษย์สร้างความหมายของความรู้ด้วยตนเอง มิใช่การรับรู้คำตอบที่ถูกต้องที่มาจากผู้อื่นค้นหาความหมายมาให้ การเรียนรู้ต้องมาจากการบูรณาการความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ และการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มในสภาพการณ์ที่เป็นจริง หรือประสบการณ์จริงที่มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ด้วย ทั้งนี้เพื่อจะได้ตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาว่าความรู้ใดที่มีคุณค่าต่อการเรียนรู้นั้นจะมีคุณค่าอย่างแท้จริง และผู้เรียนจะจำได้นาน

2. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivism) เป็นทฤษฎีที่การเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของ วิกัตสกี ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญที่ว่า ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา ซึ่งถือว่านักเรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมหรืองานในภาวะสังคม (Social context) โดยที่ วิกัตสกี ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมากโดยได้อธิบายว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วก็ยังมียังสิ่งแวดล้อมทางสังคมนั้นก็คือ วัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล และวิกัตสกี มีความเชื่อว่า การให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็กที่อยู่ในลักษณะของ “Assisted learning” หรือ “Scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้ (ทิสนา เขมมณี, 2555, หน้า 90-91)

จากศึกษาแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ สรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ และวิกัตสกี ซึ่งทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) และทฤษฎีพัฒนาการของวิกัตสกี คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivism) ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวล้วนมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

2.2 ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

Martin (1994, p. 44) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เน้นทางความคิด อันเกิดจากการผสมผสานความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยตัวนักเรียนเอง และเชื่อว่าสิ่งสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ ตัวนักเรียนควรจะสร้างความคิดด้วยตนเองเพื่อเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

Kenneth (1996, p. 131) ได้ให้ความหมายทฤษฎีการสร้างความรู้ ว่าเป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เป็นการสร้างมโนทัศน์ความรู้ในข้อมูลใหม่ของแต่ละบุคคลโดยการเชื่อมโยงก่อนจะได้มาซึ่งความเข้าใจ

Fosnot (1996, p. 6) ให้ความหมายของแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไรและได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่า เป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาไม่เป็นปรนัยและถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่และสร้างโมเดลของความจริง โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม และเป็นการประนีประนอม ความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม และผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

Troutman and Lichtenberg (1998, p. 25) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าเป็นการค้นหาคำตอบให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ เข้าไปในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม พิสูจน์ความเป็นจริงจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสรุปเอง โดยสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบบทสรุป ของตนเองกับของผู้อื่นเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 6) อธิบายแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสร้างของนักเรียนโดยใช้ประสบการณ์ที่ตนมีอยู่และมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากกว่าที่จะเป็นสิ่งที่ได้มาจากการจดจำสิ่งที่ถูกถ่ายทอดมา ตามทฤษฎีนี้ นักเรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการคิด ไตร่ตรอง สืบสวน และอภิปรายความคิดของตนเองร่วมกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่ช่วยเหลือให้นักเรียนตรวจสอบความคิดของตนเอง ช่วยกระตุ้นนักเรียนให้นักเรียนใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่มาช่วยในการสร้างความรู้

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550, หน้า 66) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนปัญญาของนักเรียนได้ แต่สามารถช่วยนักเรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อสร้างความรู้ใหม่ที่มีความหมายต่อนักเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551, หน้า 48) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษา คิด ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากใบความรู้ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วโดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยเหลือ มีการตรวจสอบความรู้ใหม่ ซึ่งสามารถทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเอง ระหว่างกลุ่ม หรือผู้สอนช่วยตรวจสอบความรู้ใหม่

เวชฤทธิ์ อังกะนัฏทธรจ (2555, หน้า 66) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวนักเรียน เชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ทฤษฎีสร้างการความรู้ หมายถึง กระบวนการสร้างความรู้ โดยตัวนักเรียนเอง โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ เปรียบเหมือนการต่อยอดจากความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ซึ่งการสร้างความรู้ขึ้นเกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อม โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้หลากหลาย ดังนี้

Driver & Oldham (1986 cited in Matthews, 1994, p. 143) เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้รับรู้ถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียน และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้

2. ขั้บพบทวนควมรู้เดิม เป็นขั้บที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงควมรู้ ควมเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำล้งจะเรียนรู้

3. ขั้บปรับเปลี่ยนแนวควมคิด

3.1 ทำควมกระจ้ง และแลกเปลี่นควมรู้ ควมคิดระหว้งกัน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะการคิด เมื่อนักเรียนได้พิจารณาควมแตกต่างและควมขัดแย้งระหว้งควมคิดของตนเองกับคนอื่น ผู้สอนจะมีหน้าที่อำนยควมสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้นักเรียนคิด นักเรียนพิจารณาควมแตกต่างและควมขัดแย้งระหว้งควมคิดของตนเองกับผู้อื่น

3.2 การสร้งควมคิดใหม่ จากการอภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะเห็นแนวทาง หรือวิธีการที่หลากหลายทำให้นักเรียนสามารถกำหนดควมคิดใหม่หรือควมรู้ใหม่ขั้บได้

3.3 ประเมินควมคิดใหม่ เป็นขั้บที่นักเรียนนำควมคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดไตร่ตรองอย่างลึกซึ้ง

4. ขั้บนำควมคิดไปใช้ เป็นขั้บที่นักเรียนนำควมคิดใหม่ไปใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5 ขั้บพบทวน เป็นขั้บที่นักเรียนพบทวนตนเองว่าควมเข้าใจของตนเองได้เปลี่นไป โดยการเปรียบเทียบควมคิดเมื่อเริ่มค้นบเรียนกับควมคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

สำนังานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3-7) ได้นำเสนอขั้บตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างควมรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. ขั้บนะนำ (Orientation) เป็นขั้บที่นักเรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนและมีแรงจูงใจ ในการเรียนรู้บทเรียนโดยผู้สอนสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การเล่าเรื่องต่าง ๆ ให้นักเรียนซักถามหรือตั้งคำถาม การชวนสนทนาเพื่อให้นักเรียนตั้งประเด็นที่อยากรู้ รวมถึงการกระตุ้นควมสนใจด้วยเกม เพลง ภาพ ฯลฯ เป็นต้น ในขั้บนี้ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อการเรียนรู้ โดยสร้งสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่ก่อให้เกิดควมขัดแย้งทางปัญญา เพื่อให้เกิดองค์ควมรู้ใหม่

2. ขั้บพบทวนควมรู้เดิม (Elicitation of the prior knowledge) เป็นขั้บที่นักเรียนแสดงออกถึงควมรู้ควมเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำล้งจะเรียนรู้ ซึ่งวิธีให้นักเรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม หรือเขียนเพื่อแสดงควมรู้ควมเข้าใจที่เป็นควมรู้เดิมด้วยแผนผังควมคิดจากการระดมพลังควมคิด ขั้บนี้จึงเป็นขั้บที่นักเรียนเกิดควมขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุล (Unequilibrium)

3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (Turning restructuring of ideas) เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ถือเป็นหัวใจหลักของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน (Clarification and exchange of ideas) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ผู้เรียนจะเข้าใจดีขึ้น เมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ครูจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

3.2 การสร้างความคิดใหม่ (Constructivism of new ideas) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำผลจากการอภิปรายและสาธิตที่เป็นผลการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันมากำหนดเป็นแนวคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ ซึ่งกิจกรรมที่สำคัญในขั้นนี้ เช่น การเขียนแฟงผังความคิด การเขียนโครงการ/ รายงาน การนำเสนอแนวคิดการเสนอแนวคิดใหม่ เป็นต้น

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวคิดที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิด หรือความรู้ในขั้นตอนนี้ ในขั้นนี้ผู้เรียนอาจรู้สึกถึงความไม่พึงพอใจ ความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่เนื่องจากหลักฐานการทดลองหรือมติส่วนใหญ่สนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนใช้แนวคิดหรือความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่จนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เป็นกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนได้ประมวลความรู้ เพื่อใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนจะได้ทบทวนความคิด ความเข้าใจ โดยการเปรียบเทียบความคิดระหว่างความคิดเดิมกับความคิดใหม่ ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เพราะโครงสร้างทางปัญญาคือ กรอบของความหมายหรือแบบแผนที่บุคคลสร้างขึ้นใช้ในการตีความหมาย ให้เหตุผล แก้ปัญหา ทบทวนว่าจะนำไปใช้หรือพัฒนาอย่างไร

วัชรรา เล่าเรียนดี (2550, หน้า 46-49) ได้เสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อมนักเรียน จูงใจ ให้ความสนใจ

1.1 จูงใจ ให้ความสนใจของนักเรียน

1.2 แจงจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 สร้างความสำคัญให้นักเรียน

2. ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ดังนี้
 - 2.1 ระบุตัวอย่างและไม่ใช่ว่าอย่าง และให้นักเรียนสังเกตความแตกต่าง
 - 2.2 นิยามความหมายและมโนทัศน์
 - 2.3 อภิปรายร่วมกันให้นักเรียนระบุรายการ จัดกลุ่มและอธิบาย
 - 2.4 มีส่วนร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ทุกบทเรียน
 - 2.5 ทำ Concept map หรือ Mind map เพื่อเสนอแนวคิด/ข้อสรุป
 - 2.6 ใช้กิจกรรมฝึกการตัดสินใจ เช่น บทบาทสมมติจำลองสถานการณ์
 - 2.7 แสดงรูปแบบพฤติกรรมที่คาดหวังจากกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เกิดขึ้น
3. ตรวจสอบความเข้าใจ โดยผู้สอนดำเนินการดังนี้
 - 3.1 ถามคำถามหลายประเภทที่ส่งเสริมความคิด คำถามไม่จำกัดคำตอบ คำถามปลายเปิดแต่ไม่ควรกว้างเกินไป
 - 3.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความรู้ความคิดด้วยตนเอง
 - 3.3 ถามคำถามที่สำคัญ ใช้คำถามแบบเจาะลึก โดยยึดหลักการถามของ Taba และ Bloom เช่น คำถามเปิดประเด็น ถามให้จัดกลุ่ม และอธิบายประกอบ ถามย้ำจุดเน้น ถามให้อธิบายให้ชัดเจน และให้สรุป ถามเปิดประเด็น และถามให้ตีความ และติดตาม เป็นต้น
 - 3.4 ถามให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ นิยามคุณลักษณะต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตนเอง
 - 3.5 ส่งเสริมให้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น
4. จัดโอกาสและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง
 - 4.1 ให้ฝึกกิจกรรมและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง
 - 4.2 แสดงรูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติได้
 - 4.3 กระตุ้นการตอบสนองอย่างเปิดเผย
 - 4.4 ให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มที่
5. การคิดไตร่ตรองและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับบทเรียน
 - 5.1 ให้นักเรียนได้มีโอกาสรวมสรุปบทเรียน
 - 5.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์กับบทสรุปของบทเรียน
 - 5.3 ใช้คำถามระดับสูงที่ส่งเสริมการคิด ให้มีการตอบสนองนักเรียนในบทสรุป
 - 5.4 ใช้คำถาม 2 ระดับเป็นอย่างน้อย (ความรู้ความเข้าใจ และวิเคราะห์ สังเคราะห์)
 - 5.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายให้มากที่สุด
 - 5.6 วัดและประเมินผลว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ เช่น การสังเกตพฤติกรรมการทำงาน หรือการทดสอบย่อย

6. ให้การฝึกเพิ่มเติมหรือให้ทำโดยอิสระ

6.1 เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

6.2 ให้ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับบทเรียนโดยตรง นักเรียนสามารถใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างจากที่ฝึกเพียงเล็กน้อย

6.3 ให้ทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนให้เสร็จเพียงบางส่วน

6.4 แสดงรูปแบบที่สมบูรณ์ ระบุผลลัพธ์ที่ต้องการจะให้เกิดกับนักเรียน

เวททิธี อังคนะภักทรขจร (2555, หน้า 68) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ซึ่งจำแนกได้ 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา

1.1 นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ ไม่สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อน หรือนักเรียนกับครู

1.2 ผู้เรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม หรือ มโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม

1.3 ครูควรกระตุ้น หรือชักจูงให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

2. ขั้นแสวงหาคำตอบ

2.1 นักเรียนค้นหาคำตอบ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้นโดยการวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 ครูสะท้อนความคิดและประนีประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่นจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้

2.3 ครูทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ

3.1 นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้า กับความเข้าใจของตนเอง

3.2 นักเรียนใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้

4.1 นักเรียนนำความรู้และทักษะกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว มาใช้อธิบายตัดสินแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม

4.2 นักเรียนอาจศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเรื่องที่เรียน

4.3 ครูอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วทำให้ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า เพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังตารางการสังเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังตารางการสังเคราะห์ขั้นตอน ตารางที่ 2



ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

Driver and Oldham (1986)	วัชรา เล่าเรียนดี (2550)	สำนักงานเลขาธิการศึกษา (2555)	เวชฤทธิ์ อังคะนันทพรจร (2555)	ผู้วิจัย
1. ชื่อนำ ให้นักเรียนรับรู้ จุดมุ่งหมายและแรงจูงใจ 2. ชื่นสัวความรู้ ให้นักเรียน แสดงออกถึงความรู้เดิม ชื่นเป็นขึ้นที่ก่อให้เกิด ความขัดแย้งทางปัญญา	1. ชื่นเตรียมความพร้อม จูงใจ ไร่ความสนใจของ นักเรียน รวมถึง แจ้ง จุดประสงค์การเรียนรู้ 2. ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน 3. ตรวจสอบความเข้าใจ โดยผู้สอนถามคำถามหลาย ประเภทที่ส่งเสริมความคิด คำถามไม่จำกัดคำตอบ คำถามปลายเปิด โดยเปิด โอกาสให้นักเรียนสร้างความรู้ ความคิดด้วยตนเอง 4. จัด โอกาสและเปิดโอกาส ไร่ปฏิบัติโดยตรง ส่งเสริม ให้นักเรียนมีส่วนร่วมและได้ฝึก ทักษะและปฏิบัติกิจกรรม	1. ชื่นแนะนำ ผู้สอนสร้างสถานการณ์ที่เป็น ปัญหาหรืออุปสรรคทาง สังคมที่ก่อให้เกิดความขัดแย้ง ทางปัญญาเพื่อให้เกิดองค์ ความรู้ใหม่ 2. ชื่นทบทวนความรู้เดิม เป็นขึ้นที่นักเรียนแสดงออก มาถึงความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน	1. ชื่นเกิดความขัดแย้งทาง ปัญญา นักเรียนเกิดการ จัดแย้ง ทางความคิด ที่เป็นผลมาจาก ความรู้เดิม กับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่ สอดคล้องกัน นักเรียนสังเกต ความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้ว นำมาเปรียบเทียบกับความรู เดิมตามความเข้าใจ โดยครู กระตุ้นให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้า เพื่อตรวจสอบความ เข้าใจของตนเอง	1. ชื่อนำ เป็นขึ้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์ การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นทบทวนความรู้เดิม โดยครูนำเสนอสถานการณ์ ที่เป็นปัญหาซึ่งก่อให้เกิดความ ขัดแย้งทางปัญญา โดยให้ นักเรียนสังเกต มีความ เชื่อมโยงข้อ มูลแล้ว นำมา เปรียบเทียบกับความรู้เดิม โดยครู ตั้งคำถามหรือใช้ กิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้ อธิบายผ่านการพูด หรือเขียน เพื่อเป็นการตรวจสอบถึงความ เข้าใจเดิมที่มีอยู่ของนักเรียน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	วีรรา เล้าเรียนดี (2550)	สำนักงานเลขาธิการศึกษา (2550)	เวชฤทธิ์ อังคะภักทิจจร (2555)	ผู้วิจัย
3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด	5. การคิดได้ตรองและ	3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด	2. ขั้นแสวงหาคำตอบ	2. ขั้นแสวงหาคำตอบ
3.1 แลกเปลี่ยนแนวความคิด	สะท้อนความคิดเกี่ยวกับ	3.1 ทำความกระจ่างและ	ค้นหาคำตอบเพื่อลดความ	2.1 ทำความกระจ่างและ
นักเรียนพิจารณาความแตกต่าง	บทเรียน เปิดโอกาสให้	แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน	ขัดแย้งทางปัญหาโดย วางแผน	แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แลกเปลี่ยน
และความขัดแย้ง ความคิด	นักเรียนมีส่วนร่วมในการ	นักเรียนจะดำเนินกิจกรรม	ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล	แนวคิดระหว่างกัน โดย
3.2 สร้างความคิดใ้มนักเรียน	อภิปราย รวมถึงสรุปบทเรียน	เพื่อสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่ง	มาวิเคราะห์ดีความ โดยมีครู	นักเรียนวางแผนปฏิบัติ และ
กำหนดความคิดใหม่ขึ้นมา		เรียนรู้ต่าง ๆ ผ่านการทดลอง	เป็นผู้อำนวยความสะดวกใน	ค้นหาคำตอบของตนเองเพื่อลด
3.3 ประเมินความคิดใหม่		สืบเสาะ สังเกต สืบค้น	การเรียนรู้ของนักเรียนจน	ความขัดแย้งทางปัญญา โดย
โดยการทดลอง		3.2 สร้างความคิดใหม่	นักเรียนสามารถสรุปคำตอบ	การทดลองการสืบเสาะ การ
		นักเรียนสร้างความคิดใหม่	เกี่ยวกับ สิ่งที่ต้องการจะรู้	สังเกต การสำรวจ
		หรือความรู้ใหม่ ขึ้นได้จาก	3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ	การอภิปราย การสืบค้นหา
		นำผลจากการ อภิปราย และ	นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยง	ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
		การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่าง	ผลการศึกษาค้นคว้า กับความ	เป็นต้น จากนั้นนำเสนอ
		กันมากำหนดเป็นความคิดใหม่	เข้าใจของตนเอง และสามารถ	แนวคิดของตนเอง เพื่อเป็น
		หรือ ความรู้ใหม่	สร้างความรู้ และกระบวนการ	การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่าง
		3.3 ประเมินความคิดใหม่	เรียนรู้ของตนเองขึ้นมา	กัน และรับฟังความคิดเห็นซึ่ง
		เป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิด		กันและกัน โดยมีครูเป็นผู้
		ใหม่มาประเมิน โดย การ		อำนวยความสะดวกในการ
		ทดลองหรือคิดอย่างลึกซึ้ง		เรียน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	วัชรรา เฒ่าเรียนดี (2550)	สำนักงานเลขาธิการศึกษา (2550)	เวทฤทธิ์ อังคนะภัทรจจร (2555)	ผู้วิจัย
				2.2 การสร้างความรู้ใหม่ นักเรียนนำความคิดจากการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน มาสร้างเป็นความรู้ใหม่ 2.3 การประเมินความคิดใหม่ นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายความรู้ใหม่ที่ได้สร้างขึ้น โดยนักเรียนในชั้นเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ใหม่

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	วัชร เล่าเรียนดี (2550)	สำนักงานเลขาธิการศึกษา (2550)	เวชฤทธิ์ อังกะภักทจร (2555)	ผู้วิจัย
4. ชื่นนำความคิด ไปใช้ นำความคิดใหม่ไปใช้ กับสถานการณ์อื่น ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย	6. ให้การฝึกเพิ่มเติมหรือ ให้ทำโดยอิสระ ให้นักเรียน ทำแบบฝึกหัด เพื่อเป็นการเปิด โอกาสให้นักเรียน ได้ฝึกปฏิบัติ ได้ด้วยตนเอง	4. ชื่นนำความคิด ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนใช้ แนวคิด หรือความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ ในสถานการณ์ต่าง ๆ จนเกิด เรียนรู้อย่างมีความหมาย เพื่อนำไปใช้ประโยชน์	4. ชื่นการประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนนำความรู้ และทักษะ กระบวนการที่เรียนรู้มาใช้ อธิบายตัดสินใจ แก้ปัญหาหรือ ดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่าง เหมาะสม ทั้งนี้ครูอาจนำเสนอ ข้อมูล หรือสถานการณ์คำถาม ใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้ เรียนรู้ไปแล้ว เพื่อทำให้ผู้เรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ตรวจสอบความเข้าใจตนเอง ต่อไป	3. ชื่นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำ ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้ง สถานการณ์ที่คุ้นเคยและ สถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย โดยครูอาจตั้งโจทย์คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้ เรียนรู้ ไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียน ได้นำ ความรู้ที่ได้มาใช้ในการ สถานการณ์นั้น ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม
5. ชื่นทบทวน นักเรียนสะท้อน ความคิด โดยการเปรียบเทียบ ความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่กับ ความรู้เดิมในการทบทวน ความรู้เดิม	5. ชื่นทบทวน นักเรียนจะได้ ทบทวนความคิด ความเข้าใจ โดยการเปรียบเทียบความคิด ระหว่างความคิดเดิมกับ ความรู้ใหม่	5. ชื่นทบทวน นักเรียนจะได้ ทบทวนความคิด ความเข้าใจ โดยการเปรียบเทียบความคิด ระหว่างความคิดเดิมกับ ความรู้ใหม่	4. ชื่นทบทวน นักเรียนเปรียบเทียบความรู้เดิม ก่อนเรียนกับหลังสิ้นสุดการ เรียนของนักเรียนว่า เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ผ่านการถามตอบ หรือการ เขียน การอภิปราย ในชั้นเรียน เป็นต้น	

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา พบว่ามีความสอดคล้องและคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นทบทวนความรู้เดิม โดยครูนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยให้นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูล แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม โดยครูตั้งคำถามหรือใช้กิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้อธิบายผ่านการพูด หรือเขียน เพื่อเป็นการตรวจสอบ ถึงความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ของนักเรียน

2. ขั้นแสวงหาคำตอบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกันโดยนักเรียนวางแผนปฏิบัติและค้นหาคำตอบของตนเองเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา โดยการทดลอง การสืบเสาะ การสังเกต การสำรวจ การอภิปราย การสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นนำเสนอแนวคิดของตนเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันและรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน

2.2 การสร้างความรู้ใหม่ นักเรียนนำความคิดจากการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันมาสร้างเป็นความรู้ใหม่

2.3 การประเมินความคิดใหม่ นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายความรู้ใหม่ที่ได้สร้างขึ้น โดยนักเรียนในชั้นเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ใหม่ร่วมกัน

3. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งสถานการณ์ที่คุ้นเคยและสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย โดยครูอาจตั้งโจทย์คำถามใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้มาใช้ในการสถานการณ์นั้น ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม

4. ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่นักเรียนเปรียบเทียบความรู้เดิมก่อนเรียนกับหลังสิ้นสุดการเรียนของนักเรียนว่า เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ผ่านการถามตอบ หรือการเขียน การอภิปรายในชั้นเรียน เป็นต้น

2.4 บทบาทของผู้สอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวและระบุถึงบทบาทของผู้สอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 34) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าผู้สอนควรเรียนรู้ในสิ่งต่อไปนี้

1. การสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์กับนักเรียน
2. การทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมาย
3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนของตนมี
4. การจัดสิ่งแวดล้อมทางคณิตศาสตร์เท่าที่เป็นไปได้
5. ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมี
6. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จะสอนให้นักเรียน
7. การส่งเสริมการไตร่ตรองและการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีจุดมุ่งหมาย

คณิศาสตรที่มีจุดมุ่งหมาย

8. การกระตุ้นให้ผู้เรียนสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์
9. การทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและการช่วยให้เรียนได้คงทนขึ้น
10. การสื่อสารกับนักคณิตศาสตร์ศึกษาอื่น ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 52-53) กล่าวถึงบทบาทผู้สอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนมีหน้าที่จัดการให้ผู้เรียนขยายโครงสร้างทางปัญญา
2. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน

โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

4. ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้ออกความรู้มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยการจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม วางแผนการจัดกิจกรรมช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ และสร้างความรู้ กระตุ้นผู้เรียนโดยการตั้งคำถาม รวมถึงประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับ

5. ผู้สอนเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ และแหล่งวิทยาการต่าง ๆ

6. ผู้สอนใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมินผู้เรียนโดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง

สำนักเลขาธิการการศึกษา (2550, หน้า 8) ได้เสนอแนะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า ผู้สอนควรปรับบทบาทของตนเอง ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนสังเกต เพื่อให้สามารถมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน
2. มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน แนะนำ ถามให้คิด เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง
3. สร้างแรงจูงใจใฝ่รู้ใฝ่เรียน ช่วยให้นักเรียนคิดค้นต่อไป ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

4. เป็นผู้ชี้แนะ ไม่ใช่ผู้ชี้นำ กระตุ้นให้นักเรียนคิดมากกว่าการบอกความรู้
 5. ประเมินความคิดรวบยอดของนักเรียน ตรวจสอบความคิด และทักษะการคิด
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร (2555, หน้า 69) กล่าวว่า บทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ควรยึดหลักดังนี้

1. ผู้สอนต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อนำมาซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์ ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

2. ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

3. ผู้สอนควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเอง และมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตนเองกับเพื่อนและผู้สอน

4. ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการไตร่ตรอง และการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดหมาย

5. งานที่ผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนทำควรเป็นงานที่มีความหมายต่อตัวนักเรียน และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมทั้งงานนั้นต้องกระตุ้นพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของนักเรียน

6. ผู้สอนควรจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งข้อมูลที่เพียงพอต่อการค้นพบความรู้ของนักเรียน

7. ผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียนเนื่องจากจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเรียนได้คงทนขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าบทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้คือ ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกความรู้ โดยผู้สอนควรเป็นผู้ชี้แนะ ไม่ใช่ผู้ชี้นำ และกระตุ้นให้นักเรียนคิดมากกว่าการบอกความรู้ รวมถึงควรจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์ หรือแหล่งข้อมูลที่เพียงพอต่อการค้นพบความรู้ของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนสังเกตเพื่อให้เห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน ผ่านการแนะนำ ถามให้คิดของผู้สอนเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบ หรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง รวมถึงผู้สอนควรใช้เทคนิคในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับ

3. แนวคิด DAPIC

แนวคิด DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรม ตามแนวคิดของชีวฮาร์ท เพื่อใช้ในหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IMAST) โดยศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (Meier, Hovde, & Meier, 1996, p. 234)

3.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

แนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาแนวคิด DAPIC ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

โพลยา ได้รับการพิจารณาขอยกให้เป็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ งานเขียนของเขาคือว่า How to solve it ได้รับการตีพิมพ์เป็นครั้งแรกในปี 1945 ทำให้เขาได้รับการยกย่องให้เป็นผู้นำเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Meier et al., 1996, p. 231) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างแท้จริง มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นเหตุ เป็นผลจากการแก้ปัญหาซึ่งขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวมี 4 ขั้น (Polya, 1957) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา (Understand the problem) เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาผู้ที่ต้องการแก้ปัญหามองหาสิ่งที่กำหนดสิ่งใดให้มาบ้าง มีเงื่อนไขอย่างไร และต้องการทราบอะไร สิ่งที่กำหนดให้จากปัญหากับสิ่งที่โจทย์ถามเกี่ยวข้อง หรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ในขั้นนี้สามารถใช้การ วาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย ๆ จะช่วยให้เข้าใจปัญหาและมองเห็นสถานการณ์ได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) ขั้นนี้ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหา ต้องเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา และวางแผนว่าจะดำเนินการหาคำตอบของปัญหานั้นอย่างไร โดยอาจเลือกกลยุทธ์ต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ขั้นนี้เป็นขั้นที่เป็นการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไรว่าการดำเนินการตามแผนจะสำเร็จ เป็นการกำกับการทำงานตามแผน ตรวจสอบความคิดของตนเอง ถือได้ว่าขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญของกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking back) ขั้นนี้มีเป้าหมายหลัก คือการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

2. การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้ (Meier et al., 1996, p. 232)

ขั้นที่ 1 การตั้งคำถาม (Question) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มจากการสังเกต ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา เมื่อได้ข้อสังเกตบางอย่างที่เราสนใจจะทำให้ได้สิ่งที่ตามมาคือ คำถาม ซึ่งการตั้งคำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่ดีและชัดเจนจะทำให้ผู้ตั้งคำถามเกิดความเข้าใจและมองเห็นแนวทางในการได้มาของการค้นหาคำตอบ เพื่อหาคำตอบ ของคำถามที่ ตั้งขึ้น

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesize) การตั้งสมมติฐานคือ การคาดคะเน คาดเดาคำตอบ ที่อาจเป็นไปได้ หรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าบนฐานข้อมูลที่ได้ จากการสังเกต ปรากฏการณ์ หรือจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ โดยคำตอบของปัญหาซึ่งคิดไว้นี้อาจถูกต้อง แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับ จนกว่าจะมีการทดลอง เพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบก่อนจึงจะทราบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

การตั้งสมมติฐานควรมีลักษณะ ดังนี้ เป็นสมมติฐานที่เข้าใจง่ายซึ่งมักนิยมใช้วลี “ถ้า.....ดังนั้น” เป็นสมมติฐานที่แนะลู่ทางที่จะตรวจสอบ เป็นสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ โดย การทดลอง และเป็นสมมติฐานที่สอดคล้องอยู่บนขอบเขตข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตและสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การทดลองหรือทดสอบ (Experiment or test) การตรวจสอบสมมติฐานจะต้องยึดข้อกำหนดสมมติฐานไว้เป็นหลักเสมอ โดยมีการวางแผนที่จะตอบคำถามที่มีความเฉพาะเจาะจง ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลอง เพื่อการค้นคว้าหาข้อมูลและตรวจสอบว่าสมมติฐานข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กระบวนการ คือ

3.1 การออกแบบการทดลอง คือ การวางแผนการทดลองก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง โดยให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอ และควบคุมปัจจัยหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น คือ ปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลการทดลอง หรือตัวแปรที่ต้องศึกษาทำการตรวจสอบว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นกัน

ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการทดลอง ซึ่งต้องใช้วิธีการสังเกต หรือวัดผลด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลไว้ และจะเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ปัจจัยอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง และต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกชุดการทดลอง เพื่อป้องกันไม่ให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.2 การปฏิบัติการทดลอง จะลงมือปฏิบัติการทดลองจริงโดยดำเนินการไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบวางแผนไว้ และควรทดลองซ้ำๆ หลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าได้ผลเช่นนั้นจริง

3.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกที่ได้จากการทดลองซึ่งข้อมูลที่ได้นี้ สามารถรวบรวมไว้ใช้สำหรับยืนยันว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ (Analyze) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลอง หรือการรวบรวมหรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผลแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อใด

ขั้นที่ 5 การสร้างข้อสรุป (Draw conclusions) การสรุปผลเป็นขั้นตอนที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลแล้วมาสรุป พิจารณาว่า ผลสรุปนั้นเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

3. วงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท

วงจรของชีวฮาร์ท เป็นต้นแบบของการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรม ที่ได้รับการยอมรับ วงจรนี้ยังเป็นที่รู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า “ วงจรเต็มมิ่ง ” ต่อมาพบว่าแนวคิดในการใช้วงจร PDCA นั้นสามารถนำมาใช้ได้กับทุกกิจกรรม ทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทั่วโลก โดยมีลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน (Meier et al., 1996, pp. 232-233; Shewhart, 1980, pp. 39-40) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan: P) เป็นส่วนประกอบของวงจรที่มีความสำคัญเนื่องจากการวางแผนเป็นจุดเริ่มต้นของงานและเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การทำงานในส่วนอื่นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนในวงจรนี้เป็นการหาองค์ประกอบของปัญหา โดยวิธีการระดมความคิด การหาสาเหตุของปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหา การจัดทำตารางการปฏิบัติงาน การกำหนดวิธีดำเนินการ การกำหนดวิธีการตรวจสอบ และประเมินผล ในขั้นตอนนี้มีการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ตระหนักและกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข หรือปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยสมาชิกแต่ละคนร่วมมือและประสานกันอย่างใกล้ชิด ในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้น ในการดำเนินงาน เพื่อที่จะร่วมกันทำการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขต่อไป

