

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา
DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ปริญญานิพนธ์
ของ
วันวิสาข์ อ็อกจินดา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
สิงหาคม 2559

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา
DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ปริญญานิพนธ์
ของ
วันวิสาข์ อ็อกจินดา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

สิงหาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา
DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



บทคัดย่อ
ของ
วันวิสาข์ อ็อกจินดา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
สิงหาคม 2559

วันวิสาข อ็อกจินดา. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถาม

ระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: อาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติโดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประสาธน์รัฐประชากิจ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง แบบแผนการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม(RBD) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC 2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ มีความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.38-0.59 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.70 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 และ 4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจำนวน 30 ข้อ มีความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.38-0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.60 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบทางเดียวและการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบสองทางของแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม ผลการวิจัยพบว่า

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม

EFFECTS OF ORGANIZED MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BY USING
HIGHER ORDER QUESTIONS AND DAPIC PROBLEM SOLVING PROCESS ON
MATHEMATICS PROBLEM SOLVING ABILITY AND CRITICAL THINKING ABILITY OF
NINTH GRADE STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Research and Development on Human Potentials
at Srinakharinwirot University

August 2016

Wanwisa Octjinda.(2016). *Effects of Organized Mathematics Learning Activities by Using Higher Order Questions and DAPIC Problem solving Process on Mathematics Problem Solving Ability and Critical Thinking Ability of Ninth Grade Students*. Master's Thesis, M.Ed. (Research and Development on Human Potential:Educational Research and Statistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr.Wilailak Langka.

The research objectives were as follows; (1) to compare the mathematical problem solving abilities and critical thinking skills of ninth grade students between the pretest and posttest, arranging organized mathematical learning activities by using higher order questions and the DAPIC problem solving process; (2) to compare the mathematical problem solving abilities and critical thinking skills of ninth grade students by group and with regard to organized mathematical learning activities by using higher order questions, the DAPIC problem solving process and by conventional methods, such as self-efficacy in mathematics were used as block variables. The samples were eighty ninth grade students at Prasaratprachakit School Amphur Damnoensadauk, Ratchaburi Province in the first semester of the 2015 academic year. The participants were selected using the Purposive Selection technique. The randomized block design was used in this study. The research instruments were as follows; (1) planned learning activities using higher order questions and the DAPIC problem solving process, (2) learning activities using conventional methods, (3) a mathematical problem solving ability test with 5 items, difficulty index ($p=0.38 - 0.59$), discrimination index ($r=0.20-0.70$), and reliability ($\alpha=0.87$) and (4) critical thinking skills with 30 items, difficulty index ($p=0.38 - 0.70$), discrimination index ($r=0.20-0.60$), and reliability ($KR-20=0.85$). The data were analyzed by using the mean, standard deviation and One-Way MANOVA and analyzed using Two-Way MANOVA of randomized block design(RBD). The research findings revealed the following: 1) The mathematical problem solving abilities and the critical thinking skills of students following organized mathematics learning activities by using higher order questions and the DAPIC problem solving process were higher at a statistically significant level of .05. 2) The mathematical problem solving abilities and critical thinking skills of students in organized mathematical learning activities, using higher order questions and the DAPIC problem solving process were higher than those of students learning by using conventional methods at a statistically significant level of .05 and their self-efficacy in mathematics were used as block variables.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดี เป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำวิจัย คอยช่วยเหลือตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาของการทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ และคอยให้กำลังใจจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุพร เข้มแข็ง อาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา และอาจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล ที่ท่านให้ความกรุณาแนะนำแนวทางและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษาทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ในการศึกษาตามหลักสูตรการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (แขนงการวิจัยและสถิติทางการศึกษา) ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล อาจารย์ ดร. พนิดา มารุ่งเรือง อาจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย อาจารย์ธัญชัย ภูอุดม และอาจารย์สุรศักดิ์ แก้วทองที่ได้ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแก้ไขเครื่องมืองานวิจัย โดยได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการทุกฝ่าย หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และคุณครูทุกท่าน ของโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ อำเภอตำบโนเสดวก จังหวัดราชบุรี ที่อำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล และเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยเสมอมา และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ นิสิตสาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (แขนงการวิจัยและสถิติทางการศึกษา) ทุกคนที่เป็นที่ปรึกษาและให้กำลังใจกับผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบิดามารดา และญาติพี่น้องทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา คอยเป็นกำลังใจที่ดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำงานวิจัยจนประสบความสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ อันพึงบังเกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดาครูอาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

วันวิสาข ออภินิชา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
ประชากร	6
กลุ่มตัวอย่าง	6
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	7
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
สมมติฐานในการวิจัย	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC	13
ที่มาของกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC.....	13
แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC.....	14
กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC.....	17
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามระดับสูง.....	18
ความหมายของคำถามระดับสูง.....	18
ความสำคัญของคำถามระดับสูง.....	19
ประเภทของคำถามระดับสูง.....	20
คำถามระดับสูงกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามระดับสูง.....	23
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา	
ทางคณิตศาสตร์	26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	26
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	26
ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	29
แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	31
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิด	
อย่างมีวิจารณญาณ.....	39
ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	39
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	40
กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	43
องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	44
ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	48
การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์.....	49
การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	54
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถ	
ของตนเองด้านคณิตศาสตร์.....	58
ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	58
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	58
การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์.....	61
3 วิธีดำเนินการวิจัย	63
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	63
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	64

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

3 (ต่อ)	หน้า
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	64
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	64
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
แบบแผนการทดลอง	81
การเก็บรวบรวมข้อมูล	81
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	83
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	85
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	93
สรุปผลการวิจัย	95
อภิปรายผลการวิจัย	95
ข้อเสนอแนะ	99
บรรณานุกรม	101
ภาคผนวก	108
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	109
ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ	111
ภาคผนวก ค ค่าดัชนีความสอดคล้อง(Index of item-objective congruence:IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	113
ภาคผนวก ง ค่าดัชนีความสอดคล้อง(Index of item-objective congruence:IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	116
ภาคผนวก จ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ(KR-20).....	118

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก (ต่อ)

ภาคผนวก จ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(α).....	121
ภาคผนวก ช ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)ของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้เลือกกลุ่มตัวอย่าง	123
ภาคผนวก ซ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐานที่เลือกเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	125
ภาคผนวก ฌ ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถาม ระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80	127
ภาคผนวก ญ คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และคะแนน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียน.....	129
ภาคผนวก ฎ ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถาม ระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC.....	133
ภาคผนวก ฏ ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ.....	150
ภาคผนวก ฐ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	161
ภาคผนวก ท แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	165
ประวัติย่อผู้วิจัย	174

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กระบวนการผสมผสานความรู้ตามแนวคิด มาร์ซาโน (Marzano).....	46
2 กระบวนการผสมผสานความรู้ตามแนวคิด เอนนิส (Ennis).....	46
3 ลักษณะของบุคคลที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	48
4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และสาระการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	71
5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	71
6 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	75
7 เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพของการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	77
8 การแปลผลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	79
9 แสดงกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 80 คน โดยแยกตามการรับรู้ความสามารถ ของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง และต่ำ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม...	82
10 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่จำแนกตาม การรับรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์.....	86
11 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อน เรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่จำแนกตามการรับรู้ ความสามารถด้านคณิตศาสตร์.....	88
12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบทางเดียวของคะแนน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบ กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC.....	89

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
13 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และค่าการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดมี อย่างมีวิจารณญาณ.....	90
14 การแจกแจงแบบปกติของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	90
15 ความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	91
16 อิทธิพลของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน.....	91
17 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	93
18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item - objective congruence: IOC) ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัย เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร.....	114
19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item - objective congruence: IOC) ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร.....	117
20 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ (KR-20).....	119
21 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (α).....	122
22 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ทั้งหมด 6 ห้องเรียน	124

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
23 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่ม.....	126
24 ค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถาม ระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3.....	128
25 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และคะแนนการคิด อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน.....	130



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
2 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC.....	18
3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตรตามแนวคิดของวิลสันและคณะ.....	28
4 แสดงการจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์.....	49
5 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ.....	59
6 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองและความคาดหวัง เกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้น แบบดูรา.....	60
7 แสดงผลที่มีปฏิริยาร่วมของการรับรู้ความสามารถของตนเองการคาดหวังผล การตอบสนองต่อพฤติกรรมและผลกระทบของปฏิริยา แบบดูรา.....	61
8 วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	73

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยปัจจุบันเข้าสู่การเป็นประชาคมอาเซียน ซึ่งกฎเกณฑ์สำคัญในการแข่งขันบนเวทีโลก คือ คุณภาพและสมรรถภาพของคนไทยทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาเด็กไทยให้มีความพร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงนี้โดยคุณภาพและสมรรถภาพดังกล่าว หมายถึงความสามารถในการอ่าน เขียน การคิดคำนวณ คณิตวิเคราะห์ความสามารถทางเทคโนโลยี และการสื่อสารด้วยภาษาต่างประเทศ ทั้งภาษาสากลและภาษาของประเทศเพื่อนบ้าน เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.2556: 21) นอกจากนี้ เด็กไทยควรมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ควบคู่กับเนื้อหาในสาระวิชาหลัก อาทิ ทักษะในการคิดขั้นสูง ทักษะในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ด้วยตนเอง ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะด้านสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งจะช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนรู้จักคิด เรียนรู้แก้ปัญหา ปรับตัว สื่อสาร และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดชีวิต (มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. 2556: 11)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.2551:1) จึงกล่าวได้ว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญยิ่งสำหรับการพัฒนาคนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเจริญในด้านต่างๆ (อัมพร ม้าคอง. 2553: คำนำ) สอดคล้องกับคำกล่าวของ สิริพร ทิพย์คง (2545: 1) ที่ว่า คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม

จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ตามที่กล่าวมาข้างต้นกระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในแปดของสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคนไว้ 6 สาระเพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถนำทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต และศึกษาต่อ การมีเหตุมีผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์

(สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 7) สอดคล้องกับคุณภาพของนักเรียนที่ระบุไว้ในคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ว่า เมื่อนักเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 4)

ถึงแม้วิชาคณิตศาสตร์จะมีบทบาทสำคัญหลายประการดังที่กล่าวมา แต่ในปัจจุบันพบว่า นักเรียนยังไม่ประสบความสำเร็จทางด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่าที่ควร อาจเนื่องมาจากเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรม ที่มีโครงสร้างประกอบด้วยข้อตกลงเบื้องต้นในรูปของคำนิยามและสัจพจน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546:2) จึงทำให้นักเรียนมักมองว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากเนื่องจากมีทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามมากมายและไม่มีสื่อเป็นรูปธรรมที่ใช้แทนได้ชัดเจน (อัมพร ม้าคอง. 2553: 1) อีกทั้งแม้ว่าในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังต้องความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน และในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550: 1) เพื่อให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดองค์ความรู้ ทักษะและคุณลักษณะที่สำคัญที่เป็นจุดเน้นในการพัฒนานักเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเฉพาะด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกคนเนื่องจากเป็นสิ่งที่ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมาย การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์จึงมุ่งให้นักเรียนมีทั้งความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีควบคู่กันไปเพื่อนักเรียนจะได้ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของทักษะการทำงานและทักษะชีวิตเมื่อสำเร็จการศึกษา ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เน้นในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยคล้ายคลึงกันโดยประกอบด้วย 5 ทักษะหลัก ดังนี้ การแก้ปัญหา(Problem solving) การให้เหตุผล(Reasoning) การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ(Communications and presentations) การเชื่อมโยง(Connections) และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity)

จากทักษะพื้นฐานข้างต้น “การแก้ปัญหา” จัดว่าเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่งและมักรวมทักษะอื่นๆที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกัน เช่นการให้เหตุผล การสื่อสาร และการตัดสินใจผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักมีความรู้ ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ (อัมพร ม้าคอง. 2553: 21-39) ดังคำกล่าวของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM) ที่ว่า“การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550:6) สอดคล้องกับคำกล่าวของ วิจารย์ พานิช (2555: 19) ที่กล่าวว่าทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่คนทุกคนต้องเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นอนุบาลไปจนถึงมหาวิทยาลัย และตลอดชีวิต คือ 3R x 7C ซึ่งทักษะที่สำคัญหนึ่งในนั้นคือ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical thinking & problem solving) การแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ผูกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550: 6)

จากการพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนโรงเรียนประสาธน์รัฐประชากิจ อำเภอตำบลดอนสวรรค์ จังหวัดราชบุรี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาพบว่าคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์เมื่อเทียบระดับประเทศได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 29.65 และเมื่อเทียบระดับจังหวัดได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.43 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน. 2556: online) เห็นได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 ซึ่งไม่เป็นที่น่าพอใจและจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนที่ได้รับการทดสอบโดยครูผู้สอนเองยังพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำโดยพบว่านักเรียนมีปัญหาในเรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งนักเรียนไม่สามารถคิดวิเคราะห์โจทย์และดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองต้องอาศัยการคัดลอกและทำตามแบบที่ครูสอนเพียงอย่างเดียวและเมื่อพบเจอสถานการณ์ปัญหาใหม่ๆที่แตกต่างจากที่เรียนนักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้อันเนื่องมาจากนักเรียนขาดทักษะการแก้ปัญหาที่ดี

ดังนั้นสาเหตุที่ทำให้ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำโดยเฉพาะความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือนักเรียนมีปัญหาในเรื่องของทักษะการอ่านทำความเข้าใจ โจทย์และการวิเคราะห์โจทย์ ซึ่งเป็นทักษะที่ต้องอาศัยการคิด หากผู้เรียนไม่คิด คิดไม่เป็น หรือคิดไม่ได้ ก็จะไม่สามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ การฝึกการคิดให้กับนักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการคิดในระดับสูงเป็นการคิดที่มีการพิจารณาไตร่ตรอง โดยใช้ข้อมูลความรู้ และประสบการณ์เช่นการคิดทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาว่าถูกต้องเหมาะสม หรือสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร (อัมพร ม้าคอง. 2553: 22-24) ดังที่ โอลิเวอร์และยู

เทอร์มอร์ฮ์เลน (คันสนีย์ จัตรคุปต์. 2544: 109; อ้างอิงจาก Oliver and Utermohlen: 1995) กล่าวว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนและสามารถเลือกได้อย่างถูกต้องทั้งที่มีตัวเลือกอยู่มากมาย และคันสนีย์ จัตรคุปต์ (2544: 86-87) กล่าวว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ เป็นทักษะที่ใช้ในการวิเคราะห์และช่วยให้เข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ได้ดีขึ้น รวมทั้งยังเป็นทักษะที่มีส่วนสำคัญเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะสำคัญอื่นๆ ที่ทำให้การเรียนรู้สัมฤทธิ์ผลอันเป็นหนทางของการพัฒนาไปสู่ความสามารถที่จะคิดได้ทำได้ด้วยตัวเอง สอดคล้องกับชนาธิป พรกุล (2554: 9) ที่ได้กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณช่วยให้เข้าใจธรรมชาติ และเป้าหมายของการเรียนรู้ รู้เหตุผลของการค้นคว้าหาความรู้ ทำให้รู้ว่าจะค้นหาอะไร อย่างไร เมื่อใดเรียกว่ารู้ตัวอยู่ตลอดเวลาว่ากำลังทำอะไรอยู่และทำเพื่ออะไร

ด้วยเหตุนี้ในการเริ่มต้นพัฒนานักเรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ครูจะต้องสร้างพื้นฐานให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา (สิริพร ทิพย์คง. 2545: 97) โดยกระบวนการแก้ปัญหาหนึ่งที่ช่วยให้แนวทางแก่นักเรียนในการเริ่มต้นคิดหรือลงมือทำงานอย่างเป็นระบบ คือ กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนามาจากหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IMaST) ของศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกา โดยในหลักสูตรได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในโปรแกรม IMaST โดยใช้เป็นเทคนิคการเรียนการสอนที่สำคัญตลอดทั้งโปรแกรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดจากการบูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท (Meier, Hovde, and Meier, 1996: 234) กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นชื่อที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหามาเรียงเป็นชื่อเรียกกระบวนการเพื่อให้สื่อถึงความหมายของกระบวนการและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ ขั้นตอน ดี (D, Define) เป็นขั้นของการทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ขั้นตอน เอ (A, Assess) เป็นการประเมินสถานการณ์ปัญหาเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอน พี (P, Plan) เป็นการวางแผนเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ขั้นตอน ไอ (I, Implement) เป็นขั้นของการทำตามแผนที่วางไว้ ขั้นตอน ซี (C, Communicate) เป็นขั้นการวิเคราะห์ประเมินผลและนำเสนอ จะเห็นได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ช่วยชี้นำความคิดของนักเรียนให้สามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา อีกทั้งทั้งกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ไม่มีการกำหนดว่าต้องเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และไม่จำเป็นต้องทำตามเป็นลำดับขั้นตอนหรือเป็นวงจร ผู้แก้ปัญหาจะพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และจะใช้องค์ประกอบใดบ้างด้วยความยืดหยุ่นดังกล่าว กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา

การใช้คำถามเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยการใช้คำถามของครูมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน ซึ่งคำถามที่ครูคณิตศาสตร์ควรพยายามใช้ในห้องเรียนให้มากขึ้น คือ คำถามระดับสูง เป็นคำถามที่จะส่งเสริมการคิดระดับสูงให้กับนักเรียนในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อหาคำตอบของการแก้ปัญหา (อัมพร ม้าคะนอง. 2553: 77-82) สอดคล้องกับแนวคิดของ โรสแมรี (Rosemary. 1973: 619) ที่ว่าในช่วงเวลาที่เทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ๆหรือมีทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนมา ซึ่งสิ่งหนึ่งที่บ่งบอกถึงวิธีการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนคือการใช้คำถามระดับสูงในการเรียน จึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้คำถามระดับสูงของครูเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความคิดในทางคณิตศาสตร์สามารถคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

นอกจากนี้ ยังพบว่าการประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะแตกต่างกันเนื่องจากการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนมีความสนใจ และความพยายามเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันโดยนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ จะไม่สนใจเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนุกและมีความเครียดกับการเรียนคณิตศาสตร์ ในขณะเดียวกันนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงมีความพยายามและสนใจในการเรียน (วราภรณ์ สุรัตนกร. 2540: 3) ดังนั้นการที่ผู้วิจัยจะศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์น่าจะส่งผลต่อความสามารถที่เกิดจากการจัดกิจกรรมด้วยทำให้ผลที่ได้จากการทดลองอาจจะไม่ได้เป็นผลมาจากวิธีการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอย่างเดียวแต่อาจเกิดมาจากการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ต่างกันทำให้ผู้วิจัยนำตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์มาเป็นตัวแปรจัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ข้อมูล

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน เพื่อพัฒนานักเรียนให้ตรงตามคุณภาพของนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551ที่ว่านักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆเกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้ จึงเป็นสาเหตุที่ควรพัฒนา

ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้เพิ่มขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม

ความสำคัญของการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้จะทำให้ทราบผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับครูคณิตศาสตร์หรือผู้ที่สนใจเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพและยังเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นสามารถนำไปใช้แก้สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายและประยุกต์ใช้แก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่พบเจอได้อีกทั้งยังฝึกให้นักเรียนเป็นคนที่มีความสามารถในการคิดที่สูงขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนและผู้วิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนจำนวน 6 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วผู้วิจัยเลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ม.2/1 และ ม.2/2

2. ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

3. ผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทำเพื่อแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็น 2 กลุ่มคือนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงและนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ระดับละ 20 คน จะได้กลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน รวม 80 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 วิธีคือ