1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์และตรวจสอบการดำเนินงาน หรือหาสาเหตุของปัญหา เพื่อใช้ในการปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งควรจะวางแผน ดำเนินการเก็บข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน เช่น ตารางตรวจสอบ แผนภูมิแผนภาพ หรือแบบสอบถาม เป็นต้น

1.3 อธิบายปัญหาและกำหนดทางเลือก วิเคราะห์ปัญหา เพื่อใช้กำหนดสาเหตุของความบกพร่อง ตลอดจนแสดงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งนิยมใช้วิธีการเขียนและวิเคราะห์แผนภูมิหรือแผนภาพ เช่น แผนภูมิแก้มปลา แผนภูมิพาเรโต และแผนภูมิการควบคุม เป็นต้น เพื่อให้สมาชิกทุกคนในทีมเกิดความเข้าใจในสาเหตุและปัญหาอย่างชัดเจน แล้วร่วมกันระดมความคิด (Brainstorm) ในการแก้ปัญหา โดยสร้างทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา เพื่อมาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินงาน

1.4 เลือกวิธีการแก้ไขปัญหา หรือปรับปรุงการดำเนินงาน โดยร่วมกันวิเคราะห์และวิจารณ์ทางเลือกต่าง ๆ ผ่านการระดมความคิด และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิกเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงานให้สามารถบรรลุตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะต้องทำวิจัยและหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือกำหนดทางเลือกใหม่ที่มีความน่าจะเป็นในการแก้ปัญหาได้มากกว่าเดิม

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติตามแผน (Do: D) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในตารางการปฏิบัติงาน ทั้งนี้สมาชิกกลุ่มต้องมีความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นในแผนนั้น ๆ ความสำเร็จของการนำแผนมาปฏิบัติต้องอาศัยการทำงานด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดี จากสมาชิก ตลอดจนการจัดการทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานตามแผนนั้น ๆ ในขั้นตอนนี้ขณะที่ลงมือปฏิบัติจะมีการตรวจสอบไปด้วย หากไม่เป็นไปตามแผนอาจจะต้องมีการปรับแผนใหม่ และเมื่อแผนนั้นใช้จนได้ก็นำไปใช้เป็นแผนและถือปฏิบัติต่อไป

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบ (Check: C) หมายถึง การตรวจสอบว่าเมื่อปฏิบัติงานตามแผนหรือการแก้ปัญหาตามแผนแล้ว ผลลัพธ์เป็นอย่างไร สภาพปัญหาได้รับการแก้ไข ตรงตามเป้าหมายที่กลุ่มตั้งใจหรือไม่ การไม่ประสบผลสำเร็จอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่ปฏิบัติตามแผน ความไม่เหมาะสมของแผน การเลือกใช้เทคนิคที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแก้ไข (Act: A) เป็นการกระทำภายหลังที่กระบวนการ 3 ขั้นตอนตามวงจรได้ดำเนินการเสร็จแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาผลจากขั้นการตรวจสอบ(C) มาดำเนินการให้เหมาะสมต่อไป

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่าแนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาแนวคิด DAPIC ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา มีจุดเน้นที่ขึ้นการดำเนินการวางแผน เป็นการวางแผนและลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ให้เป็นผลสำเร็จ สำหรับการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบของปัญหา โดยจะต้องมีการตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง ทดสอบ การวิเคราะห์และสรุปผลเพื่อหาข้อสรุปหรือตอบปัญหาของคำถามนั้น และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท เป็นวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้กับทุกกิจกรรม โดยมีการวางแผนและสามารถปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินงานให้เหมาะสมได้ หากปฏิบัติตามแผนแล้วตรวจสอบว่ามีข้อผิดพลาด จากที่กล่าวมาข้างต้นแนวคิด DAPIC นี้จึงเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าด้วยกันจนเกิดเป็นแนวคิดการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่น มีความเป็นพลวัตร จึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา และสามารถหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

3.2 หลักการของแนวคิด DAPIC

การแก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญของหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (IMaST) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาโดยทีมงานออกแบบ IMaST ที่เป็นที่รู้จักกันคือ “DAPIC” มีนักการศึกษาและสถาบันการศึกษาได้ให้รายละเอียดของหลักการ แนวคิด DAPIC ดังนี้

Meier et al. (1996, p. 235) กล่าวถึงหลักการของแนวคิด DAPIC ไว้ดังนี้

Define เป็นการระบุปัญหาที่จำเป็นต้องมีการถามคำถาม เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น บางส่วน ศึกษาเรียนรู้คำศัพท์ หรือเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งการระบุปัญหามักจะถูกกำหนด จากประสบการณ์ ของนักเรียน

Assess เป็นการประเมินการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกนำมาเพื่อใช้ สร้างหลักเกณฑ์ในรูปแบบของการตั้งสมมติฐานที่ต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงเพิ่มเติม

Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งหมายถึง การออกแบบการแก้ปัญหาที่มีการทดลองควบคุมตัวแปร

Implement ดำเนินการตามแผน เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น

Communicate วิเคราะห์และประเมินผล พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลกับคนอื่น ๆ โดยอาจใช้ รูปแบบของการเขียนรายงานเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดนำเสนอ

ศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Center for Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11) ได้กล่าวถึงแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน โดยอาจเขียนเป็นหนึ่งหรือสองประโยค ซึ่งจะช่วยในการระบุปัญหา และอาจจะเป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยชี้แจงระบุ เกี่ยวกับข้อสงสัย ความไม่แน่ใจ หรือความยาก ตลอดจนข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับความต้องการ ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการกำหนดสิ่งที่ผู้เรียนต้องการหรือจำเป็นต้องรู้ แม้ว่าปัญหานี้สามารถระบุ ได้โดยครูผู้สอนก็ตาม แต่ก็มักจะให้ผู้เรียนเป็นผู้ระบุปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ของตนเอง

Assess ในขั้นนี้เป็นการประเมินเงื่อนไขแวดล้อมของปัญหา โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ มา พิจารณาช่วยในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้ค้นพบอุปสรรค หรือความยากในการแก้ปัญหาซึ่งจะต้อง ระบุวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสำเร็จหรือความผิดพลาดของการแก้ปัญหานั้น ๆ ก่อน โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์ ซึ่งเป้าหมายในขั้นนี้ก็คือ การศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนแก้ปัญหา

Plan ในขั้นนี้เป็นการหาทางเลือกในการแก้ปัญหา ซึ่งหมายถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบแนวทางที่ดีที่สุดที่เป็นไปได้ เป็นการวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล อย่างเป็นระบบตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนแผนให้ดีขึ้น

Communicate เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมาวิเคราะห์ สรุป และนำเสนอแบ่งปันกับผู้อื่น ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียน หรือพูดรายงาน

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 42) กล่าวว่า แนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC เป็นชื่อที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหามาเรียงเป็นชื่อเรียก กระบวนการ เพื่อให้สื่อถึงความหมายของกระบวนการและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ มีรายละเอียด ดังนี้

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน

Assess เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

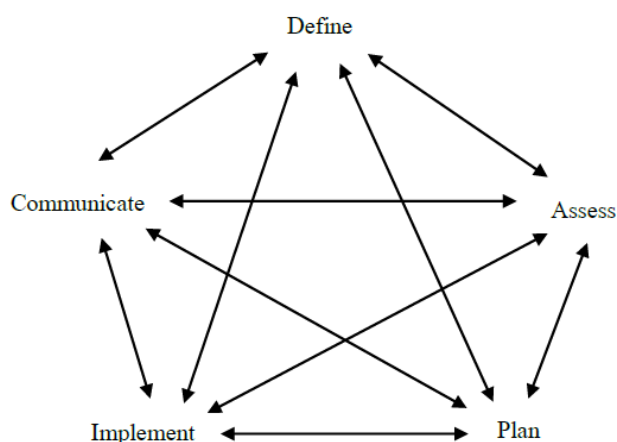
Plan เป็นการหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และวางแผนการดำเนินงาน

Implement เป็นการนำแผนที่วางไว้มาปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับแผนให้ดีขึ้น

Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสาร

แนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อนและมี

ประสิทธิภาพเหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยในการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ ผู้แก้ปัญหาสามารถเริ่มจากขั้นใดก่อนก็ได้ สามารถข้ามขั้นหรือใช้ขั้นนั้นซ้ำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะ ของปัญหาแต่ละปัญหา ผู้แก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ มักจะแสดงให้เห็นว่าพวกเขามักจะใช้ วิธีการที่ไม่เป็นเชิงเส้น แม้ว่าผู้เรียนบางคนอาจเลือกที่จะแก้ปัญหาโดยจะผ่านขั้นตอนแบบเชิงเส้น ผู้แก้ปัญหาอาจพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มต้นจากขั้นใด และจะใช้ขั้นใดบ้าง ดังแสดงในภาพที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 42; Center for Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC (Meier et al., p.236)

จากหลักการแนวคิด DAPIC ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การนำกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้นมีขั้นดังนี้

1. Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนแก้ปัญหา
3. Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นขั้นตอน หาทางเลือกในการแก้ปัญหา หาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้น
5. Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

ซึ่งทั้ง 5 ขั้นของแนวคิด DAPIC เป็นการสอนแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาลักษณะของปัญหาแล้วดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมของนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ดังตารางที่ 3 ตารางการสังเคราะห์ขึ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC



ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

Meier et al. (1996, p. 235)	Center for Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11	อัมพร ม้าทอง (2553, หน้า 42)	ผู้วิจัย
1. Define คือ การระบุปัญหา โดยจำเป็นต้องมีคำถามคำถาม เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นบางส่วน ศึกษาเรียนรู้คำศัพท์ หรือเนื้อหาที่เป็น ข้อเท็จจริง ซึ่งการระบุปัญหา มักจะถูก กำหนดจากประสบการณ์ของนักเรียน	1. Define เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้น ให้ชัดเจน อาจจะเป็นการนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยชี้แจง ระบบเกี่ยวกับข้อสงสัย ความไม่แน่ใจ หรือความยาก ตลอดจนข้อจำกัดที่ เกี่ยวข้องกับความต้องการที่ เฉพาะเจาะจง	1. Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา ที่กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้ มีความชัดเจน	1. Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา ที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้
2. Assess เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูล ที่เกี่ยวข้องและใช้ในการแก้ปัญหา	2. Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนา วางแผนแก้ปัญหา	2. Assess เป็นการประเมินการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งข้อมูลนี้จะถูก นำมาเพื่อใช้สร้างหลักเกณฑ์ในรูปแบบ ของการตั้งสมมติฐานที่ต้องมีการ ตรวจสอบและปรับปรุงเพิ่มเติม	2. Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะ ใช้ในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะพัฒนา วางแผนแก้ปัญหา



ตารางที่ 3 (ต่อ)

Meier et al. (1996, p. 235)	Center for Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11	อัมพร ม้าทอง (2553, หน้า 42)	ผู้วิจัย
3. Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการ แก้ปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งหมายถึงการออกแบบการแก้ปัญหา ที่มีการทดลองควบคุมตัวแปร	3. Plan เป็นการหาทางเลือกในการ แก้ปัญหาซึ่งหมายถึงการออกแบบการ ทดลอง เพื่อตรวจสอบแนวทางที่ดี ที่สุดที่เป็นไปได้ เป็นการวางแผน ดำเนินการแก้ปัญหา	3. Plan เป็นการหาวิธีที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา และวางแผนการ ดำเนินงาน	3. Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการ แก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน หาทาง เลือกในการแก้ปัญหา หาวิธีที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา
4. Implement ดำเนินการตามแผน เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตาม แผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับปรุง ให้ดีขึ้น	4. Implement เป็นการปฏิบัติตามแผน ที่วางไว้ และมีการปรับเปลี่ยนแผน ให้ดีขึ้น	4. Implement เป็นการนำแผนที่วางไว้ มาปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับปรุง ให้ดีขึ้น	4. Implement เป็นการปฏิบัติตามแผน ที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับปรุง ให้ดีขึ้น



ตารางที่ 3 (ต่อ)

Meier et al. (1996, p. 235)	Center for Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11	อัมพร มั่นคง (2553, หน้า 42)	ผู้วิจัย
5.Communicate วิเคราะห์และ ประเมินผล พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลกับ คนอื่น ๆ โดยอาจใช้รูปแบบของการ เขียนรายงานเป็นลายลักษณ์อักษร หรือ การพูดนำเสนอ	5. Communicate เป็นการนำผลลัพธ์ ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมา วิเคราะห์ สรุป และนำเสนอแบ่งปันกับ ผู้อื่น ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียน หรือพูดรายงาน	5. Communicate เป็นการนำผลจากการ ดำเนินการวิเคราะห์ สรุป และ สื่อสาร	5. Communicate นำผลจากการปฏิบัติ ตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอ ให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบ ของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือ การพูดรายงาน

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำแนวคิด DAPIC มาสอดแทรกอยู่ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยผู้วิจัยได้นำทั้งสองแนวคิดดังกล่าวข้างต้นมาสังเคราะห์เพื่อใช้ในการวิจัยในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ดังนี้คือ

1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นทบทวน ความรู้เดิม โดยครูนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยให้นักเรียน สังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูล แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม โดยครูตั้งคำถามหรือใช้ กิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้อธิบายผ่านการพูด หรือเขียน เพื่อเป็นการตรวจสอบถึงความเข้าใจ เดิมที่มีอยู่ของนักเรียน

2. ขั้นแสวงหาคำตอบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกันโดย นักเรียนวางแผนปฏิบัติและค้นหาคำตอบของตนเองเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา โดยการทดลอง การสืบเสาะ การสังเกต การสำรวจ การอภิปราย และการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นนำเสนอแนวคิดของตนเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน และรับฟัง ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน

2.2 การสร้างความรู้ใหม่ นักเรียนนำความคิดจากการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระหว่างกันมาสร้างเป็นความรู้ใหม่

2.3 การประเมินความคิดใหม่ นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายความรู้ใหม่ที่ได้สร้างขึ้น โดยนักเรียนในชั้นเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ใหม่ร่วมกัน

3. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งสถานการณ์ที่คุ้นเคยและสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย โดยครูอาจตั้งโจทย์ คำถามใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้มาใช้ในการ สถานการณ์ นั้น ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยให้นักเรียนใช้แนวคิด DAPIC ในการดำเนินการแก้ปัญหาซึ่ง แนวคิด DAPIC มีขั้นตอน ดังนี้

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้อง ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนางานแผน แก้ปัญหา

Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน หาทางเลือกในการแก้ปัญหา หาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้น

Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

4. ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความรู้เดิมก่อนเรียนกับหลังสิ้นสุดการเรียนรู้ของนักเรียนว่า เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ผ่านการถามตอบ หรือการเขียน การอภิปราย ในชั้นเรียน เป็นต้น

ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับแนวคิด DAPIC ผู้วิจัยได้นำกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC มาสอดแทรกอยู่ในขั้นการนำความรู้ไปใช้ของแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ แสดงได้ดังตารางที่ 4 ตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับแนวคิด DAPIC

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC

การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้		แนวคิด DAPIC
Driver and Oldham (1986), วัชรานันท์ (2550) ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ 1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นให้นักเรียนอ่านบทความความรู้เดิม โดยครูนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยให้นักเรียนได้เปรียบเทียบความรู้เดิมโดยครูตั้งคำถามหรือใช้กิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้อธิบายผ่านการพูด หรือเขียน เพื่อเป็นการตรวจสอบถึงความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ของนักเรียน		อัมพร มัดทอง (2553), Center for Mathematics, Science, and Technology (1998), Meier et al.(1996)
2. ขั้นแสวงหาคำตอบ 2.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แลกเปลี่ยนแนวความคิดระหว่างกัน โดยนักเรียนวางแผนปฏิบัติและค้นหาคำตอบของตนเองเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา โดยการทดลอง การสืบเสาะ การสังเกต การสำรวจ การอภิปราย และการสืบค้นหาข้อมูลแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นนำเสนอแนวความคิดของตนเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน และรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน		1. Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ไขชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถาม และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
3. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งสถานการณ์ที่คุ้นเคยและสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย โดยครูอาจตั้งโจทย์คำถามใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม และให้นักเรียนใช้แนวคิด DAPIC มาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งแนวคิด DAPIC มีขั้นตอนดังนี้ 1. Define 2. Assess 3. Plan 4. Implement 5. Communicate		2. Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะพัฒนาแนวทางแก้ปัญหา
4. ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความรู้เดิมก่อนเรียนกับหลังสิ้นสุดการเรียนรู้ของนักเรียนว่า เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ผ่านการถามตอบ หรือการเขียน การอภิปรายในชั้นเรียน เป็นต้น		3. Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน
5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งสถานการณ์ที่คุ้นเคยและสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย โดยครูอาจตั้งโจทย์คำถามใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม และให้นักเรียนใช้แนวคิด DAPIC มาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งแนวคิด DAPIC มีขั้นตอนดังนี้ 1. Define 2. Assess 3. Plan 4. Implement 5. Communicate		4. Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้น
6. ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความรู้เดิมก่อนเรียนกับหลังสิ้นสุดการเรียนรู้ของนักเรียนว่า เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ผ่านการถามตอบ หรือการเขียน การอภิปรายในชั้นเรียน เป็นต้น		5. Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้สอนได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

5. ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Adams (1977, p. 176) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับ ปริมาณและคำตอบที่ต้องการจะเกี่ยวข้องกับปริมาณด้วย ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะรวมถึงปัญหาที่เป็น ภาษา ปัญหาที่เป็นเรื่องราว และปัญหาที่เป็นคำพูด

Szetela & Nicol (1992, p. 42) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เราไม่ทราบขั้นตอนวิธีการใด ๆ ของการแก้ปัญหา แต่มีความประสงค์ที่จะแก้ปัญหาหรือแสวงหาคำตอบนั้นให้ได้

Krulik & Rudnick (1993, p. 6) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็น ประโยคและคำตอบจะต้องเกี่ยวกับปริมาณในปัญหานั้น ๆ ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน แต่ผู้แก้ปัญหาก็ต้องค้นคว้าหาวิธีการ เพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ ที่ต้องการ

Cruikshank & Sheffield (2000, p. 39) กล่าวว่าปัญหา หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที หรือไม่สามารถทราบวิธีหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวข้องเพียงเฉพาะตัวเลขเท่านั้น ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาก็เกี่ยวกับระยะพิคัด หรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยที่ไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

Charles & Lester (Charles & Lester, 1982 อ้างถึงใน อุษาวดี จันทรสุนธิ, 2556, หน้า 12-42) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง สถานการณ์หรืองานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนกำลังเผชิญและมีความต้องการหาหนทางไปสู่คำตอบ ผู้เรียนยังไม่เห็นหนทางไปสู่คำตอบได้ในทันทีทันใด ผู้เรียนต้องใช้ความพยายามเพื่อหาหนทางไปสู่คำตอบ ผู้เรียนสามารถเลือกหนทางต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่คำตอบ

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรร (2555, หน้า 109) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง สถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

สสวท. (2555 ข, หน้า 102) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น สถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่เคยพบเห็นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ให้เหตุผล และการตัดสินใจ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 7) ได้สรุปความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้และ สถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที หรือไม่สามารถทราบวิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วซึ่งปัญหาเหล่านั้นจะมีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ ทักษะและประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

5.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1973 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, หน้า 7) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยใช้จุดประสงค์ของปัญหาเป็นหลักเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือในเชิงปฏิบัติ ก็ได้ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการ หรือหาเหตุผลก็ได้ มีส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่กำหนดให้ และเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ปัญหาประเภทนี้มีจุดประสงค์ให้แสดงการให้เหตุผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ” ปัญหาให้พิสูจน์แบ่งได้ 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐาน และสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป

Kutz (1991, p. 93) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหาเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหา มีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาจะต้อง ประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ปัญหากระบวนการ ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอนใน แก้ปัญหา และปัญหาในรูปปริศนา เป็นปัญหาที่ท้าทายและให้ความสนุกสนาน

Baroody (1993, pp. 260-261) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยใช้ผู้แก้ปัญหาและ โครงสร้างของปัญหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine problems) เป็นปัญหาที่ผู้แก้คุ้นเคยในวิธีการในโครงสร้าง ของปัญหา เช่น อาจเคยพบในตัวอย่าง เมื่อพบปัญหาอาจจะทราบได้ทันทีว่าจะแก้ปัญห ด้วยวิธีใด ข้อมูลที่กำหนดให้ในปัญหาประเภทนี้มีแค่เฉพาะข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาธรรมดา (Routine problems) นี้มักจะพบในหนังสือเรียนทั่ว ๆ ไป

2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดา (Nonroutine problems) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องประมวล ความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีลักษณะ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าประเภทแรก ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้มีทั้งที่ จำเป็นและไม่จำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอ วิธีการหาคำตอบมิได้หลายวิธีการ คำตอบก็ อาจจะมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ยุพิน พิพิธกุล (2530, หน้า 133) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็น 4 ประเภท ดังนี้คือ

1. ปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริง หรือข้อสรุปใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคย เรียนมาก่อน

2. ปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ทฤษฎีบท

3. ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยามทฤษฎีบทต่าง ๆ ซึ่งจะถูกนำมาใช้

4. ปัญหาที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้

อุษาวดี จันทรสนธิ (2556, หน้า 42) ได้จำแนกประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม การพัฒนาของการเป็นปลายเปิด (Degree of openness) ของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาแบบปลายปิด (Closed problem) ปัญหาแบบนี้มีคำตอบถูกต้องหนึ่งคำตอบ และมีวิธีการหนึ่งวิธีการที่แน่นอนเพื่อหาคำตอบ
2. ปัญหาแบบกึ่งเปิด (Opened middle problem) ปัญหาแบบนี้มีคำตอบถูกต้อง หนึ่งคำตอบ แต่มีวิธีการได้หลายวิธีเพื่อหาคำตอบ
3. ปัญหาแบบปลายเปิด (Opened problem) ปัญหาแบบนี้มีคำตอบถูกต้องหลาย คำตอบ และมีวิธีการได้หลายวิธีเพื่อหาคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งได้หลายประเภท โดยอาศัย เกณฑ์การพิจารณาที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งการศึกษาค้นคว้าวิจัยได้เลือกใช้ประเภทปัญหาใน ลักษณะของปัญหาปลายปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบ โดยมี คำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ทั้งนี้ปัญหาดังกล่าวจะเป็นปัญหาที่นักเรียนเคยพบเห็นโดยทั่วไป และปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์

5.3 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ได้ให้ความหมายของความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Polya (1980, p.1 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537, หน้า 8) สรุปว่า ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะ อุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อจะได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่สิ่งที่เหล่านี้มักไม่ได้เกิดขึ้น ได้อย่างทันทีทันใด

Gange (1985, pp. 186-187) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) หมายถึง ความสามารถในการนำ กฎ สูตร ความคิดรวบยอดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทาง ปัญญาเป็นความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน
2. ลักษณะของปัญหา (Problem schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการ แก้ปัญหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่ กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ คำศัพท์และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาตลอดกระบวนการ

Baroody (1993, pp. 2-8) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย องค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ องค์ประกอบทางด้านความรู้ ความคิด (Cognitive factor) ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับนิยามและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective factor) ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อมั่นของนักเรียน และองค์ประกอบทางด้านการสังเคราะห์ความคิด (Metacognitive factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 39-40) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบ และกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่
6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียนและตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

สสวท.(2555 ค, หน้า 7) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากแนวคิดของนักวิชาการและหน่วยงานทางการศึกษา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อทำความเข้าใจปัญหา หาแนวทางที่จะใช้แก้ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา และลงมือปฏิบัติจนให้ได้มาซึ่งคำตอบ ตลอดจนสามารถเขียนหรือพูดสรุปผลของคำตอบได้

5.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ได้กล่าวถึงขั้นตอนสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1985, p. 87) ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในวิธีการใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เข้าช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระ ของปัญหา ด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณากำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดจะแก้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ และกำหนดเป็นวิธีการและเทคนิคในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนของการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ จากแผนที่สมบูรณ์ ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาว่ารายละเอียดต่าง ๆ ของแต่ละขั้นตอนนั้นมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด แล้วปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

Szetela & Nicol (1992, p. 42) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ขึ้นอยู่กับกระบวนการทางอภิปัญญา (Metacognitive processes) ว่ามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 หาตัวแทนที่เหมาะสมของสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 พิจารณาเลือกใช้ยุทธวิธีตามความเหมาะสม

ขั้นที่ 3 เลือกและดำเนินการแก้ปัญหาตามยุทธวิธีที่วางไว้

ขั้นที่ 4 ติดตามการดำเนินงานที่เกี่ยวกับเงื่อนไขของปัญหาและเป้าหมาย

ขั้นที่ 5 สื่อสารเป้าหมายที่ต้องการ

ขั้นที่ 6 ประเมินความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 7 ถ้าวิธีการแก้ปัญหามีข้อผิดพลาดหรือไม่เพียงพอต่อการกำหนดตัวแทนของปัญหาให้ดำเนินการด้วยยุทธวิธีใหม่หรือค้นหาข้อผิดพลาดในการดำเนินการ

Krulik & Rudnick (1993, pp. 39 - 57) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นอ่านและคิด (Read and think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหาตีความจากภาษาสร้างความสัมพันธ์และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว้เขว ขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถามบอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการและกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

2. ขั้นสำรวจและวางแผน (Explore and plan) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะวิเคราะห์และสังเคราะห์ ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหารวบรวมข้อมูลพิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ และเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่สร้างเป็นแผนภาพ หรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

3. ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามustเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไปและในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจมีการนำเอาหลายๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้ซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้น ได้แก่ การค้นหาแบบรูป (Pattern recognition) การทำย้อนกลับ (Working backwards) การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and test) การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง (Simulation or experimentation) การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ (Reduction/ expansion) การแจงรายกรณีอย่างเป็นระบบ (Organized listing exhaustive listing) การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical deduction)

4. การค้นหาคำตอบ (Find an answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรประมาณหรือคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่าการใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะทางพีชคณิต และการใช้ทักษะทางเรขาคณิต

5. การมองย้อนและขยายผล (Reflect and extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ ผลที่ต้องการต้องย้อนหลังไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

ชอว์ และคณะ (Shaw et al., 1997, p. 2) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการพัฒนาและปรับปรุงความเข้าใจในการอ่านที่พัฒนามาจากเทคนิค KWL ของ Ogle ประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What we know) เรารู้อะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) เราต้องการรู้อะไร และต้องการทราบอะไรบ้าง

ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) เรามีวิธีการหาคำตอบอย่างไร

ขั้นที่ 4 L (What we learned) เราเรียนรู้อะไรบ้าง

สสวท. (2555 ข, หน้า 103) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหามathematics ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ คือ ปัญหาถามว่าอะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และมีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหจะช่วยให้อ่านเข้าใจปัญหาและทำให้กระบวนการแก้ปัญหาคำเนินไปอย่างราบรื่น

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ในการประกอบการวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหามาตามที่ได้วางแผนไว้ การตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบที่หาได้ ถ้าคำตอบ

ไม่ถูกต้องก็ดำเนินการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง โดยผู้เรียนจะต้องมองย้อนกลับไปที่กระบวนการทำงานเพื่อตรวจสอบว่ามีข้อบกพร่องในส่วนใด

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ตลอดจนการมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น อีกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไป

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเริ่มต้นด้วยขั้นของการทำความเข้าใจปัญหาเพื่อเป็นการพิจารณาว่าปัญหามีความต้องการอะไร และวิเคราะห์ข้อมูล เงื่อนไข ที่กำหนดมาในปัญหาเหล่านั้น จากนั้นจึงวางแผนแก้ปัญหา และลงมือปฏิบัติ ตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหาว่ามีความสมเหตุสมผลหรือเหมาะสมหรือไม่ แต่ถ้าหากแก้ปัญหายังไม่สำเร็จ ผู้แก้ปัญหามักจะกลับไปยังขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ผ่านมา เพื่อให้การแก้ปัญหาประสบผลสำเร็จและได้มาซึ่งคำตอบ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวคิด DAPIC ตามที่ได้ศึกษามาแล้วข้างต้น ในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากแนวคิด DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีความเป็นพลวัตร คือในการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC นี้ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ ผู้เรียนสามารถเริ่มจากขั้นใดก่อนก็ได้ สามารถข้ามขั้นหรือใช้ขั้นนั้นซ้ำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา ผู้เรียนต้องพิจารณาลักษณะของปัญหาแล้วดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งแนวคิด DAPIC มีขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจนโดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนแก้ปัญหา
3. Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน หาทางเลือกในการแก้ปัญหา หาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้น
5. Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

5.5 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ การสอนแก้ปัญหา มี 3 แนวทาง (Baroody, 1993, pp. 2-31; Schroeder & Lester, 1989, pp. 31-33 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะภัทร ขจร, 2555, หน้า 112-114) ดังนี้

1. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป โดยปกติมักใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หรือกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของ วิลสัน เฟอ์นันเดซ และฮาดาเวย์
2. การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนนำโมเดลหรือทักษะที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดไม่ได้มุ่งเพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลายและสอดคล้องกับชีวิตจริง
3. การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่โดยใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริง

นอกจากนี้ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน ดังนี้

1. ผู้สอนควรเตรียมปัญหาที่มีความเหมาะสมตามวัยและพัฒนาการของผู้เรียน โดยปัญหาที่นำมาควรเป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจ ทำลายความสามารถของผู้เรียน เป็นปัญหาที่มีข้อมูลขาดหาย มีข้อมูลเกิน หรืออาจมีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ และควรเป็นปัญหาที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคยสำหรับผู้เรียน
2. ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยน สื่อสารถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตนให้แก่ผู้อื่น ได้สะท้อนความคิดเห็น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่
3. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
4. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ
5. ผู้สอนควรให้ความรู้และสนับสนุนผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหามาตามขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี
 7. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนตั้งคำถามกับตัวเอง โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย แล้วให้ผู้เรียนลงมือสำรวจ สืบสวน สอบสวน ตลอดจนตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง
 8. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ช่องทางการสื่อสารมากกว่าหนึ่งช่องทางการนำเสนอคำตอบและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
 9. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ
- ครูลิขิต และรุศนิก (Krulik & Rudnick, 1993, pp. 39 - 74) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์สำหรับครู ไว้ดังนี้
1. ควรสร้างบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าสามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จได้
 2. ควรจูงใจให้นักเรียนสนใจในการแก้ปัญหา
 3. ควรสอนให้นักเรียนรู้ถึงวิธีการแก้ปัญหา รู้จักพิจารณาได้ว่าข้อความส่วนใดที่เป็นแนวคิดสำคัญ
 4. ควรให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของปัญหา เช่น การใส่ชื่อนักเรียนเข้าไปในปัญหา หรือตั้งคำถามที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน
 5. ควรให้นักเรียนรู้จักสร้างปัญหาได้ด้วยตนเอง
 6. ควรมีการจัดให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม
 7. ควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการเขียนภาพด้วยมือเปล่าโดยไม่ใช้เครื่องมือ
 8. ควรแนะนำวิธีการแก้ปัญหาววิธีอื่น ๆ ที่แตกต่างจากแนวคิดของนักเรียนเพิ่มเติม
 9. ควรส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ
 10. ควรเน้นความคิดสร้างสรรค์ทางด้านความคิดและจินตนาการ
 11. ควรส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้เครื่องคำนวณ
 12. ควรนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สมัยใหม่มาใช้
 13. ควรให้นักเรียนเขียนแผนภูมิสาขางาน (Flow - chart) แสดงกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง
 14. ควรนำกิจกรรมเกมมาใช้ในชั้นเรียน
 15. ควรให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาวที่มีขั้นตอนในการแก้ปัญหามากกว่า 1 ขั้นตอน
 16. ไม่ควรสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ในขณะที่สอนการแก้ปัญหา

สสวท. (2555 ข, หน้า 104-105) ระบุว่าแนวทางการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. กระตุ้นให้มองเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้
2. ฝึกฝนให้คาดคะเนคำตอบ และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวน (Number sense)

3. ฝึกให้สามารถตีความหมายของคำตอบ
4. ส่งเสริมให้ทำแบบฝึกหัดที่มีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี
5. ฝึกให้สร้างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ด้วยตนเอง
6. ฝึกการลงข้อสรุปทั่วไปจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 47) กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนความรู้หรือ พัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การใช้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ
2. การสอนให้แก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการในการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกันเพื่อให้เกิดประสบการณ์ ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้
3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้กับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา (Polya)

สรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นควรฝึกให้นักเรียน คิดอย่างมีเหตุผล ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน ฝึกการตีความหมายของคำถามเนื่องจากเป็นขั้นตอนสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะหากผู้เรียนสามารถแยกแยะได้ว่าปัญหากำหนดอะไรให้ ปัญหาต้องการทราบอะไร สิ่งที่เป็นปัญหากำหนดให้ นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร มีข้อมูลส่วนใดที่ไม่จำเป็น ก็จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งแนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับผู้เรียนนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยในการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับและมีความเป็นพลวัตร จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5.6 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ชาร์ล เลสเตอร์ และ โอดาฟเฟอร์ (Charles Lester & O'Daffer, 1987, p. 15 - 61)

ได้เสนอวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ประการ คือ การสังเกตและการใช้คำถาม การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric) และการใช้แบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสังเกตและการใช้คำถาม เป็นการประเมินที่กระทำขณะที่นักเรียนกำลังลงมือแก้ปัญหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่ไม่สามารถระบุเป็นคะแนนได้ ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมการแก้ปัญหานักเรียน ความเชื่อและเจตคติ
2. การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน เป็นวิธีที่ข้อมูลการวัดผลของนักเรียนจะถูกรวบรวมไว้ในสมุดรายงานที่นักเรียนต้องเขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาภายหลังจากที่แก้ปัญหาเสร็จ ครูสามารถใช้สมุดรายงานของนักเรียนในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และยังวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาในภาพรวมได้อีกเมื่อสิ้นภาคเรียน
3. การให้คะแนนแบบรูบริก เป็นการประเมินจากการเขียนแสดงขั้นตอนการคิดของนักเรียน โดยรูบริกเป็นข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจากระดับที่ยอดเยี่ยมไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา ซึ่งผู้สอนสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนของตนเองได้ แบ่งเป็น 3 วิธีคือ
 1. การประเมินแบบแยกส่วน เป็นวิธีการประเมินโดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา
 2. การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการให้คะแนนที่เน้นภาพรวมของคำตอบ ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น และจะไม่กำหนดคะแนนแยกเป็นขั้น ๆ ของกระบวนการคิด
 3. การให้คะแนนจากความประทับใจทั่วไป เป็นการให้คะแนน โดยใช้ความประทับใจทั่วไป ซึ่งมีคะแนนที่แน่นอนชัดเจนจากผู้ประเมินที่มีประสบการณ์สูง หรือผู้เชี่ยวชาญ
4. การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหามี 3 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถามซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีตัวเลือกหลาย ๆ ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกตอบ

2. แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถามซึ่งแต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้เพื่อให้ให้นักเรียนนำคำ ตัวเลข วลี หรือประโยคที่ถูกต้อง เติมลงในช่องว่าง

3. แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี

สสวท. (2555 ข, หน้า 127-131) กล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรมี รายการประเมินที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา และจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ที่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะใช้ประเมินผลผู้เรียน นอกจากนี้ควรมีการบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่ผู้เรียนแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับ โดยการตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา วิธีแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินจากพฤติกรรมที่แสดงออกในการค้นหาคำตอบของปัญหาอย่างมีขั้นตอน เป็นไปตามลำดับขั้นของการแก้ปัญหา โดยควรทำการประเมินอย่างต่อเนื่อง และใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย รวมทั้งต้องมีการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินที่ชัดเจนและครอบคลุม ซึ่งการประเมินนั้นทำได้หลายรูปแบบเช่น การสังเกตและการใช้คำถาม การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric) และการใช้แบบทดสอบ เป็นต้น

5.7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดย ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 17-22); เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร (2555, หน้า 184-185) และศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 255-256) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนว่าเป็นการประเมินเชิงคุณภาพที่สามารถระบุและแยกแยะระดับความสำเร็จในการเรียนหรือคุณภาพการปฏิบัติของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้สอนพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของผู้เรียน ด้านความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการและการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนที่ประเมินจากผลงานที่ผู้เรียนทำหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก ซึ่งไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของผู้เรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม โดยทั่วไปการให้คะแนนมี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบองค์รวมหรือภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ได้แยกเป็นด้าน ๆ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบรวมมักนำมาใช้ในการประเมินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือ สรุปผลการ เรียนรู้ของผู้เรียน และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ มากกว่าจะดูข้อบกพร่องส่วนย่อย ๆ โดย สสวท. ได้มีการนำเสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมไว้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของ สสวท.
(2555 ข, หน้า 128)

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน, เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้องและ แสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน, สรุปคำตอบได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์
3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน, เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง แต่การ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่อย่างชัดเจน, สรุปคำตอบได้อย่าง ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง, เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม หรือ ไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหา ไปใช้ได้ถูกต้องแต่การแสดงผลลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน, สรุป คำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง, เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการ แก้ปัญหา, ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบหรือแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อต้องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อาจแยกพิจารณาเกี่ยวกับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบของปัญหา ซึ่งในการให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้านแล้วรายงานผล โดยจำแนกเป็นด้าน ๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยก็ได้ ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่น หรือจุดด้อยของผู้เรียนในแต่ละด้าน แล้วนำผลของการประเมินที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ เนื่องจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ มีความครอบคลุมขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาดตามแนวคิด DAPIC ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดในการให้คะแนน โดย นพพร แหยมแสง (2556, หน้า 243) ได้กล่าวถึงข้อดีของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ ดังนี้

1. พิจารณากระบวนการการแก้ปัญหาในหลายรายการ ไม่เฉพาะเจาะจง
2. หาวิธีดีค่าการทำงานของนักเรียนออกมาเป็นจำนวน
3. ช่วยให้ครูมีเป้าหมายการพิจารณาจุดแข็งจุดอ่อน
4. มีข้อมูลที่จำเพาะเจาะจงเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกิจกรรมการสอนต่าง ๆ
5. สามารถให้น้ำหนักในรายการต่าง ๆ ได้

โดยผู้วิจัยได้รวบรวมตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบไว้ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1973, pp. 5 - 40) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดทางคณิตศาสตร์ไว้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียด ดังตารางที่ 6 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาดทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

ตารางที่ 6 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

ขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา	พฤติกรรม /ความสามารถ ที่ปรากฏให้เห็น
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไร และ ข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหที่ได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจคำตอบ	การพิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

สสวท. (2555 ค, หน้า 130) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ (2555 ค, หน้า 130) ดังนี้

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ สสวท. (2555 ค, หน้า 130)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา

ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา	3 (ดี)	เลือกวิธีที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุม ประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ สามารถเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้
การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา	3 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน ได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่ การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา ยังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
การตรวจสอบคำตอบ	3 (ดี)	ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2 (พอใช้)	ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือ ตรวจสอบคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่ตรวจสอบคำตอบ หรือ ตรวจสอบคำตอบ ไม่ถูกต้อง

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 118) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลการ
แก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 8 ตารางเกณฑ์การประเมินผลการ
แก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 118)

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ เวชฤทธิ์
อังกะภักทรขจร

องค์ประกอบของ การแก้ปัญหา	คะแนน(ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน ไม่เข้าใจปัญหา
การดำเนินการ แก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	ดำเนินการแก้ปัญหาคิดถูกต้องทั้งหมด ดำเนินการแก้ปัญหาคิดถูกต้องบางส่วน ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและ ตรวจคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ มีการสรุปคำตอบแต่ไม่ตรวจสอบคำตอบ ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจคำตอบ

นพพร แหยมแสง (2556, หน้า 243) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 9 ตารางเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ นพพร แหยมแสง (2556, หน้า 243) ดังนี้

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของนพพร แหยมแสง

คะแนนแบบวิเคราะห์	
ความเข้าใจปัญหา	0 ผิดทั้งหมด 1 บางส่วนเข้าใจผิด หรือเข้าใจผิดบางส่วน 2 เข้าใจปัญหาได้อย่างสมบูรณ์
การวางแผนแก้ปัญหา	0 ไม่พยายามหรือวางแผนไม่เหมาะสม 1 วางแผนถูกต้องบางส่วน 2 การวางแผนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
ได้คำตอบ	0 ไม่ได้คำตอบ คำตอบผิด เนื่องจากวางแผนไม่ถูกต้อง 1 คัดลอกคลาดเคลื่อน กิดคำนวณคลาดเคลื่อน คำตอบมีครบถ้วน กรณีมีคำตอบหลากหลาย 2 คำตอบถูกต้อง คัดลอกได้ถูกต้อง

จากการศึกษา การวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ประเมินได้จากการแสดงออกตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) ซึ่งเป็นการให้คะแนนที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ และการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของผู้วิจัย

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
Define (การทำความเข้าใจปัญหา)	2	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง
	1	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง หรือ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง บางส่วน
	0	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
Assess (การระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้)	2	บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และครบถ้วน
	1	บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	0	บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
Plan (การวางแผนการแก้ปัญหา)	2	วางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง
	1	วางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน
	0	ไม่วางแผนแก้ปัญหา หรือ วางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
Implement (การดำเนินการแก้ปัญหา)	2	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	1	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน
	0	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังคงไม่แสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน
Communicate (สรุปผล)	2	เขียนสรุปคำตอบถูกต้องครบถ้วน
	1	เขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	0	เขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่เขียนสรุปคำตอบ

ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา (Polya, 1973, pp. 5 - 40) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวมีขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาคือคล้ายคลึงกับกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวของโพลยา ดังนี้

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งขั้น Define นี้ตรงกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา

Assess ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนแก้ปัญหา ขั้นนี้เป็นขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ที่เพิ่มเติมมาจากกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน หาทางเลือกในการแก้ปัญหา หาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ซึ่งขั้น Plan นี้ตรงกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ในขั้นวางแผน

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้นซึ่งขั้น Implement นี้ตรงกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ในขั้นดำเนินการตามแผน

Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน ซึ่งขั้น Communicate นี้ตรงกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ในขั้นตรวจสอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC มีขั้นตอนหนึ่งที่เพิ่มเข้ามาจากกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา คือ ขั้น Assess เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากบุคคลจะวางแผนแก้ปัญหาได้นั้นย่อมต้องศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาให้เสียก่อน ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มขึ้น Assess การระบุเงื่อนไขของปัญหา เข้าไปในแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา สำหรับขั้น Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบนั้น เนื่องจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งผู้เรียนเขียนอธิบายคำตอบ จึงไม่สามารถนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบได้ ในส่วนนี้ผู้วิจัยจึงวัดเฉพาะส่วนที่ผู้เรียนเขียนอธิบายคำตอบเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องตรงกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ในขั้นตรวจสอบ ส่วนการนำเสนอที่ผู้วิจัยนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่านั้น

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Wilson (1971, p. 643) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ซึ่งเป็นความสามารถด้านสติปัญญา ความรู้และความคิดในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

สำหรับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 648 - 685) กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ (Computation) เป็นระดับการวัดเกี่ยวกับทักษะในการคิด คำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หมายถึง การถามเพื่อวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม หมายถึง การถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนการตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 6 ชั้น คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนมาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติและตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์ และนิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้ไม่ได้รวมถึง การคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของการ อนุมาน ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยความสามารถในการ ดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมการแปลความหมาย จากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้ โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้อง ไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้น ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาระบบ หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียน มาแล้วในห้องเรียน โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปของพฤติกรรมขึ้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการ เพื่อที่จะแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ หมายถึง การถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึง รายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์ นิยามของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์ เปรียบเทียบ และนำมาสรุปในการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการแยกแยะ จำแนก ปัญหา โจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกัน และการ สมมาตร พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหา การจัดกระทำกับ ข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์ จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้ หรือ จากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก็แปลกกว่า ธรรมดาหรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อนแต่ต้องอยู่ในขอบข่าย เนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ไปสู่เนื้อหาใหม่ ซึ่งการแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ จะน ำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยาม และทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์นั้นนั้นถูกต้องหรือไม่ มีขั้นตอนใดผิดพลาด

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ และเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ

Mehren & Lehmann (1976, p. 73) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทักษะ สมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนแต่ละวิชาซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538, หน้า 24) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถต่าง ๆ ทางสมองที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตร

ทิสนา แคมมณี (2548, หน้า 10) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จหรือประสิทธิภาพทางการกระทำในทักษะที่กำหนดให้หรือด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หมายถึง การเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ จากคะแนนที่ได้จากงานที่ผู้สอนมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมอง ด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถทาง

สติปัญญาที่ได้รับจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 4 ระดับตามแนวคิดของ Wilson ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับครูในการตรวจสอบพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครู โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2548, หน้า 96) สรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดเพียงใด

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, หน้า 166) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบ ที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 260-261) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือสำหรับ ผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียน หรือการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในระดับใด บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด เป็นไปตามมาตรฐาน ตัวชี้วัดอย่างไรบ้าง ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีคุณภาพ ผ่านการสร้างอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เชื่อถือได้ มีกระบวนการหลักการสร้างแบบทดสอบตามหลักวิชาการ

จึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ความสามารถ รวมถึงทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์

6.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการสร้างดังที่นักการศึกษาได้ระบุ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 30) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่อง
2. กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบอย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ให้สอบ
5. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคการสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย
6. ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สำหรับแบบทดสอบบางแบบอาจต้องตรวจสอบความเป็นปรนัยด้วย

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรร (2555, หน้า 154) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 2 จากข้อมูลในขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในวิชาคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรมระดับความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 4 จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัด ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 5 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบ และทำการสร้างข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 87-93) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้หรือเรื่องที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมิน สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3. เลือกประเภทของแบบทดสอบ โดยอาจเป็นแบบปรนัยทั้งหมด แบบอัตนัยทั้งหมด หรือแบบปรนัยผสมกับแบบอัตนัย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้สอบ เช่น การสอบย่อยหรือสอบเก็บคะแนน อาจใช้เวลา 30 - 60 นาที การสอบปลายภาคหรือสอบปลายปีอาจใช้เวลา 100 - 120 นาที เป็นต้น โดยในส่วนของจำนวนข้อสอบและคะแนนนั้น ต้องสัมพันธ์หรือเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอบและรูปแบบของแบบทดสอบด้วย

5. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of specification) เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัดตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพฤติกรรมที่มุ่งวัดนั้น อาจใช้ความสามารถด้านความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ ความจำ และการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ หรืออาจผสมผสานระหว่างความสามารถด้านความรู้ ความคิดกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบนี้จะช่วยให้ได้แบบทดสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา

6. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะและแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนด

7. ตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

7.1 การตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบนั้น สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์หรือด้านการวัดและการประเมินทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 หรือ 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับเนื้อหา สาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของข้อคำถามและตัวเลือก โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency: IOC) จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมตามคำแนะนำ และทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสม โดยพิจารณา

ค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อจากการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

7.2 การหาระดับความยากง่าย ระดับอำนาจจำแนก และความเที่ยงหรือความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและได้ทำการแก้ไขปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ประชากรที่ศึกษาที่มีลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดกับประชากร เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาดัชนีความยาก (Difficulty index: p) ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination index: D หรือ r) และค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ

8. แก้ไขปรับปรุงจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพและจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับประชากรที่ศึกษาต่อไป

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 260-261) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมเป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดและคาดหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยผู้สอนจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. กำหนดชนิดของข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ
5. ตรวจทาน
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบ
7. ทดลองสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบ
8. แก้ไขปรับปรุงแล้วได้แบบทดสอบฉบับจริง

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้
2. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of specification) เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัดตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพฤติกรรมที่มุ่งวัดนั้น อาจใช้ความสามารถด้านความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ ความจำ และการ

คิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ หรืออาจผสมผสานระหว่างความสามารถ ด้านความรู้ ความคิดกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะและแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ ข้อสอบที่กำหนด

4. ตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 การตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบนั้น สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์หรือด้านการวัดและการประเมินทาง คณิตศาสตร์ จำนวน 3 หรือ 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการประเมินความ สอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งพิจารณาความ เหมาะสม ความชัดเจนของข้อคำถามและตัวเลือก โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency: IOC) จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุง แก้ไขให้เหมาะสมตามคำแนะนำ และทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสม โดยพิจารณาค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อจากการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

4.2 การหาระดับความยากง่าย ระดับอำนาจจำแนก และความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและได้ทำการ แก้ไขปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ประชากรที่ศึกษาที่มีลักษณะ เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดกับประชากร เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หา ดัชนีความยาก (Difficulty index: p) ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination index: D หรือ r) และค่า ความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ

5. แก้ไขปรับปรุงจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพและจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ต่อไป

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

ชนะศักดิ์ แสงศรีเรือง (2553) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 86.96 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย ร้อยละ 74.13 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 78.26

สุณิสา สุมิตรณะ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 104 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขึ้นกำหนดปัญหาในบริบทชีวิตจริง (2) ขึ้นคิดค้นและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา (3) ขึ้นนำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยน (4) ขึ้นสร้างความเป็นแบบแผน และ (5) ขึ้นประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนการรู้คณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเลือกมาแบบเจาะจงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี 2) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลฉัตร กล่อมอิม (2556) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นัยนา ไพจิตต์ (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พัชรีย์ กาห์มา (2558) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองแขวง โสภพระ จำนวน 17 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบ่งเป็น 4 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 76.27 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 76.47 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับดีขึ้น คิดเป็น ร้อยละ 82.35 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ธราทิพย์ เกตุหอม (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยปรากฏว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรมล บุญรักษา (2561) ได้ทำวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ผลการวิจัยปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับ แนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จิตติมา พูลเกษม (2560) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน ในจังหวัดสุโขทัยที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิวทัศน์ ชัชวาลย์ (2562) ศึกษาผลการใช้กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของบาดแฮมที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคอนเมืองสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมาเขต 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 20 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของบาดแฮมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของบาดแฮมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปัญญาพนต์ ทองดี (2565) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสามเหลี่ยมและ รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 24 คน โรงเรียนบ้านหนองบอน จ.ตราด ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Cook (1995, p. 3124-A) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้และการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist pedagogy) ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พีชคณิตเบื้องต้น (Elementary algebra) ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

Wade (1995, p. 3411-A) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องผลการสอนคณิตศาสตร์ แบบแก้ปัญหา ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และใช้การวิจัยเชิงคุณภาพในการศึกษาเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่าเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้น

Goodman (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมุมมองของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับกลาง โดยการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน จากการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สามารถเพิ่มความชำนาญ ความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

Ilyas et al. (2013) ได้ศึกษาผลการสอนเรื่อง พีชคณิต ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนเกรด 7 ในโรงเรียนรัฐบาล Jamshoro sindh ประเทศปากีสถาน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นจึงดำเนินการสอนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พีชคณิต หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ยังช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงคาดว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ไม่มากนักน้อย ในเนื้อหา เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทที่ 3

วิธีดำเนินการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีหัวข้อในการวิจัย ดังนี้คือ

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนปกติ โรงเรียนสาขธรรมจันทร์ ตำบลท่านัด อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 235 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนปกติ โรงเรียนสาขธรรมจันทร์ ตำบลท่านัด อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งนักเรียนทุกห้องมีผลการเรียนใกล้เคียงกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนของแต่ละห้องแบบละความสามารถ

การสร้างเครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน ใช้เวลาในการสอน 10 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

หลักการบวก	จำนวน 1 คาบ
หลักการคูณ	จำนวน 1 คาบ
การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	จำนวน 2 คาบ
การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด	จำนวน 2 คาบ
การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่งนำมาจัดครั้งละ r สิ่ง	จำนวน 2 คาบ
การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	จำนวน 2 คาบ
	รวม 10 คาบ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC
จำนวน 6 แผน มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ และแนวคิด DAPIC

1.4 วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และเวลาที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 11 ตารางการวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1 หลักการ บวก	ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา	1.อธิบายความหมายของหลักการบวกได้ 2.นำความรู้เกี่ยวกับหลักการบวกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	- หลักการบวก	1
2 หลักการ คูณ	ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา	1.อธิบายความหมายของหลักการคูณได้ 2.นำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	- หลักการคูณ	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
3	ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรง สำหรับการสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	1.อธิบายความหมายของการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดได้ 2.นำความรู้เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	- การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด	2
4	ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรง สำหรับการสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด	1.อธิบายความหมายของการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดได้ 2.นำความรู้เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	- การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของไม่แตกต่างกันทั้งหมด	2

ตารางที่ 11 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
5	ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา	1.อธิบายความหมายของการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ได้ 2.นำความรู้เกี่ยวกับการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	- การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด	2
6	ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา	1.อธิบายความหมายของการจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดได้ 2.นำความรู้เกี่ยวกับการจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	- การจัดหมู่กรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด	2
รวม				10

1.5 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

- มาตรฐานการเรียนรู้
- ตัวชี้วัด
- สาระสำคัญ
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- สาระการเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน
 - ขั้นที่ 1 ขั้นนำ
 - ขั้นที่ 2 ขั้นแสวงหาคำตอบ
 - 2.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้
 - 2.2 การสร้างความรู้ใหม่
 - 2.3 การประเมินความคิดใหม่
 - ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้
 - ขั้นที่ 4 ขั้นทบทวน
- สื่อ/ อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้
- การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษา จุดประสงค์การเรียนรู้ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

- ปรับความถูกต้องของภาษา ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 ตรงสาระสำคัญ ให้มีความถูกต้องเหมาะสม โดยเปลี่ยนจาก “ถ้ามีสิ่งของ n สิ่ง ในจำนวนนี้มี n_1 สิ่ง ที่เหมือนกัน เป็นกลุ่มที่หนึ่ง มี n_2 สิ่ง ที่เหมือนกันเป็นกลุ่มที่สอง ไปเรื่อย ๆ และมี n_k สิ่ง ที่เหมือนกันเป็นกลุ่มที่ k โดยที่ $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$ แล้วจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่ง ดังเงื่อนไขข้างต้น เป็น
$$\frac{n!}{n_1! \times n_2! \times \dots \times n_k!}$$
 วิธี” เป็น “ถ้ามีสิ่งของ n สิ่ง ในจำนวนนี้มี n_1 สิ่ง ที่เหมือนกัน เป็นกลุ่มที่หนึ่ง มี n_2 สิ่ง ที่เหมือนกันเป็นกลุ่มที่สอง ไปเรื่อย ๆ และมี n_k สิ่ง ที่เหมือนกันเป็นกลุ่มที่ k โดยที่

$n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$ แล้วจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่ง ดังเงื่อนไขข้างต้น

เป็น $\frac{n!}{n_1! \times n_2! \times \dots \times n_k!}$ วิธี”

- ปรับความถูกต้องของภาษา ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 ในขั้นที่ 3 ขึ้นนำความรู้ไปใช้ ตรงสถานการณ์ปัญหาโดยเปลี่ยนจาก “มีน้ำอัดลมขนาดเดียวกัน 9 ขวด ซึ่งประกอบไปด้วย โคล่า 3 ขวด เป๊ปซี่ 2 ขวด และสไปรท์ 4 ขวด ถ้าจะจัดวางน้ำอัดลมทั้งหมดที่มีบนชั้นวางของในแนวเส้นตรงจะสามารถจัดได้ทั้งหมดกี่วิธี” เป็น “มีน้ำอัดลมขนาดเดียวกัน 9 ขวด ซึ่งประกอบไปด้วย โคล่า 3 ขวด เป๊ปซี่ 2 ขวด และสไปรท์ 4 ขวด ถ้าจะจัดวางน้ำอัดลมทั้งหมดที่มีบนชั้นวางของในแนวเส้นตรงจะสามารถจัดได้ทั้งหมดกี่วิธี”

1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการสอนคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 10 ปี ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสายธรรมจันทร์ จำนวน 1 คน ซึ่งมีคุณวุฒิทางการศึกษาในระดับปริญญาโททางด้านคณิตศาสตร์ศึกษา 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 1 คน 3) อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 1 คน 4) ครูกระบวนการ กลุ่มประสบการณ์วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 2 คน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 คน ดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้นมีคุณวุฒิทางการศึกษาในระดับปริญญาเอก ในด้านหลักสูตรและการสอน คณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความชัดเจน ความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน เพื่อนำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข โดยการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งมี 5 ระดับ ได้แก่

5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 วิเคราะห์หาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำความคิดเห็นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มาหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมาย โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินความคิดเห็นเฉลี่ย 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99-100) ซึ่งมีความหมายดังนี้

4.51- 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51- 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

2.51- 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51- 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1.00- 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมจะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 29) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้ คือ ควรปรับสถานการณ์ปัญหาในข้อที่ 3 ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 จาก “สมนึก , สมคิด , สมควร และสมหวัง วิ่งแข่งกันระยะทาง 500 เมตร แล้วจำนวนวิธีทั้งหมดที่แต่ละคนวิ่งเข้าเส้นชัยในลำดับที่ 1 , 2 , และ 3 โดยที่ไม่มีใครวิ่งเข้าเส้นชัยพร้อมกันมีค่าเท่าใด” เป็น “สมนึก , สมคิด , สมควร และสมหวัง วิ่งแข่งกันระยะทาง 500 เมตร แล้วจำนวนวิธีทั้งหมดในการวิ่งเข้าเส้นชัยในลำดับที่ 1 , 2 , และ 3 โดยที่ไม่มีใครวิ่งเข้าเส้นชัยพร้อมกันมีค่าเท่าใด” และผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับความเหมาะสมของภาษาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 ตรงสาระสำคัญ จาก “จำนวนวิธีในการนำสิ่งของ r สิ่ง จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง มาเรียงเชิงสลับเปลี่ยนเชิงเส้น คือ $P_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!}$ วิธี” เป็น “จำนวนวิธีในการนำสิ่งของ r สิ่ง จาก

สิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง มาจัดเรียงเชิงเส้น คือ $P_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!}$ วิธี”

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.10 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่ปรับปรุงแล้ว ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

2.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 วิเคราะห์ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก	จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง
ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหา	- หลักการบวก	นำความรู้เกี่ยวกับหลักการบวกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
	- หลักการคูณ	นำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
	- การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด	นำความรู้เกี่ยวกับ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก	จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง
ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหา	- การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของไม่แตกต่างกันทั้งหมด	นำความรู้เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของไม่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
	- การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด	นำความรู้เกี่ยวกับการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่งนำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
	- การจัดหมู่กรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด	นำความรู้เกี่ยวกับการจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
รวม			12	6

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) แล้วนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พร้อมด้วยเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษา รูปแบบการพิมพ์ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นไปดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
Define (การทำความเข้าใจปัญหา)	2	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง
	1	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง หรือ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
Assess (การระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้)	2	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และครบถ้วน
	1	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	0	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
Plan (การวางแผนการแก้ปัญหา)	2	- วางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง
	1	- วางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน
	0	- ไม่วางแผนแก้ปัญหา หรือ วางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
Implement (การดำเนินการแก้ปัญหา)	2	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดงการ แก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็น ลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงการ แก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็น ลำดับขั้นตอน
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยัง ไม่แสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน
Communicate (สรุปผล)	2	- เขียนสรุปคำตอบถูกต้องครบถ้วน
	1	- เขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือ สรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	0	- เขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่เขียนสรุปคำตอบ

2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น พร้อมด้วยเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกันกับที่ประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว ทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น เพื่อตรวจสอบความ สอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม และข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วทำการปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) มี เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- + 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

ใช้เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 - 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ ส่วนข้อ คำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า .50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2554, หน้า 176) โดยผลจากการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน พบว่าแบบทดสอบทั้ง 12 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ก ตารางที่ 30) แสดงว่าข้อสอบมีความสอดคล้องระหว่าง จุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม

2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการ นับเบื้องต้น ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการ นับเบื้องต้น มาตรวจให้คะแนนเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก จากนั้น เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบบทดสอบที่คัดเลือกมามี 6 ข้อ แล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของ ข้อสอบทั้งฉบับ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาโดยใช้สูตรครอนบัค (Cronbach) ค่าที่ได้ไม่ควร ต่ำกว่า .70 โดยพบว่า ข้อสอบที่คัดเลือกมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.58 – 0.67 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 – 0.48 และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.78 (รายละเอียดดังตาราง ภาคผนวก ก ตารางที่ 32)

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่ผ่านการคัดเลือกและหาคุณภาพแล้วจำนวน 6 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ดังตารางที่ 14 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ

ตัว ชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม
		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
ค 3.2 ม.4/1	อธิบายหลักการบวก และนำความรู้เกี่ยวกับหลักการบวกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	-	-	2 (1)	-	2 (1)
	นำความรู้เกี่ยวกับหลักการบวกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	-	-	2 (1)	-	2 (1)
	อธิบายความหมายของหลักการคูณได้	-	2 (1)	-	-	2 (1)
	นำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	-	-	2 (1)	-	2 (1)
	บอกความหมายของการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดได้	2 (1)	-	-	-	2 (1)

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตัว ชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม
		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
ค 3.2	นำความรู้เกี่ยวกับการ	-	-	4	-	4
ม.4/1	เรียงสับเปลี่ยนในแนว เส้นตรงสำหรับสิ่งของ ที่แตกต่างกันทั้งหมด ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้			(2)		(2)
	อธิบายความหมายของการ เรียงสับเปลี่ยนในแนว เส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ ไม่แตกต่างกันทั้งหมดได้	-	2 (1)	-	-	2 (1)
	นำความรู้เกี่ยวกับการเรียง สับเปลี่ยนในแนวเส้นตรง สำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่าง กันทั้งหมดใช้ในการแก้ ปัญหาได้	-	-	4 (2)	-	4 (2)
	บอกความหมายของการ จัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกัน ทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครึ่ง ละ r สิ่ง ได้	2 (1)	-	-	-	2 (1)
	นำความรู้เกี่ยวกับการ จัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกัน ทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครึ่ง ละ r สิ่ง ได้ไปใช้ในการ แก้ปัญหาได้	-	-	4 (2)	4 (2)	8 (4)

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตัว ชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม
		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
ค 3.2	อธิบายความหมายของ	-	2	-	-	2
ม.4/1	การจัดหมู่สำหรับสิ่งของ ที่แตกต่างกันทั้งหมดได้		(1)			(1)
	นำความรู้เกี่ยวกับการ จัดหมู่สำหรับสิ่งของ ที่แตกต่างกันทั้งหมดได้ ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	-	-	4 (2)	4 (2)	8 (4)
	รวม	4 (2)	6 (3)	22 (11)	8 (4)	40 (20)

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษา รูปแบบการพิมพ์ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ตอบถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน และตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ข้อละ 0 คะแนน

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกันกับที่ประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม และข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

ใช้เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 - 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ ส่วนข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า .50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2554, หน้า 176) โดยผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยผลจากการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน พบว่าแบบทดสอบทั้ง 40 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ก ตารางที่ 31) แสดงว่าข้อสอบมีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสายธรรมจันทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มาตรวจให้คะแนน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบบทดสอบที่คัดเลือกมามี 20 ข้อ โดยพบว่าข้อสอบที่คัดเลือกมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.39 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.33 – 0.89 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ก ตารางที่ 33)