- 1.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการ แก้ปัญหา DAPIC
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาจำนวน 20 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็นการทดลองดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	2 คาบ
2. ดำเนินการสอน	
2.1 ปริซึม	4 คาบ
2.2 ทรงกระบอก	4 คาบ
2.3 พีระมิด	4 คาบ
2.4 กรวย	4 คาบ
2.5 ทรงกลม	4 คาบ
3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest)	2 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา **DAPIC** หมายถึง การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหาโดยการสำรวจปัญหาการศึกษาค้นคว้ากลยุทธ์ต่างๆในการแก้ปัญหาด้วยตนเองและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายแสดงความคิดเห็นต่อแนวคิดที่ได้กระทำโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางเพื่อให้นักเรียนวางแผนการทำงานและดำเนินการตามแผนด้วยตนเองได้ซึ่งในแต่ละกระบวนการของการแก้ปัญหาครูจะใช้คำถามระดับสูงเข้าไปสอดแทรกเพื่อกระตุ้นการคิดการอธิบายและการให้เหตุผลในข้อสรุปของนักเรียน โดยคำถามระดับสูง จะเป็นคำถามในลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาและเลือกใช้กลวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองตามรูปแบบที่เคยได้รับการเรียนรู้มาและการตอบคำถามในลักษณะนี้ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความคิดอาศัยความเข้าใจในการตอบคำถามมากกว่าการท่องจำคำตอบดังนั้นคำตอบจึงต้องไม่ตอบเพียงแค่ว่าใช่หรือไม่ใช่ แต่ต้องมีการอธิบายคำตอบได้ โดยการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป

ขั้นนำ

ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ และใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความพร้อมสร้างความสนใจของนักเรียนในการเรียนเนื้อหาต่อไป

ขั้นสอน

ครูดำเนินการสอนตามกระบวนการแก้ปัญหา **DAPIC** โดยในระหว่างการสอนครูใช้คำถามระดับสูงประกอบ ดังนี้

ขั้น ดี (D) นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหาได้อย่างชัดเจน รู้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการให้หาอะไร

ขั้น เอ (A) นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับความรู้เดิม โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้หรือประสบการณ์เดิมออกมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำหนดเพื่อจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นต่อไป

ขั้น พี (P) นักเรียนวางแผนวิธีการแก้ปัญหา โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและยุทธวิธีที่จะเลือกใช้จากนั้นให้นักวางแผนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ขั้น ไอ (I) นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นเกี่ยวกับวิธีที่นักเรียนกำลังปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้องมากขึ้นและมองเห็นข้อผิดพลาดที่ชัดเจนขึ้นจากผลของการปฏิบัติงาน

ขั้น ซี (C) นักเรียนนำผลการดำเนินงานมาวิเคราะห์ และร่วมการอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามระดับสูงนำการอภิปรายของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปสาระที่เรียน โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นนำความคิดของนักเรียนให้ร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียนพร้อมกับการประเมินผลการเรียนการสอนโดยครู

2. การจัดกิจกรรมแบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการนำความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมมาประยุกต์ใช้กับการเลือกยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งวัดได้จากคะแนนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุผลอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อความ หรือข้อมูลที่ปรากฏ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเองพิจารณาเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจในคำตอบหรือข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งความสามารถนี้วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีแนวทางในการสร้างตามแนวคิดแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมี

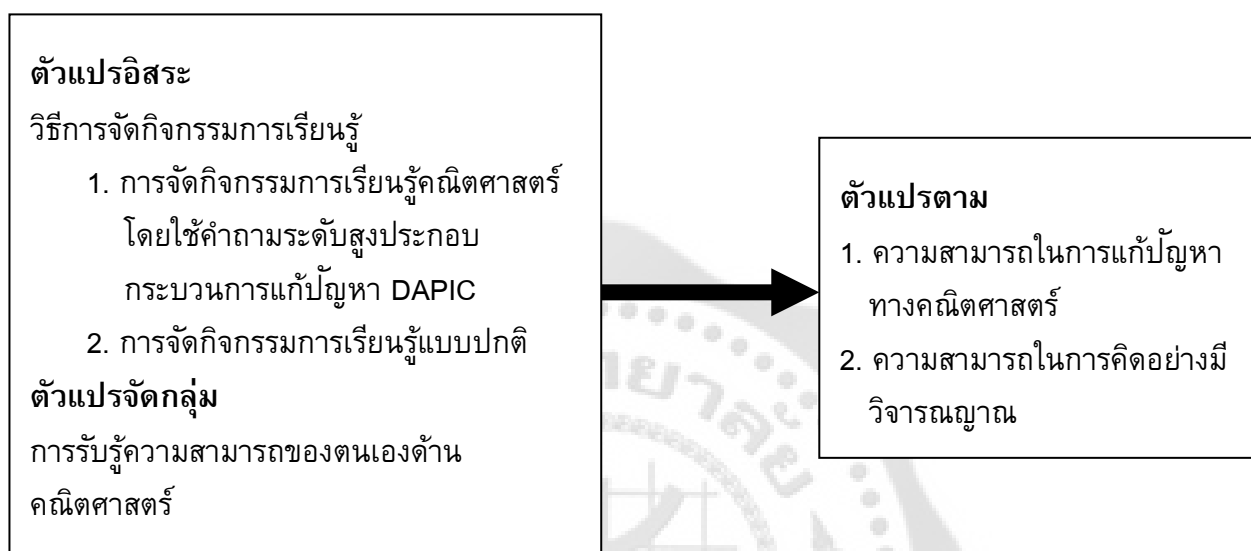
วิจารณ์ญาณของคอร์เนล ระดับเอ็กซ์ (Cornell Critical Thinking Test , level X) ที่พัฒนาโดย เอนนิสและมิลล์แมน (Ennis and Millman, 1985) โดยวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณ 4 ด้าน คือ 1. ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและ การสังเกต (Credibility of source and observation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสิน ความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อมูล และสังเกตลักษณะต่างๆ จากสิ่งที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์หรือสาเหตุของปัญหา 2. ด้านความสามารถในการอุปนัย (Induction) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินได้ว่าข้อเท็จจริงใดสนับสนุน คัดค้าน หรือไม่เกี่ยวข้องกับ ข้อสรุป/ข้อสังเกต หรือข้อความที่กำหนดให้ 3. ด้านความสามารถในการนิรนัย (Deduction) หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อความหรือประโยคหลักที่กำหนดให้ซึ่งข้อสรุปที่ได้ ต้องมีความสมเหตุสมผล 4. ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินว่าข้อความใดเป็นข้อความที่จำเป็นต้อง เกิดก่อนข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ข้อความนั้นสมเหตุสมผล

5. การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ หมายถึงความเชื่อมั่นในตนเอง ของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในด้านคณิตศาสตร์ว่าสามารถกระทำกิจกรรมหรืองานด้านการ เรียนคณิตศาสตร์ ให้ประสบผลสำเร็จตามที่คาดหวังไว้ในระดับใด ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ ความสามารถของตนเองด้านความรู้/ความเข้าใจและด้านทักษะ/กระบวนการในการเรียน คณิตศาสตร์ โดยวัดจากแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัย นำมาจากเครื่องมือของ ทิชากร พ่วงพรหม (2551: 131)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ตาม แนวคิดของศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(center for Mathematics Science and Technology) มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกาซึ่งเป็น กระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนามาจากหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IMaST) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการบูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม แนวคิดของโพลยา วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและ อุตสาหกรรมตามแนวคิดของชิวฮาร์ท (Meier, Hovde, and Meier. 1996: 234) เพื่อให้ผู้เรียนได้ พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาตามองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบคือ Define, Assess, Plan, Implement, และ Communicate และผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้คำถามระดับสูง ตามแนวคิดของโรสแมรี (Rosemary. 1973: 624-626), โทมัสและโจเซฟา (Thomas and Josepha. 1998: 504-508) ที่ให้ความสำคัญกับการใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งช่วย กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ตั้งนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบ

กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา (Polya.1957: 16-17)และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของเอนนิส และมิลล์แมน (Ennis; & Millman. 1985) จึงสรุปเขียนเป็นแผนภาพแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC
 - 1.1 ที่มาของกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC
 - 1.2 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC
 - 1.3 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามระดับสูง
 - 2.1 ความหมายของคำถามระดับสูง
 - 2.2 ความสำคัญของคำถามระดับสูง
 - 2.3 ประเภทของคำถามระดับสูง
 - 2.4 คำถามระดับสูงกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามระดับสูง
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.1 ความหมายของความคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.4 ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.5 การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.6 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 5.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 5.3 การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนามาจากหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IMaST) ของศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกา โดยในหลักสูตรได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในโปรแกรม IMaST ซึ่งใช้เป็นเทคนิคการเรียนการสอนที่สำคัญตลอดทั้งโปรแกรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดจากการบูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท (Meier, Hovde, and Meier. 1996: 234)

1.1 ที่มาของกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

โปรแกรม IMaST เป็นหลักสูตรบูรณาการของวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ออกแบบมาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาแบบเดิมและเพิ่มเนื้อหาใหม่ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ครูจะทำการสอนเป็นวงจรการเรียนรู้ซึ่งแต่ละวงจรการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน (center for Mathematics Science and Technology. 2013: online) คือ

Exploring ในขั้นนี้จะให้นักเรียนได้ใช้การสังเกตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลบางครั้งครูอาจใช้คำถามประกอบการสังเกตของนักเรียนด้วยเพื่อชี้แนะแนวทางและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในระหว่างการสังเกตของนักเรียน

Getting the Idea เป็นการสะท้อนความคิดที่ได้จากการอภิปรายในชั้นเรียนในระหว่างการสนทนา, นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลที่รวบรวมและปัญหาที่พบในระหว่างการสำรวจซึ่งการอภิปรายจะช่วยให้เกิดการทำงานร่วมกันและนำไปสู่การสร้างแนวคิดให้ตนเองครูควรใช้คำถามประกอบเพื่อช่วยกระตุ้นแนวคิดของนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนรวบรวมและอธิบายความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน, ได้สนทนาเกี่ยวกับความคิดและคำอธิบายสำหรับปรากฏการณ์ที่สังเกตและช่วยแนะนำสิ่งที่ควรพิจารณา

Applying the Idea ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องนำแนวคิดทั่วไปหรือความคิดที่พัฒนาขึ้นจากการสำรวจและความคิดที่ได้รับในสถานการณ์ใหม่มาประยุกต์ใช้

Expanding the Idea คำถาม ปัญหา กิจกรรม หรือสถานการณ์ที่นำเสนอในช่วงนี้ต้องการให้นักเรียนขยายแนวคิดไปสู่สถานการณ์ใหม่ ส่วนนี้ถูกออกแบบมาเพื่อทำให้นักเรียนเชื่อมต่อกับแนวคิดในชีวิตประจำวันกับสาขาวิชาอื่น ๆ หรือบริบทโลก ส่วนนี้ยังอาจแสดงแง่มุมใหม่ของแนวความคิด

โดยในแต่ละขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้นักเรียนจะทำการแก้ปัญหาด้วยโมเดล “DAPIC” ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับการออกแบบจากโปรแกรม IMaST ที่ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ

1.2 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

แนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาแนวคิด DAPIC ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

โพลยา(Polya. 1957: 16-17) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหา ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหามustวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหานั้นกำหนดสิ่งใดให้บ้าง และต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้จากปัญหากับสิ่งที่โจทย์ถามเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ในขั้นนี้อาจใช้วิธีต่างๆช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาลงด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan)

เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางดำเนินการหาคำตอบของปัญหานั้น โดยเลือกกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)

ขั้นนี้เป็นการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ตามแนวทางหรือกลยุทธ์ที่ได้เลือกไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งหาคำตอบของปัญหานั้นได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking back)

เป็นขั้นที่นำคำตอบที่หาได้ไปตรวจสอบความถูกต้อง โดยการย้อนกลับจากคำตอบไปสู่สิ่งที่กำหนดให้ ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

จากกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาสรุปได้ว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน เริ่มด้วยการทำความเข้าใจปัญหาว่าโจทย์ให้อะไรมาและโจทย์ต้องการอะไร แล้ววางแผนเพื่อเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ลงมือดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้เพื่อหาคำตอบของปัญหาจากนั้นนำคำตอบที่ได้มาดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่

1.2.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและตอบคำถาม วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปเป็นกระบวนการที่มี 5 ขั้นตอนดังนี้(Meier,Hovde, and Meier. 1996: 232)

1. การตั้งคำถาม (Question) เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหาเกิดจากการที่เราได้สังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วเกิดการตั้งปัญหาขึ้นซึ่งปัญหาที่ตั้งขึ้นก็คือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องค้นหาคำตอบโดยคำถามที่เกิดขึ้นอาจจะเกี่ยวข้องกับการมองหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุหรือเป็นการตั้งคำถามง่ายๆที่สามารถหาคำตอบได้

2. การตั้งสมมติฐาน (hypothesize) เป็นการคาดคะเนหรือคาดเดาคำตอบล่วงหน้าที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยอาศัยประสบการณ์เดิมและความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องคำตอบนี้อาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จึงต้องมีการตรวจสอบอย่างรอบคอบเสียก่อน

3. การทดลองหรือทดสอบ(experiment or test) เป็นขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐานโดยผ่านการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อค้นหาหลักฐานหรือสาเหตุของปัญหาที่จะใช้ในการหาคำตอบจากปัญหาต่าง ๆ นั้นนำไปสู่การตอบคำถามที่เฉพาะเจาะจง

4. การวิเคราะห์ (analyze) เป็นขั้นตอนของการนำข้อมูลที่รวบรวมได้ในระหว่างการทดลองนำมาวิเคราะห์โดยเลือกประเภทของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงกับรูปแบบการทดลองที่ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบกับผลที่คาดว่าจะเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. การสร้างข้อสรุป (draw conclusions) ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาพิจารณาว่าจากผลการทดลองที่ได้ต้องปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ถ้ายอมรับก็นำไปสู่การสร้างเป็นกฎ หรือทฤษฎีต่อไป

จากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ขั้นตอนสามารถสรุปได้ว่าเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นระบบโดยเริ่มจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัยและอยากหาคำตอบ แล้วทำการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าจากการสังเกตและประสบการณ์เดิม จากนั้นดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผล สรุปเป็นผลการทดลองของปัญหาที่สงสัยว่าเป็นไปตามคำตอบที่ได้คาดคะเนไว้หรือไม่

1.2.3 วงจรการแก้ปัญหาตามแนวคิดของชิวฮาร์ท

เป็นวงจรการแก้ปัญหาที่ใช้ในด้านธุรกิจและอุตสาหกรรมพัฒนาขึ้นโดยวอลท์เตอร์ ชิวฮาร์ท (สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ. 2555: 16-18; อ้างอิงจาก Walter A Shewhart. 1980: 39-40) และต่อมา เอ็ดวาร์ด เดมิ่ง เป็นผู้นำมาเผยแพร่ในประเทศญี่ปุ่นจนเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในชื่อว่า “วงจรเดมมิง”(deming cycle) หรือวงจร PDCA ซึ่งเป็นขั้นตอนในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพของการดำเนินงานโดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่มาจากการวางแผน (Plan) การปฏิบัติตามแผน (Do) การตรวจสอบ(Check) และการปรับปรุงแก้ไข (Act) ขั้นตอนแต่ละขั้นของวงจร PDCA มีรายละเอียด ดังนี้

1. การวางแผน (Plan) เป็นส่วนประกอบของวงจรที่มีความสำคัญ เนื่องจากการวางแผนเป็นจุดเริ่มต้นของงานและเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การทำงานในส่วนอื่น เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนในวงจรเดมมิงเป็นการหาองค์ประกอบของปัญหา โดยวิธีการระดมความคิด การหาสาเหตุของปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหา การจัดทำตารางการปฏิบัติงาน การ

กำหนดวิธีดำเนินการ การกำหนดวิธีการตรวจสอบ และประเมินผล ในขั้นตอนนี้ มีการดำเนินการดังนี้

1.1 ตระหนักและกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข หรือปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยสมาชิกแต่ละคนร่วมมือและประสานกันอย่างใกล้ชิด ในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้น ในการดำเนินงาน เพื่อที่จะร่วมกันทำการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขต่อไป

1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์และตรวจสอบการดำเนินงาน หรือหาสาเหตุของปัญหา เพื่อใช้ในการปรับปรุง หรือแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ซึ่งควรวางแผนและดำเนินการเก็บข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน เช่น ตารางตรวจสอบ แผนภูมิแผนภาพ หรือแบบสอบถาม

1.3 อธิบายปัญหาและกำหนดทางเลือกวิเคราะห์ปัญหา เพื่อใช้กำหนดสาเหตุของความบกพร่อง ตลอดจนแสดงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งนิยมใช้วิธีการเขียนและวิเคราะห์ แผนภูมิหรือแผนภาพ เช่น แผนภูมิแก้มปลา แผนภูมิพาเรโต และแผนภูมิการควบคุม เป็นต้น เพื่อให้สมาชิกทุกคน ในทีมงานคุณภาพเกิดความเข้าใจในสาเหตุและปัญหาอย่างชัดเจน แล้วร่วมกันระดม ความคิด(Brainstorm) ในการแก้ปัญหา โดยสร้างทางเลือกต่างๆ ที่เป็นไปได้ ในการตัดสินใจแก้ปัญหา เพื่อมาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินงาน

1.4 เลือกวิธีการแก้ไขปัญหา หรือปรับปรุงการดำเนินงาน โดยร่วมกันวิเคราะห์ และวิจารณ์ทางเลือกต่างๆ ผ่านการระดมความคิด และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิก เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงาน ให้สามารถบรรลุตามเป้าหมาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะต้องทำวิจัยและหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือกำหนดทางเลือกใหม่ ที่มีความน่าจะเป็นในการแก้ปัญหาได้มากกว่าเดิม

2. การปฏิบัติตามแผน (Do) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในตารางการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ สมาชิกกลุ่มต้องมีความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นในแผนนั้นๆ ความสำเร็จของการนำแผนมาปฏิบัติต้องอาศัยการทำงานด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดี จากสมาชิก ตลอดจนการจัดการทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานตามแผนนั้นๆ ในขั้นตอนนี้ ขณะที่ลงมือปฏิบัติจะมีการตรวจสอบไปด้วย หากไม่เป็นไปตามแผนอาจจะต้องมีการปรับแผนใหม่และเมื่อแผนนั้นใช้งานได้นำไปใช้เป็นแผนและถือปฏิบัติต่อไป

3. การตรวจสอบ(Check) เป็นการตรวจสอบดูว่าเมื่อปฏิบัติงานตามแผนหรือการแก้ปัญหางานตามแผนแล้ว ผลลัพธ์เป็นอย่างไร สภาพปัญหาได้รับการแก้ไขตรงตามเป้าหมายที่กลุ่มตั้งใจหรือไม่ การไม่ประสบผลสำเร็จอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่ปฏิบัติตามแผน ความไม่เหมาะสมของแผน การเลือกใช้เทคนิคที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

4. การดำเนินการให้เหมาะสม (Action) เป็นการกระทำภายหลังที่กระบวนการ 3 ขั้นตอน ตามวงจรได้ดำเนินการเสร็จแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาผลจากขั้นการตรวจสอบมาดำเนินการให้เหมาะสมต่อไป

จากวงจรการแก้ปัญหาตามแนวคิดของชีวฮาร์ทสามารถสรุปได้ว่าเป็นวงจรที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในการพัฒนาคุณภาพของการดำเนินงานให้สำเร็จ ได้แก่ ขั้นแรก การวางแผน เป็นการระดมความคิดในการหาสาเหตุของปัญหาแล้ววางแผนหาแนวทางแก้ไขด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบง่ายต่อการนำไปใช้แล้วทำการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพปัญหาให้สามารถบรรลุเป้าหมาย จากนั้นขั้นที่สอง ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ โดยต้องอาศัยความร่วมมือจากสมาชิกทุกคนในการทำความเข้าใจกับวิธีดำเนินงานที่วางแผนไว้แล้วลงมือปฏิบัติร่วมกันอย่างสามัคคี ในขณะที่ปฏิบัติงานนั้นต้องมีการตรวจสอบตาม ขั้นที่สาม คือการตรวจสอบว่าเมื่อปฏิบัติตามแผนแล้วผลลัพธ์ที่ได้เป็นอย่างไรตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ประสบผลสำเร็จต้องมีการค้นหาสาเหตุที่ไม่สำเร็จ จากนั้นเมื่อดำเนินการครบทั้งสามขั้นตอนมาถึง ขั้นที่สี่คือการปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์ที่ได้ให้เหมาะสมและถูกต้องต่อไป