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ ทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของ Lovett โดยกำหนดคะแนนจุดตัดที่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นั่นคือ 14 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งค่าความเชื่อมั่นที่ได้ต้องไม่ต่ำกว่า .70 ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับนี้มีค่าเท่ากับ 0.80 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ก ตารางที่ 33)

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่ผ่านการคัดเลือกและหาคุณภาพแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้เวลา 10 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง

6. หลังดำเนินการสอนเสร็จสิ้นแล้วทั้ง 10 คาบ ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) จำนวน 2 คาบ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น จำนวน 1 คาบ และใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น จำนวน 1 คาบ

7. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ แบบแยกองค์ประกอบตามแนวคิด DAPIC ของผู้วิจัย

8. นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าทางสถิติเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานและรายงานผลการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ $t - test$ for one samples

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ $t - test$ for one samples

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยวิเคราะห์ตามขั้นการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC จำแนกตามระดับเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ ดังนี้

สถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (นพพร ณะชัยจันทร์, 2555, หน้า 16-17)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. ร้อยละ มีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 90)

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
 N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีสูตรดังนี้ (นพพร ณะชัยจันทร์, 2555, หน้า 38-39)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ โดยตัดคะแนนเป็นนักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อน 25 เปอร์เซนต์ โดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (อ้างถึงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 122 - 127)

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

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

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

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

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัก (อ้างถึงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 117)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

4. การหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คำนวณได้จากสูตร B – Index ของ Brennan (อ้างถึงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 127)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$B = \frac{U}{N_U} - \frac{L}{N_L}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผู้รอบรู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผู้ไม่รอบรู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N_U	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผู้รอบรู้
	N_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มไม่ผู้รอบรู้

5. ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) ของ Whitney and Sabers (1970 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 160)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น กับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับวิเคราะห์แบบ t-test for one sample (ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม, 2555, หน้า 86)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องหลักการนับเบื้องต้น หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความสะดวกและความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยขอกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
μ_0	แทน	เกณฑ์ร้อยละ 70
t	แทน	การทดสอบที (t-test for one-sample)
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
$*$	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับ แนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับ แนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับ แนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 1 ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับแนวคิด DAPIC ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนน เต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{x}$	S	t	p
ความสามารถ ในการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	35	60	42	47.77	10.14	3.368*	.001

* $p < .05$

จากตารางที่ 15 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 47.77 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 79.62 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.14 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ตามกระบวนการแก้ปัญหาของแนวคิด DAPIC ดังนี้ ขั้น Define ขั้น Assess ขั้น Plan ขั้น Implement และขั้น Communicate ซึ่งในแต่ละขั้นยังสามารถจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ขั้น Define (การทำความเข้าใจปัญหา)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในขั้น Define ซึ่งเป็นขั้นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้น Define ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามระดับคะแนน ดังปรากฏผลดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Define

ระดับคะแนนในขั้น Define (การทำความเข้าใจปัญหา)	จำนวนนักเรียน (คน)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
2 คะแนน	33	30	28	27	27	24	80.48
1 คะแนน	2	5	7	8	8	11	19.52
0 คะแนน	0	0	0	0	0	0	0.00
รวม	35	35	35	35	35	35	100

จากตารางที่ 16 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ระดับคะแนนในภาพรวมในชั้น Define ซึ่งเป็นขั้นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ นั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับคะแนนอยู่ที่ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.48 รองลงมา คือระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 19.52 และไม่มีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ซึ่งเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้น Define ของนักเรียน จำแนกในแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในชั้น Define เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80.48 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 3

จากสถานการณ์ปัญหา “หมายเลขโทรศัพท์มือถือหนึ่งหมายเลข ประกอบด้วยตัวเลข 10 หลัก แล้วจำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 จะมีจำนวนทั้งหมดกี่หมายเลข”

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือ ที่ขึ้นต้นด้วย
ตัวเลข 6 หลักแรก 063382 จะมีจำนวน ทั้งหมดกี่หมายเลข

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ หมายเลขโทรศัพท์มือถือหนึ่งหมายเลข ประกอบด้วย
ตัวเลข 10 หลัก สนใจหมายเลขที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก
คือ 063382

ภาพที่ 3 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในชั้น Define

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง โดยนักเรียนเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ “หมายเลขโทรศัพท์มือถือหนึ่งหมายเลข ประกอบด้วยตัวเลข 10 หลัก สนใจหมายเลขที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก คือ 063382” และสามารถเขียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ คือ “จำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 จะมีจำนวนทั้งหมดกี่หมายเลข” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วนตามที่สถานการณ์ปัญหา ได้กำหนดมาและตามที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Define เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถเขียนระบุบอก สิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 19.52 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย
ตัวเลข 6

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ - หมายเลขโทรศัพท์ 1 หมายเลข ประกอบด้วย
ตัวเลข 10 หลัก หมายเลขที่สนใจต้องขึ้นต้นด้วย
6 และรหัส 063382

ภาพที่ 4 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Define

จากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ “หมายเลขโทรศัพท์ 1 หมายเลข ประกอบด้วยตัวเลข 10 หลัก หมายเลขที่สนใจต้องขึ้นต้นด้วย ตัวเลข 6 หลักแรก 063382” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วนตามที่สถานการณ์ปัญหาได้กำหนด มาให้ แต่นักเรียนเขียนระบุบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง ดังนี้ “จำนวนหมายเลข โทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6” ซึ่งหากจะให้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนต้องเขียนระบุสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบ ดังนี้ “จำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 จะมีจำนวนทั้งหมด กี่หมายเลข”

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Define เป็นนักเรียนกลุ่มที่เขียนระบุบอกสิ่งที่โจทย์ กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนระบุบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งในขั้น Define ของงานวิจัยนี้ไม่พบนักเรียนคนใดที่อยู่ในกลุ่มนี้

ขั้น Assess (การระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในขั้น Assess ซึ่งเป็นขั้นการระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ก่อนการวางแผนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้น Assess ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามระดับคะแนน ดังปรากฏผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Assess

ระดับคะแนนในขั้น Assess (การระบุข้อมูล หรือความรู้ที่ต้องใช้)	จำนวนนักเรียน (คน)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
2 คะแนน	32	32	33	30	32	29	89.52
1 คะแนน	3	2	0	3	3	2	6.19
0 คะแนน	0	1	2	2	0	4	4.29
รวม	35	35	35	35	35	35	100

จากตารางที่ 17 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ระดับคะแนนในภาพรวมในขั้น Assess ซึ่งเป็นขั้นการระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่มีระดับคะแนนอยู่ที่ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.52 รองลงมาคือระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 6.19 และในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 4.29 ซึ่งเมื่อพิจารณาความสามารถในการระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหานักเรียนในขั้น Assess ของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่มแสดงได้ ดังนี้

จากสถานการณ์ปัญหา “จากตัวเลข 0 1 2 4 7 8 9 จะนำมาสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ได้ทั้งหมดกี่จำนวน โดยที่ตัวเลขในแต่ละหลักไม่ซ้ำกัน”

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Assess เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถระบุข้อมูล หรือ ความรู้ที่ต้องใช้ก่อนการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 89.52 โดยมีตัวอย่าง ของคำตอบ ดังภาพที่ 5

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ☐ ให้ถูกต้อง โดยสามารถ / ได้มากกว่า 1 ช่อง)

- ☒ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ภาพที่ 5 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Assess

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถระบุข้อมูล หรือความรู้ที่ต้องใช้ในการ วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง โดยนักเรียนระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ข้างต้นมาคือ ต้องใช้ความรู้เรื่อง หลักการบวก หลักการคูณเข้ามาช่วย ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะนำความรู้ดังกล่าวมาวางแผนในการแก้ไข ปัญหาและเพียงพอต่อการนำไปใช้หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้ด้วย

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Assess เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถบอกข้อมูล หรือ ความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนซึ่งคิดเป็นร้อยละ 6.19 โดยมีตัวอย่างของ คำตอบ ดังภาพที่ 6

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ☐ ให้ถูกต้อง โดยสามารถ / ได้มากกว่า 1 ช่อง)

- ☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ภาพที่ 6 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Assess

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่า นักเรียนระบุข้อมูล หรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน โดยนักเรียนระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ข้างต้นถูกต้องบางส่วน คือ ต้องใช้ความรู้เรื่อง หลักการคูณ เข้ามาช่วยในการ แก้ปัญหา ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่เพียงพอที่จะนำความรู้ดังกล่าวมาวางแผนในการแก้ไข ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนในกลุ่มนี้มักจะหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ไม่ถูกต้องอีกด้วย ซึ่งหากจะให้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนต้องระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ข้างต้น คือ ต้องใช้ความรู้เรื่อง หลักการบวก หลักการคูณ เข้ามาช่วยในการ แก้ปัญหา

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Assess เป็นนักเรียนกลุ่มที่บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 4.29 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 7

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ☐ ให้ถูกต้อง โดยสามารถ / ได้มากกว่า 1 ช่อง)

- ☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☒ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ภาพที่ 7 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Assess

จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่า นักเรียนระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ข้างต้นไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนระบุว่าต้องใช้ความรู้เรื่อง การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งหากจะให้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนต้องระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ข้างต้น คือ ต้องใช้ความรู้เรื่อง หลักการบวก หลักการคูณ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา

ขั้น Plan (การวางแผนการแก้ปัญหา)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในขั้น Plan การวางแผนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้น Plan ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามระดับคะแนน ดังปรากฏผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Plan

ระดับคะแนนในขั้น Plan (การวางแผน การแก้ปัญหา)	จำนวนนักเรียน (คน)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
2 คะแนน	31	26	27	22	21	23	71.43
1 คะแนน	2	4	4	5	4	3	10.48
0 คะแนน	2	5	4	8	10	9	18.09
รวม	35	35	35	35	35	35	100

จากตารางที่ 18 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ระดับคะแนนในภาพรวมในขั้น Plan ซึ่งเป็นขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับคะแนนอยู่ที่ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.43 รองลงมา คือระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 18.09 และในระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 10.48 ซึ่งเมื่อพิจารณาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้น Plan ของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังนี้ จากสถานการณ์ปัญหา “มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม และมีหนังสือชีววิทยาเหมือนกัน 4 เล่ม ถ้าต้องการนำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือ โดยที่หนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน จะสามารถทำได้ทั้งหมดกี่วิธี”

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Plan เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถวางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 71.43 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 8

Plan วางแผนการแก้ปัญหา มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม
 ชีวะเหมือนกัน 4 เล่ม
 จัดวางบนชั้นได้โดย 1) วางตามเงื่อนไขโจทย์ก่อน คือ วางหนังสือ
 ฟิสิกส์ และหนังสือชีวะ ไว้ริมสุดคนละข้างกันของชั้นวางหนังสือ
 2) เหลือหนังสือรวม 10 เล่ม เหลือหนังสือฟิสิกส์ 7 เล่ม ที่เหมือนกัน
 และเหลือหนังสือชีวะ 3 เล่ม ที่เหมือนกัน 3) วางหนังสือที่เหลือตรงกลางระหว่าง
 หนังสือฟิสิกส์ และ ชีวะ ที่วางไว้แล้ว 4) เนื่องจาก 1) และ 3) เป็นขั้นตอนที่
 ต่อเนื่องกัน จึงใช้หลักการคูณในการช่วยหาคำตอบ

ภาพที่ 8 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Plan

จากภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องโดยนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้ “มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกันจำนวน 8 เล่ม ชีวะเหมือนกัน 4 เล่ม จัดวางบนชั้นได้โดย 1) วางตามเงื่อนไขโจทย์ก่อน คือ วางหนังสือฟิสิกส์ และหนังสือชีวะ ไว้ริมสุดคนละข้างกันของชั้นวางหนังสือ 2) เหลือหนังสือรวม 10 เล่ม เหลือหนังสือฟิสิกส์ 7 เล่ม ที่เหมือนกัน และเหลือหนังสือชีวะ 3 เล่ม ที่เหมือนกัน 3) วางหนังสือที่เหลือตรงกลาง ระหว่างหนังสือฟิสิกส์และชีวะที่วางไว้แล้ว 4) เนื่องจาก 1) และ 3) เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันจึงใช้หลักการคูณในการช่วยหาคำตอบ” ซึ่งเป็นการวางแผนแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอนสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มา และสามารถนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ตามที่สถานการณ์ปัญหามองหาการทราบได้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Plan เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถวางแผนแก้ปัญหา
ถูกต้องบางขั้นตอน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 10.48 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 9

Plan วางแผนการแก้ปัญหา กรณีที่ 1 เลือกหนังสือฟิสิกส์ 1 เล่ม จาก 8 เล่ม
ไปวางริมสุดของชั้นวางหนังสือ เลือกได้ 8 วิธี
กรณีที่ 2 เลือกหนังสือชีวฯ 1 เล่ม จาก 4 เล่ม ไปวางริมสุด
ของชั้นวางหนังสือ เลือกได้ 4 วิธี
กรณีที่ 3 วางหนังสือที่เหลือระหว่างกลางของหนังสือฟิสิกส์และชีวฯ
ที่วางไว้แล้วคนละข้างกัน ริมสุดของชั้นวางหนังสือ โดยเลือกหนังสือ
10 เล่ม คือ หนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน 7 เล่ม หนังสือชีวฯ เหมือนกัน
3 เล่ม ซึ่งวางระหว่างกลางได้ $\frac{10!}{7!3!} = 120$ วิธี
~~อาศัยหลักการคูณ เอาทุกกรณีมาคูณกัน~~
จะได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้

ภาพที่ 9 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Plan

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน
โดยนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน ดังนี้ “กรณีที่ 1 เลือกหนังสือฟิสิกส์ 1 เล่ม
จาก 8 เล่มไปวางริมสุดของชั้นวางหนังสือ เลือกได้ 8 วิธี กรณีที่ 2 เลือกหนังสือชีวฯ 1 เล่ม
จาก 4 เล่มไปวางริมสุดของชั้นวางหนังสือ เลือกได้ 4 วิธี กรณีที่ 3 วางหนังสือที่เหลือระหว่างกลาง
ของหนังสือฟิสิกส์และชีวฯ ที่วางไว้แล้วคนละข้างกัน ริมสุดของชั้นวางหนังสือ โดยเลือกหนังสือ
10 เล่ม คือ หนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน 7 เล่ม หนังสือชีวฯ เหมือนกัน 3 เล่ม ซึ่งวางระหว่างกลางได้
 $\frac{10!}{7!3!} = 120$ วิธี อาศัยหลักการคูณเอาทุกกรณีมาคูณกันจะได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้”
ซึ่งเป็นการวางแผนแก้ปัญหาที่ถูกต้องบางขั้นตอน แม้จะสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด
ให้มา แต่ไม่อาจสามารถนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องตามที่สถานการณ์ปัญหามุ่งต้องการทราบ
ได้ ทั้งนี้ จากการวางแผนดังกล่าว กรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 นักเรียนวางแผนไม่ถูกต้องเพราะนักเรียน
นำหนังสือไปวางเรียงทั้งหมดที่ริมสุดของแต่ละข้างของชั้นวางหนังสือ ซึ่งที่ถูกต้องคือ ต้องวาง
หนังสือฟิสิกส์ และหนังสือชีววิทยา ไว้ริมสุดคนละข้างกันของชั้นวางหนังสือข้างละ 1 เล่ม และ
สามารถสลับการวางหนังสือดังกล่าว ซ้าย ขวา ได้ ดังนั้นจะสามารถวางหนังสือตามเงื่อนไข
ของสถานการณ์ปัญหาได้ทั้งหมด 2 วิธี ส่วนกรณีที่ 3 นักเรียนวางแผนได้ถูกต้องชัดเจน
และไม่ลืมที่จะพิจารณาว่าหนังสือนั้นมีเล่มที่เหมือนกันเหลืออยู่ คือ มีหนังสือฟิสิกส์ที่เหมือนกัน
เหลืออยู่ 7 เล่ม และหนังสือชีววิทยาที่เหมือนกันเหลืออยู่ 3 เล่ม

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Plan เป็นนักเรียนกลุ่มที่ไม่วางแผนแก้ปัญหา หรือ วางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 18.09 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 10

Plan วางแผนการแก้ปัญหา ฉันหิวสัปดาห์นี้ และหิวข้าวรวม 12 เล่ม
 ใช้วิธีวางแผนหิวข้าวโดยใช้ $p_{n,r}$ โดยที่ $n=12, r=2$
 เพราะโจทย์กำหนดให้หนังสือที่เหมือนกัน
 ต้องอยู่ริมสุดของชั้นวาง” ซึ่งเป็นการวางแผนแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง เพราะ $p_{n,r}$ นั้น เป็นการ
 ใช้ในกรณีที่จัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ซึ่งสถานการณ์ปัญหา
 ที่กำหนดมาให้ฉัน พบว่ามีสิ่งของซึ่งก็คือ หนังสือที่ไม่แตกต่างกันอยู่ โดยมีหนังสือฟิสิกส์ที่ไม่
 แตกต่างกันอยู่ 8 เล่ม และหนังสือชีววิทยาที่ไม่แตกต่างกันอยู่ 4 เล่ม ดังนั้นการใช้ $p_{n,r}$
 จึงเป็นการวางแผนแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดมา

ภาพที่ 10 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Plan

จากภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่า นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนวางแผน
 แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ดังนี้ “มีหนังสือฟิสิกส์ และหนังสือชีววิทยารวม 12 เล่ม จะวางเรียงหนังสือ
 บนชั้นวางได้โดยใช้ $p_{n,r}$ โดยที่ $n=12, r=2$ เพราะโจทย์กำหนดให้หนังสือที่เหมือนกัน
 ต้องอยู่ริมสุดของชั้นวาง” ซึ่งเป็นการวางแผนแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง เพราะ $p_{n,r}$ นั้น เป็นการ
 ใช้ในกรณีที่จัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ซึ่งสถานการณ์ปัญหา
 ที่กำหนดมาให้ฉัน พบว่ามีสิ่งของซึ่งก็คือ หนังสือที่ไม่แตกต่างกันอยู่ โดยมีหนังสือฟิสิกส์ที่ไม่
 แตกต่างกันอยู่ 8 เล่ม และหนังสือชีววิทยาที่ไม่แตกต่างกันอยู่ 4 เล่ม ดังนั้นการใช้ $p_{n,r}$
 จึงเป็นการวางแผนแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดมา

ขั้น Implement (การดำเนินการแก้ปัญหา)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในขั้น Implement การดำเนินการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้น Implement ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามระดับคะแนน ดังปรากฏผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Implement

ระดับคะแนนในขั้น Implement (การดำเนินการ แก้ปัญหา)	จำนวนนักเรียน (คน)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
2 คะแนน	29	25	27	19	17	21	65.71
1 คะแนน	2	6	4	7	4	3	12.38
0 คะแนน	4	4	4	9	14	11	21.91
รวม	35	35	35	35	35	35	100

จากตารางที่ 19 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ระดับคะแนนในภาพรวมในขั้น Implement ซึ่งเป็นขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับคะแนนอยู่ที่ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.71 รองลงมา คือระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 21.91 และในระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 12.38 ซึ่งเมื่อพิจารณาความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้น Implement ของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังนี้ จากสถานการณ์ปัญหา “มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม และมีหนังสือชีววิทยาเหมือนกัน 4 เล่ม ถ้าต้องการนำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือ โดยที่หนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน จะสามารถทำได้ทั้งหมดกี่วิธี”

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Implement เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ได้อย่างชัดเจน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 65.71 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 11

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา มีหนังสือฟลิคส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม
 ชีวะเหมือนกัน 4 เล่ม จัดวางบนชั้นได้โดย

1) วางตามเงื่อนไขโจทย์ก่อน คือ 1) วางหนังสือฟลิคส์และหนังสือชีวะ
 ไว้ริมสุดของชั้นวางคนละข้างกัน ข้างละ 1 เล่ม จำนวนวิธีวางหนังสือ
 ดังกล่าววางได้ 2 วิธี

2) วางหนังสือ 10 เล่มที่เหลือระหว่างกลางของเล่มที่วางไปแล้ว โดยหนังสือ
 ที่จะวางนี้มีเล่มที่เหมือนกัน จึงวางได้ $\frac{10!}{7!3!} = 120$ วิธี

3) อาศัยหลักการคูณ ในการคำนวณวิธีการวางหนังสือตามเงื่อนไขสถานการณ์
 ปัญหา เพราะงาน 1) และ 2) เป็นงานที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งวางหนังสือ
 ตามเงื่อนไขได้ $2 \times \frac{10!}{7!3!} = 240$ วิธี

ภาพที่ 11 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Implement

จากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดง
 การแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน โดยนักเรียน
 ดำเนินการแก้ปัญหาดังนี้ “มีหนังสือฟลิคส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม ชีวะเหมือนกัน 4 เล่ม
 จัดวางบนชั้นได้โดย 1) วางตามเงื่อนไขโจทย์ก่อน คือ 1) วางหนังสือฟลิคส์และหนังสือชีวะ
 ไว้ริมสุดของชั้นวางคนละข้างกัน ข้างละ 1 เล่ม จำนวนวิธีวางหนังสือดังกล่าววางได้ 2 วิธี
 2) วางหนังสือ 10 เล่มที่เหลือระหว่างกลางของเล่มที่วางไปแล้ว โดยหนังสือที่จะวางนี้มีเล่มที่
 เหมือนกัน จึงวางได้ $\frac{10!}{7!3!} = 120$ วิธี 3) อาศัยหลักการคูณ ในการคำนวณวิธีการวางหนังสือ
 ตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา เพราะงาน 1) และ 2) เป็นงานที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งวางหนังสือ
 ตามเงื่อนไขได้ $2 \times \frac{10!}{7!3!} = 240$ วิธี” ซึ่งเป็นการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดงการ
 แก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจนสอดคล้องกับ
 สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มาและแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ก่อนหน้านี้ และยังสามารถนำไปสู่
 การได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ตามที่สถานการณ์ปัญหามองหาได้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Implement เป็นนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12.38 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 12

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา
 วางหนังสือได้ $120 \times 2 = 240$ วิธี $\neq$

ภาพที่ 12 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Implement

จากภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ดังนี้ “วางหนังสือได้ $120 \times 2 = 240$ วิธี” แม้จะดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มา แต่ไม่แสดงการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เมื่อย้อนไปดูใน ขั้น Plan การวางแผนการแก้ปัญหานักเรียนพบว่า นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาไว้ว่า จะจัดวางหนังสือฟิสิกส์และหนังสือชีววิทยาอย่างละหนึ่งเล่มบนชั้นวางหนังสือที่ริมสุดของชั้นวางก่อนโดยที่ริมสุดของชั้นวางหนังสือแต่ละข้างนั้นต้องเป็นหนังสือที่แตกต่างกันเสมอ แล้วค่อยจัดวางหนังสือเล่มที่เหลืออยู่ระหว่างกลางหนังสือที่ได้จัดวางไว้ก่อนหน้าแล้ว จากที่นักเรียนเขียน “วางหนังสือได้ $120 \times 2 = 240$ วิธี” จึงอนุมานได้ว่า นักเรียนเลือกที่จะวางหนังสือตรงกลางของชั้นวางหนังสือก่อน แล้วค่อยวางที่ริมสุดของชั้นวางหนังสือแต่ละข้าง ซึ่งไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Implement เป็นนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 21.91 โดยงานวิจัยนี้ไม่พบนักเรียนคนใดที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง พบเพียงนักเรียนที่ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา ทั้งนี้เพราะขั้น Implement เป็นขั้นตอนที่สืบเนื่องมาจากขั้น Plan การวางแผนการแก้ปัญหา คือ เมื่อนักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้แม้บางส่วนของปัญหาก็ตาม ก็ย่อมสามารถดำเนินการแก้ปัญหานั้นได้บ้างบางส่วนด้วย แต่หากในขั้น Plan การวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้แม้บางส่วนของปัญหา ก็ย่อมส่งผลถึงขั้น Implement คือ จะไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาใด ๆ ในขั้นนี้นั่นเอง

ขั้น Communicate (สรุปผล)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในขั้น Communicate ซึ่งเป็นขั้นสรุปผล โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียน ในแต่ละข้อ ของขั้น Communicate ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามระดับคะแนน ดังปรากฏผลดัง ตารางที่ 20

ตารางที่ 20 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนของขั้น Communicate

ระดับคะแนนในขั้น Communicate (สรุปผล)	จำนวนนักเรียน (คน)						ร้อยละ
	ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่	
	1	2	3	4	5	6	
2 คะแนน	31	27	27	21	14	19	66.19
1 คะแนน	0	3	1	1	2	1	3.81
0 คะแนน	4	5	7	13	19	15	30.00
รวม	35	35	35	35	35	35	100

จากตารางที่ 20 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ระดับคะแนนในภาพรวมในขั้น Communicate ซึ่งเป็นขั้นสรุปผลนั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับคะแนนอยู่ที่ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.19 รองลงมา คือระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 30.00 และในระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 3.81 ซึ่งเมื่อพิจารณาความสามารถในการสรุปผล ในขั้น Communicate ของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังนี้ จากสถานการณ์ “หมายเลขโทรศัพท์มือถือหนึ่งหมายเลข ประกอบด้วยตัวเลข 10 หลัก แล้วจำนวนหมายเลข โทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 จะมีจำนวนทั้งหมดกี่หมายเลข”

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Communicate เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถเขียนสรุปคำตอบถูกต้องครบถ้วน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 66.19 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 13

Communicate สรุปผล จะมีหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย
063382 มี 10,000 หมายเลข

ภาพที่ 13 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในขั้น Communicate

จากภาพที่ 13 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบถูกต้องครบถ้วน สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ทั้งคำตอบ และหน่วยของคำตอบ “จะมีหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 063382 มี 10,000 หมายเลข” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน

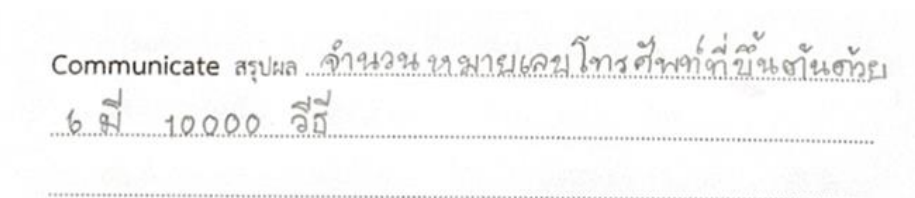
กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Communicate เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 3.81 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 14

Communicate สรุปผล จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วยเลข 063382
10,000 วิธี (10×10×10×10)

ภาพที่ 14 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้น Communicate

จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แต่มักเขียนหน่วยของคำตอบผิด เช่น “จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วยเลข 063382 = 10,000 วิธี ” ซึ่งถ้าจะเป็นคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วนตามที่สถานการณ์ปัญหาได้กำหนดให้มานั้น ต้องสรุปดังนี้ “จำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 มีจำนวนทั้งหมด 10,000 หมายเลข” ซึ่งเป็นหน่วยของคำตอบที่ถูกต้อง

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Communicate เป็นนักเรียนกลุ่มที่เขียนสรุปคำตอบ ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสรุปคำตอบ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 30.00 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ลักษณะของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้น Communicate

จากภาพที่ 15 จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และมักเขียนหน่วยของคำตอบผิด เช่น “จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 6 มี 10000 วิธี” ซึ่งถ้าจะเป็นคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วนตามที่สถานการณ์ปัญหาได้กำหนดให้มานั้น ต้องสรุปดังนี้ “จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ที่มีมือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 มีจำนวนทั้งหมด 10,000 หมายเลข” ซึ่งเป็นหน่วยของคำตอบที่ถูกต้อง

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความ
ความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	n	คะแนน เต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{x}$	S	t	p
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์	35	20	14	16.03	2.706	4.435*	0.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 21 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.03 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80.15 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.706 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Wilson ในระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถจำแนกได้ ปรากฏผลดัง ตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ระดับคะแนนของนักเรียนจำแนกตามพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิ
พิสัย 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Wilson

นักเรียน คนที่	พฤติกรรมที่ต้องการวัด (คะแนน)			
	ความรู้ความจำ (2 คะแนน)	ความเข้าใจ (3 คะแนน)	การนำไปใช้ (11 คะแนน)	การวิเคราะห์ (4 คะแนน)
1	2	2	8	3
2	2	3	10	4
3	1	2	10	3
4	2	3	9	2
5	2	3	10	3
6	2	3	9	4
7	1	0	10	1
8	2	1	10	3
9	2	2	9	2
10	2	2	9	4
11	2	1	10	3
12	2	3	11	4
13	1	3	9	3
14	2	2	9	4
15	2	3	6	2
16	2	2	10	3
17	1	3	7	1
18	2	3	9	3

ตารางที่ 22 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	พฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์
	(2 คะแนน)	(3 คะแนน)	(11 คะแนน)	(4 คะแนน)
19	2	2	8	3
20	2	3	10	3
21	2	3	8	1
22	1	2	9	2
23	0	3	7	2
24	2	3	11	3
25	2	3	11	4
26	2	3	10	4
27	1	3	8	1
28	2	2	9	3
29	2	3	11	4
30	2	3	5	1
31	2	3	8	3
32	2	3	9	4
33	1	2	5	2
34	2	3	8	3
35	2	3	11	4
รวม	61	88	313	99
ร้อยละ	87.14	83.81	81.30	70.71

จากตารางที่ 22 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น เมื่อวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Wilson พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ในระดับความรู้ความจำ มากที่สุดร้อยละ 87.14 รองมาคือพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้าน พุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในระดับการนำไปใช้ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในระดับการวิเคราะห์ ร้อยละ 83.81 81.30 70.71 ตามลำดับ



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยผลเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนปกติ โรงเรียนสาขธรรมจันทร์ ตำบลท่านัด อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 8 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบลดระดับความสามารถทางวิชาการของนักเรียน รวมมีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 235 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนปกติ โรงเรียนสาขธรรมจันทร์ ตำบลท่านัด อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC จำนวน 6 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.83 และ 0.29 ตามลำดับ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.58 - 0.67 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 - 0.48 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.39 - 0.78 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.33 - 0.89 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample)

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผล ดังต่อไปนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เช่นนี้ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างความรู้ด้วยตนเองและกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจในเนื้อหามากกว่าการเน้นท่องจำวิธีการคิดคำนวณ เมื่อนักเรียนเข้าใจในเนื้อหาหรือมีทัศนคติในทางคณิตศาสตร์แล้ว หากนักเรียนเผชิญกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ท้าทายความสามารถยิ่งขึ้น นักเรียนก็จะสามารถต่อยอดความรู้ที่ตนมีเป็นพื้นฐานมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้เสมอ ความสามารถเช่นนี้ยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญในชีวิตประจำวันของนักเรียนอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Fisher (1987) ที่กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการดำเนินชีวิตในแต่ละวันส่งเสริมความสามารถในระดับต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่

การประสบความสำเร็จในชีวิตเป็นทักษะที่ส่งผลต่อทักษะอื่น ๆ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสังเกต การออกแบบ การตัดสินใจ การระดมสมอง และเป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ และกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอน มีเหตุผล รู้จักวางแผนในการแก้ปัญหา ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด DAPIC แล้วพบว่า

1.1 Define เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำเสนอโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน แล้วใช้คำถามนำเพื่อให้ให้นักเรียนได้วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา รวมถึงระบุปัญหาที่จะแก้ไขชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งโจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกแก้ปัญหาจากการทำใบกิจกรรมซึ่งช่วยฝึกนักเรียนให้รู้จักการวิเคราะห์และการอ่านจับประเด็นสำคัญของโจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณารายละเอียดของโจทย์ปัญหา ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการอ่าน และส่งเสริมความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งจากการวิจัยพบว่าในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC นั้น นักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์และจับประเด็นสำคัญของโจทย์ปัญหาได้ โดยเฉพาะเมื่อนักเรียนพบเจอโจทย์ปัญหาที่มาในรูปของข้อความที่ยาวและมีความสลับซับซ้อน นักเรียนมักจะไม่สามารถระบุสิ่งโจทย์ถาม หรือสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ แต่เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านไปสักระยะหนึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แม้เจอโจทย์ปัญหา เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่มาในลักษณะข้อความที่ยาวและซับซ้อน นักเรียนส่วนใหญ่จะอ่านโจทย์อย่างละเอียดแล้วจับใจความสำคัญของโจทย์นั้น ๆ อย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยนักเรียนมักตั้งคำถามกับตัวเองว่า โจทย์ที่กำลังอ่านอยู่นี้ กำหนดสิ่งใดมาให้และต้องการทราบสิ่งใด เมื่อนักเรียนสามารถจับใจความสำคัญของโจทย์ปัญหาได้ จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาในขั้น Define ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 และส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือข้อมูลที่จะใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 83) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา ควรพัฒนาทักษะการอ่านเพราะการอ่านเป็นปัจจัยสำคัญในการทำความเข้าใจปัญหาที่จำเป็นต้องใช้สมาธิ ให้ความสนใจในการเก็บรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด และจะต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลส่วนใดสำคัญบ้าง

1.2 Assess เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษาหาข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้สำหรับการแก้ปัญหา โดยนักเรียนต้องบอกได้ว่าจะใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อให้เพียงพอ สำหรับการวางแผนและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดอย่างรอบคอบ ได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่ตนเองเคยได้รับกับโจทย์ปัญหา เพื่อระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ให้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา รวมถึงในขั้นนี้นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้รู้จักศึกษา

แนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะวางแผนแก้ปัญหา ทำให้การแก้ปัญหานักเรียนมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น รวมถึงขั้น Assess การระบุเงื่อนไขของปัญหานี้ถือว่าเป็นขั้นสำคัญเนื่องจากบุคคลจะวางแผนแก้ปัญหาได้นั้นย่อมต้องศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาให้เสียก่อน ซึ่งจากการวิจัยพบว่าในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC นั้น ในขั้น Assess นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถบอกได้ว่าจะใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อให้เพียงพอ สำหรับการวางแผนและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนบางคนมีพื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอในการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา แต่เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปสักระยะหนึ่งพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มต้นการแก้ปัญห ด้วยการอ่านโจทย์อย่างรอบคอบจากนั้นพิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง โจทย์ถามหาสิ่งใด จากนั้นเมื่อนักเรียนทราบว่าโจทย์ถามหาสิ่งใด นักเรียนส่วนใหญ่จะพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ นั้นเพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่ ต้องหาข้อมูลอื่น ๆ มาช่วยในการหาคำตอบหรือไม่ ถ้าข้อมูลไม่เพียงพอต่อการหาคำตอบจะมีวิธีการใดในการได้มาซึ่งข้อมูลนั้น ๆ และพิจารณาว่าโจทย์ในแต่ละข้อนั้นจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดในการหาคำตอบ เมื่อนักเรียนพิจารณาดังข้างต้นจึงส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุได้ว่า จะใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อให้เพียงพอสำหรับการวางแผนและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาในขั้น Assess ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 และส่งผลให้นักเรียนมีแนวทางในการวางแผนการแก้ปัญหาก็ชัดเจนขึ้น เสมือนมีเข็มทิศนำทางไปสู่การวางแผนการปัญหาอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหานั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีชา เนาะเย็นผล (2556, หน้า 84) ที่กล่าวว่าพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องรู้จักเลือกเฉพาะปัจจัย ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาพิจารณา หรือบางครั้งมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้แก้ปัญหาก็ต้องสืบหาข้อมูลมาให้เพียงพอแก่การแก้ปัญหา

1.3 Plan เป็นขั้นที่ผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนได้เชื่อมโยงข้อมูลในขั้นการทำความเข้าใจปัญหากับขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และนำไปสู่การแก้ปัญหาก็ประสบความสำเร็จ จากการทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลนั้นเป็นการฝึกฝนให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์การแก้ปัญหเป็นขั้นตอน มีเหตุผล รู้จักวางแผน และพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของแผนที่วางไว้ก่อนลงมือทำ ซึ่งจากการวิจัยพบว่าในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC นั้น ในขั้น Plan นักเรียนมักวางแผนการแก้ปัญหาก็ไม่เป็นลำดับขั้นตอน นักเรียนไม่วางแผนก่อนลงมือดำเนินการแก้ปัญหาก็และนักเรียนบางคนแม้จะทราบว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้ โจทย์ต้องการทราบสิ่งใด และต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้เรื่องใดเข้ามาช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหาก็เพื่อนำมาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องตามที่

โจทย์ต้องการทราบก็ตาม แต่นักเรียนบางส่วนไม่รู้ว่าจะเริ่มวางแผนการแก้ปัญหาอย่างไร ไม่รู้ว่าควรเริ่มแก้ปัญหาจากตรงไหนก่อน และพบว่านักเรียนบางคนถึงแม้ว่าจะวางแผนการแก้ปัญหาได้ แต่วางแผนการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน เช่น โจทย์ปัญหาต้องแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นหลายขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ครบทุกขั้นตอน จึงทำให้ได้ผลลัพธ์หรือคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง แต่เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปสักระยะหนึ่ง เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนในการวางแผนการแก้ปัญหาก็เกิดความคุ้นชินแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่เมื่อเจอโจทย์ปัญหานักเรียนจะอ่านโจทย์อย่างละเอียดเพื่อจะได้ทราบถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ รวมถึงพิจารณาว่าโจทย์ในข้อนั้น ๆ จะต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้เรื่องใดเข้ามาช่วยเพื่อจะได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการทราบ แล้วจึงเริ่มวางแผนการแก้ปัญหาและคำนึงถึงความเป็นไปได้ของแผนที่วางไว้ว่าเป็นแผนที่สมเหตุสมผลหรือไม่ และเป็นแผนที่จะนำมาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ ๆ จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาในชั้น Plan ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 และส่งผลให้นักเรียนมีแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 83) ที่กล่าวไว้ว่า การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ควรส่งเสริมและสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ โดยพิจารณาความเป็นไปได้และความถูกต้องของแผนที่วางไว้ก่อนว่าเหมาะสมกับปัญหานั้นหรือไม่ ความสามารถดังกล่าวนี้สามารถเกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียนผ่านการลงมือทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดนั่นเอง

1.4 Implement เป็นขั้นที่ผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนดำเนินการให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับแผนให้ดีขึ้น โดยเขียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน ตระหนักถึงผลลัพธ์หรือคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ การที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ ทำให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นการคิด มีการจัดลำดับความคิดของตนเอง นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความละเอียดและรอบคอบในการแก้ปัญหาให้ความสำคัญกับการคำนวณและความสอดคล้องของคำตอบกับสิ่งที่โจทย์กำหนดไว้เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการดำเนินแก้ปัญหาของนักเรียนมีทิศทางไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Schroeder & Lester, 1989, pp. 31-33 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะนัททรขจร, 2555, หน้า 112) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และสอดคล้องกับคำกล่าวของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 86) ที่ว่า ในขั้นดำเนินการตามแผนนักเรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติละเอียดชัดเจนตาม ขั้นตอนโดยฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อนแล้วจึงลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น ซึ่งจากการวิจัยพบว่า ในขั้น Implement นักเรียนมักไม่มี

ความละเอียดรอบคอบในการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ รวมถึงพบนักเรียนบางส่วนคำนวณไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนบางคนดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร ตัวเลขผิดพลาดแม้เป็นตัวเลขที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งอาจเกิดจากความประมาทและไม่รอบคอบของนักเรียนนั่นเอง จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาในขั้น Implement ของนักเรียนมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 65.71 ซึ่งไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นเพราะนักเรียนบางส่วนเมื่อทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาถึงขั้น Plan ในข้อนั้น ๆ แล้วมักเลือกที่จะเปลี่ยนไปทำแบบทดสอบข้ออื่น ๆ ก่อน แล้วค่อยกลับมาทำขั้น Implement แต่ด้วยความจำกัดของเวลาในการทำแบบทดสอบ นักเรียนบางส่วนจึงกลับมาทำขั้น Implement ของแบบทดสอบในข้อท้าย ๆ ข้อแบบทดสอบไม่ทัน จึงส่งผลให้นักเรียนได้คะแนนในขั้นนี้ต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้ง ๆ ที่นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องมาแล้วในขั้น Plan ก็ตาม แต่เมื่อเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นของแนวคิด DAPIC หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC แล้วพบว่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.5 Communicate เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนนำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษรโดยการสรุปคำตอบของปัญหานั้นต้องคำนึงถึงถูกต้อง ความครบถ้วน และความสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ถามซึ่งนักเรียนจะต้องสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจผ่านการเขียน เป็นการฝึกความรอบคอบในการสรุปคำตอบ เพราะจะต้องบอกสิ่งที่โจทย์ถามให้ครบถ้วน ตอบให้ครบทุกคำถาม เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนนั้นเป็นการเสริมกำลังใจทางบวกให้กับนักเรียน เมื่อนักเรียนมีกำลังใจที่ดีแล้วนั้นเมื่อนักเรียนพบปัญหาที่ท้าทายความสามารถสูงขึ้น นักเรียนย่อมมีกำลังใจที่ดีและพร้อมที่จะลงมือในการแก้ปัญหานั้นๆ เพื่อพัฒนาตนเองให้ประสบความสำเร็จเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ สุคนธ์สินธพนานนท์ และคณะ(2555, หน้า 146) ที่กล่าวถึงแนวทางการส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาว่าต้องฝึกให้นักเรียนทำกิจกรรมอยู่เสมอ เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และจัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ท้าทายน่าสนใจ แม้ความสามารถในการแก้ปัญหาในขั้น Communicate ของนักเรียนจะมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 66.19 ซึ่งไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ซึ่งจากการวิจัยพบว่านักเรียนมักจะสรุปคำตอบ โดยระบุหน่วยของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุหน่วยของคำตอบนั้น ๆ เลย ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนบางส่วนขาดความรอบคอบในการเขียนสรุปคำตอบ และนักเรียนบางส่วนเมื่อทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาถึงขั้น Plan ในข้อนั้นๆ แล้วมักเลือกที่จะเปลี่ยนไปทำแบบทดสอบข้ออื่น ๆ ก่อน และค่อยกลับมาทำขั้น Implement และขั้น Communicate แต่ด้วยความจำกัดของเวลาในการทำแบบทดสอบ นักเรียนบางส่วนจึงกลับมาทำขั้น Implement ของแบบทดสอบในข้อท้าย ๆ

ของแบบทดสอบไม่ทัน จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำผลมาสรุปในขั้น Communicate ได้ จึงทำให้คะแนนในขั้น Communicate นี้ต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้ง ๆ ที่นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องมาแล้วในขั้น Plan แต่เมื่อเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นของแนวคิด DAPIC หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC แล้ว พบว่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ สุณิสา สุมิตรณะ (2555) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนการรู้คณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงงานวิจัยของ จูติมา พูลเกษม (2560) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิจัยของ ปัทมาภรณ์ พูลสมบัติ (2560) ที่พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสมอเป็นฐานร่วมกับเทคนิค DAPIC มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ จากนั้นจึงนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งก่อให้เกิดความ

ขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันจึงทำให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจน โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียน สังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลปัญหาซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญานั้นแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม โดยครูคอยตั้งคำถาม และใช้กิจกรรมต่างๆ ทำให้นักเรียนได้อธิบายผ่านการพูด หรือเขียน เพื่อเป็นการตรวจสอบถึงความเข้าใจเดิมที่นักเรียนมีอยู่ ซึ่งการเกิดความขัดแย้งทางปัญญานี้เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และสนใจในเนื้อหาใหม่ที่กำลังจะเรียน จากนั้นนักเรียนจะลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้นของตน ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ แม้เนื้อหาเรื่อง หลักการนับเบื้องต้น นักเรียนส่วนใหญ่ชอบที่จะใช้วิธีการจำมากกว่าการทำความเข้าใจ โดยมุ่งเน้นที่เทคนิค เน้นจำวิธีการหาคำตอบ แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และกระตุ้นให้นักเรียน ทำความเข้าใจในเนื้อหามากกว่าการเน้นท่องจำวิธีการคิดคำนวณ หรือเทคนิคลัดต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคอง (2557, หน้า 22-23) ที่กล่าวว่า ครูควรจัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่หรือความรู้เชิงนามธรรมได้ โดยให้นักเรียน ทำกิจกรรม คิดสังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการใช้กิจกรรม หรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียน รวมถึงสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 1) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้มีลักษณะเด่น คือ การให้ความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและความสำคัญของความรู้เดิมโดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง และกรมวิชาการ (2545, หน้า 203-204) ที่ระบุว่า ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ของผู้วิจัยนี้เมื่อนักเรียนสร้างและตรวจสอบความรู้ใหม่กับเพื่อนร่วมชั้นและครูแล้ว นักเรียนจะนำความรู้ ความเข้าใจนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา กับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC เข้ามาเป็นตัวช่วยในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งจุดเด่นของแนวคิด DAPIC คือ เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่นไม่ซับซ้อน โดยในการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ นักเรียนสามารถเริ่มจากขั้นใดก่อนก็ได้ สามารถข้ามขั้นหรือใช้ขั้นนั้นซ้ำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ในขั้น Assess เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ใน

การแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนแก้ปัญหาซึ่งถือว่าเป็นขั้นสำคัญ เนื่องจากบุคคลจะวางแผนแก้ปัญหาได้นั้นย่อมต้องศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาให้เสียก่อน เมื่อนักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาย่อมส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นด้วย นอกจากนี้จากผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Wilson ในระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในระดับความรู้ความจำ มากที่สุดร้อยละ 87.14 รองมาคือพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในระดับการนำไปใช้ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในระดับการวิเคราะห์ ร้อยละ 83.81 81.30 70.71 ตามลำดับ ซึ่งพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Wilson ทั้ง 4 ระดับ สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ทั้งสิ้น และเมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคลพบว่า นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 35 คน ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ถึง 28 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80 ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเพียง 7 คน ที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 จากผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น จะเห็นได้ว่าเมื่อนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนนั้น ย่อมส่งผลให้นักเรียนจำเนื้อหาของบทเรียนได้ดี และมีความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนดียิ่งขึ้น เพราะตนเองเป็นผู้สร้างความรู้นั้น ๆ ขึ้นมา โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ เมื่อนักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ในระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ ที่สูงย่อมส่งผลให้พฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในระดับอื่น ๆ สูงตามไปด้วยทั้งนี้เพราะพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ในระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจนั้นเปรียบเสมือนรากฐานของพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในระดับอื่น ๆ เช่น หากนักเรียนขาดความรู้ความจำ ความเข้าใจ นักเรียนก็จะไม่สามารถนำความรู้ที่ได้นั้น ๆ ไปใช้ได้ เป็นต้น ดังนั้น เมื่อนักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยสูง ย่อมส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นด้วย และย่อมส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เวทฤทธิ อังคะภักขจร (2555, หน้า 112-114) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหาได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหาซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วยนอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า การจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และกระบวนการแก้ไขปัญหาตามแนวคิด DAPIC สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของ ธาราทิตย์ เกตุหอม (2559) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 รวมถึงงานวิจัยของ จิตภา ลูกเงาะ (2560) พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ วรกมล บุญรักษา (2561) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับ แนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งการสร้างความรู้ใหม่นี้ นักเรียนเป็นผู้สร้างด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

ผ่านการใช้คำถามต่าง ๆ เป็นต้น เมื่อความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ ดังนั้นครูจึงควรตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการสร้างความรู้ใหม่ และควรตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ใหม่ที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นด้วย เพื่อที่จะได้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และเพื่อความถูกต้องตรงตามสาระ และจุดประสงค์การเรียนรู้

2. กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC นั้นครูควรอธิบายถึงขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ให้กับนักเรียนอย่างชัดเจนก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ โดยครูควรยกตัวอย่าง โจทย์ปัญหาอย่างง่ายให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและคุ้นชินกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ก่อนแล้วค่อยลงมือทำแบบฝึกหัด ซึ่งอาจใช้เวลาพอสมควรครูจึงต้องวางแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่มืออยู่อย่างจำกัด

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ในขั้น Communicate ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนนำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน ในเรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มีโจทย์ที่หลากหลายนักเรียนมักจะสรุปโดยระบุหน่วยของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุหน่วยของคำตอบนั้น ๆ เลย ครูจึงควรกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตระหนักและรอบคอบในการสรุปคำตอบให้ครบถ้วนและถูกต้อง

4. จากการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC นั้น พบว่า ในขั้น Assess มีนักเรียนบางส่วนบอกได้ว่าจะใช้ข้อมูลหรือความรู้ในเรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ แต่ข้อมูลหรือความรู้ไม่เพียงพอ สำหรับการวางแผนและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้ครูควรช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดอย่างรอบคอบ ได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่ตนเองเคยได้รับกับโจทย์ปัญหา เพื่อจะได้ระบุข้อมูลหรือความรู้ต้องใช้ได้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่ส่งผลต่อนักเรียนในการพัฒนาความสามารถในด้านอื่น ๆ ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

3. ควรมีการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิดหรือเทคนิคอื่น ๆ เช่น SSCS กลวิธี STAR เป็นต้น หรือกระบวนการปัญหา DAPIC ร่วมกับวิธีการสอนอื่น ๆ เช่น การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนที่ใช้คำถามระดับสูง เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง และพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จิตภา ลูกเงาะ. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนะศักดิ์ แสงศรีเรือง. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: อาร์ แอนด์ เอ็น ปริ้นท์.
- ทิวทัศน์ ชัชวาลย์. (2562). ผลการใช้กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของบาดแฮม ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 12(2), 23-41.
- ทิตนา แคมมณี. (2548). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตติมา พูลเกษม. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถใน

- การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ, 10(2), 203-217..
- ธราทิพย์ เกตุหอม. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีต่อทักษะการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขา การสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นพพร ณะชัยจันทร์. (2555). สถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒนา.
- นพพร แหยมแสง. (2556). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 1 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นัยนา ไผจิตต์. (2557). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นฤชล ศรีมหาพรหม. (2549). การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7 แก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญญพนต์ ทองดี (2565). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสามเหลี่ยมและรูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา..
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในเอกสารการสอนชุดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์หน่วยที่ 12-15. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใน ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์. (หน้า 7-89). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พรพิมล พรพิรชนม์. (2550). การจัดกระบวนการเรียนรู้. สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.
- พัชรีย์ กาทำมา. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสามเหลี่ยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,

บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ:

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:

เฮาส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรรา เล่าเรียนดี. (2550). *เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน*

เป็นสำคัญ. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วรมล บุญรักษา. (2561). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์*

(STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,

สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

เวชฤทธิ์ อังกะนัททขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน*

และการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.

ศราวุธ สุวรรณวรบุญ. (2554). *การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์*

เรื่องจำนวนเชิงซ้อนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,

สาขาวิชาคณิตศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการประเมิน*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ*

ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. เข้าถึงได้จาก www.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทาง*

คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ส. เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *คณิตศาสตร์มีอาชีพเส้นทางสู่*

ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *ทักษะและกระบวนการทาง*

- คณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3 แก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2555 ค). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ส เจริญการพิมพ์.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ค). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 4).* ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา .
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้.* กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักวิชาการมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระ การเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์และเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สิริพร ทิพย์คง. (2547). *ทักษะการคิด (Thinking skills).* วารสารคณิตศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ, 7-11.
- สุนิสา สุมิรัตนะ. (2555). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC.* วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 28(2), 13-24.
- สุรัชย์ วงศ์จันเลื้อ. (2555). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริพร อนุศาสนนันท์. (2554). *การวัดและการประเมินผลในชั้นเรียน.* ชลบุรี: เกิดกู่ดรีเอชั่น.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9).* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ . (2551). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 7).* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อมวรรณ วีระธรรมโม. (2548). *ทฤษฎีการสร้างสรรค์: สติการสอนครูและพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน.* วารสารสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยทักษิณ, 4(1), 10-18.

- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรนุช ลิมตศิริ. (2556). *หลักสูตรและการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อุษาวดี จันทรสนธิ. (2556). *ประมวลสาระชุดสาระและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Adams, S., Ellis, L., & Beeson, B. E. (1977). *Teaching mathematics with emphasis on the diagnostic approach*. New York: Harper & Row.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem solving reasoning and communicate K-8: Helping children think mathematically*. New York: Macmillan.
- Center for Mathematics, Science, and Technology. (1998). *IMaST At a Glance: Integrated mathematics, science, and technology*. Illinois State University.
- Charles, R., Lester, F., & O' Daffer, P. (1987). *How to evaluate progress in solving problem*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cruikshank, D. E., & Sheffield, L. J. (2000). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics* (4th ed.). NewYork: John Wiley & Sons.
- Cook, A. P. (1995). On the creation of constructivist instructional process for selected topics in algebra. *Dissertation Abstracts International*. 55(10): 3124-A.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist model of teaching. Retrieved from <http://www.constructivism.web.com/amodelofinstrution.htm>.
- Ellis, J. D., and Maxwell, D. E. (1995). *Constructivism*. New Jersey: Prentic-Hall.
- Fisher, W. R. (1987). *Human Communication as Narration: Toward a Philosophy of Reason, Value, and Action*. Columbia: University of South Carolina Press.
- Fosnot, C. T. (1996). *Constructivism : Theory perspectives and practice*. New York: Teacher Collage Press.
- Gagne, J. MG (1985). *Some examples of cognitive task analysis with instructional*

implications. New Jersey: Elbaum.

- Goodman, E. (2004). Connected mathematic project: A constructivist view of mathematics education in the middle grades M.A.E.. Washington: Pacific Lutheran University.
- Ilyas, B.M., Rawat, K.J., Bhatti, M.T., & Malik, N. (2013). *Effect of teaching of algebra through social constructivist approach on 7th graders' learning outcomes in Sindh (Pakistan)*. Online Submission, 6(1), 151-164..
- Kenneth, T. H. (1996). *Methods and strategies for teaching in secondary and middle school* (3rd ed.). U.S.A.: Longman.
- Kutz, R. E. (1991). *Teaching elementary mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). Reasoning and problem solving: Handbook for elementary school teacher. Boston: Allyn and Bacon.
- Matthews, M. R. (1994). Science teaching: The role of history and philosophy of science. New York: Routledge.
- Meier, S. L., Hovde, R. L., & Meier, R. L. (1996). Problem solving: Teachers' perceptions, content area, model, and interdisciplinary connection. *School Science and Mathematics*, 96(5), 230-237
- Martins, R. E. (1994). Teaching science for all children. Boston: A division of Simon & Schuster.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2010). *Why is teaching with problem solving important to student learning?*. Retrieved from http://www.nctm.org/uploadedFiles/Research_and_Advocacy/research_brief_and_clips/Research_brief_14_-_Problem_Solving.pdf?%20Target=
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. New York: Doubleday-Anchor.
- Polya, G. (1973). *How to solve it*. New Jersey: Princeton University Press.
- Polya, G. (1985). *How to solve it* (2nd ed.). Princeton, New Jersey: University Press.
- Shewhart, W. A. (1980). *Economic control of quality of manufactured product/50th anniversary commemorative issue*. American Society for Quality.
- Shaw, J. M., Others. (1997). Cooperative problem solving using KWDL as an organizational technique. U.S.A.: Teaching Children Mathematics, 3(39),

482 - 486.

Szetela, W., & Nicol, C. (1992). Evaluating problem solving in mathematics.

Educational Leadership, 49(8), 42-45. Retrieved from

http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_199205_szetala.pdf

Troutman, A. P., & Lichtenberg, B. K. (1998). Mathematics a good beginning strategies

for teaching children (rd 3 ed.). Boston: Brooks/Cole. Wilson, J. W. (1971).

Wade, E. G. (1995). A study of the effects of a constructivist-based mathematics problem solving instructional program on the attitudes, self-confidence and achievement of post fifth-grade students (Constructivist). *Dissertation Abstracts International*. 51(11). 3411-A.

Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of learning in secondary school mathematics*,

handbook on formative and summative evaluation of student learning. New York: McGraw Hill



The logo of Burapha University is a circular emblem. It features a central five-pointed star (pentagram) with a stylized flame or flower-like shape in the center. The star is surrounded by a circular border containing the university's name in Thai script at the top and "BURAPHA UNIVERSITY" in English at the bottom. The entire logo is rendered in a light yellow/gold color.

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- สำเนาหนังสือรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมคิด อินเทพ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์ ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ ดร.ลัดดาวัลย์ เอี่ยมสมบูรณ์ ครูกระบวนการ กลุ่มประสบการณ์
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
4. อาจารย์ ดร.โสภณ บริบูรณ์ ครูกระบวนการ กลุ่มประสบการณ์
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
5. อาจารย์ สาลินี เรืองจ้อย ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนสายธรรมจันทร์



บันทึกข้อความ

สำนักงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๒๖๑๕

วันที่ ๑๐ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมคิด อินเทพ (คณะวิทยาศาสตร์)

ด้วย นายพีระพล โสพิศวัฒน์วงศ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๒๒๕๑๐๑๐๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ แบบเต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย ดังเอกสารแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อ นิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๖๓-๓๘๒๑๔๑๐ หรือที่ E-mail: pon1439p@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

มนทนา รังสิโยภัส

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนทนา รังสิโยภัส)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๒๖๑๖

วันที่ ๑๐ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นายพีระพล โสพิศพัฒนวงศ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๕๑๐๑๐๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ แบบเต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย ดังเอกสารแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อ นิสิตดังรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๖๓-๓๘๒๑๔๑๐ หรือที่ E-mail: pon1439p@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

มณฑนา รังสียะภาส์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑนา รังสียะภาส์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว ๘๑๓๗/๑๙๙๙

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นายพีระพล โสพิศวัฒน์วงศ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๕๑๐๑๐๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ แบบเต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติ
คำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ เป็นประธานกรรมการควบคุม
วิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ
อาจารย์ ดร.ลัดดาวัลย์ เอี่ยมสมบูรณ์ และอาจารย์ ดร.โสภณ บริบูรณ์ กลุ่มประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์สูงเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง เป็น
ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อขอรับ
รายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๖๓-๓๘๒๑๙๑๐ หรือที่ E-mail: pon1439p@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

ไพฑูริยา รังสิโยภส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑา รังสิโยภส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน ๑. อาจารย์ ดร.ลัดดาวัลย์ เอี่ยมสมบูรณ์
๒. อาจารย์ ดร.โสภณ บริบูรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
อีเมล grd.buu@go.buu.ac.th



ที่ อว ๘๑๓๗/๒๐๐๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสายธรรมจันทร์ จังหวัดราชบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นายพีระพล โสพิศวัฒน์วงศ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๔๑๐๑๐๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ แบบเต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติ
คำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ เป็นประธานกรรมการควบคุม
วิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ
อาจารย์สาลิณี เรืองจ้อย ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ
และประสบการณ์สูงเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ
เครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์
๐๖๓-๓๘๒๑๔๑๐ หรือที่ E-mail: pon1439p@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

มณฑา หะรังสิโยภัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑา หะรังสิโยภัก)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน อาจารย์สาลิณี เรืองจ้อย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

อีเมล grd.buu@go.buu.ac.th

สำเนา

ที่ IRB4-040/2567



เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU325/2566

โครงการวิจัยเรื่อง : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง
หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายพีระพล โสพิศวัฒน์วงศ์

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก (สารนิพนธ์/งานนิพนธ์/ : อาจารย์ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต
วิทยานิพนธ์/ คุชฎินิพนธ์)

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม (สารนิพนธ์/งานนิพนธ์/ : อาจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์
วิทยานิพนธ์/ คุชฎินิพนธ์)

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

วิธีพิจารณา : ☐ Exemption Determination ☐ Expedited Reviews ☒ Full Board

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัย
ดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ไม่มีการ
ล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ฉบับที่ 2 วันที่ 5 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567
 2. โครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ 1 วันที่ 16 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566
 3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 5 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567
 4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 1 วันที่ 12 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566
 5. แบบเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบบันทึกข้อมูล (Data Collection Form)
- แบบสอบถาม หรือสัมภาษณ์ หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ฉบับที่ 1 วันที่ 16 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566
6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี) ฉบับที่ - วันที่ - เดือน - พ.ศ. -

วันที่รับรอง : วันที่ 22 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

สำเนา

วันที่หมดอายุ : วันที่ 22 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568

ลงนาม นางสาวพิมพ์พรณ เลิศล้ำ

(นางสาวพิมพ์พรณ เลิศล้ำ)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดที่ 4 (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)

**** หมายเหตุ การรับรองนี้มีรายละเอียดตามที่ระบุไว้ด้านหลังเอกสารรับรอง ****



ที่ อว ๘๑๓๗/๕๗๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหาคบวงแหวน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสายธรรมจันทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนายพิระพล โสพิศวัฒน์วงศ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๕๑๐๑๐๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ แบบเต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มี
ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์
และเสนอโรงเรียนของท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังกล่าวขังต้นดำเนินการ
เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๒ จำนวน ๓๕ คน ระหว่างวันที่ ๒๗ กุมภาพันธ์ - ๓๑ มีนาคม
พ.ศ. ๒๕๖๗ ทั้งนี้ สามารถติดต่อให้นิสิตดังกล่าวขังต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๖๓-๓๘๒๑๕๑๐ หรือที่ E-mail:
pon1439p@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

มัทนา รังสิโยภัส

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มัทนา รังสิโยภัส)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

อีเมล grd.buu@go.buu.ac.th



ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค33102
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
 เรื่อง หลักการคูณ จำนวน 1 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และการนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและหลักการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา

สาระสำคัญ

หลักการคูณ (กรณีทั่วไป)

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี ไปจนถึงในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k-1$ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k$ วิธี

จุดประสงค์การเรียนรู้ (เมื่อเรียนจบแล้ว)

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการคูณได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

หลักการคูณ

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอนซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่ ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2$ วิธี

หลักการคูณ (กรณีทั่วไป)

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่ ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี

:

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k-1$ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี
แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k$ วิธี

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3 – 5 คน โดยแต่ละกลุ่มแบ่งแบบความสามารถ คือ ในแต่ละกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ด้วยกันในกลุ่ม
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
3. ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง หลักการคูณ ให้กับนักเรียน
4. ครูนำเสนอเหตุการณ์ ดังนี้ “ จากราชนบุรีไปยังสมุทรสงครามมีรถให้บริการอยู่สามประเภทด้วยกัน คือ รถตู้โดยสารสาธารณะมีให้บริการอยู่ 3 คัน , รถประจำทางแบบพัดลมมีให้บริการอยู่ 6 คัน และรถตุ๊กตุ๊กมีให้บริการอยู่ 12 คัน ถ้าหากครูต้องการจะเดินทางจากราชนบุรีไปสมุทรสงครามโดยรถที่มีให้บริการอยู่ แล้วครูจะสามารถเดินทางจากราชนบุรีไปยังสมุทรสงครามได้ทั้งหมดกี่วิธี และจากเหตุการณ์นี้นักเรียนจะสามารถเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงการเดินทางทั้งหมดของครูได้หรือไม่ อย่างไร ”

5. ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงการเดินทางทั้งหมดของครู จากราชนบุรีไปยังสมุทรสงคราม โดยการโดยสารรถที่มีให้บริการอยู่ จากนั้นครูสุ่มนักเรียน 3 – 5 คน ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปราย และตรวจสอบความถูกต้องของแผนภาพต้นไม้ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิม

6. ครูสุ่มถามนักเรียน 3 – 5 คน ว่าจากสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่างนั้น หากไม่ใช่