1.3 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม IMaST ซึ่งจะใช้เป็นเทคนิคการเรียนการสอนที่สำคัญตลอดทั้งโปรแกรม IMaST ทั้งในขณะนี้นักเรียนทำงานเพื่อสำรวจและแก้สถานการณ์และปัญหาเขาจะใช้การแก้ปัญหาในกิจกรรมของเขาเพื่อให้พวกเขาได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่นการทำนาย การตั้งสมมติฐาน การวางแผน การควบคุมตัวแปร การวิเคราะห์ตีความและการประเมิน การแก้ปัญหาจึงกลายเป็นลักษณะนิสัยที่สำคัญของนักเรียนในโปรแกรม IMaST โดยวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับการออกแบบจากโปรแกรม IMaST มีชื่อเรียกโดยย่อว่า “DAPIC” ซึ่งเป็นชื่อที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหามาริยเป็นชื่อเรียกกระบวนการเพื่อให้สื่อถึงความหมายของกระบวนการและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ที่มีรายละเอียดดังนี้ (Meier, Hovde, and Meier. 1996: 234-235)

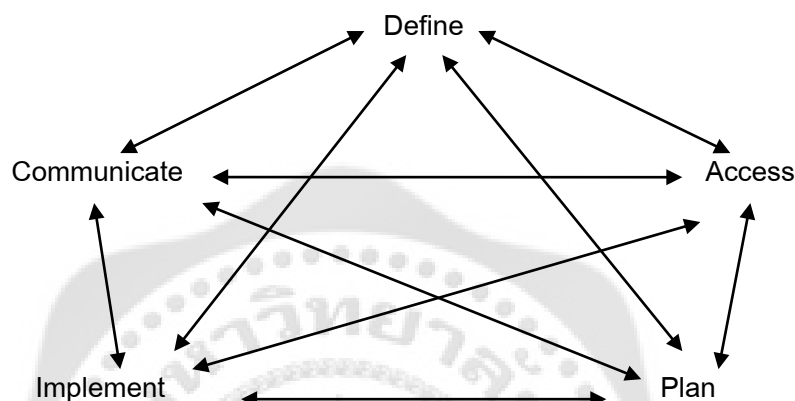
ขั้น Define: D เป็นขั้นของการทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนขั้นนี้จำเป็นต้องมีการถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อสงสัย การเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นโดยปัญหามักจะถูกกำหนดจากประสบการณ์ของนักเรียน

ขั้น Assess: A เป็นการประเมินสถานการณ์ปัญหาเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา ตัวอย่างของข้อมูลที่เกี่ยวข้องอาจจะเป็นการเรียนรู้สิ่งที่เป็นอุปสรรคหรือปัญหาที่มีอยู่หรือการเรียนรู้สิ่งทีแก้ปัญหาได้จากประสบการณ์ในอดีตที่ผ่านมา ข้อมูลนี้อาจมาจากการวิจัยหรืออาจจะได้จากการทดลอง โดยมีเป้าหมายที่จะเรียนรู้ให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้เกี่ยวกับปัญหาก่อนที่จะไปขั้นของการพัฒนาแผน

ขั้น Plan: P เป็นการวางแผนเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาซึ่งอาจหมายถึงการออกแบบการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรเพื่อตรวจสอบทางออกที่ดีที่สุด (หรือสามารถทำงานได้มากที่สุด) สำหรับสถานการณ์เฉพาะ

ขั้น Implement: I เป็นขั้นของการทำตามแผนที่วางไว้ข้อมูลจะถูกเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ตามแผนการปรับเปลี่ยนแผนจะทำตามความต้องการที่เกิดขึ้น

ขั้น Communicate: C เป็นขั้นการวิเคราะห์ประเมินผลและนำเสนอแบบของรายงานเป็นลายลักษณ์อักษรหรือทางวาจาทำนายผลกระทบและแม้แต่การระบุปัญหาใหม่ที่จะแก้ปัญหาต่อไป โดยองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ สามารถนำมาเขียนเป็นวงจรการแก้ปัญหาได้ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

ที่มา : Meier,Hovde, and Meier.(1996: 236). Problem Solving:Teachers'Perceptions, Content Area Models,and Interdisciplinary Connections:School Science and Mathematics

กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ไม่มีการกำหนดว่าต้องเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และไม่จำเป็นต้องทำตามเป็นลำดับขั้นตอนหรือเป็นวงจร ผู้แก้ปัญหาจะพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และจะใช้องค์ประกอบใดบ้างด้วยความยืดหยุ่นดังกล่าว กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามระดับสูง

2.1 ความหมายของคำถามระดับสูง

โรสแมรี (Rosemary. 1973: 619) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่าเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนเปรียบเทียบ ค้นพบรูปแบบใหม่ๆ หาเหตุผลของข้อสรุปและแก้ปัญหาสิ่งที่ไม่เคยพบมาก่อนโดยการพิจารณาจากความรู้เดิม

เบญจมาศ นิยมมาลี (2550: 38) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่าคำถามระดับสูง

คือ คำถามที่ต้องการคำตอบที่ต้องใช้ความคิดในระดับที่สูงกว่าความรู้ความจำ เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบมากกว่าการให้นักเรียนบอกข้อความจริงหรือความหมาย ต้องอาศัยการพิจารณาสิ่งที่เคยรู้แล้วมาวิเคราะห์หาคำตอบหรือข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 82) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่าเป็นคำถามที่จะส่งเสริมการคิดระดับสูงให้กับนักเรียนเนื่องจากผู้เรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการหาคำตอบ การใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนผู้เรียนคุ้นเคยจะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร(2556: 19) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่าหมายถึงคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้การคิดระดับสูงในการหาข้อสรุปหรือคำตอบพร้อมแสดงเหตุผลประกอบข้อสรุปนั้นๆ และเชื่อมโยงข้อสรุปนั้นไปสู่ชีวิตจริง

จอร์จ และแร็ก (กฤษฏา วรพิน. 2554: 31; อ้างอิงจาก George and Wragg. 1993: 6) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า คำถามระดับสูง (Higher order Questions) หมายถึง คำถามที่ต้องการคำตอบมากกว่าการให้นักเรียนบอกข้อความจริง/ความหมาย หรือให้ยกตัวอย่าง แต่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ สรุปอ้างอิง ตัวอย่างเช่น “ทำไมนก จึงไม่เป็นแมลง” หรือ “นี่คือส่วนที่ยังเหลืออยู่จเขียนในรูปร้อยละ”

จอห์น (ศิริญา ทาคำถา. 2550: 39; อ้างอิงจาก John. 2007) กล่าวถึงคำถามระดับสูงโดยสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ช่วยให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา เป็นคำถามที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง

จากความหมายของคำถามระดับสูงที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คำถามระดับสูงคือคำถามที่ต้องอาศัยการคิดในระดับที่สูงเพื่อหาคำตอบ โดยการตอบคำถามในลักษณะนี้จำเป็นต้องใช้การพิจารณาจากประสบการณ์เดิมเข้าช่วยเพื่อให้ได้คำตอบในลักษณะที่มีการแสดงเหตุผลคิดได้หลากหลายและมีคำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ

2.2 ความสำคัญของคำถามระดับสูง

โทมัสและโจเซฟา (Thomas; & Josepha. 1998: 504-508) กล่าวถึงความสำคัญ ของการใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้ซึ่งเป็นกลยุทธ์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและอาจเป็นกุญแจสำคัญในการสนับสนุนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองไม่ใช่คัดลอกการแก้ปัญหาจากคนอื่นคำถามระดับสูงที่ใช้กระตุ้นในการเรียนคณิตศาสตร์ควรเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดตามสถานการณ์จริงดึงดูดให้นักเรียนได้แสดงความรู้พื้นฐานออกมาหาคำตอบ ซึ่งการสร้างคำถามที่ดีนั้นเป็นเรื่องยาก ต้องใช้เวลา ความอดทนและความพยายาม ต้องทำตามขั้นตอนที่จำเป็นของกลยุทธ์การใช้คำถามและควรใช้อย่างต่อเนื่องในห้องเรียนเพื่อจะเกิดผลดีเพราะในขณะที่นักเรียนอธิบายความคิดของพวกเขาจะทำให้เกิดการเรียนรู้และทำความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไปพร้อมๆกันด้วย

ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา มจพ. (2545:1) กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงโดยสรุปได้ว่าเป็นการพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจว่าจะเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 77) กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงโดยสรุปได้ว่า การใช้คำถามของผู้สอนเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอน บางครั้งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้การใช้คำถามระดับสูงของครูจะช่วยขยายความคิดในสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้วจนผู้เรียนค่อยๆตอบได้และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

จากความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงที่กล่าวมา สรุปได้ว่าคำถามระดับสูงช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดที่สูงขึ้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบด้วยตนเองและจากการใช้ความคิดเพื่อตอบคำถามยังทำให้ผู้เรียนพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3 ประเภทของคำถามระดับสูง

โรสแมรี (Rosemary. 1973: 624-626) แบ่งประเภทของคำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 12 ประเภท ดังนี้

1. คำถามที่ถามให้นักเรียนแปลความหมายและยกตัวอย่างถึงสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่นหลักการทางคณิตศาสตร์หรือบทนิยามตัวอย่างเช่น

- จงยกตัวอย่างความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นฟังก์ชัน
- ฟังก์ชันคอมโพสิทบางฟังก์ชันมีสมบัติการสลับที่ จงหาฟังก์ชัน f และ g ที่ทำให้ฟังก์ชันประกอบ $f \circ g = g \circ f$ สำหรับทุกจำนวนจริง

2. คำถามที่ถามให้นักเรียนใช้วิธีการหรือกลวิธีแก้ปัญหาใหม่ๆที่เพิ่งได้รับการอธิบายจากครูผู้สอนหรือให้ตัดสินใจว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นไปตามเงื่อนไขของนิยามหรือมโนทัศน์เฉพาะใดๆหรือไม่ ตัวอย่างเช่น

- ตอนนี้ทุกคนเข้าใจการหารสังเคราะห์แล้ว ให้ลองหาร $3x^2 - 7x - 20$

ด้วย $x-4$

- ถ้าเซตของจำนวนใด ๆ มีสมบัติปิดภายใต้การดำเนินการ $\#$ เมื่อ a และ b ใดๆอยู่ในเซตและ $a \# b$ ก็อยู่ในเซตนั้นด้วยแล้วเซตของจำนวนอตรรกยะจะมีคุณสมบัติปิดภายใต้การคูณหรือไม่

3. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนปรับเปลี่ยนรูปแบบของคำถาม ประโยค หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นมาเป็นคำพูดของตนเองแต่ยังคงความหมายเดิม ตัวอย่างเช่น

- จะอธิบายสิ่งที่อยู่ในหนังสือเป็นภาษาพูดที่เข้าใจง่าย ๆ ได้อย่างไร
- ที่กล่าวว่าหารไม่มีสมบัติการสลับที่ หมายความว่าอย่างไร

- ถ้าจะเขียนประโยคที่บอกว่า เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาวเท่ากัน ให้อยู่ในรูป ถ้า...แล้ว...จะเขียนได้อย่างไร

4. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนแปลความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ให้อยู่ในรูปภาษาเขียนหรือภาษาพูด ตัวอย่างเช่น

- มีบางคนสังเกตว่า “ค่าของ b มีค่ามากกว่าค่าของ c ในทุกกรณี” คุณจะเขียนเป็นสมการได้อย่างไร
- สมมติให้จอห์นมีอายุ x ปี และพี่ชายของจอห์นมีอายุ $x+5$ ปี คุณรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับอายุของพี่ชายจอห์น

5. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความสามารถในการใช้สัญลักษณ์แทนการมองสิ่งของทางกายภาพหรือปรากฏการณ์และการสังเกตข้อมูลหรือมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ตัวอย่างเช่น

- ถ้ากำหนดจุดให้หนึ่งจุดและให้หาจุดทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อยู่ห่างจากจุดที่กำหนดให้เป็นระยะทางเท่ากัน รูปที่เกิดจากการทำงานนี้จะเป็นรูปอะไร
- เส้นทแยงมุมเป็นเส้นที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งจงวาดเส้นทแยงมุมบนกระดาน

6. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนเปรียบเทียบ ความเหมือนหรือความแตกต่าง ตัวอย่างเช่น

- ความแตกต่างระหว่างสมการเชิงเส้นและฟังก์ชันเชิงเส้นคืออะไร
- $\{3,9,15,27,45,72,105\}$ จากเซตที่กำหนดให้สมาชิกของเซตมีอะไร

เหมือนกัน

7. คำถามที่นักเรียนเข้าใจปัญหา แต่ไม่ทราบวิธีการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น

- รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใหญ่ที่สุดแนบในรูปสามเหลี่ยมมีลักษณะอย่างไร
- ปูพรมขนาดกว้าง 8 ฟุต ยาว 11 ฟุต ในห้องนอนที่กว้าง 9 ฟุต ยาว 14 ฟุต มีพื้นที่ที่ตารางปูที่จะไม่ถูกปูพรม
- จะสร้างรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วอย่างไรถ้ามีเพียงไม้บรรทัดและวงเวียน

8. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนแสดงการพิสูจน์หรือแสดงข้อความขัดแย้งทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ ตัวอย่างเช่น

- จงพิสูจน์ว่ามุมที่อยู่ตรงข้ามของด้านที่เท่ากันของรูปสามเหลี่ยมจะมีขนาด

เท่ากัน

- จงแสดงว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง $\forall x \forall y [x][y] = [xy]$

9. คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบว่าประโยคที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่โดยอาศัยหลักตรรกศาสตร์ไปใช้ ตัวอย่างเช่น

- บ๊อบมีความคิดว่าทุกครั้งที่แมรีมางานปาร์ตี้ จิมจะมาด้วยเสมอแต่คืนนี้จิมมีธุระที่นอกเมือง ดังนั้นแมรีจะไม่มาร่วมงานปาร์ตี้ นักเรียนคิดว่าความคิดของบ๊อบถูกต้องหรือไม่

10. คำถามที่ให้นักเรียนค้นหาแบบรูป ดำเนินการตามแบบรูป หรือแก้ปัญห ผ่านการค้นพบแบบรูปตัวอย่างเช่น

- ถ้า S_2, S_3, S_5 และ S_7 เป็นอนุกรมเรขาคณิต และ S_4, S_6, S_8, S_9 , และ S_{10} ไม่ใช่อนุกรมเรขาคณิตแล้ว มีค่า n ใดบ้างที่นักเรียนคิดว่า S_n เป็นอนุกรมเรขาคณิต
- พจน์ที่ 200 ของ $1, 3, 6, 10, \dots$ คืออะไร

11. คำถามที่ให้นักเรียนค้นหากลยุทธ์หรือข้อมูลสำหรับนำไปใช้แก้ปัญห ตัวอย่างเช่น

- ถ้าจะหาจำนวนสับเซตของเซตที่มีสมาชิกจำนวน 40 ตัว จะต้องใช้ข้อมูลอะไรบ้างในการหาคำตอบครั้งนี้
- เราทราบว่าความโค้งของระนาบที่ให้ลูกบอลกลิ้งจะมีผลต่อเวลาที่ลูกบอลกลิ้งจากจุด A ไปยังจุด B เราจะทดสอบความจริงนี้ได้อย่างไร

12. คำถามที่ถามให้นักเรียนคิดได้หลากหลาย ไม่จำกัดขอบเขต ตัวอย่างเช่น

- จากอสมการ $t+5>18$ ลองสร้างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับอสมการนี้
- ถ้ากำหนดให้ $\frac{a}{c} + \frac{b}{d} = \frac{a+b}{c+d}$ ผลที่ตามมาของนิยามนี้คืออะไร

2.4 คำถามระดับสูงกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

โรสแมรี(Rosemary. 1973: 619) กล่าวไว้โดยสรุปว่าในเวลาที่เทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ๆหรือมีทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาซึ่งสิ่งหนึ่งที่บ่งบอกถึงวิธีการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนคือการใช้คำถามระดับสูงในการเรียน

กัญญา วีรยวรรณ (2552: 1) กล่าวไว้โดยสรุปว่า การใช้คำถามเป็นเทคนิคสำคัญในการเสาะแสวงหาความรู้ที่มีประสิทธิภาพ เป็นกลวิธีการสอนที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิด การตีความ การไตร่ตรอง การถ่ายทอดความคิด สามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้คำถามระดับสูงจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดระดับสูง และเป็นคนมีเหตุผล ผู้เรียนไม่เพียงแต่จดจำความรู้ ข้อเท็จจริงได้อย่างเดียวแต่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ และประเมินสิ่งที่ถามได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสาระสำคัญของเรื่องราวที่เรียนได้อย่างถูกต้องและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลมาตอบคำถามด้วยตนเอง

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 77) ได้กล่าวไว้ว่าการใช้คำถามเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมากโดยเฉพาะการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่ง และมักรวมทักษะอื่นๆที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกันฉะนั้นคำถามที่ผู้สอนคณิตศาสตร์ควรพยายามใช้ในห้องเรียนให้มากขึ้นคือคำถามระดับสูงซึ่งเป็นคำถามที่จะส่งเสริมการคิดระดับสูงให้กับ

ผู้เรียนเนื่องจากผู้เรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการหาคำตอบ การใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนผู้เรียนคุ้นเคยจะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดในระดับสูงอย่างการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นผลนำไปสู่ทักษะด้านการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพของนักเรียน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามระดับสูง

งานวิจัยต่างประเทศ

โทมัสและ โจเซฟา (Thomas; & Josepha. 1998: 504-508) ได้ศึกษาการใช้คำถามและการพูดกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาสามารถคาดการณ์วิธีการแก้ปัญหาและใช้คณิตศาสตร์เป็นกลยุทธ์การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพซึ่งอาจจะเป็นกุญแจสำคัญในการสนับสนุนให้เกิดการพึ่งพาตนเองและทำให้เกิดความสำเร็จ โดยผลการศึกษาพบว่าการใช้คำถามและการพูดกระตุ้นในการส่งเสริมการคิดของนักเรียนเป็นกุญแจสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ในศักยภาพที่แท้จริงของพวกเขา โดยในขณะที่นักเรียนอธิบายความคิดของพวกเขาจะทำให้เกิดการเรียนรู้และทำความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กันด้วย ว่าอะไรคือสิ่งที่เข้าใจและจุดเริ่มต้นของคำอธิบายจะเข้าใจกันมากขึ้นอย่างเต็มที่เมื่อคำอธิบายนั้นเสร็จสมบูรณ์ นักเรียนมักจะพบข้อผิดพลาดของตัวเอง และจะทำให้ให้นักเรียนสร้างความเชื่อมั่นและความเป็นอิสระในตนเอง

เจฟฟรีย์ (Jeffrey. 2001: 84) ได้ศึกษาผลการใช้คำถามระดับสูงของครูต่อนักเรียนชายและนักเรียนหญิงระดับชั้นประถมศึกษาในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบการวิจัยแบบสำรวจ การใช้คำถามระดับสูงของครูที่มีต่อนักเรียนในโรงเรียนของรัฐบาลและเอกชน ผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้านี้ชี้ให้เห็นว่าเพศที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการตอบสนองต่อคำถามระดับสูงของนักเรียน อีกทั้งพบว่านักเรียนเหล่านี้ยังมีประสบการณ์ต่ำต่อการถูกถามด้วยคำถามระดับสูง ซึ่งนักเรียนชายจะเป็นผู้ที่ถูกเรียกถามมากกว่านักเรียนหญิงอันเนื่องมาจากการไม่ยอมสมัครใจตอบคำถามด้วยตนเอง และจากการสังเกตพฤติกรรมครูในระหว่างการเรียนการสอนคณิตศาสตร์พบว่ามี การนำคำถามระดับสูงมาใช้บ่อยมากทั้ง ๆ ที่ การใช้คำถามระดับสูงเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เป็นสิ่งที่ มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนรู้ว่าการใช้คำถามระดับต่ำที่เป็นเพียงการท่องจำของข้อเท็จจริงแต่ครูกลับนำมาใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์น้อย

รีนิวและเมอเรย์ (Renaud; & Murray. 2007: 319-342) ได้ทำการทดลองเพื่อจะยืนยันว่าความถี่ของการใช้คำถามระดับสูงกับการทดสอบและกับงานที่มอบหมายเป็นตัวบ่งชี้กระบวนการที่ถูกต้องของคุณภาพการศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญและส่งผลกระทบต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยการศึกษาจาก 3 แบบแผนการทดลองที่แตกต่างกัน คือ การศึกษาที่ 1 ออกแบบการทดลองแบบสปลิตพลอต (split-plot) กับนักเรียนสามแผนของหลักสูตรจิตวิทยา