แผนภาพต้นไม้ในการหาคำตอบแล้ว นักเรียนจะมีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร อาศัยความรู้เรื่องใด ในการหาคำตอบของเหตุการณ์ปัญหาที่ครูยกตัวอย่าง และคำตอบนั้นมีค่าเท่ากับเท่าใด (หากไม่ใช่ แผนภาพต้นไม้ในการหาคำตอบแล้ว จะสามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการบวก เข้ามาช่วยหาคำตอบของเหตุการณ์ปัญหาได้ โดยจำนวนวิธีทั้งหมดที่ครูจะสามารถเดินทางจากราชบุรีไปยัง สมุทรสงครามมีค่าเท่ากับ 21 วิธี)

7. ครูถามนักเรียนว่า หลักการบวก กล่าวไว้ว่าอย่างไร เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิม (ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น k กรณี โดยที่ กรณีที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี กรณีที่ 2 สามารถทำได้ n_2 วิธี ไปเรื่อย ๆ จนถึง กรณีที่ k สามารถทำได้ n_k วิธี ซึ่งวิธีทำงานในทั้ง k กรณีไม่ซ้ำซ้อนกัน และการทำงานในแต่ละกรณีทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด $n_1 + n_2 + \dots + n_k$ วิธี)

8. ครูนำเสนอเหตุการณ์ที่ 1 ในใบกิจกรรมเรื่อง หลักการคูณ ดังนี้ คือ “ถ้าพี่หนุ่ม จะเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเที่ยวที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยที่ระหว่างทางจะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่ จังหวัดอุทัยธานีด้วย ถ้าเส้นทางจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี มี 2 เส้นทาง และเส้นทางจาก จังหวัดอุทัยธานีไปถึงจังหวัดเชียงใหม่ มี 3 เส้นทาง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้พี่หนุ่มจะสามารถ เดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่จังหวัดอุทัยธานีได้ทั้งหมดกี่วิธี”

9. ครูถาม – ตอบกับนักเรียน ดังนี้ เพื่อเป็นการก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ของนักเรียน

- จากเหตุการณ์ที่ 1 จะสามารถเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงการเดินทางทั้งหมดของ พี่หนุ่มได้หรือไม่ อย่างไร

- จากเหตุการณ์ที่ 1 ถ้าไม่ใช่แผนภาพต้นไม้แสดงการเดินทางทั้งหมดของพี่หนุ่ม เพื่อหาคำตอบของจำนวนวิธีทั้งหมดที่พี่หนุ่มจะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะที่อุทัยธานี แล้วจะสามารถใช้วิธีการใดในการคิดคำนวณจำนวนวิธีนั้น หากใช้ความรู้ เรื่องหลักการบวกเข้ามาช่วยในการคิดคำนวณจะสามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร (เกิดความขัดแย้งทางปัญญา)

- ถ้าพี่หนุ่มจะเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะที่ อุทัยธานีก่อนสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกเดินทางจากกรุงเทพฯ มายังอุทัยธานี และขั้นตอนที่ 2 คือเดินทางจากอุทัยธานีไปยังเชียงใหม่ ซึ่งขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี และในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี แล้วจำนวนวิธีทั้งหมดที่พี่หนุ่มจะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่โดยที่ต้องแวะที่อุทัยธานีก่อนมีค่าเท่ากับกี่วิธี (เกิดความขัดแย้งทางปัญญา)

ขั้นที่ 2 ขั้นแสวงหาคำตอบ

2.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

10. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรม เรื่อง หลักการคูณ โดยในขั้นแรกครูให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้ลงมือทำใบกิจกรรมของตนเองก่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำเสนอแนวคิดของตนเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน และเป็นการรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยครูคอยสังเกตและแนะนำเมื่อนักเรียนมีคำถามหรือข้อสงสัย

2.2 การสร้างความรู้ใหม่

11. ครูกระตุ้นนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยใช้คำถาม ดังนี้

- จากเหตุการณ์ที่ 1 การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ของพี่หนุ่มมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (มี 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี และขั้นตอนที่ 2 การเดินทางจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่)
- จากเหตุการณ์ที่ 1 การเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี สามารถเดินทางได้ทั้งหมดกี่เส้นทาง อะไรบ้าง (เดินทางได้ทั้งหมด 2 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 และเส้นทางที่ 2)
- จากเหตุการณ์ที่ 1 การเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี เพียงอย่างเดียว ทำให้การเดินทางที่วางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร (ไม่เสร็จสมบูรณ์ เนื่องจากพี่หนุ่มตั้งเป้าหมายของการเดินไว้ที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่อุทัยธานี)
- จากเหตุการณ์ที่ 1 การเดินทางของพี่หนุ่มจากจังหวัดอุทัยธานีไปเชียงใหม่ สามารถเดินทางได้ทั้งหมดกี่เส้นทาง อะไรบ้าง (เดินทางได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 เส้นทางที่ 2 และเส้นทางที่ 3)
- จากเหตุการณ์ที่ 1 การเดินทางของพี่หนุ่มแค่จากจังหวัดอุทัยธานีไปเชียงใหม่ เพียงอย่างเดียว ทำให้การเดินทางที่วางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร (ไม่เสร็จสมบูรณ์ เนื่องจากจุดเริ่มต้นของการเดินครั้งนี้คือกรุงเทพฯ)
- การเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี และจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันหรือไม่ และทำให้การเดินทางที่พี่หนุ่มวางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์หรือไม่ (เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน และทำให้การเดินทางที่พี่หนุ่มวางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์)
- การเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานีแต่ละเส้นทางจะสามารถเดินทางจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ได้กี่เส้นทาง อะไรบ้าง (เดินทางได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 เส้นทางที่ 2 และเส้นทางที่ 3)

• พี่หนุ่มจะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่จะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่อุทัยธานีก่อน ได้กี่วิธี และมีวิธีคิดหาคำตอบนั้นได้อย่างไร (เนื่องจากการเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี มีได้ 2 วิธี และแต่ละเส้นทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี จะเดินทางจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ได้ 3 เส้นทาง ดังนั้น พี่หนุ่มจะมีวิธีที่จะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่จะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่อุทัยธานีได้ $2 \times 3 = 6$ วิธี)

• ถ้าพี่หนุ่มจะเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยที่จะต้องแวะที่อุทัยธานีก่อนสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือขั้นแรกเดินทางจากกรุงเทพฯ มายังอุทัยธานี และขั้นตอนที่ 2 คือเดินทางจากอุทัยธานีไปยังเชียงใหม่ ซึ่งขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี และในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี แล้วจำนวนวิธีทั้งหมดที่พี่หนุ่มจะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่โดยที่จะต้องแวะที่อุทัยธานีก่อนมีค่าเท่ากับกี่วิธี ($n_1 \times n_2$ วิธี)

• ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี ไปเรื่อย ๆ จนถึง ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k-1$ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมดกี่วิธี ($n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k$ วิธี)

2.3 การประเมินความคิดใหม่

12. ครูสุ่มนักเรียนออกมา 3 – 5 กลุ่ม เพื่อนำเสนอความรู้ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมเรื่อง หลักการคูณ โดยครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุป หากยังไม่ถูกต้องให้แก้ไขให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้

13. นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้มาทำแบบฝึกหัด เรื่อง หลักการคูณ โดยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ดังนี้

- 1) หนูนาคต้องการแต่งตัวไปเที่ยวทะเลบางแสนในวันหยุดสุดสัปดาห์ โดยที่ในการแต่งตัวครั้งนี้ หนูนาคได้เตรียมเสื้อไว้ 5 ตัว และกระโปรง 3 ตัว อยากทราบว่าหนูนาคจะแต่งตัวได้ทั้งหมดกี่วิธี

ขั้น Define การทำความเข้าใจปัญหา

นักเรียนอ่านโจทย์ให้ละเอียด แล้วพิจารณาว่าตนเองทราบข้อมูลอะไรบ้าง จากโจทย์และโจทย์ต้องการให้หาอะไร เพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ จากนั้นเขียนข้อมูลดังกล่าว โดยใช้คำถามดังนี้

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (จำนวนวิธีทั้งหมดที่หนูจะสามารถแต่งตัวที่แตกต่างกันได้จากเสื้อและกระโปรงที่หนูเตรียมไว้) สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ (หนูเตรียมเสื้อไว้ 5 ตัว และกระโปรง 3 ตัว)

ขั้น Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ☐ ให้ถูกต้อง โดยสามารถ / ได้มากกว่า 1 ช่อง)

- ☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ขั้น Plan วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาในแบบฝึกหัด เรื่อง หลักการคูณ โดยครูกระตุ้นนักเรียนโดยคำถามต่อไปนี้

- จากโจทย์ข้อที่ 1 ในแบบฝึกหัดเป็นโจทย์ที่จะสามารถอาศัยความรู้เรื่องใดเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็นกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (สามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการคูณ มาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนที่เลือกใส่เสื้อ ซึ่งสามารถเลือกได้ 5 วิธี และขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนที่เลือกใส่กระโปรง ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 วิธี)

- จากโจทย์ข้อที่ 1 ในแบบฝึกหัดวิธีทำงานในทั้งสองขั้นตอนนี้ต้องทำแบบต่อเนื่องกันหรือไม่และการทำงานในแต่ละขั้นตอนทำให้งานเสร็จสมบูรณ์หรือไม่ (วิธีทำงานในทั้งสองขั้นตอนนี้ต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนี้ไม่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสองขั้นตอนแล้วเท่านั้น)

- จากโจทย์ข้อที่ 1 จำนวนวิธีทั้งหมดที่หนูจะสามารถแต่งตัวที่แตกต่างกันได้จากเสื้อและกระโปรงที่หนูเตรียมไว้ จะสามารถหาคำตอบได้อย่างไร (จำนวนวิธีทั้งหมดที่หนูจะสามารถแต่งตัวที่แตกต่างกันได้จากเสื้อและกระโปรงที่หนูเตรียมไว้จะสามารถหาคำตอบได้โดยนำจำนวนวิธีที่เลือกใส่เสื้อคูณกับจำนวนวิธีที่เลือกใส่กระโปรง)

ขั้น Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแสดงวิธีทำ โดยมีแนวทางดำเนินการแก้ปัญหา ดังนี้

วิธีทำ ขั้นที่ 1 หนูลาเลือกใส่เสื้อ ซึ่งสามารถเลือกได้ 5 วิธี
 ขั้นที่ 2 หนูลาเลือกใส่กระโปรง ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 วิธี

ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมดที่หนูลาจะแต่งตัวเท่ากับ $5 \times 3 = 15$ วิธี

ขั้น Communicate สรุปผล

นักเรียนสรุปผล โดยมีแนวทางการสรุปผล ดังนี้

หนูลาต้องการแต่งตัวไปเที่ยวทะเลบางแสนในวันหยุดสุดสัปดาห์ โดยที่ในการแต่งตัวครั้งนี้ หนูลาได้เตรียมเสื้อไว้ 5 ตัว และกระโปรง 3 ตัว แล้วหนูลาจะแต่งตัวได้ทั้งหมด 15 วิธี

- 2) สมาคมแห่งหนึ่งมีสมาชิก 10 คน ถ้าต้องการเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยนายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขาธิการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน โดยที่กรรมการคนเดียวกันทำหน้าที่มากกว่า 1 ตำแหน่งไม่ได้ จะมีวิธีการเลือกคณะกรรมการกี่วิธี

ขั้น Define การทำความเข้าใจปัญหา

นักเรียนอ่านโจทย์ให้ละเอียด แล้วพิจารณาว่าตนเองทราบข้อมูลอะไรบ้าง จากโจทย์และโจทย์ต้องการให้หาอะไร เพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ จากนั้นเขียนข้อมูลดังกล่าว โดยใช้คำถามดังนี้

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (จำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่งตามที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ไว้คือ นายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขาธิการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน)

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ (สมาคมแห่งหนึ่งมีสมาชิก 10 คน ต้องการเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยนายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขาธิการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน โดยที่กรรมการคนเดียวกันทำหน้าที่มากกว่า 1 ตำแหน่งไม่ได้)

ขั้น Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ☐ ให้ถูกต้อง โดยสามารถ / ได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ขั้น Plan วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาในแบบฝึกหัด เรื่อง หลักการคูณ โดยครูกระตุ้นนักเรียนโดยคำถามต่อไปนี้

- จากโจทย์ข้อที่ 2 ในแบบฝึกหัดเป็นโจทย์ที่จะสามารถอาศัยความรู้เรื่องใดเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็นกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (สามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการคูณ มาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนที่เลือกนายกสมาคม ซึ่งสามารถเลือกได้ 10 วิธี ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนที่เลือกอุปนายกสมาคม ซึ่งสามารถเลือกได้ 9 วิธี ขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นตอนที่เลือกเลขาธิการ ซึ่งสามารถเลือกได้ 8 วิธี และขั้นตอนที่ 4 คือ ขั้นตอนที่เลือกเหรัญญิก ซึ่งสามารถเลือกได้ 7 วิธี)

- จากโจทย์ข้อที่ 2 ในแบบฝึกหัด วิธีทำงานในทั้งสี่ขั้นตอนนั้น ต้องทำแบบต่อเนื่องกันหรือไม่ และการทำงานในแต่ละขั้นตอนทำให้งานเสร็จสมบูรณ์หรือไม่ (วิธีทำงานในทั้งสี่ขั้นตอนนั้นต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนั้นไม่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสี่ขั้นตอนแล้วเท่านั้น)

- จากโจทย์ข้อที่ 2 จำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่งตามที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ไว้คือ นายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขาธิการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน จากสมาชิกสมาคมที่มีอยู่ 10 คน จะสามารถหาคำตอบได้อย่างไร (จะสามารถหาคำตอบได้โดยนำจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกนายกสมาคมได้คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกอุปนายกสมาคมคูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกเลขาธิการคูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกเหรัญญิก)

ขั้น Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแสดงวิธีทำ โดยมีแนวทางดำเนินการแก้ปัญหา ดังนี้

วิธีทำ

ในการเลือกคณะกรรมการ จะเลือกตำแหน่งใดก่อนก็ได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกนายกสมาคม ซึ่งสามารถเลือกได้ 10 วิธี

ขั้นที่ 2 เลือกอุปนายกสมาคม ซึ่งสามารถเลือกได้ 9 วิธี

ขั้นที่ 3 เลือกเลขาธิการ ซึ่งสามารถเลือกได้ 8 วิธี

ขั้นที่ 4 เลือกเหรัญญิก ซึ่งสามารถเลือกได้ 7 วิธี

ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมดในการเลือกคณะกรรมการชุดนี้เท่ากับ

$$10 \times 9 \times 8 \times 7 = 5,040 \text{ วิธี}$$

ขั้น Communicate สรุปผล

นักเรียนสรุปผล โดยมีแนวทางการสรุปผล ดังนี้

สมาคมแห่งหนึ่งมีสมาชิก 10 คน ถ้าต้องการเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยนายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขาธิการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน โดยที่กรรมการคนเดียวกันทำหน้าที่มากกว่า 1 ตำแหน่งไม่ได้ จะมีวิธีการเลือกคณะกรรมการชุดนี้ 5,040 วิธี

- 3) ในการเดินทางจากเมือง A ไปเมือง B สามารถเดินทางได้ 3 เส้นทาง และการเดินทางจากเมือง B ไปเมือง C สามารถเดินทางได้ 2 เส้นทางแล้วจำนวนวิธีเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม มีค่าเท่ากับกี่วิธี

ขั้น Define การทำความเข้าใจปัญหา

นักเรียนอ่านโจทย์ให้ละเอียด แล้วพิจารณาว่าตนเองทราบข้อมูลอะไรบ้าง จากโจทย์และโจทย์ต้องการให้หาอะไร เพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ จากนั้นเขียนข้อมูลดังกล่าว โดยใช้คำถามดังนี้

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (จำนวนวิธีเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม มีค่าเท่ากับกี่วิธี)

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ (ในการเดินทางจากเมือง A ไปเมือง B สามารถเดินทางได้ 3 เส้นทาง และการเดินทางจากเมือง B ไปเมือง C สามารถเดินทางได้ 2 เส้นทาง โดยการเดินทางครั้งนี้เป็นการเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม)

ขั้น Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ☐ ให้ถูกต้อง โดยสามารถ / ได้มากกว่า 1 ช่อง)

- ☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ขั้น Plan วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาในแบบฝึกหัด เรื่อง หลักการคูณ โดยครูกระตุ้นนักเรียนโดยคำถามต่อไปนี้

- จากโจทย์ข้อที่ 3 ในแบบฝึกหัดเป็นโจทย์ที่จะสามารถอาศัยความรู้เรื่องใดเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็นกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (สามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการคูณ มาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนที่เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง B ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 วิธี ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนที่เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง C ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 วิธี ขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นตอนที่เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง C ไปยังเมือง B ซึ่งสามารถเลือกได้ 1 วิธี ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซ้ำซ้อนกับที่เลือกเดินทางในการเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง C และขั้นตอนที่ 4 คือ ขั้นตอนที่เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง A ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 วิธี ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซ้ำซ้อนกับที่เลือกเดินทางในการเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง B)

- จากโจทย์ข้อที่ 3 ในแบบฝึกหัด วิธีทำงานในทั้งสี่ขั้นตอนนี้ต้องทำแบบต่อเนื่องกันหรือไม่ และการทำงานในแต่ละขั้นตอนทำให้งานเสร็จสมบูรณ์หรือไม่ (วิธีทำงานในทั้งสี่ขั้นตอนนี้ต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนี้ไม่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสี่ขั้นตอนแล้วเท่านั้น)

● จากโจทย์ข้อที่ 3 จำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถจำนวนวิธีเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม มีค่าเท่ากับกี่วิธี จะสามารถหาคำตอบได้อย่างไร (จะสามารถหาคำตอบได้โดยนำจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง B คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือก เส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง C คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือก เส้นทางเดินทางจากเมือง C ไปยังเมือง B คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง A)

ขั้น Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแสดงวิธีทำ โดยมีแนวทางดำเนินการแก้ปัญหา ดังนี้

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง B ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 วิธี

ขั้นที่ 2 เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง C ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 วิธี

ขั้นที่ 3 เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง C ไปยังเมือง B ซึ่งสามารถเลือกได้ 1 วิธี

ขั้นที่ 4 เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง A ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 วิธี

ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมดในการเดินทางในครั้งนี้เท่ากับ $3 \times 2 \times 1 \times 2 = 12$ วิธี

ขั้น Communicate สรุปผล

นักเรียนสรุปผล โดยมีแนวทางการสรุปผล ดังนี้

ในการเดินทางจากเมือง A ไปเมือง B สามารถเดินทางได้ 3 เส้นทาง และการเดินทางจากเมือง B ไปเมือง C สามารถเดินทางได้ 2 เส้นทาง แล้วจำนวนวิธีเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม มีค่าเท่ากับ 12 วิธี

ขั้นที่ 4 ขั้นทบทวน

14. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับ เรื่อง หลักการคูณ รวมถึงเพื่อเปรียบเทียบความรู้เดิมก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยครูถามคำถามดังต่อไปนี้

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องอธิบายว่าถูกต้องอย่างไร ถ้าผิดจงอธิบายว่าผิดตรงไหน อย่างไร

“ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งทั้งสองขั้นตอนนั้นไม่ได้ทำงานต่อเนื่องกัน โดยที่ ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด

$n_1 \times n_2$ วิธี” (ผิตรงข้อความที่ว่า ในการทำงานอย่างหนึ่งถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งทั้งสองขั้นตอนนั้นไม่ได้ทำงานต่อเนื่องกัน ที่ถูกต้องคือ ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน)

หลักการบวกและหลักการคูณมีความแตกต่างกันอย่างไร (หลักการคูณมีความแตกต่างจากหลักการบวกอยู่ประการหนึ่งคือ หลักการบวกใช้นับจำนวนวิธีการทำงานโดยแบ่งกรณี ซึ่งการทำงานในแต่ละกรณีจะทำให้ได้งานที่เสร็จสมบูรณ์ ในขณะที่หลักการคูณใช้นับจำนวนวิธีการทำงานซึ่งแบ่งออกเป็นหลายขั้นตอน โดยการทำงานเพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ยังไม่ทำให้ได้งานที่เสร็จสมบูรณ์ แต่ต้องทำงานจนครบทุกขั้นตอน จึงจะทำให้งานนั้นเสร็จสมบูรณ์)

15. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปดังนี้

หลักการคูณ (กรณีทั่วไป)

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่ ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี

:

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k-1$ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี

แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k$ วิธี

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม เรื่อง หลักการคูณ
2. แบบฝึกหัด เรื่อง หลักการคูณ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่วัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการคูณได้	ตรวจแบบฝึกหัดเรื่อง หลักการคูณ	แบบฝึกหัดเรื่อง หลักการคูณ	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)			
นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณ ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	ตรวจแบบฝึกหัดเรื่อง หลักการคูณ	แบบฝึกหัดเรื่อง หลักการคูณ	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)			
นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความไม่เข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหา โดยนักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหาได้ แต่สามารถระบุเงื่อนไขของปัญหาได้ โดยสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ถามได้ และเข้าใจว่าจะใช้ความรู้หรือข้อมูลใดมาใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงสามารถคำนวณผลลัพธ์สุดท้ายเพื่อตอบคำถามได้ ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนยังขาดความมั่นใจในการเขียนวางแผนในการแก้ปัญหา นักเรียนเลยข้ามขั้นตอนของการวางแผนการแก้ปัญหา ไปทำในขั้นตอนอื่น ๆ ที่นักเรียนมีความมั่นใจ

ปัญหาและอุปสรรค

จากในขั้นที่ 1 ชื่อนักครูได้แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3 – 5 คน โดยแต่ละกลุ่มแบ่งแบบลดความสามารถ คือ ในแต่ละกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ด้วยกันในกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ร่วมกันคิดวิเคราะห์ อภิปรายกันภายในกลุ่ม ตามสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำเสนอ แต่พบนักเรียนบางคน บางกลุ่มที่ไม่ช่วยเหลือไม่ร่วมกิจกรรมภายในกลุ่มกับเพื่อน ๆ ซึ่งส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งถัดไป เพราะจำเป็นต้องใช้ความรู้เดิมเป็นฐานในการเรียนรู้เรื่องใหม่ในครั้งถัดไป

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

ครูกระตุ้นให้นักเรียนในห้องเรียนทุกคน ทุกกลุ่มมีส่วนร่วมในการร่วมกันคิดวิเคราะห์ อภิปราย และลงมือทำแบบฝึกหัด โดยครูกระตุ้นนักเรียนผ่านการใช้คำถามแล้วให้นักเรียนอธิบายถึงความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ในสถานการณ์ปัญหาที่ครูเสนอ ในการเรียนเรื่องใหม่ ที่ต้องใช้ความรู้เดิมเป็นฐานในการเรียนรู้นั้น แก้ปัญหาโดยก่อนเริ่มเรียนครูจะทบทวนความรู้เดิมก่อนเริ่มเรียน ผ่านการใช้คำถามต่าง ๆ และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา อีกทางหนึ่งด้วย

ลงชื่อ

(นายพีระพล โสพิศวฒนวงศ์)

ใบกิจกรรม เรื่อง หลักการคูณ

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนแสดงแนวคิดในการ
หาคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1

ผลการจัดการเรียนรู้

ถ้าพี่หนุ่มจะเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเที่ยวที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยที่ระหว่างทางจะต้อง
แวะเยี่ยมพี่สาวที่จังหวัดอุทัยธานีด้วย ถ้าเส้นทางจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี มี 2 เส้นทาง
และเส้นทางจากจังหวัดอุทัยธานียังจังหวัดเชียงใหม่ มี 3 เส้นทาง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
พี่หนุ่มจะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่จังหวัดอุทัยธานี
ได้ทั้งหมดกี่วิธี และให้นักเรียนเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงการเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ
ไปเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่จังหวัดอุทัยธานี

แผนภาพต้นไม้แสดงการเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะที่อุทัยธานี

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- การเดินทางของพี่น้องจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ สามารถแบ่งการเดินทางออกเป็น ขั้นตอน ดังนี้

.....

.....

การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี

- การเดินทางของพี่น้องจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี สามารถเดินทางได้ เส้นทาง คือ
- การเดินทางของพี่น้องจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี เพียงอย่างเดียว ทำให้การเดินทางที่วางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

การเดินทางจากอุทัยธานี ไปเชียงใหม่

- การเดินทางของพี่น้องจากจังหวัดอุทัยธานี ไปเชียงใหม่ สามารถเดินทางได้ เส้นทาง คือ
- การเดินทางของพี่น้องจากจังหวัดอุทัยธานี ไปเชียงใหม่ เพียงอย่างเดียว ทำให้การเดินทางที่วางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี และจากอุทัยธานี ไปเชียงใหม่

- การเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี และจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันหรือไม่ และทำให้การเดินทางที่พี่หนุ่มวางแผนไว้ เสร็จสมบูรณ์หรือไม่

.....

.....

.....

- การเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานีแต่ละเส้นทาง จะสามารถเดินทางจากอุทัยธานี ไปเชียงใหม่ได้กี่เส้นทาง อะไรบ้าง

.....

.....

.....

- พี่หนุ่มจะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่จะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่อุทัยธานีก่อน ได้กี่วิธีและมีวิธีคิดหาคำตอบนั้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- ถ้าพี่หนุ่มจะเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยที่จะต้องแวะที่อุทัยธานีก่อน สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือขั้นแรกเดินทางจากกรุงเทพฯ มายังอุทัยธานี และขั้นตอนที่ 2 คือ เดินทางจากอุทัยธานีไปยังเชียงใหม่ ซึ่งขั้นตอนที่ 1

สามารถทำได้ n_1 วิธี และในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2
ต่อไปได้ n_2 วิธี

จำนวนวิธีทั้งหมดที่ที่หนุ่มจะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่โดยที่จะต้อง
แวะที่อุทัยธานีก่อนมีค่าเท่ากับ วิธี

ชวนคิด

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำ
ต่อเนื่องกัน โดยที่ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำ
ขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3
ต่อไปได้ n_3 วิธี ไปเรื่อย ๆ จนถึง ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k-1$ สามารถทำ
ขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี

แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมดกี่วิธี วิธี

แบบฝึกหัด เรื่อง หลักการคูณ

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC โดยละเอียด

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

- 1) หนูนารถแต่งตัวไปเที่ยวทะเลบางแสนในวันหยุดสุดสัปดาห์ โดยที่ในการแต่งตัวครั้งนี้ หนูนารถเตรียมเสื้อไว้ 5 ตัว และกระโปรง 3 ตัว อยากทราบว่าหนูนารถจะแต่งตัวได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่ต้องพิจารณา

.....

- สิ่งที่ต้องกำหนดมาให้

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง

☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Communicate สรุปผล

.....

.....

.....

.....

2) สมาคมแห่งหนึ่งมีสมาชิก 10 คน ถ้าต้องการเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่งซึ่งประกอบด้วย นายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขานุการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน โดยที่กรรมการคนเดียวกันทำหน้าที่มากกว่า 1 ตำแหน่งไม่ได้ จะมีวิธีการเลือกคณะกรรมการกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง

☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Communicate สรุปผล

.....

.....

.....

.....

3) ในการเดินทางจากเมือง A ไปเมือง B สามารถเดินทางได้ 3 เส้นทาง และการเดินทางจากเมือง B ไปเมือง C สามารถเดินทางได้ 2 เส้นทาง แล้วจำนวนวิธีเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม มีค่าเท่ากับกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์ต้องการทราบ

.....

- สิ่ง โจทย์กำหนดมาให้

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง

☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Communicate สรุปผล

.....

.....

.....

.....

ทบทวนความรู้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมข้อความในช่องว่างให้ถูกต้องสมบูรณ์

● หลักการคูณ (กรณีทั่วไป)

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน

..... โดยที่

ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี

:

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้

..... วิธี แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด วิธี

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง หลักการคูณ

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

สถานการณ์ที่ 1

ถ้าพี่หนุ่มจะเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเที่ยวที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยที่ระหว่างทางจะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่จังหวัดอุทัยธานีด้วย ถ้าเส้นทางจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี มี 2 เส้นทาง และเส้นทางจากจังหวัดอุทัยธานีไปถึงจังหวัดเชียงใหม่ มี 3 เส้นทาง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ พี่หนุ่มจะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่จังหวัดอุทัยธานีได้ทั้งหมดกี่วิธี และให้นักเรียนเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงการเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่จังหวัดอุทัยธานี

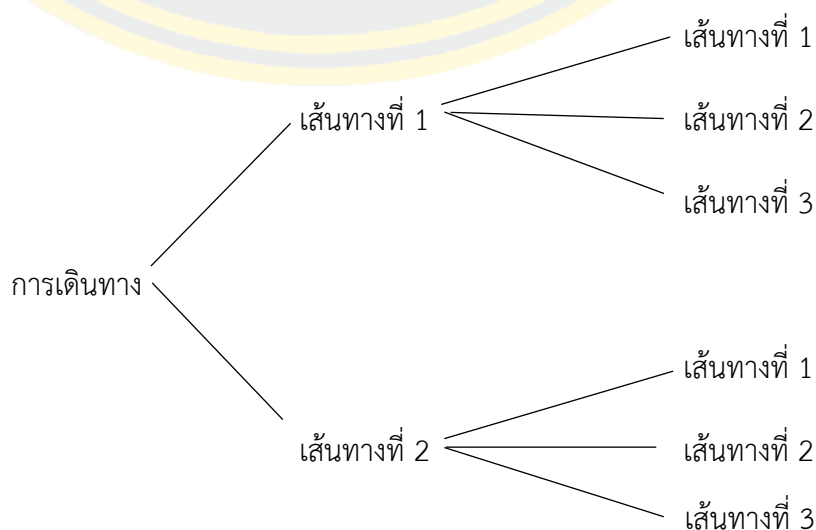
แผนภาพต้นไม้แสดงการเดินทางของพี่หนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่ต้องแวะที่อุทัยธานี

ขั้นตอนที่ 1

กรุงเทพฯ – อุทัยธานี

ขั้นตอนที่ 2

อุทัยธานี - เชียงใหม่



- การเดินทางของพืหนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ สามารถการเดินทางออกเป็น

2.....ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี

ขั้นตอนที่ 2 การเดินทางจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่

การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี

- การเดินทางของพืหนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี สามารถเดินทางได้ 2.....เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2
- การเดินทางของพืหนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานี เพียงอย่างเดียว ทำให้การเดินทางที่วางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร ไม่เสร็จสมบูรณ์ เนื่องจากพืหนุ่มตั้งเป้าหมายของการเดินไว้ที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่อุทัยธานี

การเดินทางจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่

- การเดินทางของพืหนุ่มจากจังหวัดอุทัยธานี ไปเชียงใหม่ สามารถเดินทางได้ 3.....เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 เส้นทางที่ 2 และเส้นทางที่ 3
- การเดินทางของพืหนุ่มจากจังหวัดอุทัยธานี ไปเชียงใหม่ เพียงอย่างเดียวทำให้การเดินทางที่วางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร ไม่เสร็จสมบูรณ์ เนื่องจากจุดเริ่มต้นของการเดินครั้งนี้คือกรุงเทพฯ

การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี และจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่

- การเดินทางของพืหนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี และจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันหรือไม่ และทำให้การเดินทางที่พืหนุ่มวางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์หรือไม่ การเดินทางของพืหนุ่มจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี และจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน และทำให้การเดินทางที่พืหนุ่มวางแผนไว้เสร็จสมบูรณ์

- การเดินทางของพีหนุ่มาจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานีแต่ละเส้นทาง จะสามารถเดินทางจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ได้กี่เส้นทาง อะไรบ้าง การเดินทางของพีหนุ่มาจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดอุทัยธานีแต่ละเส้นทาง จะสามารถเดินทางจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ได้ 3 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 เส้นทางที่ 2 และเส้นทางที่ 3
- พีหนุ่จะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่จะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่อุทัยธานีก่อน ได้กี่วิธี และมีวิธีคิดหาคำตอบนั้นได้อย่างไร
เนื่องจากการเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี มีได้ 2 วิธี และแต่ละเส้นทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทัยธานี จะเดินทางจากอุทัยธานีไปเชียงใหม่ได้ 3 เส้นทาง ดังนั้น พีหนุ่จะมีวิธีที่จะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยที่จะต้องแวะเยี่ยมพี่สาวที่อุทัยธานีได้ $2 \times 3 = 6$ วิธี
- ถ้าพีหนุ่จะเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยที่จะต้องแวะที่ อุทัยธานีก่อน สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือขั้นแรกเดินทางจากกรุงเทพฯ มายังอุทัยธานี และขั้นตอนที่ 2 คือเดินทางจากอุทัยธานีไปยังเชียงใหม่ ซึ่งขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี และในแต่ละวิธีของขั้นตอน ที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี
จำนวนวิธีทั้งหมดที่พีหนุ่จะสามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่โดยที่จะต้องแวะที่อุทัยธานีก่อนมีค่าเท่ากับ $n_1 \times n_2$ วิธี

ชวนคิด

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี ไปเรื่อย ๆ จนถึง ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k-1$ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี

แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมดกี่วิธี $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k$ วิธี

เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง หลักการคูณ

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ม. 6/.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC โดยละเอียด

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

- 1) หนูนาคต้องการแต่งตัวไปเที่ยวทะเลบางแสนในวันหยุดสุดสัปดาห์ โดยที่ในการแต่งตัวครั้งนี้ หนูนาคได้เตรียมเสื้อไว้ 5 ตัว และกระโปรง 3 ตัว อยากทราบว่าหนูนาคจะแต่งตัวได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่ต้องพิจารณา

จำนวนวิธีทั้งหมดที่หนูนาคจะสามารถแต่งตัวที่แตกต่างกันได้จากเสื้อและกระโปรงที่หนูนาคเตรียมไว้

- สิ่งที่ต้องกำหนดมาให้

หนูนาคเตรียมเสื้อไว้ 5 ตัว และกระโปรง 3 ตัว

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง

☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์ข้อที่ 1 ในแบบฝึกหัด เป็นโจทย์ที่สามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการคูณ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยที่ ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนที่เลือกใส่เสื้อ ซึ่งสามารถเลือกได้ 5 วิธี

ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนที่เลือกใส่กระโปรง ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 วิธี ซึ่งวิธีทำงาน ในทั้งสองขั้นตอนนี้ต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนี้ไม่ทำให้ งานเสร็จสมบูรณ์ โดยงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสองขั้นตอนนี้แล้ว

ซึ่งจำนวนวิธีทั้งหมดที่หนูนาจะสามารถแต่งตัวที่แตกต่างกันได้จากเสื้อและ กระโปรงที่หนูนาเตรียมไว้ จะสามารถหาคำตอบได้โดยนำจำนวนวิธีที่เลือกใส่เสื้อคูณกับ จำนวนวิธีที่เลือกใส่กระโปรง

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ ขั้นที่ 1 หนูนาเลือกใส่เสื้อ ซึ่งสามารถเลือกได้ 5 วิธี

ขั้นที่ 2 หนูนาเลือกใส่กระโปรง ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 วิธี

ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมดที่หนูนาจะแต่งตัวเท่ากับ $5 \times 3 = 15$ วิธี

Communicate สรุปผล

หนูนาต้องการแต่งตัวไปเที่ยวทะเลบางแสนในวันหยุดสุดสัปดาห์ โดยที่ในการ แต่งตัว ครั้งนี้ หนูนาได้เตรียมเสื้อไว้ 5 ตัว และกระโปรง 3 ตัว แล้วหนูนาจะแต่งตัวได้ ทั้งหมด 15 วิธี

2) สมาคมแห่งหนึ่งมีสมาชิก 10 คน ถ้าต้องการเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่งซึ่งประกอบด้วย นายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขานุการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน โดยที่กรรมการคนเดียวกันทำหน้าที่มากกว่า 1 ตำแหน่งไม่ได้ จะมีวิธีการเลือกคณะกรรมการกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการทราบ
จำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่งตามที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ไปได้
คือ นายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขานุการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน
- สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดมาให้
สมาคมแห่งหนึ่งมีสมาชิก 10 คน ต้องการเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย
นายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขานุการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน โดยที่กรรมการ
คนเดียวกันทำหน้าที่มากกว่า 1 ตำแหน่งไม่ได้

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง

- ☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์ข้อที่ 2 ในแบบฝึกหัด เป็นโจทย์ที่สามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการคูณ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยที่

ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนที่เลือกนายกสมาคม ซึ่งสามารถเลือกได้	10 วิธี
ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนที่เลือกอุปนายกสมาคม ซึ่งสามารถเลือกได้	9 วิธี
ขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นตอนที่เลือกเลขาธิการ ซึ่งสามารถเลือกได้	8 วิธี
ขั้นตอนที่ 4 คือ ขั้นตอนที่เลือกเหรัญญิก ซึ่งสามารถเลือกได้	7 วิธี

ซึ่งวิธีทำงานในทั้งสี่ขั้นตอนนั้นต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนั้นไม่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ โดยงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสี่ขั้นตอนแล้ว ซึ่งจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกคณะกรรมการชุดนี้ตามที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ไว้ คือ นายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขาธิการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน จากสมาชิกสมาคมที่มีอยู่ 10 คน จะสามารถหาคำตอบได้โดยนำจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกนายกสมาคมได้คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกอุปนายกสมาคมคูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือก เลขาธิการคูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกเหรัญญิก

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ ในการเลือกคณะกรรมการ จะเลือกตำแหน่งใดก่อนก็ได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกนายกสมาคม ซึ่งสามารถเลือกได้	10 วิธี
ขั้นที่ 2 เลือกอุปนายกสมาคม ซึ่งสามารถเลือกได้	9 วิธี
ขั้นที่ 3 เลือกเลขาธิการ ซึ่งสามารถเลือกได้	8 วิธี
ขั้นที่ 4 เลือกเหรัญญิก ซึ่งสามารถเลือกได้	7 วิธี

ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมดในการเลือกคณะกรรมการชุดนี้เท่ากับ $10 \times 9 \times 8 \times 7 = 5,040$ วิธี

Communicate สรุปผล

สมาคมแห่งหนึ่งมีสมาชิก 10 คน ถ้าต้องการเลือกคณะกรรมการชุดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยนายกสมาคม อุปนายกสมาคม เลขาธิการ และเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน โดยที่ กรรมการคนเดียวกันทำหน้าที่มากกว่า 1 ตำแหน่งไม่ได้ จะมีวิธีการเลือกคณะกรรมการชุดนี้ 5,040 วิธี

3) ในการเดินทางจากเมือง A ไปเมือง B สามารถเดินทางได้ 3 เส้นทาง และการเดินทางจากเมือง B ไปเมือง C สามารถเดินทางได้ 2 เส้นทาง แล้วจำนวนวิธีเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม มีค่าเท่ากับกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์ต้องการทราบ

จำนวนวิธีเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม มีค่าเท่ากับกี่วิธี

- สิ่ง โจทย์กำหนดมาให้

ในการเดินทางจากเมือง A ไปเมือง B สามารถเดินทางได้ 3 เส้นทาง และการเดินทางจากเมือง B ไปเมือง C สามารถเดินทางได้ 2 เส้นทาง โดยการเดินทางครั้งนี้เป็นการเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง

☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์ข้อที่ 3 ในแบบฝึกหัด เป็นโจทย์ที่สามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการคูณ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยที่ ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนที่เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง B ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 วิธี ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนที่เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง C ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 วิธี ขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นตอนที่เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง C ไปยังเมือง B ซึ่งสามารถเลือกได้ 1 วิธี ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซ้ำซ้อนกับที่เลือกเดินทางในการเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง C ขั้นตอนที่ 4 คือ ขั้นตอนที่เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง A ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 วิธี ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซ้ำซ้อนกับที่เลือกเดินทางในการเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง B ซึ่งวิธีทำงานในทั้งสี่ขั้นตอนนั้นต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนั้นไม่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ โดยงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสี่ขั้นตอนแล้ว

ซึ่งจำนวนวิธีทั้งหมดที่สามารถหาจำนวนวิธีเดินทางจากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิมจะสามารถหาคำตอบได้โดยนำจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง B คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือก เส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง C คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง C ไปยังเมือง B คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดที่จะสามารถเลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง A

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยที่

ขั้นที่ 1 เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง B ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 วิธี

ขั้นที่ 2 เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง C ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 วิธี

ขั้นที่ 3 เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง C ไปยังเมือง B ซึ่งสามารถเลือกได้ 1 วิธี

ขั้นที่ 4 เลือกเส้นทางเดินทางจากเมือง B ไปยังเมือง A ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 วิธี

ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมดในการเดินทางในครั้งนี้เท่ากับ $3 \times 2 \times 1 \times 2 = 12$ วิธี

Communicate สรุปผล

ในการเดินทางจากเมือง A ไปเมือง B สามารถเดินทางได้ 3 เส้นทาง และ
การเดินทางจากเมือง B ไปเมือง C สามารถเดินทางได้ 2 เส้นทาง แล้วจำนวนวิธีเดินทาง
จากเมือง A ผ่านเมือง B ไปยังเมือง C และเดินทางกลับจากเมือง C ผ่านเมือง B ไปเมือง
A โดยไม่ซ้ำเส้นทางเดิม มีค่าเท่ากับ 12 วิธี

ทบทวนความรู้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมข้อความในช่องว่างให้ถูกต้องสมบูรณ์

● หลักการคูณ (กรณีทั่วไป)

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน

ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี

:

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k-1$ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้

n_k วิธี แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k$ วิธี

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น ม.6/.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC โดยละเอียด

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการบวกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

(ค 3.2 ม.4/1)

- จากตัวเลข 0 1 2 4 7 8 9 จะนำมาสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ได้ทั้งหมดกี่จำนวน โดยที่ตัวเลขในแต่ละหลักไม่ซ้ำกัน

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

.....

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา



Implement ดำเนินการแก้ปัญหา



The image shows a large, faint, light blue watermark of the BUAP (Buenos Aires University of Psychology) logo in the background. The logo is circular and features a stylized sun or spiral design in the center, with the text "BUAP" and "UNIVERSITY OF PSYCHOLOGY" around the perimeter.

Communicate สื่อสาร

[illegible]

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
(ค 3.2 ม.4/1)

- 2) หมายเลขโทรศัพท์มือถือหนึ่งหมายเลข ประกอบด้วยตัวเลข 10 หลัก แล้วจำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก **063382** จะมีจำนวนทั้งหมดกี่หมายเลข

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

.....

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

- ☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด
- ☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา



Implement ดำเนินการแก้ปัญหา



The image shows a large, faint, light blue watermark of the BUAP (Buenos Aires University of Psychology) logo in the background. The logo is circular and features a stylized sun or spiral design in the center, with the text "BUAP" and "UNIVERSITY OF PSYCHOLOGY" around the perimeter.

Communicate สื่อสาร

.....

.....

.....

.....

.....

จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

- 3) มีธงอยู่ 7 ผืน ซึ่งมีสีที่แตกต่างกันดังนี้ คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ต้องการเรียงธงเหล่านี้ในแนวเส้นตรงเป็นสัญญาณ 7 สี โดยให้ธงสีน้ำเงินและธงสีแดงอยู่ริมสุดได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

.....

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

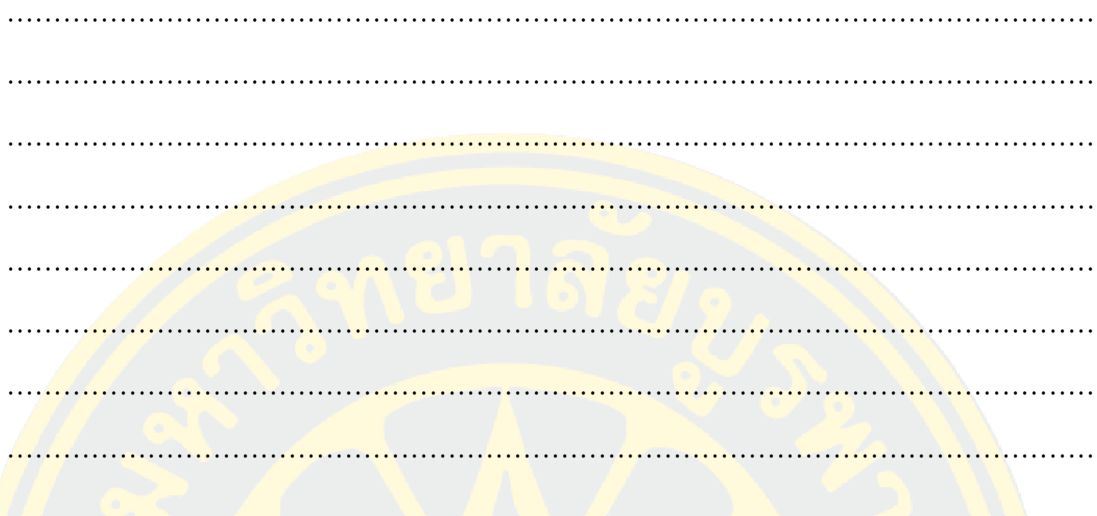
☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

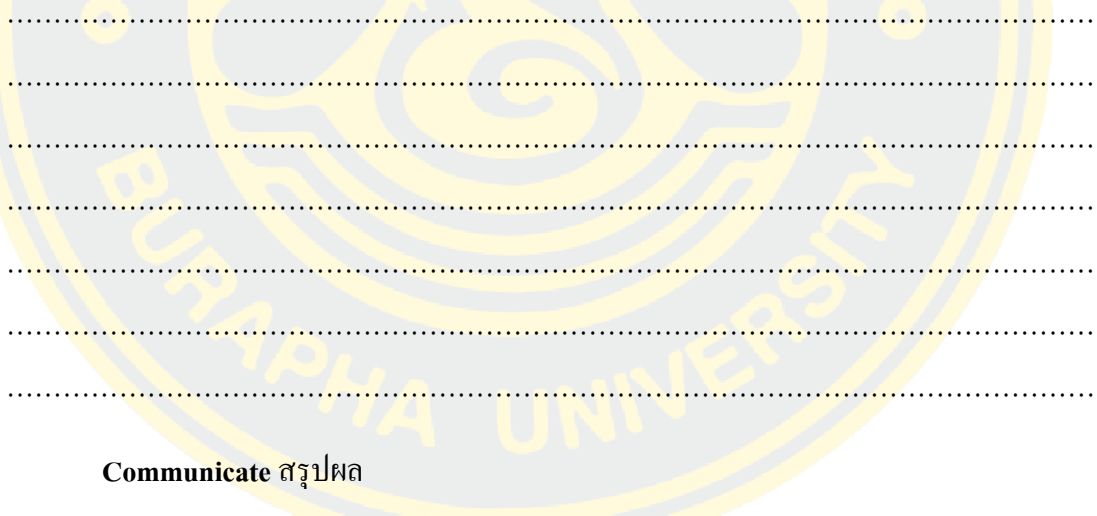
☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา



Implement ดำเนินการแก้ปัญหา



Communicate สรุปผล

Communicate สื่อสาร

[illegible]

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

- 4) มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม และมีหนังสือชีววิทยาเหมือนกัน 4 เล่ม ถ้าต้องการนำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือ โดยที่หนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน จะสามารถทำได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

.....

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

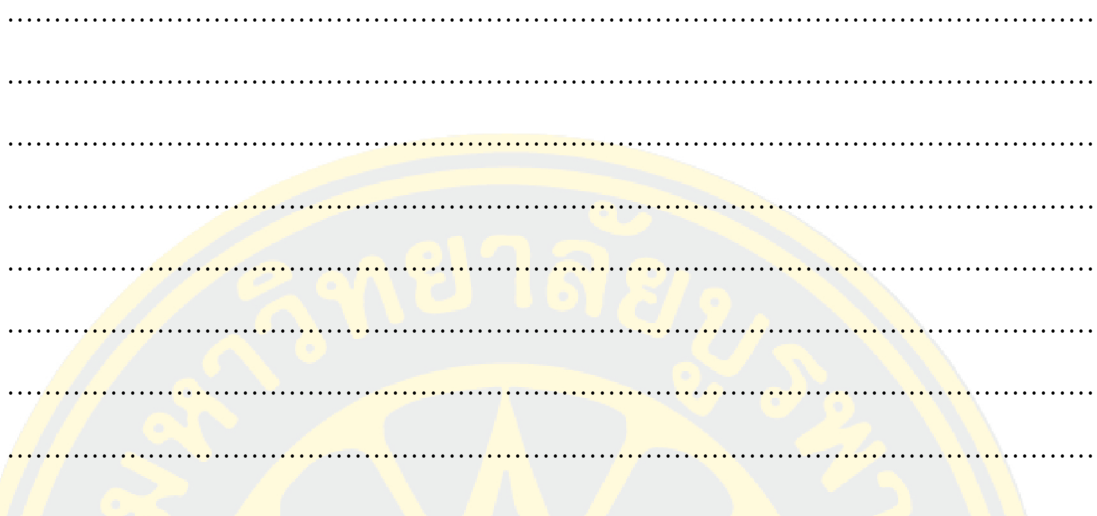
☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา



Implement ดำเนินการแก้ปัญหา



Communicate สรุปลผล

[illegible]

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

- 5) สหกรณ์แห่งหนึ่งมีสมาชิกจำนวน 8 คน หากต้องการเลือกตั้งคณะกรรมการสหกรณ์ ซึ่งประกอบไปด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ เหรัญญิก และผู้ช่วยเหรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน จะมีจำนวนวิธีเลือกกรรมการสหกรณ์ชุดนี้ได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

.....

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

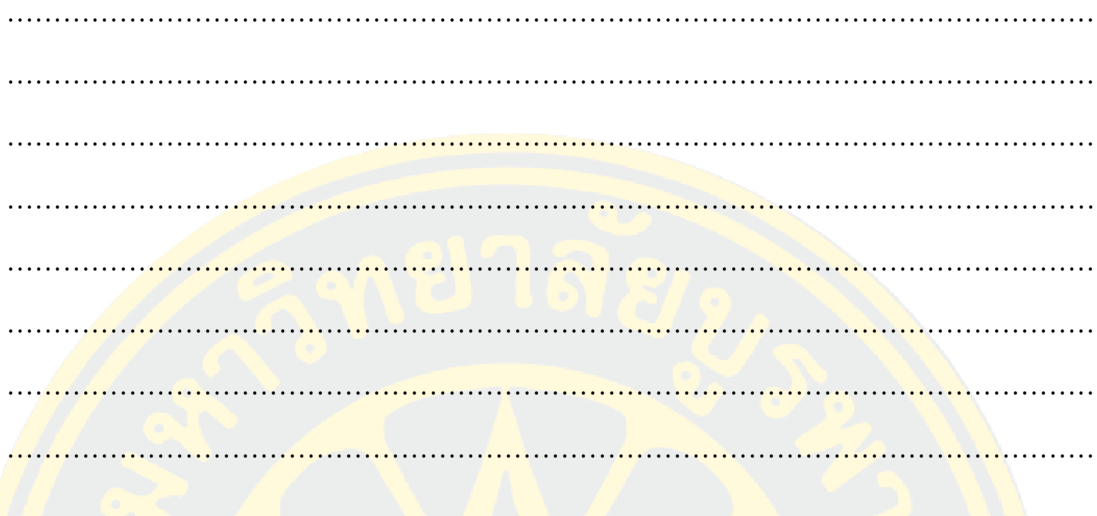
☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา



Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

The image shows a large, faint watermark of the Bunapur University logo in the background. The logo is circular, featuring a central emblem with a spiral and a bird-like figure. The text "BUNAPUR UNIVERSITY" is written around the perimeter of the circle.

Communicate สรุปลผล

[illegible]

จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

- 6) บริษัท “ตั้ง หวัง เฮง” ต้องการเลือกกรรมการบริษัทจำนวน 4 คน ซึ่งประกอบด้วยพนักงานชายและหญิง อย่างละ 2 คน ผลปรากฏว่ามีพนักงานชาย 16 คน และพนักงานหญิง 14 คน มาสมัครรับเลือกเป็นกรรมการบริษัท แล้วจำนวนวิธีทั้งหมดในการเลือกกรรมการบริษัทชุดนี้จะเท่ากับกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

.....

.....

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

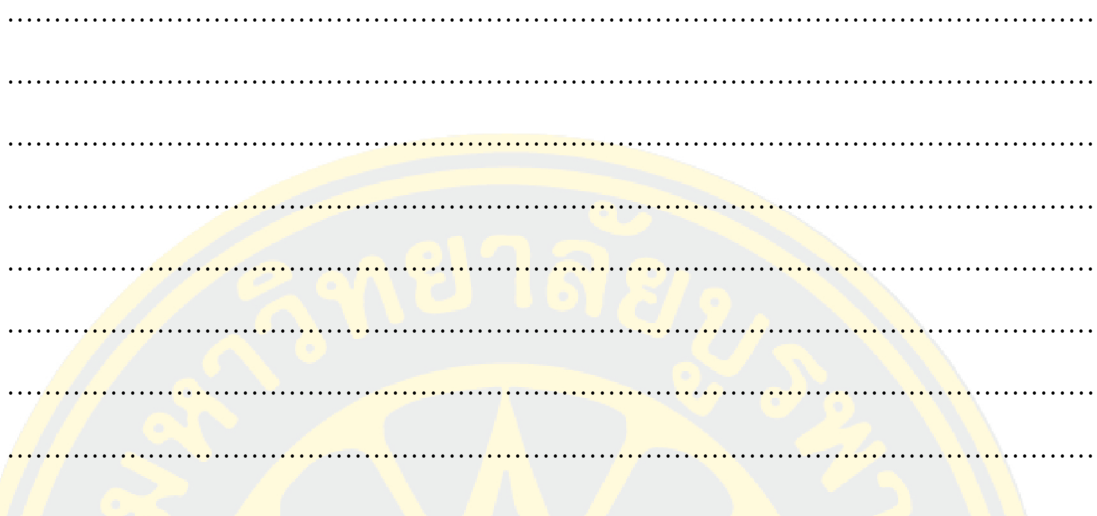
☐ หลักการบวก ☐ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา



Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

The logo of Bunapur University is a circular emblem. It features a central sun-like symbol with rays emanating from it. The words "BUNAPUR UNIVERSITY" are written in a circular path around the central symbol. The logo is rendered in a light blue or grey color, serving as a background watermark.

Communicate สื่อสาร

[illegible]

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น ม.6/.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC โดยละเอียด

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการบวกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

(ค 3.2 ม.4/1)

- 1) จากตัวเลข 0 1 2 4 7 8 9 จะนำมาสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ได้ทั้งหมด
กี่จำนวน โดยที่ตัวเลขในแต่ละหลักไม่ซ้ำกัน

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ซึ่งตัวเลขในแต่ละหลักไม่ซ้ำกัน
ที่สร้างจากตัวเลข 0, 1, 2, 4, 7, 8, 9 จะสร้างได้ทั้งหมดกี่จำนวน

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ โจทย์กำหนดตัวเลขโดด 0, 1, 2, 4, 7, 8, 9 มาให้
โดยให้นำเลขโดดเหล่านั้นมาสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ที่ตัวเลขในแต่ละหลัก
ต้องไม่ซ้ำกัน

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

☒ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์สามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการบวก และหลักการคูณเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 2 กรณี โดยที่

กรณีที่ 1 คือ กรณีที่เลขโดดในหลักหน่วยเป็นเลข 0 ถ้าหลักหน่วยเป็นเลข 0 จะสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ได้ดังนี้

หลักหน่วย	จัดได้	1 วิธี (ใช้เลข 0)
หลักสิบ	จัดได้	6 วิธี (ใช้เลข 1, 2, 4, 7, 8 หรือ 9)
หลักร้อย	จัดได้	5 วิธี (ใช้เลขที่เหลือจากที่เลือกในหลักสิบ)
หลักพัน	จัดได้	4 วิธี (ใช้เลขที่เหลือจากที่เลือกในหลักร้อย)

ดังนั้น จะสามารถสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ในกรณีที่หลักหน่วยเป็นเลข 0 ได้ โดยอาศัยหลักการคูณคือ นำจำนวนวิธีที่เป็นไปได้ในการเลือกตัวเลขในแต่ละมาคูณกัน

กรณีที่ 2 คือ กรณีที่เลขโดดในหลักหน่วยเป็นเลข 2, 4 หรือ 8 ถ้าหลักหน่วยเป็นเลข 2, 4 หรือ 8 จะสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ได้ดังนี้

หลักหน่วย	จัดได้	3 วิธี (ใช้เลข 2 หรือ 4 หรือ 8)
หลักพัน	จัดได้	5 วิธี (ใช้เลขที่เหลือ ยกเว้นเลข 0)
หลักร้อย	จัดได้	5 วิธี
หลักสิบ	จัดได้	4 วิธี

ดังนั้น จะสามารถสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ในกรณีที่หลักหน่วยเป็นเลข 2, 4 หรือ 8 ได้โดยอาศัยหลักการคูณคือ นำจำนวนวิธีที่เป็นไปได้ในการเลือกตัวเลขในแต่ละมาคูณกัน

ดังนั้น จากหลักการบวก ซึ่งวิธีทำงานในทั้งสองกรณีซึ่งไม่ซ้ำซ้อนกัน และการทำงานในแต่ละกรณีทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ จะได้ว่าจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลักทั้งหมดที่เป็นไปตามเงื่อนไขตามที่โจทย์กำหนด มันนั้นจะสามารถสร้างได้โดย นำจำนวนวิธีทั้งหมดในกรณีที่ 1 บวกกับจำนวนวิธีทั้งหมดในกรณีที่ 2

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

จะสามารถสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ทั้งหมดที่มีเงื่อนไขตามที่โจทย์ระบุไว้ได้ดังนี้

กรณีที่ 1 คือ กรณีที่เลขโดดในหลักหน่วยเป็นเลข 0 จะสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ได้ดังนี้

หลักหน่วย จัดได้ 1 วิธี (ใช้เลข 0)

หลักสิบ จัดได้ 6 วิธี (ใช้เลข 1, 2, 4, 7, 8 หรือ 9)

หลักร้อย จัดได้ 5 วิธี (ใช้เลขที่เหลือจากที่เลือกในหลักสิบ)

หลักพัน จัดได้ 4 วิธี (ใช้เลขที่เหลือจากที่เลือกในหลักร้อย)

ดังนั้น จะสามารถสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ในกรณีที่หลักหน่วยเป็นเลข 0 ได้เท่ากับ

$$1 \times 6 \times 5 \times 4 = 120 \text{ จำนวน}$$

กรณีที่ 2 คือ กรณีที่เลขโดดในหลักหน่วยเป็นเลข 2, 4 หรือ 8 จะสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ได้ดังนี้

หลักหน่วย จัดได้ 3 วิธี (ใช้เลข 2 หรือ 4 หรือ 8)

หลักพัน จัดได้ 5 วิธี (ใช้เลขที่เหลือ ยกเว้นเลข 0)

หลักร้อย จัดได้ 5 วิธี

หลักสิบ จัดได้ 4 วิธี

ดังนั้น จะสามารถสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ในกรณีที่หลักหน่วยเป็นเลข 2, 4 หรือ 8

$$\text{ได้เท่ากับ } 3 \times 5 \times 5 \times 4 = 300 \text{ จำนวน}$$

จากหลักการบวกจะได้ว่าจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก ทั้งหมดที่เป็นตามเงื่อนไขที่โจทย์ระบุไว้มีทั้งหมด $120 + 300 = 420$ จำนวน

Communicate สรุปผล

จากตัวเลข 0, 1, 2, 4, 7, 8, 9 จะนำมาสร้างจำนวนเต็มคู่บวก 4 หลัก

ได้ 420 จำนวน โดยที่ตัวเลขในแต่ละหลักไม่ซ้ำกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

(ค 3.2 ม.4/1)

- 2) หมายเลขโทรศัพท์มือถือหนึ่งหมายเลข ประกอบด้วยตัวเลข 10 หลัก แล้วจำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก **063382** จะมีจำนวนทั้งหมดกี่หมายเลข

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 จะมีจำนวนทั้งหมดกี่หมายเลข

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ หมายเลขโทรศัพท์มือถือหนึ่งหมายเลข ประกอบด้วยตัวเลข 10 หลัก จำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่สนใจคือ หมายเลขที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์ที่กำหนดมานั้น สามารถอาศัยความรู้เรื่อง หลักการคูณ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาได้ โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนที่เลือกเลขโดด 6 หลักแรกที่ต้องเป็นไปตามที่โจทย์กำหนดมาให้ซึ่งเป็นไปได้ 1 วิธี คือ 063382 ตามที่โจทย์กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนที่เลือกเลขโดด 4 หลักที่เหลือ ซึ่งแต่ละหลักสามารถเลือกได้หลักละ 10 วิธี โดยเลือกจากเลขโดด 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 หรือ 9

ดังนั้น จำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 สามารถหาคำตอบได้โดยนำจำนวนวิธีทั้งหมดของขั้นที่ 1 คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดของขั้นที่ 2 เพราะเนื่องมาจากวิธีการทำงานในทั้งสองขั้นตอนนี้ต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนี้ไม่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ โดยงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสองขั้นตอนนี้แล้วเท่านั้น

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1 เลือกเลขโดด 6 หลักแรก ทำได้ 1 วิธี (063382)

ขั้นตอนที่ 2 เลือกเลขโดด 4 หลักที่เหลือ ซึ่งแต่ละหลักสามารถเลือกได้ หลักละ 10 วิธี โดยเลือกจากเลขโดด 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 หรือ 9 ซึ่งทำได้ ดังนี้คือ

หลักที่เหลือหลักที่ 1 เลือกได้ 10 วิธี หลักที่เหลือหลักที่ 2 เลือกได้ 10 วิธี

หลักที่เหลือหลักที่ 3 เลือกได้ 10 วิธี และหลักที่เหลือหลักที่ 4 เลือกได้ 10 วิธี

ซึ่งการกระทำดังกล่าวในขั้นตอนที่ 2 นี้ต้องทำต่อเนื่องกัน ดังนั้น ในขั้นตอนนี้ จะเลือกเลขโดด 4 หลักที่เหลือ ได้ทั้งหมด $10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10,000$ วิธี

ดังนั้น จากหลักการคูณจึงสามารถสร้างหมายเลขโทรศัพท์มือถือตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ $1 \times 10,000 = 10,000$ หมายเลข

Communicate สรุปผล

หมายเลขโทรศัพท์มือถือหนึ่งหมายเลข ประกอบด้วยตัวเลข 10 หลัก
จำนวนหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข 6 หลักแรก 063382 จะมีจำนวน
ทั้งหมด 10,000 หมายเลข

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรง
สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

- 3) มีธงอยู่ 7 ผืน ซึ่งมีสีที่แตกต่างกันดังนี้ คือ ม่วง , คราม , น้ำเงิน , เขียว , เหลือง , แสด ,
แดง ต้องการเรียงธงเหล่านี้ในแนวเส้นตรงเป็นสัญญาณ 7 สี โดยให้สีน้ำเงินและสีแดง
อยู่ริมสุดได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เมื่อมีธงอยู่ 7 ผืน ซึ่งมีสีที่แตกต่างกัน ถ้าต้องการเรียงธง
เหล่านี้ในแนวเส้นตรงเป็นสัญญาณ 7 สี โดยให้สีน้ำเงินและสีแดงอยู่ริมสุดจะสามารถทำ
ได้ทั้งหมดกี่วิธี