การศึกษา ดังนี้ คือ ปัจจัยระหว่างวิชาแยกเป็น 3 ระดับ และภายในวิชามี 2 ระดับเป็นตัวแปรอิสระที่ถูกควบคุมโดยนักวิจัย เช่น คำถามระดับต่ำและคำถามระดับสูง ในระหว่างหลักสูตรนักเรียนแต่ละคนจะได้รับมอบหมายงาน 6 ชิ้นโดยมีการกำหนดให้ใช้ทั้งคำถามระดับต่ำและระดับสูงซึ่งบทหนึ่งของข้อความใช้คำถามระดับต่ำและในอีกบทหนึ่งใช้คำถามระดับสูง นักเรียนที่ได้รับการทดสอบจะมีสี่คำถามที่ต้องคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละคำถามจะมุ่งเน้นไปถึงอีกบทหนึ่งที่ได้รับมอบหมายก่อนหน้าจึงมีการทดสอบอยู่ 3 ประการให้มีการเปรียบเทียบภายในวิชาเกี่ยวกับหัวข้อการเรียนการสอนที่มีและไม่มีการใช้คำถามระดับสูงผลการทดลองนี้ตั้งสมมติฐานว่าในบทที่นักเรียนได้รับการใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นจะได้รับคะแนนด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงกว่าบทที่มีการใช้คำถามระดับต่ำ การศึกษาที่ 2 เป็นแบบการทดลองจริง (true experiment) ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรจิตวิทยาเบื้องต้นการทดลองมีการทดสอบก่อนและหลังของการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยมีตัวแปรอิสระเป็นคำถามทบทวนที่แบ่งเป็น คำถามระดับต่ำและคำถามระดับสูง ซึ่งการทดลองนี้ตั้งสมมติฐานว่าคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลองจะสูงกว่ากลุ่มควบคุม การศึกษาที่ 3 เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการใช้คำถามระดับสูงในงานที่มอบหมายและการทดสอบซึ่งการทดลองนี้ตั้งสมมติฐานว่าความถี่ของการใช้คำถามระดับสูงจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และจากผลการทดลองทั้งหมดสรุปว่าความถี่ของการใช้คำถามระดับสูงเป็นตัวบ่งชี้กระบวนการที่ถูกต้องของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

งานวิจัยในประเทศ

เบญจมาศ นิยมาลี(2550: 164-166) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิคที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยจรงวิทยา จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2550 โดยนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 36 คนได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือร้อยละ 50 ที่กำหนดโดยกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการและนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถใน

การคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กฤษฎา วรพิน(2554: 155-159) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จำนวน 79 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 39 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงและนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร(2556: 15-32) ได้เปรียบเทียบและศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงและศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงโดยทำการศึกษากับนักเรียนจำนวน 35 คน ของโรงเรียนวัดราษฎร์ศรัทธา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริงหลังเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงอยู่ในระดับมากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริงของนักเรียนสูงขึ้นเป็นผลมาจากการใช้คำถามระดับสูงร่วมกับเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์แบบต่างๆ เช่นแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิท เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการสอนแนะให้รู้คิด(CGI) และยังพบอีกว่าการใช้คำถามระดับสูงของครูมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิด

ทักษะการคิดซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้คำถามระดับสูงมาประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เพื่อพัฒนาความสามารถด้านต่างๆในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นจากปกติ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา(กฤษฎา วรพิน. 2554: 51; อ้างอิงจาก Polya. 1980: 1) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการหรือทางออกในสิ่งยุ่งยาก สิ่งที่เป็นอุปสรรค ซึ่งไม่สามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด การแก้ปัญหาคือความสำเร็จของสติปัญญาซึ่งมีความสามารถเฉพาะบุคคล

เฮดเดนส์ และสเปียร์ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 35; อ้างอิงจาก Heddens; & Speer. 2001: 62) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของบุคคลที่ใช้เพื่อตอบสนอง และชนะอุปสรรค เมื่อผลเฉลยหรือขั้นตอนของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นไม่ชัดเจน

สสวท.(2550: 7) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

মনহায চাণ্ডীচরণ(2554: 31) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึงกระบวนการในการหาคำตอบ เมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามทางคณิตศาสตร์มาให้ซึ่งผู้แก้ปัญหามust ใช้ความรู้ ทักษะทางคณิตศาสตร์ รวมถึงประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาประยุกต์เพื่อนำไปสู่วิธีการได้มา ซึ่งคำตอบของปัญหา

อำภาร์ตัน ผลววรรณ (2556: 46) ได้ให้ความหมายไว้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือการใช้กระบวนการที่มีแบบแผนและขั้นตอนโดยอาศัยสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ ความคิดแบบวิเคราะห์ด้านเนื้อหาและวิธีการทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อใช้หาคำตอบของสถานการณ์หรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

จากความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์คือกระบวนการในการนำความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมมาประยุกต์ใช้กับการเลือกยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาแบบต่างๆเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะ/กระบวนการอย่างหนึ่งจึงจำเป็นที่ผู้เรียนต้องมีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เป็นระบบและเป็นภาพรวมที่สามารถนำไปใช้กับการแก้ปัญหาใด ๆ ก็ได้ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

โพลยา(Polya. 1957: 16-17) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหา ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหามustวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหานั้นกำหนดสิ่งใดให้บ้าง และต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้จากปัญหากับสิ่งที่โจทย์ถามเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ในขั้นนี้อาจใช้วิธีต่างๆช่วยในการทำทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาลงด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan)

เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางดำเนินการหาคำตอบของปัญหานั้น โดยเลือกกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

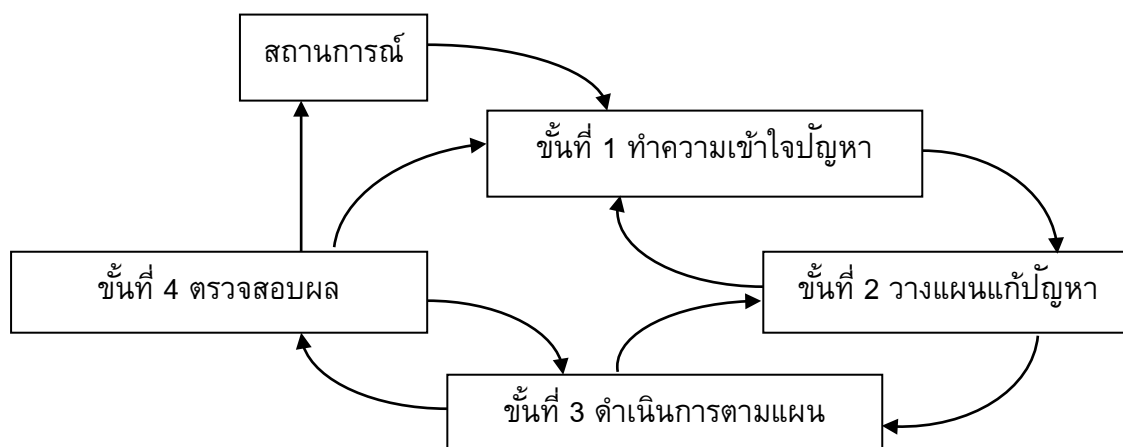
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)

ขั้นนี้เป็นการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ตามแนวทางหรือกลยุทธ์ที่ได้เลือกไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งหาคำตอบของปัญหานั้นได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking back)

เป็นขั้นที่นำคำตอบที่หาได้ไปตรวจสอบความถูกต้อง โดยการย้อนกลับจากคำตอบไปสู่สิ่งที่กำหนดให้ ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

วิลสันและคณะ(สสวท. 2550: 9-10; อ้างอิงจาก Wilson , Fernandez & Hadaway. 1993) ได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัตร มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปวนมาได้ ดังแผนภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตรตามแนวคิดของวิลสันและคณะ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550: 10)

จากภาพประกอบสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา

สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการแสดงการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และคิดว่ามีความเข้าใจปัญหาดีแล้ว ก็เคลื่อนการกระทำไปสู่วางแผนแก้ปัญหา หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 3 แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนก็อาจย้อนกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ในขั้นที่ 2 หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ในขั้นที่ 1

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1. การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นวิธีการที่ต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือโจทย์ถามอะไร
2. การวางแผนแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วมาใช้
3. การดำเนินการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์

4. การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับ มีวิธีอื่นในการหาคำตอบอีกหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

3.3 ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหาต่างๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (สวท. 2550: 11-35; อ้างอิงจาก Billstein ,Libeskind; & Lott.1997)

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะถูกละเลยว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำ จะช่วยนักเรียนในการพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมาณและคาดคะเนจำนวนที่พิจารณาโดยยังไม่ต้องคิดคำนวณก่อน ตลอดจนสามารถสะท้อนความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนได้

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่นๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่งเมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญห ด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูลโดยแยกเป็นกรณีๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่วางออกก่อน แล้วค่อยค้นหาแบบรูปหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจกกรณีที่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้ก็จะมีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจกกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหากำหนดสมมุติฐานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้นถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรกๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อในสิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหา ในรูปของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้ว เขียนสมการหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการมักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติของการเท่ากัน มาช่วยแล้วต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหาถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้กับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือที่ต้องทำตามขั้นตอนที่ละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลงหรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริงโดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาบางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนภาพและแผนภาพจนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 44-45) ได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การลองผิดลองถูก (Trial and error) เป็นวิธีที่ผู้เรียนมักใช้กับปัญหาที่สามารถจะทดสอบคำตอบได้ แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าหรือเร็ว แต่ก็ใช่วิธีที่ผู้เรียนสามารถทำได้สะดวก

2. การวาดภาพ (Picture) บางครั้งการวาดภาพประกอบก็ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความซับซ้อนและบริบทของปัญหาง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น
3. การสร้างโมเดล (Model) เป็นวิธีแก้ปัญาโดยการจำลองโมเดลของปัญหา เช่น การใช้สมการหรือกราฟสร้างโมเดล
4. การค้นหาแบบรูป (Pattern) ปัญหาบางอย่างมีแบบรูป การค้นหารูปแบบทั่วไปของปัญหาอาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่างและอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ
5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ (List, table, and chart) การจัดระบบหรือค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ตารางหรือแผนภูมิ อาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาลึกซึ้งขึ้นและอาจทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น
6. การทำงานย้อนกลับ (Working backward) เป็นการแก้ปัญาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการแล้วมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญาก่อนหน้า เพื่อจะตัดสินใจว่าจะต้องใช้ข้อมูลหรือทำงานอะไรก่อน
7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า(Familiar and simpler problem) เป็นการทำให้ปัญาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้หรือสามารถใช้วิธีแก้ปัญาอื่นที่ง่ายกว่า
8. การใช้เหตุผลเชิงตรรก (Logical reasoning) เป็นการแก้ปัญาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลและไม่เกิดข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาคณิตศาสตร์บางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแต่ต้องใช้เหตุผลในการคิด เช่น การเปรียบเทียบปริมาตรของภาชนะ การเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในกระบวนการแก้ปัญาทางคณิตศาสตร์มียุทธวิธีให้เลือกหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับผู้แก้ปัญาจะเลือกใช้วิธีใดเพื่อให้การแก้ปัญานั้นประสบความสำเร็จหรือในบางปัญาอาจจำเป็นต้องใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญามากกว่าหนึ่งวิธีดังนั้นผู้แก้ปัญาควรเลือกใช้ยุทธวิธีให้เหมาะสมกับปัญา

3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 153-158) กล่าวถึงแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญาดังนี้

1. ควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญาและปฏิบัติการกิจต่าง ๆ จนบรรลุจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำเสนอยุทธวิธีแก้ปัญาและกระบวนการแก้ปัญาของตน ได้อภิปรายถึงยุทธวิธีแก้ปัญาและกระบวนการแก้ปัญาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญาและกระบวนการแก้ปัญาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน กล่าวแสดงหรือ

อ้างอิงเหตุผลมีทักษะการสื่อสารและทักษะการเข้าสังคม มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ครูจะต้องเลือกขนาดของกลุ่ม ว่าควรเป็นเท่าไร ซึ่งโดยปกติกลุ่มละ 3-4 คน เมื่อเลือกขนาดของกลุ่มได้แล้ว ครูควรจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลางและอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นครูควรชี้แจงบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม โดยเน้นย้ำว่า ทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา เข้าใจงานของกลุ่มและสามารถอธิบายได้ ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมร่วมกันอยู่ ครูควรมีบทบาทในการตรวจตราสอดส่องการทำงานและพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคน คอยสอดแทรก/ขัดจังหวะกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม โดยใช้คำถามกระตุ้นเมื่อกลุ่มแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่ตรงประเด็น ตอบคำถาม (คำถามของกลุ่มเท่านั้น) และให้คำปรึกษาเท่าที่จำเป็น

2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเติมคำตอบเพียงคำตอบเดียว เติมคำตอบสั้นๆ แล้วจึงเติมคำตอบเป็นข้อความหรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนเองคิดและนำเสนอแนวคิดของตนแล้ว ครูควรให้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วย

4. ครูควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด ซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด ครูไม่ควรย่ำสิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ครูควรซักถาม อธิบายและเปิดอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหาอย่างไร จึงรอให้ครูแนะและตั้งคำถามนำ ครูควรตระหนักว่าการถามนามากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามครูที่ละคำถาม ต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่ครบขั้นตอนหรือกระบวนการด้วยตนเอง

6. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหตาม

ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

7. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากเดิม แล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นนั้น หาคำตอบของปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตัวเองบ่อย ๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทางในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาและนำเสนอยุทธวิธีในกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาใช้ช่องทางการสื่อสารอื่นที่ใช้ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการสื่อสาร

10. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ นักเรียนไม่เพียงมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ แต่นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่นขณะแก้ปัญหาอีกด้วย ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบมีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาแบบเดียวตลอดเวลา

11. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิด ยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

12. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตรวจสอบความคิดและกระบวนการคิดของตนเองว่า มีสิ่งใดบ้างที่รู้ และมีสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาของตนออกมาด้วยโดยการให้นักเรียนเขียนอนุทินในหัวข้อเกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความคิดเห็นของข้าพเจ้าต่อการแก้ปัญหานี้ ความประทับใจของข้าพเจ้าต่อการแก้ปัญหา อุปสรรคที่ข้าพเจ้าพบในการทำ การแก้ปัญหา ยุทธวิธีอื่นที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความสมเหตุสมผลในการให้เหตุผลของข้าพเจ้า ประสิทธิภาพในการสื่อความหมายทาง

คณิตศาสตร์และการนำเสนอของข้าพเจ้าในการแก้ปัญหา หรือความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของข้าพเจ้าในการแก้ปัญหา เป็นต้น

13. ครูควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูควรเป็นผู้นำเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำ แล้วร่วมกันพิจารณาและสรุปว่ายุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาใดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

บาร์ดี้และคิลแพทริก (อัมพร ม้าคะนอง. 2553: 47; อ้างอิงจาก Baroody. 1993, Kilpatrick. 1989) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน ซึ่งสามารถสรุปเป็น 3 แนวทางดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใดๆโดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนให้แก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหของ Polya กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่าครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดให้ผู้เรียนได้ฝึกสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองและใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย ให้มีการระดมสมองร่วมกันระหว่างเพื่อนในชั้นเรียนฝึกให้ทุกคนเป็นคนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออกโดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษาเพื่อสุดท้ายนักเรียนจะเกิดกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองแล้วสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาลักษณะที่พบไม่ใช่อาศัยการแก้ปัญหาด้วยการจำแต่ต้องใช้ความเข้าใจ

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

แจคสัน (Jackson. 2000: i) ได้ศึกษาการออกแบบหลักสูตรในการสอนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ส่งผลให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เพื่อนำไปใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในตอนเหนือของรัฐอิลลินอยส์ โดยใช้ระยะเวลาในการ

ทดลอง 20 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเชื่อมั่นต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเองเพิ่มขึ้น นักเรียนได้มีโอกาสพูดสะท้อนความคิดของตนเองผ่านกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นตัวที่สะท้อนถึงความสำเร็จและยังพบว่านักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการใช้หลักสูตรที่ออกแบบ

วิลเลียมส์ (Williams. 2003: 185 - 187) ได้ศึกษาการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยเสริมการแก้ปัญหาได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนรู้การใช้ขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเขียนและนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

นูโนคาวา (Kazuhiko Nunokawa. 2005: 325-338) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้เรียนรู้แผนภาพที่เป็นตัวแทนความคิดของการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 4 ประเภทของแนวทางการแก้ปัญหาที่ใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จตามแผนภาพที่นำเสนอ ได้แก่ประเภทแรกคือแนวทางที่เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประเภทที่สองเน้นความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น ประเภทที่สามเน้นวิธีการทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆหรือความคิดในการทำให้เข้าใจสถานการณ์ ประเภทที่สี่เน้นการจัดการของกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเองผลการศึกษาพบว่าทางเลือกของครูเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและวิธีการของการสอนเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับการแก้ปัญหาที่แท้จริงและทางเลือกที่จะสะท้อนให้เห็นถึงความตั้งใจของครู

แพนโอรา (Areti Panaoura. 2012: 2291-2297) ได้ทำการปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความเฉพาะเจาะจงในขั้นตอนของการแก้ปัญหาโดยใช้การเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระของผู้เรียนให้ผู้เรียนได้ควบคุมกระบวนการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาจากประสบการณ์ของตนเองปราศจากการสอนของครูเพื่อการศึกษาใน 3 ประเด็นคือ 1. การแสดงความคิดเห็นที่ถูกต้องด้วยตนเอง 2. ผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3. การกำกับดูแลตนเองในขณะที่เรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยวิธีดำเนินการวิจัยจากการใช้เครื่องมือ 3 ชนิดเพื่อทดสอบก่อนและหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 255 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 107 คน และกลุ่มควบคุม 148 คน ผลการวิจัยพบว่าการให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองในการแก้ปัญหาเป็นวิธีที่เป็นไปได้เพื่อเพิ่มการควบคุมตนเองและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

งานวิจัยในประเทศ

เบญจมาศ นิยมมาลี(2550: 164-166) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิคที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยจรงวิทยา จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2550 โดยนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 36 คนได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือร้อยละ 50 ที่กำหนดโดยกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการและนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กฤษฎา วรพิน (2554:155-159) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จำนวน 79 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 39 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงและนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันนิสา สมัยอยู่ (2554: 129-132) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริรัศมี ผลขวัญโชติกา (2554: 126-128) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีพญา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 88 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 43 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 45 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555: 93-99) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 111 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ

อำภารัตน์ ผลวรรณ (2556: 130-133) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความน่าจะเป็น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิดและควมมีวินัยในตนเอง

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนโยธินบำรุง จังหวัด นครศรีธรรมราช โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน เวลาที่ใช้ในการสอน 17 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ เน้นให้รู้คิด สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบเน้นให้รู้คิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เรวดี มีสุข (2556: 109-112) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิด แบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของพหุนาม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาครในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จำนวน 30 คน ซึ่ง ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการ เรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วนของพหุนามสูงกว่าก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่าความสามารถใน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการ คิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วนของพหุนามสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.50 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 72.50

ประจบ แสงสีบบ (2556: 116-118) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้ กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถใน การแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสารวิทยา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร จำนวน 46 คนซึ่งได้มา จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จากนักเรียนทั้งหมด 14 ห้องเรียนแล้วจับฉลากเลือกมา 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการ เรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเทียบกับเกณฑ์ พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการ แปรผัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อย ละ 76.35

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557: 85-87) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คนได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม(Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.37

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้จากแนวการสอน ดังนี้ การใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค, การใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูง, การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS, ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2, ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CG, ใช้การสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI), ใช้การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics), การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR, และใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach)

ดังนั้นจากแนวการสอนทั้งหมดที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วยแนวการสอนแบบการใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เพราะเนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่แบ่งเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจนทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและแก้ปัญหาตามขั้นตอนได้ง่ายขึ้นอีกทั้งเป็นกระบวนการที่มีความยืดหยุ่นนักเรียนสามารถใช้ขั้นตอนไหนมาดำเนินการก่อนก็ได้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาโดยไม่จำเป็นต้องแก้ปัญหาเรียงเป็นลำดับขั้นเพื่อให้ได้คำตอบ และการใช้คำถามระดับสูงเข้าไปกระตุ้นในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาเพื่อช่วยให้นักเรียนคิดหาคำตอบได้เร็วขึ้น มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ทำให้ได้คำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดในระดับสูงที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการและเหตุผล มีการศึกษาข้อเท็จจริง ถือว่าเป็นทักษะการคิดที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบัน (ตันสนีย์ ฉัตรคุปต์,อุษา ชูชาติ. 2544: 29)

4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักจิตวิทยา นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้

สคริปเวนและพอล (Lisa Gueldenzoph Snyder; & Mark J. Snyder. 2008: 90; citing Scriven; & Paul. 2007: 1) ได้กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ช่วยสร้างความกระตือรือร้นและมีการจัดการความคิดอย่างชำนาญ มีการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่าข้อมูลที่รวบรวมมาได้ หรือเป็นการให้เหตุผลโดยอาศัยสังเกตจากประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นแนวทางในการกระทำ

แวนเดอร์สโตปและพินทริก (Seibu Mary Jacob. 2012:800; citing Vanderstoep; & Pintrich. 2003: 275) ได้กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาในรูปแบบที่มีความยืดหยุ่นและมีความหมายผ่านการทำความเข้าใจปัญหาหรือประเด็นการประเมินหลักฐานที่พิจารณาได้หลากหลายมุมมอง

ตันสนีย์ จัตรคุปต์,อุษา ชูชาติ(2544: 31-32) ได้ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์และการคาดเดาพิจารณาความเป็นไปได้ในแง่มุมต่างๆว่าอะไรคือความจริง อะไรคือความถูกต้อง คิดด้วยความรอบคอบระมัดระวังใช้สติปัญญาและทักษะการคิดไตร่ตรองอย่างมีวิจารณญาณมากกว่าการใช้อารมณ์ที่ทำให้เกิดความลำเอียงเกิดอคติซึ่งจะมีผลเสียต่อการตัดสินใจ ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นความคิดที่เปิดกว้าง มีเป้าหมายแน่นอน มีเหตุผล มีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถตรวจสอบความคิดและประเมินความคิดของตนเองได้

อัมพร ม้าคอง(2553: 24) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดที่มีการพิจารณาไตร่ตรอง โดยใช้ข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์ เช่น การคิดทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาว่าถูกต้อง เหมาะสม หรือสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องเน้นการให้สถานการณ์ที่ยังไม่ชัดเจนและให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ผู้เรียนสามารถจะนำไปใช้ประกอบการพิจารณาไตร่ตรองได้

บรรจง อมรชีวิน (2554: 119) เป็นกระบวนการของการใช้ความรู้และสติปัญญาของเราในการให้ได้มาในการพิจารณาประเด็นใดประเด็นหนึ่งอย่างมีเหตุผลและสมเหตุสมผล โดยที่สามารถระบุและเอาชนะปัจจัยอุปสรรคขัดขวางจำนวนมากที่อาจทำให้การคิดปราศจากเหตุผล (Rational Thinking) ไปได้

จากความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุผลอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อความ หรือข้อมูลที่ปรากฏ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเองพิจารณาเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจในคำตอบหรือข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เอนนิส และนอริส (เชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์. 2556: 94-96; อ้างอิงจาก Ennis & Norris. 1989: 187) ได้กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย 12 ทักษะ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา
 - 1.1 ระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน
 - 1.2 ระบุเกณฑ์เพื่อตัดสินคำตอบที่เป็นไปได้
2. สามารถวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง
 - 2.1 ระบุข้อมูลที่มีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้
 - 2.2 ระบุข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลหรือไม่น่าเชื่อถือได้
 - 2.3 ระบุความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้
 - 2.4 สรุปข้อมูลที่มีอยู่ได้
3. สามารถถามด้วยคำถามที่ทำทนายและการตอบคำถามได้อย่างชัดเจนตัวอย่างคำถาม เช่นทำไม ประเด็นสำคัญคืออะไร ข้อความที่กำหนดขึ้นหมายความว่าอย่างไรความคิดเห็นของท่านต่อเรื่องนี้คืออะไร ให้พิจารณาว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ข้อมูลที่มีเหตุผลคืออะไร ข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลคืออะไร ท่านมีความคิดเห็นอื่น ๆ เพิ่มเติมอีกหรือไม่อย่างไร
4. สามารถพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
 - 4.1 เป็นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่น่าเชื่อถือ
 - 4.2 เป็นข้อมูลที่ไม่มีข้อโต้แย้ง
 - 4.3 เป็นข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ
 - 4.4 เป็นข้อมูลที่สามารถให้เหตุผลว่าเชื่อถือได้
5. สามารถสังเกตและตัดสินผลข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้
 - 5.1 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่ใช่เพียงได้ยินมาจากคนอื่น
 - 5.2 การบันทึกข้อมูลเป็นผลจากการสังเกตด้วยตนเอง และมีการบันทึกผลทันทีที่ไม่ปล่อยทิ้งไว้นานแล้วทำการบันทึกภายหลัง
6. สามารถนิรนัยและตัดสินผลการนิรนัย คือ สามารถนำหลักการใหญ่แตกเป็นหลักย่อยๆ ได้ หรือนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
7. สามารถอุปนัยและตัดสินผลอุปนัย คือ ในการสรุปอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรนั้นกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของประชากรและก่อนที่จะมีการอุปนัยนั้นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องตามแผนที่กำหนดและมีข้อมูลเพียงพอต่อการสรุปแบบอุปนัย
8. สามารถตัดสินคุณค่าได้
 - 8.1 สามารถพิจารณาทางเลือกโดยมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ

- 8.2 สามารถชั่งน้ำหนักระหว่างดีและไม่ดี
9. สามารถให้ความหมายของคำต่าง ๆ และตัดสินความหมาย เช่น ทักกะต่อไปนี้
 - 9.1 สามารถบอกคำเหมือน คำที่มีความหมายคล้ายกัน
 - 9.2 สามารถจำแนก จัดกลุ่มได้
 - 9.3 สามารถให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
 - 9.4 ยกตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้ได้
10. สามารถระบุข้อสันนิษฐานได้ โดยการคำนึงถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูลเพื่อระบุทางเลือกที่เป็นไปได้
11. สามารถตัดสินใจเพื่อนำไปปฏิบัติได้ เช่น ทักกะต่อไปนี้
 - 11.1 การกำหนดปัญหา
 - 11.2 การเลือกเกณฑ์ตัดสินผลที่เป็นไปได้
 - 11.3 กำหนดทางเลือกอย่างหลากหลาย
 - 11.4 เลือกทางเลือกเพื่อปฏิบัติ
 - 11.5 ทบทวนทางเลือกอย่างมีเหตุผล
12. การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น
 - 12.1 การโต้ตอบเพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ
 - 12.2 การใช้ภาษาที่สละสลวย

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์(Piaget)

เพียเจต์ (ทศนา แหมมณี. 2552: 64-65; อ้างอิงจาก Piaget. 1972: 1-12) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่าการเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่างๆเป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรเร่งรัดเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่งเพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามเพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้นซึ่งสรุปสาระได้ดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่างๆมีลำดับขั้นดังนี้

1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำเด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อยๆ 2 ขั้นคือ

1.2.1 ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (Pre-Conceptual Intellectual Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี

1.2.2 ขั้นความคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (Intuitive Thinking Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่างๆได้มากขึ้น

1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Operational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3. กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะดังนี้

3.1 การซึมซับหรือการดูดซึม (assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่างๆเข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

3.2 การปรับและจัดระบบ (accommodation) คือกระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3.3 การเกิดความสมดุล (equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็เกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารุนแรงในตัวบุคคล

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่ประกอบไปด้วยความสามารถที่ใช้การคิดในระดับสูงทั้งความสามารถในการระบุประเด็นการตั้งคำถามและปัญหาได้ มีการใช้คำถามที่ท้าทายที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ในการตอบ สามารถวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่พบ รู้จักการสังเกตและอธิบายตัดสินผลของการสังเกตได้ดี สามารถหาข้อสรุปด้วยวิธีการทางนิรนัยและอุปนัย ซึ่งจากความสามารถเหล่านี้จะเริ่มมีในเด็กที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาในช่วงอายุ 11-15 ปี ที่เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ดังนั้นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเด็กที่อยู่ในช่วงอายุ 11-15 ปี จึงมีความเหมาะสมที่จะได้รับการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.3 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดในระดับสูงที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดที่ซับซ้อนเพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบและใช้เหตุผล ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณปรากฏว่าได้มี นักจิตวิทยา นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาหลายท่านได้แบ่ง ลำดับขั้นตอนของกระบวนการคิดวิจารณ์ไว้แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

เดคารอลี (ภัทรรัตน์ แสงเดือน.2553: 39; อ้างอิงจาก Decaroil. 1973: 67– 68) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า ประกอบด้วย

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ และข้อความและการกำหนดเกณฑ์
2. การกำหนดสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือก และการพยากรณ์
3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐานและจัดระบบข้อมูล
4. การคิดความข้อเท็จจริง และการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน
5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุ และผลความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล
7. การประยุกต์ใช้ หรือนำไปปฏิบัติ

ทิสนา แคมณี(2552: 305) เสนอกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. ตั้งเป้าหมายในการคิด
2. ระบุประเด็นในการคิด
3. ประมวลข้อมูล ทั้งทางด้านข้อเท็จจริงและความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้าง ลึก และไกล
4. วิเคราะห์ จำแนกแยกแยะข้อมูล จัดหมวดหมู่ของข้อมูล และเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้
5. ประเมินข้อมูลที่จะใช้ในแง่ความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือ
6. ใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลเพื่อแสวงหาทางเลือก/คำตอบที่สมเหตุสมผลตามข้อมูลที่มี
7. เลือกทางเลือกที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงผลที่จะตามมา และคุณค่าหรือความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น
8. ชั่งน้ำหนัก ผลได้ ผลเสีย คุณ-โทษ ในระยะสั้นและระยะยาว
9. ไตร่ตรอง ทบทวนกลับไปมาให้รอบคอบ
10. ประเมินทางเลือกและลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการจะพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณต้องมีความเข้าใจและเลือกใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การพิจารณาทางเลือกหรือคำตอบที่สมเหตุสมผล

4.4 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณไว้หลากหลาย ดังนี้

วัตสันและเกรเซอร์ (เกษมา วุฒิสารวัฒนา. 2548:47; อ้างอิงจากWatson and Glaser, 1980: 150) ได้อธิบายการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณว่าเป็นลักษณะของกระบวนการคิด ที่มีองค์ประกอบดังนี้

1. ทศนคติ (Attitudes) หมายถึง ความสนใจในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนมีนิสัยในการค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนที่อ้างว่าเป็นจริง
2. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการลงข้อสรุปด้วยหลักการและเหตุผล

3. ทักษะ (Skills) หมายถึง ความสามารถที่จะนำทั้งทัศนคติและความรู้ไปประยุกต์ใช้ พิจารณาตัดสินใจปัญหา สถานการณ์ ข้อความ หรือข้อสรุปต่าง ๆ ได้

สเตอร์นเบิร์กและบาร์อน (เบญจมาศ นิยมมาลี. 2550; อ้างอิงจาก Sternberg and Baron. 1985: 40-43) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณเป็นกระบวนการทางสมอง ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจการเรียนรู้ความคิรวบยอดใหม่ๆ มีความสัมพันธ์กับสติปัญญา ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบของการวิเคราะห์ (Metacomponents) เป็นความสามารถในการวางแผนว่าจะทำอะไรต่อไปขณะที่กำลังดำเนินการอยู่และประเมินผลงานว่าจะเป็นอย่างไร
2. กระบวนการปฏิบัติ (Performance process) เป็นกระบวนการซึ่งปฏิบัติกรตามแผนการซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา
3. องค์ประกอบของความรู้ (Knowledge-acquisition component) เป็นความสามารถในการเรียนรู้การแก้ปัญหา

ตันสนีย์ จัตรคุปต์,อุษา ชูชาติ(2544: 32-36) กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ประกอบไปด้วยการรับรู้ การระลึกถึงความรู้ที่สะสมอยู่ การผสมผสานความรู้ด้วยการย่อยข้อมูลและสร้างข้อมูลขึ้นมาใหม่เพื่อหาคำตอบว่าความหมายของสิ่งที่คิดคืออะไร ซึ่งกระบวนการคิดผสมผสานความรู้จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมาและทักษะเฉพาะหลายอย่างเข้าด้วยกันซึ่งกระบวนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณมีส่วนประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

1. กระบวนการทำงานของการคิด (Mental Operations) มีอยู่ 2 ส่วนคือ

1.1 กระบวนการผสมผสานความรู้(Cognitive Operations)คือการใช้ทักษะพื้นฐานต่างๆในการย่อยข้อมูลและใช้ยุทธวิธีต่างๆในการสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่

มาร์ซาโน (Marzano : 1992)กล่าวว่า กระบวนการผสมผสานความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะพื้นฐานต่าง ๆ การย่อยข้อมูลและใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่ ดังตาราง 1

ตาราง 1 กระบวนการผสมผสานความรู้ตามแนวคิด มาร์ซาโน (Marzano)

กระบวนการผสมผสานความรู้	
ทักษะพื้นฐานในการย่อยข้อมูล	ยุทธวิธีในการสร้างความรู้
การเปรียบเทียบ	การตัดสินใจ
การจัดหมวดหมู่	การตรวจสอบสถานการณ์
การคาดคะเน	การทดลอง
การพิจารณาจากข้อเท็จจริง	การแก้ปัญหา
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของเหตุผล	การประดิษฐ์คิดค้น
การสร้างข้อถกเถียง	
การวิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน	
การวิเคราะห์ระบบ	

ที่มา: ศันสนีย์ จัตรคุปต์,อุษา ชูชาติ. (2544: 33). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. นอกจากนี้ เอนนิส (Ennis : 1987)กล่าวว่า กระบวนการผสมผสานความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะพื้นฐานต่าง ๆ สำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังตาราง 2

ตาราง 2 กระบวนการผสมผสานความรู้ตามแนวคิด เอนนิส (Ennis)

กระบวนการผสมผสานความรู้
การใช้ทักษะพื้นฐานต่าง ๆ สำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
1.การตั้งประเด็นคำถาม
2.การวิเคราะห์ข้อถกเถียง
3.การถามและตอบคำถามได้ชัดเจนตรงประเด็น
4.การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของข้อมูล
5.การสังเกตและตัดสินใจจากรายงานผลการสังเกต
6.การคาดคะเนตามหลักเหตุผล
7.การสรุปและตัดสินใจให้เหตุผลตามข้อเท็จจริง
8.การสร้างการตัดสินใจที่ถูกต้อง
9.การระบุนิยามศัพท์และการกำหนดคำจำกัดความ
10.การกำหนดสมมติฐาน
11.การกำหนดแนวทางปฏิบัติ
12.การปฏิสัมพันธ์กับเรื่องอื่นอย่างไร้ใคร่ครวญพิจารณา

ที่มา: ศันสนีย์ จัตรคุปต์,อุษา ชูชาติ. (2544: 34). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ.

1.2 กระบวนการจัดการและควบคุมความคิด(Metacognitive Operation)
กระบวนการนี้สะท้อนให้เห็นถึงความคิด ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้คือ วางแผนปรับยุทธวิธีและทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการคิดเพื่อให้เกิดผลสำเร็จ ประเมินผลการทำงานของความคิดของตนเอง ควบคุมกระบวนการทำงานของความคิด ปรับเปลี่ยนความคิดตามผลของการประเมินเป็นระยะๆ การพัฒนากระบวนการจัดการและควบคุมความคิด คือ ให้อิสระในการคิด ฝึกให้ใช้ทักษะพื้นฐานสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งในการย่อยข้อมูลและการสร้างความรู้ใหม่ ให้พูดถึงความคิดของตนเองและลงมือกระทำตามความคิดของตน ซึ่งจะช่วยให้รู้เท่าทันความคิด สามารถประเมินความคิดของตน รวมถึงสามารถควบคุมความคิดและปรับเปลี่ยนความคิดของตนได้

2. การก่อเกิดความคิด(Disposition)

ยุทธวิธีที่สนับสนุนให้เกิดความคิดและพฤติกรรมที่ฉลาดและเกิดผลดีได้แก่

รู้จักเลือกใช้อุปกรณ์ที่น่าเชื่อถือ

มองหาหลักฐานสนับสนุน

เปิดใจกว้าง รับฟังความคิดเห็น

ตั้งใจทำงานจนเสร็จ

เปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อมีเหตุผลที่ควรรับฟัง

ไม่ด่วนตัดสินความหากยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ

3. ความรู้ (Knowledge)

ความรู้ คือ สิ่งที่เราได้รับรู้ซึ่งอาจจะมาจากการจำ มาจากการนำความรู้ใหม่ผสมผสานกับความรู้เดิม ในขณะที่การรับรู้ (knowing) คือ กระบวนการการรับรู้ซึ่งได้รับรู้และอาจจะเก็บเป็นความรู้หรือไม่เก็บไว้เป็นความรู้ก็ได้

เชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์(2556: 111)ได้สรุปองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ระบุเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ การทำความเข้าใจกับปัญหา

2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือ ความเพียงพอของข้อมูล รวมทั้งการเลือกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา การจัดระบบข้อมูล และการตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิง

3. ความสามารถในการตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น แยกแยะได้ว่าข้อตกลงเบื้องต้นของปัญหานั้นคืออะไร

4. ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน เป็นการตัดสินใจเพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด

5. ความสามารถในการหาข้อสรุป เป็นความสามารถในการใช้หลักตรรกศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา และความสมเหตุสมผลของคำตอบ

6. ความสามารถในการประเมินข้อสรุป เป็นความสามารถในการพิจารณาว่าคำตอบหรือข้อสรุปนั้นน่าเชื่อถือหรือไม่ และความเป็นไปได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้

4.5 ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตันสนีย์ ฉัตรคุปต์,อุษา ชูชาติ(2544: 38-39) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยสรุปให้เห็นลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะเฉพาะของผู้มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากแนวคิดของนักการศึกษา เวด (Wede), ไบเออร์ (Biyer), เฟอ์เรท (Ferrett) ดังตาราง 3

ตาราง 3 ลักษณะของบุคคลที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ

ลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ		
เวด (Wade: 1995)	ไบเออร์ (Beyer : 1995)	เฟอ์เรท (Ferrett : 1995)
1.คิดตั้งคำถาม	1.คิดตั้งคำถาม	1.คิดตั้งคำถาม
		2.มีความสนใจใฝ่รู้ ต้องการค้นหาคำตอบใหม่ๆ
		3.ตอบคำถามได้ตรงประเด็น
2.ทำให้คำถามมีความชัดเจน		
3.ตรวจสอบหาข้อมูล		4.ตรวจสอบข้อมูล ความเชื่อ
4.วิเคราะห์ข้อสันนิษฐานและความลำเอียงที่อาจมีขึ้น	2.วิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน	5.วิเคราะห์ข้อมูล ข้อสันนิษฐาน ความคิดเห็นต่างๆและหาข้อพิสูจน์
5.หลีกเลี่ยงที่จะใช้อารมณ์มาเป็นตัวตัดสิน	3.ให้เหตุผล สามารถหาข้อยุติจากข้อเสนหรือหลักฐานที่มีอยู่หลากหลาย	6.ใช้เหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงหรือจากข้อเท็จจริงต่างๆ
6.หลีกเลี่ยงการคิดแบบตื้นๆง่าย ๆเกินไป		
7.พิจารณาถึงการตีความที่อาจเป็นไปได้หลายทาง	4.รู้จักใช้มุมมองต่างๆกัน ในการตีความ เพื่อให้เข้าใจได้ดีขึ้น	
8.ยอมรับว่าอาจมีภาวะกำกวมไม่ตรงไปตรงมาเกิดขึ้นได้		
9.ตระหนักรู้เกี่ยวกับความคิดของตน รู้ตัวว่าคิดอะไรอยู่		7.ตรวจสอบความคิดของตัวเอง