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ มีธงอยู่ 7 ผืน ซึ่งมีสีที่แตกต่างกันดังนี้ คือ ม่วง , คราม ,
น้ำเงิน , เขียว , เหลือง , แสด , แดง ต้องการเรียงธงเหล่านี้ในแนวเส้นตรงเป็นสัญญาณ
7 สี โดยมีเงื่อนไขว่า ให้สีน้ำเงินและสีแดงอยู่ริมสุด

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☒ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์ข้อนี้ เป็นโจทย์เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด และต้องอาศัยหลักการคูณเข้ามาร่วมด้วยในการคิดคำนวณ

โดยโจทย์ข้อนี้สามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนที่เลือกนำธงสีน้ำเงินและสีแดงไปวางริมสุดในแนวเส้นตรง

ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนที่เลือกนำธงที่เหลือ 5 ผืน มาจัดเรียงในแนวเส้นตรงตรงกลางระหว่างธงสีน้ำเงินและสีแดงที่วางไว้แล้ว ซึ่งสามารถใช้ความรู้เรื่องการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด มาช่วยในการคิดคำนวณได้

ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด เมื่อมีธงอยู่ 7 ผืน ซึ่งมีสีที่แตกต่างกัน ต้องการเรียงธงเหล่านี้ ในแนวเส้นตรงเป็นสัญญาณ 7 สี โดยให้สีน้ำเงินและสีแดงอยู่ริมสุดจะสามารถคำนวณได้จากการนำจำนวนวิธีทั้งหมดของขั้นที่ 1 คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดของขั้นที่ 2 เพราะเนื่องมาจากวิธีทำงานในทั้งสองขั้นตอนนี้ต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนี้ไม่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ โดยงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสองขั้นตอนแล้วเท่านั้น

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1 เลือกนำธงสีน้ำเงินและสีแดงไปวางริมสุดในแนวเส้นตรง ซึ่งทำได้ 2 วิธี

ขั้นตอนที่ 2 เลือกนำธงที่เหลือ 5 ผืน มาจัดเรียงในแนวเส้นตรง ตรงกลางระหว่าง

ธงสีน้ำเงินและสีแดงที่วางไว้แล้วซึ่งทำได้ 5! วิธี

ดังนั้น จากหลักการคูณจึงสามารถสร้างสัญญาณธงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้

$$2 \times 5! = 240 \text{ วิธี}$$

Communicate สรุปผล

เมื่อมีธงอยู่ 7 ผืน ซึ่งมีสีที่แตกต่างกันดังนี้ คือ ม่วง , คราม , น้ำเงิน , เขียว , เหลือง , แสด , แดง ต้องการเรียงธงเหล่านี้ในแนวเส้นตรงเป็นสัญญาณ 7 สี โดยให้สีน้ำเงินและสีแดงอยู่ริมสุดจะสามารถทำได้ทั้งหมด 240 วิธี

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของ ที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

- 4) มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม และมีหนังสือชีววิทยาเหมือนกัน 4 เล่ม ถ้าต้องการนำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือ โดยที่หนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน จะสามารถทำได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จะสามารถนำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือ โดยที่หนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน จะสามารถทำได้ทั้งหมดกี่วิธี

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม และมีหนังสือชีววิทยาเหมือนกัน 4 การจะนำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือนั้นหนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☒ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์มีเงื่อนไขกำหนดไว้ว่าการนำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือนั้นหนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน แสดงว่าหนังสือริมสุดต้องเป็นหนังสือฟิสิกส์และชีววิทยาข้างละหนึ่งเล่ม อาศัยความรู้เรื่องหลักการคูณ การจัดหนังสือในครั้งนี้จึงสามารถทำได้สองขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 นำหนังสือที่ต่างกันวางอยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือ ซึ่งทำได้ 2 วิธี และขั้นตอนที่ 2 คือนำหนังสือที่เหลือมาวางเรียงโดยอาศัยความรู้เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งมีสูตรในการคิดคำนวณคือ ถ้ามีสิ่งของ n สิ่ง ในจำนวนนี้มี n_1 สิ่งเหมือนกันเป็นกลุ่มที่หนึ่ง มี n_2 สิ่งเหมือนกันเป็นกลุ่มที่สอง ไปเรื่อย ๆ และมี n_k สิ่งเหมือนกันเป็นกลุ่มที่ k โดยที่ $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$ แล้วจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่ง ดังเงื่อนไขข้างต้น เป็น $\frac{n!}{n_1! \times n_2! \times \dots \times n_k!}$ วิธี

จากโจทย์ข้อนี้ n แทนจำนวนหนังสือทั้งหมด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10 เล่ม n_1 แทนจำนวนหนังสือฟิสิกส์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7 เล่ม n_2 แทนจำนวนหนังสือชีววิทยา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3 เล่ม

ดังนั้นจึงจะสามารถหาคำตอบได้โดยนำจำนวนวิธีทั้งหมดของขั้นที่ 1 คูณกับจำนวนวิธีทั้งหมดของขั้นที่ 2 เพราะเนื่องมาจากวิธีการทำงานในทั้งสองขั้นตอนนี้ ต้องทำแบบต่อเนื่องกัน และการทำงานในแต่ละขั้นตอนนี้ไม่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ โดยงานจะเสร็จสมบูรณ์ได้ ก็ต่อเมื่อทำงานครบทั้งสองขั้นตอนนี้แล้วเท่านั้น

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ

มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม และมีหนังสือชีววิทยาเหมือนกัน 4 เล่ม นำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือ โดยที่หนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี

ดังนั้น จะเหลือหนังสือรวม 10 เล่ม คือหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 7 เล่ม และมีหนังสือชีววิทยาเหมือนกัน 3 เล่ม หลังจากทำตามเงื่อนไขของโจทย์แล้ว จึงสามารถจัดหนังสือบนชั้นวางหนังสือตามเงื่อนไข ได้ดังนี้

$$2 \times \frac{10!}{7! \times 3!} = 240 \text{ วิธี}$$

Communicate สรุปผล

มีหนังสือฟิสิกส์เหมือนกัน จำนวน 8 เล่ม หนังสือชีววิทยาเหมือนกัน 4 เล่ม ถ้าต้องการนำหนังสือทั้งหมดมาเรียงบนชั้นหนังสือ โดยที่หนังสือที่อยู่ริมสุดของชั้นวางหนังสือจะต้องเป็นหนังสือที่ต่างกัน จะสามารถทำได้ทั้งหมด 240 วิธี

จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

- 5) สหกรณ์แห่งหนึ่งมีสมาชิกจำนวน 8 คน หากต้องการเลือกคณะกรรมการสหกรณ์ ซึ่งประกอบไปด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ ทรัพย์สิน และผู้ช่วยทรัพย์สิน ตำแหน่งละ 1 คน จะมีจำนวนวิธีเลือกคณะกรรมการสหกรณ์ชุดนี้ได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สหกรณ์แห่งนี้จะมีจำนวนวิธีเลือกกรรมการสหกรณ์ชุดนี้ได้ทั้งหมดกี่วิธี

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ สหกรณ์แห่งนี้มีสมาชิกจำนวน 8 คน ต้องการเลือกคณะกรรมการสหกรณ์ ซึ่งประกอบไปด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ ทรัพย์สิน และผู้ช่วยทรัพย์สิน ตำแหน่งละ 1 คน

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☒ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☐ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์จะสามารถหาว่าสหกรณ์แห่งนี้จะมีจำนวนวิธีเลือกคณะกรรมการสหกรณ์ได้ทั้งหมดกี่วิธีได้ โดยอาศัยความรู้เรื่อง การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ซึ่งมีสูตรในการคิดคำนวณคือ เมื่อ $P_{n,r}$ แทนจำนวนวิธีในการนำสิ่งของ r สิ่ง จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง มาเรียงเชิงสลับเปลี่ยนเชิงเส้น โดยที่ $0 \leq r \leq n$ แล้ว $P_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!}$) วิธี ซึ่งจากโจทย์ข้อนี้ n แทนจำนวนสมาชิกสหกรณ์แห่งนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8 คน และ r แทนจำนวนตำแหน่งต่าง ๆ ของกรรมการคือ ประธาน รองประธาน เลขานุการ เภรัญญิก และผู้ช่วยเภรัญญิก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5 ตำแหน่ง

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ จาก $P_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!}$ โดยที่ $0 \leq r \leq n$

เมื่อ $P_{n,r}$ แทนจำนวนวิธีในการนำสิ่งของ r สิ่ง จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง

มาเรียงเชิงสลับเปลี่ยนเชิงเส้น โดยที่ $0 \leq r \leq n$ ในที่นี้ $n=8$
และ $r=5$

$$\text{จะได้ว่า } P_{8,5} = \frac{8!}{(8-5)!} = \frac{8!}{3!} = 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 = 6720$$

Communicate สรุปผล

สหกรณ์แห่งนี้มีสมาชิกจำนวน 8 คน หากต้องการเลือกคณะกรรมการสหกรณ์ซึ่งประกอบไปด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ เภรัญญิก และผู้ช่วยเภรัญญิก ตำแหน่งละ 1 คน จะมีจำนวนวิธีเลือกคณะกรรมการสหกรณ์ชุดนี้ได้ทั้งหมด 6720 วิธี

จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

- 6) บริษัท “ตั้ง หวัง เสง” ต้องการเลือกกรรมการบริษัทจำนวน 4 คน ซึ่งประกอบด้วย พนักงานชายและหญิง อย่างละ 2 คน ผลปรากฏว่ามีพนักงานชาย 16 คน และพนักงานหญิง 14 คน มาสมัครรับเลือกเป็นกรรมการบริษัท แล้วจำนวนวิธีทั้งหมดในการเลือกกรรมการบริษัทชุดนี้จะเท่ากับกี่วิธี

วิธีทำ

Define การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ บริษัท “ตั้ง หวัง เสง” จะมีจำนวนวิธีทั้งหมดในการเลือกกรรมการบริษัทชุดนี้จะเท่ากับกี่วิธี

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ บริษัท “ตั้ง หวัง เสง” ต้องการเลือกกรรมการบริษัทจำนวน 4 คน ซึ่งประกอบด้วยพนักงานชายและหญิง อย่างละ 2 คน โดยมีผู้มาสมัครรับเลือกเป็นกรรมการบริษัทเป็นพนักงานชาย 16 คน และพนักงานหญิง 14 คน

Assess ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

(ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องให้ถูกต้อง โดยสามารถ ☒ ได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ หลักการบวก ☒ หลักการคูณ

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด

☐ การจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ☒ การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

Plan วางแผนการแก้ปัญหา

จากโจทย์ บริษัท “ตั้ง หวัง เสง” จะมีวิธีในการเลือกกรรมการบริษัทชุดนี้ จากจำนวนผู้มาสมัครเป็นกรรมการบริษัททั้งหมด โดยมีเงื่อนไขที่ว่า กรรมการบริษัทชุดนี้มีจำนวน 4 คน และต้องประกอบไปด้วยพนักงานชายและหญิง อย่างละ 2 คน ได้โดยอาศัยความรู้เรื่อง การจัดหมู่สำหรับสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด และหลักการคูณ โดยแบ่งขั้นตอนในการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนที่ต้องต่อเนื่องกัน ซึ่งมีสูตรในการคิดคำนวณคือ เมื่อ $C_{n,r}$ แทนจำนวนวิธีจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง โดยเลือกคราวละ r สิ่ง เมื่อ $0 \leq r \leq n$ จะได้ว่า $C_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!r!}$ วิธี

สำหรับโจทย์ข้อนี้ในขั้นแรก n แทน จำนวนผู้มาสมัครรับเลือกเป็นกรรมการบริษัทที่เป็นพนักงานชาย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16 และในขั้นถัดไป n แทน จำนวนผู้มาสมัครรับเลือกเป็นกรรมการบริษัทที่เป็นพนักงานหญิงซึ่งมีค่าเท่ากับ 14 โดยที่ r แทน จำนวนกรรมการบริษัทตามที่กำหนดเงื่อนไขไว้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2

Implement ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ จากสูตร $C_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!r!}$

เมื่อ $C_{n,r}$ แทน จำนวนวิธีจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง โดยเลือกคราวละ r สิ่ง โดยที่ $0 \leq r \leq n$

ขั้นตอนที่ 1 เลือกกรรมการบริษัทชาย 2 คน จากผู้มาสมัครที่เป็นชาย 16 คน

ทำได้ $C_{16,2}$ วิธี

ขั้นตอนที่ 2 เลือกกรรมการบริษัทหญิง 2 คน จากผู้มาสมัครที่เป็นหญิง 14 คน

ทำได้ $C_{14,2}$ วิธี

จากหลักการคูณ ได้ว่ามีจำนวนวิธีในการเลือกกรรมการบริษัทชุดนี้ทั้งหมด

$$C_{16,2} \times C_{14,2} = \frac{16!}{14!2!} \times \frac{14!}{12!2!} = 10,920 \text{ วิธี}$$

Communicate สรุปผล

บริษัท “ตั้ง หวัง เสง” ต้องการเลือกกรรมการบริษัทจำนวน 4 คน ซึ่งประกอบด้วย
พนักงานชายและหญิง อย่างละ 2 คน ผลปรากฏว่ามีพนักงานชาย 16 คน และพนักงาน
หญิง 14 คน มาสมัครรับเลือกเป็นกรรมการบริษัท จำนวนวิธีทั้งหมดในการเลือก
กรรมการบริษัทชุดนี้คือ 10,920 วิธี



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น ม.6/.....

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถอธิบายหลักการบวกและนำความรู้เกี่ยวกับหลักการบวกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

1) จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ “ถ้าหยิบไพ่ 1 ใบ จากสำรับ 52 ใบ จำนวนวิธีที่จะหยิบได้ไพ่เป็นแต้ม 2 มีจำนวนวิธีเท่ากับจำนวนวิธีที่จะหยิบได้ไพ่เป็นแต้ม 3” จากข้อความข้างต้น ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง (การนำไปใช้)

- ก. จำนวนวิธีที่หยิบได้ไพ่เป็นแต้ม 2 หรือ 3 จะเท่ากับจำนวนวิธีที่หยิบได้ไพ่เป็นแต้ม K หรือ 5
- ข. จำนวนวิธีที่หยิบได้ไพ่เป็นแต้ม 2 หรือ 3 จะไม่เท่ากับจำนวนวิธีที่หยิบได้ไพ่เป็นแต้ม K หรือ J
- ค. จำนวนวิธีที่หยิบได้ไพ่เป็นแต้ม 2 หรือ 3 จะมากกว่าจำนวนวิธีที่หยิบได้ไพ่เป็นแต้ม 3 หรือ 2
- ง. จำนวนวิธีที่หยิบได้ไพ่เป็นแต้ม 2 หรือ 3 จะน้อยกว่าจำนวนวิธีที่หยิบได้ไพ่เป็นแต้ม 4 หรือ 5

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการบวกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

2) จำนวนเต็มบวกสองหลักที่ผลบวกของเลขโดดทั้งสองหลักเป็นจำนวนคู่มีทั้งหมดกี่จำนวน (การนำไปใช้)

- ก. 45 จำนวน
- ข. 50 จำนวน
- ค. 25 จำนวน
- ง. 15 จำนวน

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดได้ (ค 3.2 ม.4/1)

8) จำนวนวิธีที่จะจัดให้คน 10 คน โดยสารรถไฟ โดยมีเงื่อนไขว่ามีตัวรถไฟชั้นที่หนึ่งอยู่ 2 ใบ มีตัวรถไฟชั้นที่สองอยู่ 3 ใบ และมีตัวรถไฟชั้นที่สามอยู่ 5 ใบ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ (ความเข้าใจ)

ก. $\frac{2!3!5!}{10!}$ วิธี

ข. $\frac{10!}{2!3!5!}$ วิธี

ค. $\frac{10!}{23!5!}$ วิธี

ง. $10!$ วิธี

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนในแนวเส้นตรงสำหรับสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

9) มีเหรียญ 10 บาท 4 เหรียญ และมีเหรียญ 5 บาท 3 เหรียญ หากนำเหรียญดังกล่าวมาแจกให้เด็ก ๆ 7 คน โดยแจกคนละ 1 เหรียญ จะมีวิธีแจกเงินให้เด็ก ๆ ได้ทั้งหมดกี่วิธี (การนำไปใช้)

ก. $4!3!$ วิธี

ข. $\frac{7!}{(4+3)}$ วิธี

ค. 35 วิธี

ง. $7!$ วิธี

10) เรียงสับเปลี่ยนตัวอักษรจากคำว่า **HUMANITARIAN** โดยไม่คำนึงถึงความหมายของคำจะสามารถเรียงได้ทั้งหมดกี่วิธี (การนำไปใช้)

ก. $\frac{12!}{2!2!2!}$ วิธี

ข. $\frac{12!}{3(2!2!)}$ วิธี

ค. $\frac{12!}{2!3!}$ วิธี

ง. $\frac{12!}{4!}$ วิธี

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถบอกความหมายของการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ได้ (ค 3.2 ม.4/1)

11) ข้อความในข้อใดต่อไปนี้นี้กล่าวได้ถูกต้อง (ความรู้ ความจำ)

ก. จำนวนวิธีในการนำสิ่งของ r ชิ้น จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n ชิ้น โดยที่ $0 \leq r \leq n$

มาเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นทำได้ $\frac{n!}{(n-r)!}$ วิธี

ข. จำนวนวิธีในการนำสิ่งของ r ชิ้น จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n ชิ้น โดยที่ $r > n$

มาเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นทำได้ $\frac{n!}{(n-r)!}$ วิธี

ค. จำนวนวิธีในการนำสิ่งของ r ชิ้น จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n ชิ้น โดยที่ $0 \leq r \leq n$

มาเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นทำได้ $\frac{n!}{(n+r)!}$ วิธี

ง. จำนวนวิธีในการนำสิ่งของ r ชิ้น จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n ชิ้น โดยที่ $r = n$

มาเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นทำได้ $(n-1)!$ วิธี

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด n สิ่ง นำมาจัดครั้งละ r สิ่ง ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.4/1)

12) บริษัทสุขสำราญ มีตำแหน่งงานที่แตกต่างกัน วางอยู่ 3 ตำแหน่ง ปรากฏว่ามีคนมาสมัครงาน 5 คน ทางบริษัทจะมีจำนวนวิธีเลือกรับคนเข้าทำงานได้ทั้งหมดกี่วิธี (การนำไปใช้)

ก. 6 วิธี

ข. 15 วิธี

ค. 60 วิธี

ง. 125 วิธี

13). จากสมการ $P_{n+1,3} - 10P_{n-1,2} = 0$ แล้วข้อใดต่อไปนี้นี้กล่าวไม่ถูกต้อง (การนำไปใช้)

ก. $n = 4$

ข. $n = 5$

ค. $n = 6$

ง. $n = P_{5,1}$

18) คณะศึกษาศาสตร์เปิดรับสมัครนักศึกษาใหม่ 5 คน ในสาขาคณิตศาสตร์ ปรากฏว่ามีผู้มาสมัครทั้งสิ้น 7 คน แล้วคณะศึกษาศาสตร์จะมีวิธีเลือกคนเข้าศึกษาได้ทั้งหมดกี่วิธี (การนำไปใช้)

- | | |
|------------|------------|
| ก. 5 วิธี | ข. 12 วิธี |
| ค. 21 วิธี | ง. 35 วิธี |

19) นักท่องเที่ยวคณะหนึ่งมีจำนวน 10 คน ได้ทำการจองบ้านพักต่างอากาศไว้หนึ่งหลัง ซึ่งบ้านพักต่างอากาศหลังนี้มี 3 ห้องนอน โดยที่ห้องที่หนึ่งจุคนได้ 4 คน ส่วนอีกสองห้องนั้นจุคนได้ห้องละ 3 คน แล้วจำนวนวิธีที่จะจัดให้คนทั้ง 10 คนนี้ เข้าพักในบ้านพักต่างอากาศหลังนี้ ตรงกับข้อใด (การวิเคราะห์)

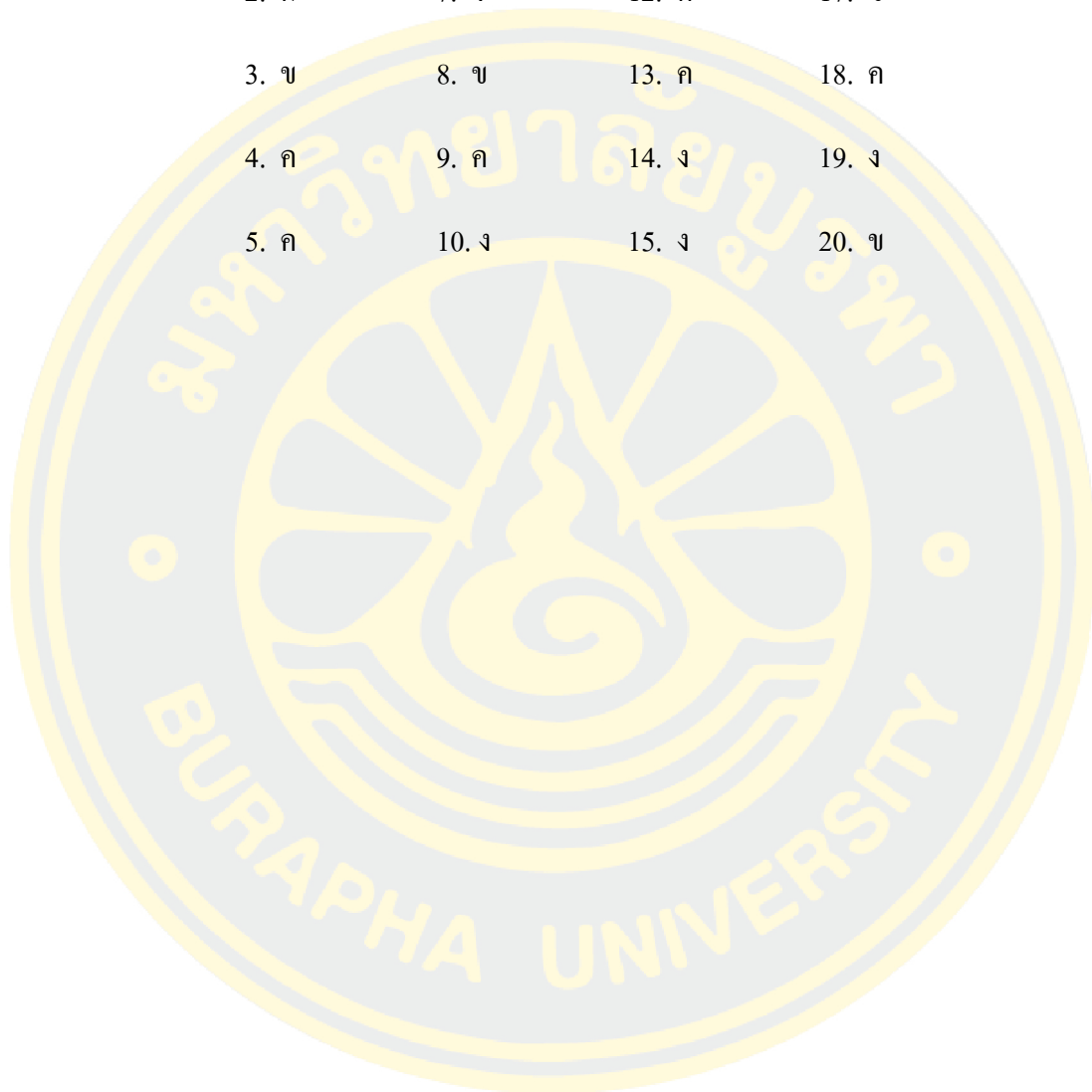
- | | |
|---------------|---------------|
| ก. 1 วิธี | ข. 120 วิธี |
| ค. $10!$ วิธี | ง. 4,200 วิธี |

20) มีจุดอยู่ 10 จุด อยู่บนเส้นรอบวงกลมวงหนึ่ง จะสามารถสร้างรูปสามเหลี่ยม โดยให้จุดเหล่านี้เป็นจุดยอดได้กี่รูป (การวิเคราะห์)

- | | |
|------------|--------------|
| ก. 30 รูป | ข. 120 รูป |
| ค. 720 รูป | ง. 1,000 รูป |

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

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



ภาคผนวก ค

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
- ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
- ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
- ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
- ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 23 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้								
5. ขั้่นนำ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
6. ขั้่นทำความเข้าใจและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. ขั้่นสร้างความรู้ใหม่	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. ขั้่นการประเมินความคิด ใหม่	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
9. ขั้่นนำความรู้ไปใช้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
10. ขั้่นทบทวน	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
11. สื่อ อุปกรณ์ และ แหล่งเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
12. การวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
13. บันทึกหลังการจัด การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.74	0.33	มากที่สุด

ตารางที่ 24 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ขั้่นนำ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ขั้่นทำความเข้าใจและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. ขั้่นสร้างความรู้ใหม่	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. ขั้่นการประเมินความคิด ใหม่	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
9. ขั้่นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
10. ขั้่นทบทวน	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
11. สื่อ อุปกรณ์ และ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
12. การวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
13. บันทึกหลังการจัด การเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย						4.78	0.29	มากที่สุด

ตารางที่ 25 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สารสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ขั้่นนำ	5	5	4	4	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6. ขั้่นทำความเข้าใจและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ขั้่นสร้างความรู้ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8. ขั้่นการประเมินความคิด ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
9. ขั้่นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
10. ขั้่นทบทวน	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
11. สื่อ อุปกรณ์ และ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
12. การวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
13. บันทึกหลังการจัด การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.86	0.26	มากที่สุด

ตารางที่ 26 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สารสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ขั้่นนำ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ขั้่นทำความเข้าใจและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. ขั้่นสร้างความรู้ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8. ขั้่นการประเมินความคิด ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
9. ขั้่นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
10. ขั้่นทบทวน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11. สื่อ อุปกรณ์ และ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
12. การวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
13. บันทึกหลังการจัด การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.85	0.27	มากที่สุด

ตารางที่ 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สารสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ขั้่นนำ	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6. ขั้่นทำความเข้าใจและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. ขั้่นสร้างความรู้ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8. ขั้่นการประเมินความคิด ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
9. ขั้่นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
10. ขั้่นทบทวน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11. สื่อ อุปกรณ์ และ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
12. การวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
13. บันทึกหลังการจัด การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.86	0.28	มากที่สุด

ตารางที่ 28 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ขั้่นนำ	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6. ขั้่นทำความเข้าใจและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. ขั้่นสร้างความรู้ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8. ขั้่นการประเมินความคิด ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
9. ขั้่นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	4	5	5.00	0.00	มากที่สุด
10. ขั้่นทบทวน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11. สื่อ อุปกรณ์ และ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
12. การวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
13. บันทึกหลังการจัด การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.88	0.28	มากที่สุด

ตารางที่ 29 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี
การสร้างความรู้ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

แผนการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.74	0.33	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.78	0.29	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.86	0.26	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.85	0.27	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.86	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4.88	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.83	0.29	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 30 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 31 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	0	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้
2	+1	0	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
6	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	0	0	+1	0.60	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 32 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1	0.59	0.43	ไม่นำไปใช้
2	0.69	0.46	นำไปใช้
3	0.64	0.24	ไม่นำไปใช้
4	0.58	0.48	นำไปใช้
5	0.68	0.27	ไม่นำไปใช้
6	0.58	0.46	นำไปใช้
7	0.69	0.42	นำไปใช้
8	0.64	0.36	ไม่นำไปใช้
9	0.68	0.27	ไม่นำไปใช้
10	0.58	0.41	นำไปใช้
11	0.59	0.37	ไม่นำไปใช้
12	0.67	0.40	นำไปใช้

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น จำนวน 6 ข้อ จากทั้งหมด 12 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.58 – 0.67 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 – 0.48 จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_i^2} \right) \\
 &= \frac{6}{6-1} \left(1 - \frac{11.28}{32.06} \right) \\
 &= 0.78
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มีค่าเท่ากับ 0.78

ตารางที่ 33 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1	0.67	0.67	นำไปใช้
2	0.44	0.44	ไม่นำไปใช้
3	0.44	0.44	นำไปใช้
4	0.61	0.33	ไม่นำไปใช้
5	0.50	0.56	นำไปใช้
6	0.67	0.22	ไม่นำไปใช้
7	0.33	0.44	ไม่นำไปใช้
8	0.67	0.44	นำไปใช้
9	0.61	0.33	ไม่นำไปใช้
10	0.67	0.44	นำไปใช้
11	0.78	0.44	ไม่นำไปใช้
12	0.56	0.67	นำไปใช้
13	0.61	0.56	นำไปใช้
14	0.72	0.33	ไม่นำไปใช้
15	0.44	0.44	นำไปใช้
16	0.67	0.44	ไม่นำไปใช้
17	0.61	0.56	นำไปใช้
18	0.50	0.33	นำไปใช้
19	0.61	0.33	ไม่นำไปใช้
20	0.78	0.22	ไม่นำไปใช้
21	0.56	0.44	นำไปใช้
22	0.78	0.22	ไม่นำไปใช้

ตารางที่ 33 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
23	0.56	0.22	ไม่นำไปใช้
24	0.78	0.56	นำไปใช้
25	0.67	0.44	ไม่นำไปใช้
26	0.61	0.78	นำไปใช้
27	0.67	0.44	ไม่นำไปใช้
28	0.56	0.44	นำไปใช้
29	0.67	0.22	ไม่นำไปใช้
30	0.56	0.89	นำไปใช้
31	0.39	0.78	นำไปใช้
32	0.56	0.44	ไม่นำไปใช้
33	0.50	0.33	ไม่นำไปใช้
34	0.56	0.67	นำไปใช้
35	0.50	0.56	ไม่นำไปใช้
36	0.39	0.78	นำไปใช้
37	0.56	0.67	นำไปใช้
38	0.33	0.44	ไม่นำไปใช้
39	0.56	0.44	นำไปใช้
40	0.44	0.44	ไม่นำไปใช้

จากตารางที่ 33 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น จำนวน 20 ข้อ จากทั้งหมด 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.39 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.33 – 0.89 จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right) = \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{4.62}{19.17} \right) = 0.80$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มีค่าเท่ากับ 0.80

ตารางที่ 34 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)
1	47
2	54
3	52
4	50
5	55
6	57
7	32
8	44
9	46
10	56
11	52
12	60
13	53
14	58
15	33
16	56
17	31
18	56
19	48
20	57
21	36
22	32
23	31
24	57
25	57

ตารางที่ 34 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)
26	56
27	33
28	54
29	56
30	32
31	39
32	56
33	32
34	48
35	56
คะแนนรวม	1672
คะแนนเฉลี่ย	47.77
(คิดเป็นร้อยละ 79.62 ของคะแนนเต็ม)	

ตารางที่ 35 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	15
2	19
3	16
4	16
5	18
6	18
7	12
8	16
9	15
10	17
11	16
12	20
13	16
14	17
15	13
16	17
17	12
18	17
19	15
20	18
21	14
22	14
23	12
24	19
25	20

ตารางที่ 35 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
26	19
27	13
28	16
29	20
30	11
31	16
32	18
33	10
34	16
35	20
คะแนนรวม	561
คะแนนเฉลี่ย	16.03
(คิดเป็นร้อยละ 80.15 ของคะแนนเต็ม)	



ภาคผนวก ง

- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยโดยใช้โปรแกรม spss

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t – test for one samples ดังภาพที่ 16

One-Sample Statistics						
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean		
v1	35	47.77	10.138	1.714		

One-Sample Test						
Test Value = 42						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
v1	3.368	34	.002	5.771	2.29	9.25

ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t – test for one samples ดังภาพที่ 17

One-Sample Statistics						
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean		
v2	35	16.03	2.706	.457		

One-Sample Test						
Test Value = 14						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
v2	4.435	34	<.001	2.029	1.10	2.96

ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล

นายพีระพล โสพิศวฒนวงศ์

วัน เดือน ปี เกิด

14 มีนาคม 2539

สถานที่เกิด

จังหวัดราชบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 2 หมู่ที่ 4 ตำบลท้านัด อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2562 วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ.2564 รัฐศาสตรบัณฑิต (บริหารรัฐกิจ) มหาวิทยาลัยรามคำแหง

พ.ศ.2567 การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา