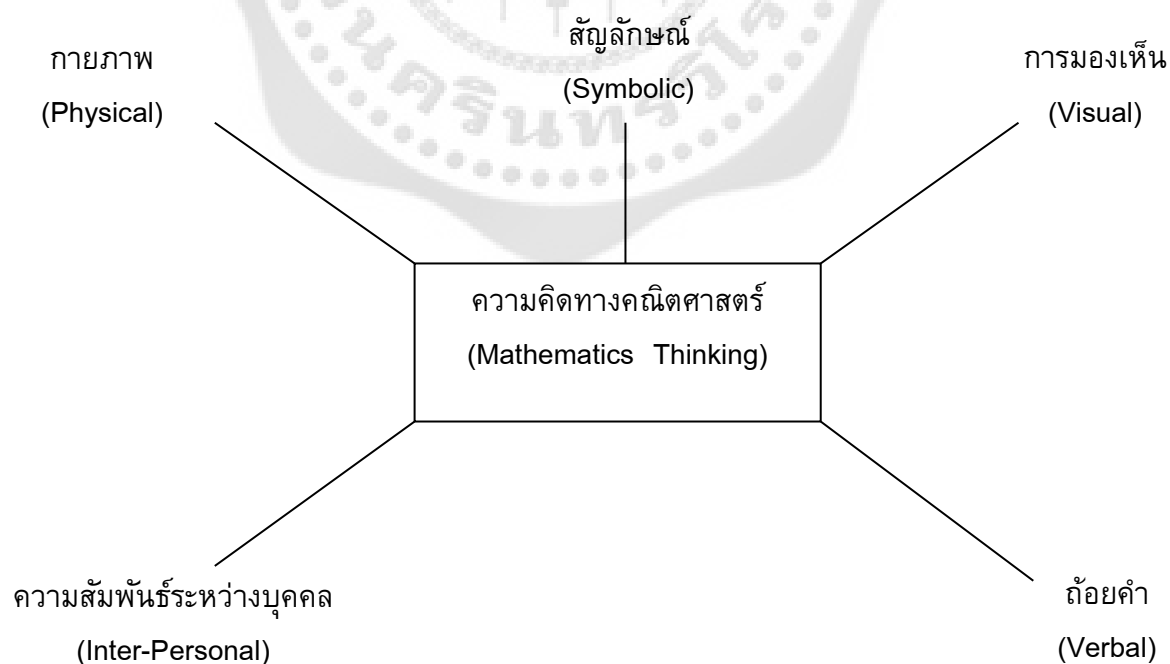
ตาราง 3 ลักษณะของบุคคลที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ

ลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ		
เวด (Wade: 1995)	ไบเออร์ (Beyer : 1995)	เฟอร์เรท (Ferrett : 1995)
	5..ใจกว้างยอมรับฟังความคิดของผู้อื่น เคารพต่อเหตุผล ยอมเปลี่ยนจุดยืนเมื่อมีเหตุผลที่ดี	8.รับฟังความเห็นผู้อื่น ยอมรับว่าตัวเองยังมีความรู้ความเข้าใจไม่มากพอ เปลี่ยนความคิดได้
	6.แยกแยะ หาข้อสรุป หรือข้อตัดสินใจที่ขึ้นอยู่กับหลักความจริงที่เชื่อถือได้ มีความแม่นยำสามารถถกเถียงอย่างสร้างสรรค์	9.ประเมินข้อถกเถียงได้ และตัดสินใจเรื่องราวจากการรวบรวมข้อเท็จจริงทั้งหมด

ที่มา: ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์,อุษา ชูชาติ. (2544: 39). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ.

4.6 การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นแนวทางแก้ปัญหาในใจ แก้ปัญหา แก้ปัญหามนแผ่นกระดาษ และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฟิชเชอร์ (เชดส์คัตต์ ภัคดีวิโรจน์. 2556: 118-120; อ้างอิงจาก Fisher. 1992: 208) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนพัฒนาการคิดได้หลายแนวทางตาม ภาพประกอบ4



ภาพประกอบ 4 แสดงการจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์
 ที่มา: Fisher (เชดส์คัตต์ ภัคดีวิโรจน์.2556:118-120; อ้างอิงจาก Fisher. 1992: 208)

การใช้ถ้อยคำ (Verbal) โดยการผ่านการพูด การใช้หลักทางภาษาศาสตร์ การใส่คำพูดเป็นกระบวนการของแผนการสร้างความรู้และความหมายสำหรับคนหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Inter-Personal) เป็นการเรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกัน การสังเกตผู้อื่น การเปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามปัญหา และการอภิปรายปัญหาร่วมกัน

กายภาพ (Physical) การใช้ลักษณะทางกายภาพมาปฏิบัติในงานทางคณิตศาสตร์โดยการทำงานกับเครื่องมือที่เหมาะสม การจัดหาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการประยุกต์การปฏิบัติไปสู่กายภาพระดับโลก

การมองเห็น (Visual) เป็นการนำกระบวนการลงในรูปแบบฟอร์มรูปภาพ การสร้างแผนภูมิเพื่อการมองเห็นปัญหา การมองรูปแบบและทรงวัตถุด้วยการสัมผัสทางประสาทตา การคิดในทอเมของช่องว่างและอวกาศ การสื่อสารด้วยกราฟ

สัญลักษณ์ (Symbolic) ใช้การเขียนคำและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมนำไปสู่การแปลความหมาย การบันทึกและทำงานเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ระบบบันทึกที่แตกต่างกัน การแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ ฟิชเชอร์ (เชดส์คัลด์ ภัคศิริโรจน์, 2556: 118-120; อ้างอิงจาก Fisher, 1992: 210-220) ได้จำแนกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้

จำนวน (Number) ในการเตรียมผู้เรียนให้เกิดความคิดทางคณิตศาสตร์ นักจิตวิทยาสนใจความคิดเกี่ยวกับจำนวนมากกว่าให้ผู้เรียนหาคำตอบจากการคำนวณ ดังนั้นในการคิดคำนวณจากปัญหาตัวเลข ผู้เรียนต้องอธิบายได้ว่า เขาคิดด้วยกระบวนการอะไร บางครั้งผู้สอนอาจให้คำตอบมาก่อนแล้วให้เด็กคิดว่าโจทย์ควรเป็นอย่างไร เช่น คำตอบเป็น 25 คำถามจะเป็นอะไรได้บ้าง หรือกำหนดจำนวน 1, 2, 3 มาให้ นำมาเขียนเป็นจำนวนเต็ม 3 หลักได้กี่จำนวน อะไรบ้าง เป็นต้น คำสำคัญในการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนคือคำว่า “ถ้า...แล้ว” ซึ่งสามารถเชื่อมโยงการคิดไปสู่ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ในกรณีที่เป็นโจทย์ปัญหา เช่น ถ้าเก็บเงินวันละ 2 บาท ในเวลา 5 วัน จะมีเงิน 10 บาท แล้วถ้าเก็บเงินวันละ 5 บาท 2 วัน จะมีเงินกี่บาท หรืออาจเขียนในรูปสมการ เช่น ถ้า $2 \times n = 10$ แล้ว $n \times 2$ จะเป็นเท่าไร จะเป็นการคิดในเรื่องจำนวนนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องของพีชคณิต ซึ่งเป็นกลุ่มหนึ่งของเนื้อหาที่พัฒนามาจากการค้นหารูปแบบของจำนวน

พีชคณิต (Algebra) การค้นหารูปแบบเป็นการตอบสนองภายในจิตใจของมนุษย์เกี่ยวกับแบบฟอร์มตามที่มีอยู่ในประสบการณ์ การค้นหารูปแบบและลำดับการศึกษา และอธิบายโดยนักจิตวิทยา กลุ่มเกสโตลล์ ซึ่งพวกเขาถือว่าการรับรู้ เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ กล่าวคือในการรับรู้สิ่งใด ๆ แนวโน้มในการจัดระเบียบหมวดหมู่จะอยู่ในรูปที่ดีที่มีความสมบูรณ์ มีระเบียบ กฎเกณฑ์ มีลักษณะสมมาตร ถ้าแม้ว่าในชีวิตจริงภาพนั้นจะไม่มี ความหมายแต่อย่างใด การคิดทางคณิตศาสตร์ก็มีพื้นฐานเช่นเดียวกัน การค้นหารูปแบบที่มีระเบียบ สมบูรณ์ และสมมาตร การที่ผู้เรียนต้องการสะสมประสบการณ์เกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนให้ได้มาก ๆ ประสบการณ์เหล่านี้ อาจ

เรียกว่า วิจารณ์ญาณ เมื่อมีการคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาตัวอย่างรูปแบบเชิงตรรกวิทยาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดรูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เช่น การใช้สัญลักษณ์ ▲ ในสมการ $3 \blacktriangle 4 = 6$ ซึ่งผู้เรียนจะต้องคิดและอธิบายได้ว่า ▲ หมายถึงการคูณกันของเลขสองจำนวนแล้วหารด้วย 2 นอกจากนี้การใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนก็มีความสำคัญ ในการคิดโดยทั่วไปมักจะใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบจำนวนที่เป็นอนุกรมว่าจำนวนต่อไปคืออะไร จำนวนใดหายไป และรูปแบบที่นักเรียนเห็นเป็นอย่างไร

รูปทรง (Shape) เป็นเรื่องของเรขาคณิตซึ่งเกี่ยวข้องกับรูปแบบของเส้น พื้นที่ผิวและที่ว่าง ในการเรียนรู้รูปทรงจากประสบการณ์ ความคิด และการวาดบนแผนกระดาษ ผู้เรียนต้องการการเริ่มต้น ที่มีการฝึกทักษะการวาดและรู้จักรูปทรงแบบต่าง ๆ ก่อน อีกทั้งต้องรู้คำศัพท์และความหมายในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น เส้นรอบวง มุมฉาก เส้นขนาน เป็นต้น คำถามที่ใช้ได้แก่รูปแบบที่พบคืออะไร อธิบายรูปที่พบ เช่น  คือ ลูกบาศก์ 1 ลูก มี 6 ด้าน มี 12 ขอบ และในกรณีที่มีลูกบาศก์ 2 ลูก 3 ลูก,...นำมาวางเรียงต่อกันจะใช้คำถามให้นักเรียนคิดในทำนองเดียวกันคือ มีด้านมีขอบเท่าไร เป็นต้น

การวัด (Measurement) เนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวกับการวัด ต้องจัดกิจกรรมให้ตรงกับ ความสนใจของนักเรียนเพราะธรรมชาติของเด็กจะไม่สนใจสิ่งที่มีคนกล่าวว่าเป็นประโยชน์แต่สนใจมากกว่าเมื่อสิ่งนั้นสนุกและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง เช่น นักเรียนสนใจจะวัดความยาวของบ้านตุ๊กตา ซึ่งนำหน้าของรถยนต์เด็กเล่นมากกว่าวัดความยาวของโต๊ะเรียนหรือซึ่งกระเป๋านักเรียน ดังนั้นการใส่ความคิดลงในกิจกรรมการวัดจึงต้องทำอย่างต่อเนื่อง และความสนใจของผู้เรียนในการวัดทุกครั้งควรเริ่มจากให้เด็กได้ประมาณค่า ลำดับที่ 2 คือ ทดสอบการประมาณค่าแล้วจึงทบทวนตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า และประเมินค่าในสิ่งที่ต้องการวัดด้วยการปฏิบัติจริง กระบวนการดังกล่าวนี้ ประยุกต์มาจากระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการนี้เป็นเหตุผลหนึ่งที่กล่าวได้ว่า คณิตศาสตร์คือราชาของวิทยาศาสตร์

การจัดกระทำข้อมูล (Data Handling) เป็นเรื่องที่ทำด้วยสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งค่อนข้างเป็นเรื่องง่ายสำหรับผู้เรียน เพราะผู้เรียนเติบโตมาจากสภาพแวดล้อมที่มีสื่อทางสถิติจำนวนมาก การคิด กาดัดสินใจในทางสถิติของผู้เรียนจะพัฒนาจากประสบการณ์ การผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสืออ้างอิง หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ กราฟ แผนภูมิต่าง ๆ

การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นกระบวนการทางสมองเริ่มต้นขึ้นเมื่อมนุษย์เผชิญกับปัญหาและจบลงที่การได้คำตอบ นักคณิตศาสตร์แนะนำวิธีฝึกทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพว่าต้องดำเนินการตามกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ 1) การอ่านโจทย์ 2) การสำรวจ 3) การเลือกวิธีแก้ปัญหา 4) การแก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ) และ 5) การตรวจสอบความถูกต้อง

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเน้นการคิดคณิตศาสตร์อยู่แล้ว แต่การมุ่งเน้นพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องเริ่มที่ตัวปัญหาและมองเป้าหมายของ ปัญหาอย่างชัดเจน ผู้เรียนต้องรู้จักแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีใส่ ความคิดจากภาษาเป็นการเขียนแผนภูมิ เขียนภาพแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ ซึ่งการเล่นเกมน และปริศนาคำทายคณิตศาสตร์ล้วนเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.7 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิด และสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

วัตสันและเกลเซอร์ (เชดคักดี ภัคดีวิโรจน์. 2556: 124-125; อ้างอิงจาก Watson; & Glaser. 1964: 10-15) ได้สร้างแบบสอบ Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal โดยใช้กับ นักเรียนเกรด 9 ถึงวัยผู้ใหญ่ ลักษณะเป็นแบบสอบคู่ขนานกัน คือ ฟอร์เ และฟอร์มบี แต่ละฟอร์ม ประกอบด้วย 5 แบบสอบย่อย ข้อสอบรวมทั้งหมด 80 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ซึ่งวัดความสามารถ 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ (Inferences) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการลงข้อสรุปต่างๆ ที่ปรากฏใน ข้อความที่กำหนดให้ว่าข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ และเป็นเท็จ

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumption) เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณาว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็น ข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการ จำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อสรุปใดไม่เป็นผล จากความสัมพันธ์ของสถานการณ์นั้น

4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการ ตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of arguments) เป็นการ วัดความสามารถในการตอบคำถามแล้วอ้างเหตุผลได้สมเหตุสมผล จำแนกว่าข้อความใดมี ความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถาม

แบบสอบฉบับนี้มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบจำนวน 40 ข้อ จากจำนวนข้อสอบทั้งฉบับจำนวน 80 ข้อ ค่าพิสัยระหว่าง 0.69 – 0.85 และค่าความเที่ยงแบบ คงที่โดยวิธีสอบ (เว้นระยะสอบ 3 เดือน) เท่ากับ 0.73

การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของคอร์เนล(Cornell Critical Thinking Test) แบบวัดนี้สร้างโดย เอนนิสและมิลล์แมน(เกษมา วุฒิสารัฒนา.2548:58-59 ; อ้างอิงจาก Ennis and Millman) ในปีค.ศ. 1961 และได้พัฒนาเป็นระยะ แบบวัดฉบับล่าสุด สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1985 ซึ่ง เอนนิสและมิลล์แมน ได้สร้างแบบวัดเป็น 2 ฉบับ ใช้วัดกับกลุ่มบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

1. การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของคอร์เนลระดับ X (Cornell Critical Thinking Test, level X) เป็นแบบวัดที่ใช้กับนักเรียนเกรด 4-14 เป็นแบบวัดแบบปรนัยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Credibility of sources and observations) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อความ รายงานจากการสังเกตของบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ข้อสอบแต่ละข้อ จะให้ประโยคที่เป็นคำพูดจากสมาชิกแต่ละคนพูดถึงสิ่งเดียวกันที่ต่างมุมมองกัน หรือมุมมองเดียวกัน ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อความใดน่าเชื่อถือกว่ากัน หรือทั้งสองข้อความน่าเชื่อถือได้เท่าเทียมกัน

ตอนที่ 2 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) หมายถึงความสามารถในการหาข้อสรุปของสถานการณ์เฉพาะจากข้อมูลหลักที่กำหนดให้ ข้อสอบจะมีคำถามเป็นข้อความหลักในเชิงเหตุผล 2-3 ข้อความแล้วให้ผู้ตอบหาข้อสรุปจากข้อความหลักที่กำหนด

ตอนที่ 3 ความสามารถในการอุปนัย (Induction) หมายถึงความสามารถในการตัดสินได้ว่า ข้อเท็จจริงใดสนับสนุน คัดค้านหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่คาดคะเนไว้ ข้อสอบจะมีข้อความซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่มีบุคคลหนึ่งตั้งข้อสังเกตว่า เป็นการคาดคะเนเหตุการณ์ไว้แล้วให้ผู้ตอบพิจารณาตัดสินใจว่าข้อเท็จจริงที่กำหนดให้นั้นสนับสนุนคัดค้าน หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสังเกตนั้น

ตอนที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification) หมายถึง ความสามารถในการระบุว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งจำเป็นต้องมีก่อนข้อความหลักที่กำหนดให้ เพื่อให้การลงข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักนิรนัยข้อสอบจะมีคำถามเป็นสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กันแล้วให้ผู้ตอบพิจารณาตัดสินว่าตัวเลือกใดเป็นเหตุผลที่ยอมรับว่าเป็นไปได้ของสถานการณ์นั้น

2. การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของคอร์เนลระดับ Z (Cornell Critical Thinking Test, level Z) เป็นแบบวัดที่ใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีระดับสติปัญญาเป็นเลิศไปจนถึงนักศึกษาระดับอุดมศึกษา เป็นแบบวัดแบบปรนัย แบ่งออกเป็น 7 ตอน คือ 1) การอุปนัย (Induction) 2) ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Credibility of Source) 3) การพยากรณ์และการวางแผนการทดลอง (Prediction and Experimental Planning) 4) การอ้างเหตุผลผิดหลักตรรกะ (Fallacies) 5) การนิรนัย (Deduction) 6) การให้คำจำกัดความ(Definition) และ 7) การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของคอร์เนลระดับเอ็กซ์ (Cornell Critical Thinking Test, level X) ที่พัฒนาโดยเอนนิสและมิลล์แมน (Ennis;& Millman) เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

งานวิจัยต่างประเทศ

ลิซ่าและมาร์ค (Lisa Gueldenzoph Snyder, Mark J. Snyder. 2008: 90) ได้ศึกษาว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะการเรียนรู้ที่ต้องมีในการเรียนการสอนและการฝึกปฏิบัติ อาจารย์ผู้สอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาและหลังมัธยมศึกษาสามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโดย 1. ใช้กลยุทธ์การเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากกว่าอาศัยการบรรยายและการท่องจำ 2. มุ่งเน้นการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับกระบวนการของการเรียนรู้มากกว่า เนื้อหาอย่างเดียว และ 3. ใช้เทคนิคการประเมินที่ให้นักเรียนได้แสดงความท้าทายทางปัญญามากกว่าใช้การจดจำและหลายๆอุปสรรคที่สามารถขัดขวางการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่น ขาดการฝึกอบรม ทักษะการที่มีจำกัด มีอคติ และขาดการวางแผนด้านเวลาเพื่อจะส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการศึกษาพบว่าการมีส่วนร่วมของนักเรียนอย่างแข็งขันในกิจกรรมหรือการทำงานร่วมกันสามารถสนับสนุนการพัฒนาด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนถ้าได้รับการสอนแบบกระบวนการคิด ใช้เทคนิคการตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพและการให้คำแนะนำเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนดังนั้นตัวอย่างที่ผู้สอนจะให้นักเรียนเพื่อพัฒนาการคิดที่ท้าทายควรเป็นการให้นักเรียนได้ใช้ข้อมูลมากกว่าการให้นักเรียนรับแต่ข้อมูลอย่างเดียว

จาคอบ (Seibu Mary Jacob. 2012: 800-804) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ภาควิชาคณิตศาสตร์จากมหาวิทยาลัย Swinburne รัฐซาราวักประเทศมาเลเซีย ด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แบ่งนักศึกษาเป็น 2 ชุด โดยเรียนรู้ในหน่วยเดียวกัน ซึ่งชุดแรกมีผู้เข้าร่วม 43 คนและชุดที่ 2 มีผู้เข้าร่วม 60 คน ปีแรกของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยมีความต้องการมากในการสนับสนุนให้รับมือกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใหม่และการเป็นเจ้าของในการเรียนรู้ของเขากระดานสนทนาที่มีอยู่บนกระดานดำนำมาใช้เป็นวิธีการ ของการสร้างสายสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักศึกษาและอาจารย์โดยผู้เข้าร่วมทั้งหมดนี้ยังไม่มีประสบการณ์ในการใช้กระดานสนทนาออนไลน์ในการตั้งคำถามการศึกษา โดยการโพสต์ในกระดานสนทนาเป็นผลมาจากการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสองช่วง และวิเคราะห์ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านรูปแบบ CAIS ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักคะแนนให้กับนักเรียนแต่ละคน ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วัดจากการประเมินผลสอบปลายภาคอีกทั้งความสามารถทางคณิตศาสตร์เริ่มต้นวัดผ่านการทดสอบเบื้องต้น ผลการศึกษาพบว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนในผู้เข้าร่วมชุดเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงสรุปว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เมื่อได้รับการสนับสนุนอย่างถูกต้องอาจส่งผลในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

อัลตินตาสและออสเตเมียร์(Esra Altintas;& Ahmet Sukru Ozdemir. 2012: 853-856) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบเพอร์ดู (PM) เรื่อง“The Arithmetic of Conscious Consumption” (ACC) ที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทัศนคติการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 โดยต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทัศนคติการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจำนวน 25 คน ที่แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 11 คน และกลุ่มควบคุม 14 คน และเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทัศนคติการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในนักเรียนที่ไม่มีความสามารถพิเศษจำนวน 22 คนที่แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 12 คน และกลุ่มควบคุม 10 คน ผลการศึกษาพบว่าในนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษและนักเรียนที่ไม่มีความสามารถพิเศษมีผลการเปรียบเทียบเหมือนกันคือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทัศนคติการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามรูปแบบเพอร์ดู (PM) มีประสิทธิภาพมากกว่ากิจกรรมที่อยู่ในหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทัศนคติการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษและนักเรียนที่ไม่มีความสามารถพิเศษ

เดนนิส (Dennis Fung. 2014: 45-58) ได้ศึกษาการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านประสิทธิภาพของการทำงานกลุ่มโดยทำการเรียนการสอนกับโรงเรียนประถมศึกษา 2 แห่งในฮ่องกง ด้วยวิธีการแทรกแซงการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อหาว่าจะทำอย่างไรให้เกิดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเช่นสังเกตจากการวิพากษ์วิจารณ์และการทำงานร่วมกันของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่ากลยุทธ์การทำงานเป็นกลุ่มมีประสิทธิภาพในการแทรกแซงการเรียนการสอนที่นำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

กษมา วุฒิสารวัฒนา(2548: 84-90) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญจมาศ นิยมาลี(2550: 164-166) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิคที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยจรงวิทยา จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2550 โดยนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 36 คนได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือร้อยละ 50 ที่กำหนดโดยกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการและนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัทรรัตน์ แสงเดือน(2553: 89-97) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555: 93-99) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง(Purposive Sampling) จำนวน 111 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ

เชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์ (2556: 170-177) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ หลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 22.64 คิดเป็นร้อยละ 75.47 ของคะแนนเต็ม

ศราวุธ จอมนำ (2557: 89-99) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว พบว่าการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณสามารถพัฒนาได้จากแนวการสอน ดังนี้ ใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์, ใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก, จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติจักษ์, ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI, ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก, ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วยแนวการสอนแบบการใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในงานวิจัยชิ้นนี้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กับการสอนแบบปกติ เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนที่จะช่วยนำทางการแก้ปัญหาแก่นักเรียนให้สามารถวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้เมื่อพบกับโจทย์ที่หลากหลาย ดังเนื้อหาในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรจากที่ผู้วิจัยเคยทำการสอนพบว่านักเรียนส่วนมากมีผลสัมฤทธิ์ในเรื่องนี้ต่ำกว่าเกณฑ์น้อยกว่า 50% ซึ่งที่เป็นเช่นนี้มีสาเหตุมาจากนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ เมื่อต้อง

ทำโจทย์ไม่รู้จะเริ่มแก้ปัญหอย่างไร นำสูตรไปใช้ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าผู้เรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีถ้าผู้เรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงอย่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดในลักษณะนี้ คือการใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนและคำถามที่ดีที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดขั้นสูงมากกว่าความรู้ความจำคือคำถามระดับสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้สูงขึ้นโดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง ด้านคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง

แบนดูรา (นิตยา ธรรมมิกะกุล. 2550: 18; อ้างอิงจาก Bandura.1986: 391) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Perceived Self-Efficacy หรือเรียกสั้นๆว่า Self-Efficacy) หมายถึง การตัดสินใจของบุคคลถึงความสามารถของตนในการจัดระบบและกระทำกิจกรรมที่ต้องทำเพื่อให้ผลการปฏิบัติตามแบบที่กำหนด นับเป็นการตัดสินใจว่าอะไรที่บุคคลนั้นสามารถกระทำได้ไม่ว่าเขาจะมีทักษะในการทำอย่างไร

แบนดูรา (Jihyun Lee. 2009: 355; citing Bandura, 1997) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นความเชื่อในความสามารถของบุคคลที่จะทำให้ประสบความสำเร็จและเกิดเป็นผลลัพธ์ที่น่าพอใจ

สเตจโควิกและลูธานส์ (Luthans et al. 2007: 548; citing Stajkovic;& Luthans. 1998b: 66) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความเชื่อมั่นในความสามารถของแต่ละบุคคลที่จะรวบรวมแรงจูงใจ ความคิด และกระบวนการกระทำที่จำเป็นเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการดำเนินงานที่กำหนดไว้

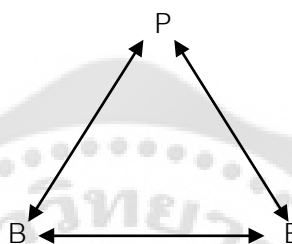
จากความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเองสรุปได้ว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองหมายถึงความเชื่อมั่นในตนเองของบุคคลถึงความสามารถที่ตนเองมีและแสดงพฤติกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

5.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง

การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) มีแนวคิดมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาสังคม ของแบนดูรา (วิล บัญณรังศรี. 2550: 48 ; อ้างอิงจาก Bandura. 1977: 191-193) นักทฤษฎีปัญญาสังคม (Social Cognitive Theory) ที่อธิบายพฤติกรรมของมนุษย์ องค์ประกอบภายในมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมต่างมีอิทธิพลต่อกันและกันในลักษณะที่แต่ละองค์ประกอบต้องสัมพันธ์กันอย่างถ้อยที่ถ้อยอาศัย ความสัมพันธ์เกิดระหว่างองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. ความคาดหวังหรือความเชื่อและปัจจัยภายในตัวบุคคล (P)
2. พฤติกรรม (B)
3. สิ่งแวดล้อม (E)

ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 3 ปัจจัยมีลักษณะต่อเนื่องกันเป็นขั้นตอน เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกันไว้ (Inter locking System) ในบางครั้งสิ่งแวดล้อมอาจมีส่วนในการทำให้เกิดพฤติกรรมได้มากกว่าองค์ประกอบภายในตัวบุคคล แต่ในบางเวลาองค์ประกอบภายในตัวบุคคลก็อาจจะมีอิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรมมนุษย์มากกว่าสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในภาพประกอบ 5



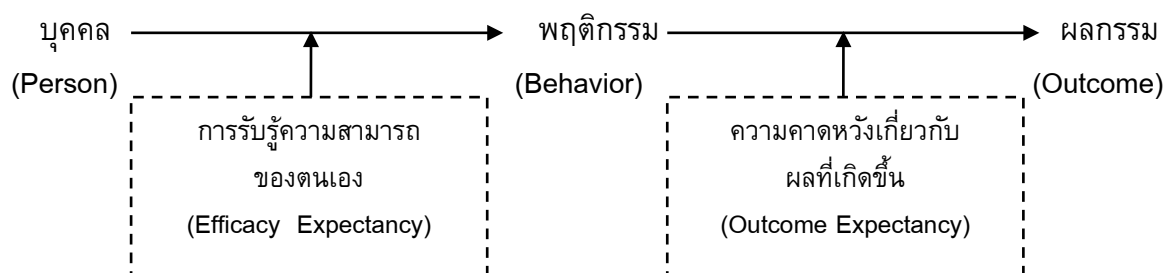
ภาพประกอบ 5 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ

ที่มา: แบนดูรา (วิลเลียม บันดูรา, 2550: 48 ; อ้างอิงจาก Bandura. 1977: 191-193)

แบนดูรา (นิตยา ธรรมมิกะกุล, 2550: 18; อ้างอิงจาก Bandura. 1977: 79) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีผลต่อการตัดสินใจที่จะกระทำพฤติกรรม การที่บุคคลจะกระทำพฤติกรรมใดหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการคือ

1. Efficacy Expectancy เป็นการคาดหวังเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองว่าเขาสามารถกระทำพฤติกรรมนั้นได้หรือไม่ ในระดับใด

2. Outcome Expectancy เป็นการคาดหวังของบุคคลว่าเมื่อเขาพยายามทำพฤติกรรมนั้นแล้วจะได้รับผลลัพธ์ตามที่คาดหวังไว้อย่างไร จากพฤติกรรมที่ได้กระทำไปแล้ว ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองและความคาดหวังเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้น แบนดูรา (นิตยา ธรรมมิกกุล. 2550: 18; อ้างอิงจาก Bandura. 1977: 79)

จากภาพประกอบ 6 จะเห็นได้ว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองและความคาดหวังเกี่ยวกับผลที่จะเกิดขึ้น มีความสัมพันธ์กันมาก โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองนี้มีผลต่อการตัดสินใจที่จะกระทำพฤติกรรมของบุคคลกล่าวคือ บุคคลจะกระทำพฤติกรรมหนึ่งหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับความคาดหวังว่า เมื่อกระทำพฤติกรรมนั้นจะได้รับผลที่ต้องการหรือไม่ และความคาดหวังว่าเขาจะมีความสามารถพอที่จะกระทำพฤติกรรมนั้นหรือไม่

การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นการตัดสินใจว่า ตนจะใช้ความพยายามในการกระทำมากน้อยเพียงไร และเขาจะอดทนต่อการเผชิญกับอุปสรรคหรือประสบการณ์ที่ไม่พึงพอใจได้นานเท่าไร บุคคลที่รับรู้ความสามารถของตนสูงและคาดว่าถ้ากระทำพฤติกรรมนั้นแล้วจะได้รับผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำสูงด้วย บุคคลก็มีแนวโน้มที่จะใช้ความพยายามในการกระทำพฤติกรรมนั้นสูงด้วยในทางตรงกันข้าม บุคคลที่รับรู้ว่าคุณมีความสามารถต่ำและคาดคะเนว่าถ้าตนกระทำพฤติกรรมแล้วจะได้รับผลจากการกระทำต่ำ เขามีแนวโน้มที่จะไม่กระทำพฤติกรรมนั้น ดังสรุปความสัมพันธ์ได้จากภาพประกอบ 7

ความคาดหวังในผลที่จะเกิดขึ้น

สูง (+)

ต่ำ (-)

การรับรู้ความสามารถของตนเอง	สูง (+)	การร้องทุกข์ การไม่เห็นด้วย	มีความมั่นใจ การกระทำที่เหมาะสม
	ต่ำ (-)	การยอมรับแต่โดยมี ความไม่สนใจที่จะกระทำ พฤติกรรม	การลดค่าของตนเอง ความท้อแท้

ภาพประกอบ 7 แสดงผลที่มีปฏิภยาร่วมของการรับรู้ความสามารถของตนเองการคาดหวังผลการตอบสนองต่อพฤติกรรมและผลกระทบของปฏิภยาร่วม (นิตยา ธรรมมิกะกุล. 2550: 18; อ้างอิงจาก Bandura. 1978: 344-358)

5.3 การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

แบนดูรา (นิตยา ธรรมมิกะกุล. 2550: 18; อ้างอิงจาก Bandura. 1999: 245-246) ได้สรุปรวบรวมผลการศึกษาไว้ดังนี้ การศึกษาความสัมพันธ์ของแหล่งที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 4 แหล่ง ซึ่งพบว่าเป็นตัวพยากรณ์ระดับของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์และอีกวิธีหนึ่งการศึกษาพบว่า เพศ และการประสบความสำเร็จที่ผ่านมา มีความสัมพันธ์กันเป็นตัวพยากรณ์ ของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ โดยเพศชายที่มีประวัติการประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความเชื่อในความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง นักเรียนเพศชายและเพศหญิงที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และผู้ที่มีการรับรู้ทางบวกจะก่อให้เกิดความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ และมีแนวโน้มที่จะเลือกเรียนโปรแกรมคณิตศาสตร์มากกว่าคนอื่น

โคลลิน (วิลโล บัญณรังศรี. 2550: 57; อ้างอิงจาก Collin. 1982) ศึกษาพบว่าเมื่อเราควบคุมหรือกำหนดกิจกรรมทางด้านคณิตศาสตร์ในเด็กที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงจะแสดงออกถึงความพยายามในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้สำเร็จ และจะยังคงใช้ความพยายามในการที่จะหาวิธีการต่าง ๆ มาแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ตนไม่สามารถทำได้มากกว่าเด็กที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

ปาจาเรส และมิลเลอร์ (ทิชากร พ่วงพรม.2551: 52; อ้างอิงจาก Pajares; & Miller. 1994) ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ กับความเชื่อในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในเด็กจำนวน 350 คน พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์มีผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มากกว่า มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กชายมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์สูงกว่า แต่มีความเครียดในการทำกิจกรรมด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเพศหญิง

จากการศึกษาเอกสารและผลการวิจัยจะเห็นว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นคุณลักษณะส่วนตัวของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองอันจะส่งผลต่อพฤติกรรม ความพยายามที่จะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์จึงอาจมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงอาจจะมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำทำให้ผลที่ได้จากการทดลองอาจจะไม่ได้เป็นผลมาจากวิธีการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอย่างเดียวนแต่อาจเกิดมาจากการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ต่างกัน

ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม (block) ตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ เป็น 2 ระดับ คือ สูง และต่ำ และใช้แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (Randomized Block Design :RBD) เพื่อจัดตัวแปรปรบวณ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนและผู้วิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนจำนวน 6 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วผู้วิจัยเลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 2 ห้องได้แก่ ม.2/1 และ ม.2/2

2. ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

3. ผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทำเพื่อแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็น 2 กลุ่มคือนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงและนักเรียนที่มีระดับการรับรู้

ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ระดับละ 20 คน จะได้กลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน รวม 80 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาดำเนินการ 20 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็นการทดลองดังนี้

- | | |
|------------------------------|-------|
| 1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) | 2 คาบ |
| 2. ดำเนินการสอน | |
| 2.1 ปฏิสัมพันธ์ | 4 คาบ |
| 2.2 ทรงแบ่ง | 4 คาบ |
| 2.3 พิสูจน์ | 4 คาบ |
| 2.4 กรวย | 4 คาบ |
| 2.5 ทรงกลม | 4 คาบ |
| 3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) | 2 คาบ |

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์
2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC
3. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

รายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ มีดังนี้

1. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำมาจากเครื่องมือของ ทิชากร พ่วงพรม (2551:131) ที่ทำการศึกษาเรื่อง ผลของกิจกรรมเกมฝึกคิดที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน โดยใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 6 ระดับ ซึ่งมีระดับความมั่นใจตั้งแต่ 0 ซึ่งหมายความว่านักเรียนไม่มีความมั่นใจ ถึง 5 ซึ่งหมายความว่า

ว่านักเรียนมีความมั่นใจมากที่สุด จำนวน 24 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.42-0.68 ผู้วิจัยนำมาหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1.1 นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากผู้วิจัยคิดว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นระดับชั้นที่นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างจึงจะทำให้เครื่องมือที่นำไปทดลองใช้ได้ผลออกมาที่แม่นยำกว่าการทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96

1.2 นำแบบสอบถาม ที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประสาทรฐประชากิจ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อจัดเข้ากลุ่ม (block) ตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ เป็น 2 ระดับ คือ สูง และต่ำ

ตัวอย่างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์

คำชี้แจง 1. แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ฉบับนี้มีจำนวน 24 ข้อ

2. ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่า นักเรียนคิดว่านักเรียนสามารถที่จะปฏิบัติกิจกรรมนั้นโดยมีระดับความมั่นใจเท่าใด โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ที่ตรงกับระดับความมั่นใจของนักเรียน ซึ่งมีระดับความมั่นใจตั้งแต่ 0 ซึ่งหมายความว่านักเรียนไม่มีความมั่นใจถึง 5 ซึ่งหมายความว่านักเรียนมั่นใจมากที่สุด

ข้อความ	ระดับความมั่นใจ					
	0	1	2	3	4	5
<u>ด้านความรู้ ความเข้าใจ</u>						
0 นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ให้เพื่อนเข้าใจได้						
00 นักเรียนสามารถตอบปัญหาคณิตศาสตร์ที่ครูถามในชั้นเรียนได้						
<u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u>						
000 นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่กำหนดได้ถูกต้อง						
0000 นักเรียนสามารถหาแนวทางใหม่ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้						

2. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้าง 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จากเอกสาร ตำราต่างๆและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

3. วิเคราะห์ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อกำหนดตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้

4. จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 10 แผน โดยจัดแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายคาบดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-6 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-8 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-10 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	จำนวน 4 คาบ
ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย	

1. มาตรฐานการเรียนรู้
2. ตัวชี้วัด
3. สาระสำคัญ
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน
 - 4.1 ด้านความรู้
 - 4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สารการเรียนรู้
6. กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้
 - 6.1 ขั้นนำ
 - 6.2 ขั้นสอน
 - 6.2.1 ขั้น Define: D
 - 6.2.2 ขั้น Access: A
 - 6.2.3 ขั้น Plan: P
 - 6.2.4 ขั้น Implement: I
 - 6.2.5 ขั้น Communicate: C
 - 6.3 ขั้นสรุป
7. ชิ้นงาน/ภาระงาน
8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
9. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

5. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วไปทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และการวัดผลประเมินผล จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

สรุปประเด็นในการปรับแก้คือ ปรับภาษาในโจทย์ตัวอย่างของสาระการเรียนรู้และภาษาที่ครูใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ให้สละสลวยขึ้น เขียนสัญลักษณ์และรูปทรงทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้นั้้นักเรียนแสดงบทบาทเพิ่มขึ้น และปรับแก้การวัดและเครื่องมือวัดให้ชัดเจน

6. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้เรียบร้อย พร้อมทั้งจะนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 2 การหาประสิทธิภาพแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยดำเนินการหาประสิทธิภาพแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ตามเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและผลลัพธ์โดยเฉลี่ย 80/80

1. การหาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล (1:3)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง ประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ทั้งหมด 10 แผน ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล ต่างๆเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2. การหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่ม (1:9)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง ประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ได้รับการปรับปรุงจาก ขั้นตอนการทดลองข้อ 1 แล้ว นำมาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและ ไม่ใช่ชั้นนักเรียนในข้อ 1 จำนวน 9 คน โดยให้ปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน จากนั้นนำ ข้อบกพร่องทั้งหมดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พบมาปรับปรุงแก้ไข

3. การหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:30)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง ประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ได้แก้ไขตามข้อ 2 แล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่ใช่ชั้นนักเรียนในข้อ 1 และ 2 จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ พบว่าได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 84.17/83.53

4. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบ กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ได้แก้ไขตามข้อ 3 แล้ว ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากคู่มือครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ ที่อิงตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน การ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการ สอน

3.3 วิเคราะห์ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อกำหนดตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้

3.4 จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 10 แผน จัดแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายคาบดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-6 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-8 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-10 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	จำนวน 4 คาบ

ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้
2. ตัวชี้วัด
3. สาระสำคัญ
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน
 - 4.1 ด้านความรู้
 - 4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
5. สาระการเรียนรู้
6. กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้
 - 6.1 ขั้นนำ
 - 6.2 ขั้นสอน
 - 6.3 ขั้นสรุป
7. ชิ้นงาน/ภาระงาน
8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
9. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วไปทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และการวัดผลประเมินผล จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

สรุปประเด็นในการปรับแก้คือ ปรับภาษาที่ใช้ในโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนขึ้นและปรับโจทย์ปัญหาให้เป็นการแก้ปัญหาที่มากขึ้น

3.6 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม

สำหรับรายละเอียดสาระการเรียนรู้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 10 แผนและการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแสดงดังตาราง 4 และตาราง 5 ตามลำดับ

ตาราง 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และสาระการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1-2	ปริซึม	การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม	4
3-4	ทรงกระบอก	การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	4
5-6	พีระมิด	การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	4
7-8	กรวย	การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	4
9-10	ทรงกลม	การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	4

ตาราง 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการ แก้ปัญหา DAPIC)	กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบปกติ)
ขั้นนำ ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อทบทวนความรู้เดิมของ นักเรียนโดยการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียน ได้คิดโต้แย้งตามความเข้าใจที่ผ่านมาด้วย ตนเองโดยครูคอยชี้แนะเพิ่มเติมและสร้างความ สนใจเพื่อจะเรียนในเนื้อหาต่อไป	ขั้นนำ ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเพื่อ เตรียมพร้อมในการเรียนเนื้อหาต่อไป
ขั้นสอน ครูดำเนินการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการ DAPIC โดยในระหว่างสอนครูใช้คำถามระดับสูง ประกอบ <u>ขั้นตอน ดี (D)</u> นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ จะแก้ โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหาได้อย่างชัดเจน สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และ โจทย์ต้องการให้หาอะไร <u>ขั้นตอน เอ (A)</u> นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ ระหว่างปัญหากับความรู้เดิม โดยครูใช้คำถาม ระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมออกมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่ กำหนดเพื่อจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในขั้น ต่อไป <u>ขั้นตอน พี (P)</u> นักเรียนวางแผนวิธีการแก้ปัญหา โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นเพื่อให้นักเรียน แสดงแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและ ยุทธวิธีที่จะเลือกใช้นั้นให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	ขั้นสอน ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว ทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในคู่มือครู กลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังเช่น -ครูอธิบาย/ยกตัวอย่างเนื้อหาที่สอน -ครูใช้การถาม-ตอบประกอบการอธิบาย -ครูเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะสอน เพื่อเป็นตัวอย่างให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหา -ครูและนักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่ครูยกตัวอย่างโดยใช้การสนทนา และถามตอบประกอบการอธิบายและเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้ซักถามเมื่อไม่เข้าใจ -ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่ม ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มโดยครูคอยสังเกตและให้คำแนะนำ เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย

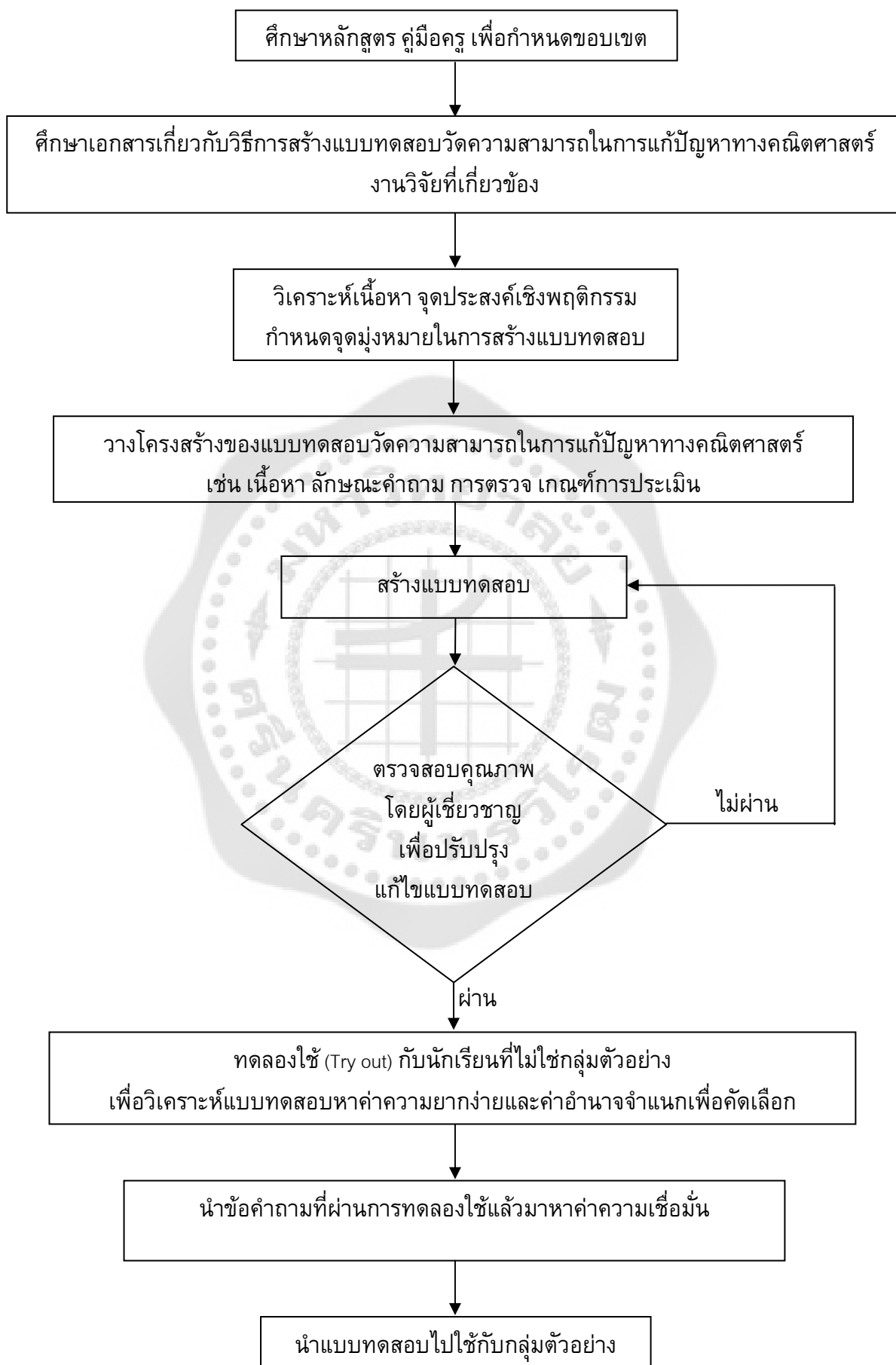
ตาราง 5 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ DAPIC)	กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ ปกติ)
<u>ขั้นตอน ไอ (I)</u> นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นเกี่ยวกับวิธีที่นักเรียนกำลังปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้องมากขึ้นและมองเห็นข้อผิดพลาดที่ชัดเจนขึ้นจากผลของการปฏิบัติงาน <u>ขั้นตอน ซี (C)</u> นักเรียนนำผลการดำเนินงานมาวิเคราะห์ และร่วมการอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามระดับสูงนำการอภิปรายของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่	-ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน โดยมีเพื่อนในห้องและครูคอยช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ
<u>ขั้นสรุป</u> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปสาระที่เรียน โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นนำความคิดของนักเรียนให้ร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียนพร้อมกับการประเมินผลการเรียนการสอนโดยครู	<u>ขั้นสรุป</u> -ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระและความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน -ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย -ครูมอบหมายการบ้านหรือชิ้นงานเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มเพื่อนำส่งในครั้งต่อไป

4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย 5 ข้อ

ใช้เวลา 50 นาที ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน แสดงในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 8 เป็นการแสดงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครูการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.2 ศึกษาทฤษฎี วิธีการสร้างแบบทดสอบ การวัดผล การประเมินผลการเรียน และเทคนิคการสร้างแบบทดสอบ

4.3 กำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ จุดประสงค์ของการเรียนรู้ และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัด

4.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ น้ำหนักคะแนนข้อละ 4 คะแนน น้ำหนักคะแนนรวม 20 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของผู้เรียนในภาพรวมที่กำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ซึ่งผู้วิจัยอ้างอิงจากการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2555: 128-129) ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การพิจารณา
4 ดีมาก	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงผลลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 พอใช้	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงผลลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 ต้องปรับปรุง	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงผลลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างแบบบันทึกผลการประเมินแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์						
ชื่อผู้เรียน.....ชั้น.....เลขที่.....						
ข้อที่	คะแนนตามระดับคุณภาพ				น้ำหนัก คะแนน	คะแนนที่ได้ (คะแนน×น้ำหนัก)
	4	3	2	1		
1						
2						
3						
4						
5						
รวม						
ร้อยละของคะแนนรวม = $\frac{\text{คะแนนที่ได้รวม}}{(\text{น้ำหนักคะแนนรวม} \times 4)} \times 100 = \dots\dots\dots$ สรุประดับคุณภาพของผลงาน ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ต้องปรับปรุง ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข ลงชื่อผู้ประเมิน.....วันที่.....						

ที่มา:สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555: 129).
การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.

ตาราง 7 เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพของการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน	แปลคุณภาพ
ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ดีมาก
ร้อยละ 60-79	ดี
ร้อยละ 40-59	พอใช้
ร้อยละต่ำกว่า 40	ต้องปรับปรุง

4.5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เน้นการวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้จำนวน 10 ข้อ

4.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ พบว่าได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 -1.00

4.7 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรมาแล้ว มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คนเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach) จากผลการวิเคราะห์ทำการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ไว้จำนวน 5 ข้อ มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.38-0.59 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.70 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.87

4.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน

5.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครูการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งเป็นวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ด้าน ด้านละ 10 ข้อ ได้แก่ ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Credibility of source and observation) ด้านความสามารถในการอุปนัย (Induction) ด้านความสามารถในการนิรนัย (Deduction) ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) และกำหนดการให้คะแนนโดยถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

ตาราง 8 การแปลผลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ช่วงคะแนน	แปลคุณภาพ
26-30	ดีมาก
21-25	ดี
16-20	พอใช้
น้อยกว่า 16	ปรับปรุง

5.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและความครอบคลุมของแบบทดสอบ จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ พบว่าได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

5.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรมาแล้ว มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คนเพื่อหาค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson จากผลการวิเคราะห์พบว่ามีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 32 ข้อ ทำการคัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.38-0.70 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR – 20 มีค่าเท่ากับ 0.85

5.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประสาทรฐประชากิจที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต

ข้อ (0) ฟ้ากับฝนทนกันถึงเรื่องส่วนสูงของทรงกระบอกโดยฟ้าบอกว่า “แกนของทรงกระบอกตรงก็คือส่วนสูงของทรงกระบอกตรง” ส่วนฝนบอกว่า “แกนของทรงกระบอกตรงหรือทรงกระบอกเอียงคือส่วนสูงของทรงกระบอก” นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. ฟ้า

ข. ฝน

ค. น่าเชื่อถือพอกัน

ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

ตอบ ก.

ด้านความสามารถในการอุปนัย

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้

ในตอนท้ายของชั่วโมงวิชาคณิตศาสตร์ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการหาพื้นที่ผิวของปริซึมว่า พื้นที่ผิวของปริซึมเท่ากับสองเท่าของพื้นที่ฐานรวมกับพื้นที่ผิวข้าง

ให้นักเรียนพิจารณาคำกล่าวในแต่ละข้อ แล้วตัดสินใจว่าคำกล่าวนั้น “สนับสนุน” “คัดค้าน” “ไม่เกี่ยวข้องกับ” หรือ “ยังไม่สามารถสรุปข้อเท็จจริงได้” จากการสรุปของครูและนักเรียน

ข้อ (00) นิซากล่าวว่า “พื้นที่ผิวของปริซึมสามเหลี่ยมคำนวณได้จากการหาพื้นที่ของด้านทั้งหมด 5 ด้านรวมกัน”

ก. คำกล่าวนี สนับสนุน การสรุปของครูและนักเรียน

ข. คำกล่าวนี คัดค้าน การสรุปของครูและนักเรียน

ค. คำกล่าวนี ไม่เกี่ยวข้องกับ การสรุปของครูและนักเรียน

ง. คำกล่าวนี ยังไม่สามารถสรุปได้

ตอบ ก.

ด้านความสามารถในการนิรนัย

ข้อ (000) ส่วนสูงของพีระมิตใด ๆ จะตั้งฉากกับฐานที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากจุดยอดมุมของรูปเหลี่ยมที่เป็นฐานเป็นระยะเท่ากัน ถ้าพีระมิตตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสแท่งหนึ่ง มีฐานยาวด้านละ 8 เซนติเมตร และมีสูงเอียงยาว 5 เซนติเมตร ส่วนสูงของพีระมิตนี้จะสรุปได้อย่างไร

- ก. พีระมิตตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีส่วนสูง 5 เซนติเมตร
- ข. พีระมิตตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีส่วนสูง 4 เซนติเมตร
- ค. พีระมิตตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีส่วนสูง 3 เซนติเมตร
- ง. พีระมิตตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีส่วนสูง 2 เซนติเมตร

ตอบ ค.

ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อ (0000) “ปริซึมฐานสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีด้านประกอบมุมยอดยาว 5 เซนติเมตร ฐานยาว 8 เซนติเมตร และปริซึมมีปริมาตร 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร ” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

- ก. สามเหลี่ยมหน้าจั่วมีสูงยาว 5 เซนติเมตร
- ข. สามเหลี่ยมหน้าจั่วมีสูงยาว 8 เซนติเมตร
- ค. ปริซึมฐานสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีส่วนสูง 10 เซนติเมตร
- ง. ปริซึมฐานสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีพื้นที่ฐาน 12 เซนติเมตร

ตอบ ง.

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Block Design (จิราวัลย์ จิตรถเวช.2552:97) โดยมีตัวแปรที่ศึกษาดังนี้

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 วิธีคือ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการ แก้ปัญหา DAPIC
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรจัดกลุ่ม ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์แบ่งเป็น กลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ

- ตัวแปรตาม ได้แก่
1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างแบบแผนการทดลองแบบ Randomized block design (RBD) ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 80 คน โดยแยกตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้าน
คณิตศาสตร์ สูง และต่ำ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การรับรู้ความสามารถของตนเอง ด้านคณิตศาสตร์	กลุ่ม		รวม
	ทดลอง	ควบคุม	
สูง	20	20	40
ต่ำ	20	20	40
รวม	40	40	80

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขั้นตอนเตรียมการ

1.1 นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ไปทำการวัดกับนักเรียนโดยใช้แจ้งวัตถุประสงค์และวิธีการตอบแบบสอบถามเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจตรงกัน โดยให้นักเรียนเขียนชื่อ เลขที่ ชั้นให้ชัดเจน เพื่อสะดวกในการสุ่มเข้ากลุ่มตัวอย่าง

1.2 นำแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดนำคะแนนที่ได้แต่ละชุดมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยแล้วจัดเข้ากลุ่มทดลองตามแบบแผนการทดลองดังกล่าวข้างต้น

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในช่วงเรียนปกติตามตารางสอนของโรงเรียนประจำรัฐประชากิจ โดยนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ส่วนนักเรียนชั้นที่เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งแต่ละกลุ่มใช้เวลารวม 20 คาบ คาบละ 50 นาที

2.3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มครบตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 คาบแล้ว ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

2.4 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจ 2 คน คือ ผู้วิจัยและครูผู้สอนคณิตศาสตร์ และทำการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์คะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังการเรียน

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตร KR-20 ของ กูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบทางเดียว (One-Way MANOVA)

3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปร

จัดกลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ของ
แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม(RBD)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลมีความสะดวกและมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนความหมายดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (mean)
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
F	แทน	สถิติทดสอบ (F-test)
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกยกกำลังสอง (Mean Square)
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
p-value	แทน	ค่าความน่าจะเป็น (ระดับนัยสำคัญ)
df	แทน	ชั้นของความอิสระ (degree of freedom)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบทางเดียว (One-Way MANOVA)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC และกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ของแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม(RBD)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนโดยรวมของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 11.35 และ 10.70 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.69 และ 2.58 ตามลำดับและเมื่อพิจารณาตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์พบว่ากลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 13.23 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.59 และกลุ่มต่ำมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 8.83 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.30

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยรวมของนักเรียน 2 กลุ่ม พบว่า ของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.73 และ 11.83 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.88 และ 2.57 ตามลำดับและเมื่อพิจารณาตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์พบว่ากลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 15.52 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.15 และกลุ่มต่ำมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 11.02 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.06 โดยรายละเอียดแสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่จำแนกตามการรับรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์

กลุ่ม	ความสามารถ	n	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)		ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ทดลอง	สูง	20	13.60	1.57	17.10	1.52
	ต่ำ	20	9.10	1.33	12.35	1.69
รวม		40	11.35	2.69	14.73	2.88

ตาราง 10 (ต่อ)

กลุ่ม	ความสามารถ	n	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)		ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ควบคุม	สูง	20	12.85	1.57	13.95	1.40
	ต่ำ	20	8.55	1.23	9.70	1.46
รวม		40	10.70	2.58	11.83	2.57
รวม	สูง	40	13.23	1.59	15.52	2.15
	ต่ำ	40	8.83	1.30	11.02	2.06
รวม		80	11.02	2.64	13.27	3.08

2. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนโดยรวมของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มทดลองเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.12 และ 16.05 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.94 และ 3.76 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์พบว่ากลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 19.32 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.15 และกลุ่มต่ำมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 12.85 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.86

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนโดยรวมของนักเรียน 2 กลุ่ม พบว่า ของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.77 และ 17.13 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.23 และ 3.88 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์พบว่ากลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 22.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.80 และกลุ่มต่ำมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 15.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.61 โดยรายละเอียดแสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่จำแนกตามการรับรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์

กลุ่ม	ความสามารถ	n	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ทดลอง	สูง	20	19.20	2.07	24.40	2.16
	ต่ำ	20	12.90	1.94	17.15	2.08
รวม		40	16.05	3.76	20.77	4.23
ควบคุม	สูง	20	19.45	2.28	20.50	1.85
	ต่ำ	20	12.80	1.82	13.75	1.89
รวม		40	16.12	3.94	17.13	3.88
รวม	สูง	40	19.32	2.15	22.45	2.80
	ต่ำ	40	12.85	1.86	15.45	2.61
รวม		80	16.09	3.82	18.95	4.43

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบทางเดียว (One-Way MANOVA)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 โดยพบว่าหลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 14.73 และ 11.35 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.88 และ 2.69 ตามลำดับและหลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.77 และ 16.05 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.23 และ 3.76 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบทางเดียว ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง ประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

ตัวแปรตาม	ก่อนการจัดกิจกรรม		หลังการจัดกิจกรรม	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	11.35	2.69	14.73	2.88
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	16.05	3.76	20.77	4.23

Effect	Multivariate Test	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
ก่อน-หลัง	Pillai's Trace	.94	582.87	1	39.00	.00
	Wilk's Lambda	.06	582.87	1	39.00	.00
	Hotelling's Trace	14.95	582.87	1	39.00	.00
	Roy's Largest Root	14.95	582.87	1	39.00	.00

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC และกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติโดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ของแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD)

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ผู้วิจัยนำคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาจัดเป็นกลุ่ม (block) สูง และต่ำ แล้วทำการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กับกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ของแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) ผู้วิจัยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น ได้ผลดังนี้

ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กันทางบวกระดับสูง ($r = .83$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงมีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงและเป็นไปในทางกลับกัน และเมื่อตรวจสอบเมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Bartlett's test of Sphericity=8.93, df=2, p=.01) แสดงว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม โดยรายละเอียดแสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และค่าการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตัวแปรตาม	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1.00	.83*
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ		1.00
Bartlett's test of Sphericity =8.93*		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากกว่า 50 คน จึงพิจารณาจากค่าสถิติ Kolmogorov-Smirnov ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการแจกแจงแบบปกติ ($p=.14$ และ $p=.05$ ตามลำดับ) และการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการแจกแจงแบบปกติ ($p=.05$ และ $p=.07$ ตามลำดับ) โดยรายละเอียดแสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 การแจกแจงแบบปกติของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตัวแปรตาม	กลุ่ม	Kolmogorov-Smirnov(a)		Shapiro-Wilk	
		df	p-value	df	p-value
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ทดลอง	40	.144	40	.159
	ควบคุม	40	.050	40	.075
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	ทดลอง	40	.050	40	.093
	ควบคุม	40	.073	40	.116

ตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากร โดยใช้สถิติทดสอบ Box's M พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Box's M = 2.59, F=.27, df1=9, df2=66191.846, p=.98) แสดงว่าตัวแปรตามทั้งสองตัวมีเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากรเป็นเอกพันธ์กัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น และเมื่อตรวจสอบความแปรปรวนของตัวแปรตามทั้งสองด้วยการพิจารณาค่า Levene's Test พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=.54, df1=3, df2=76, p=.66) และ (F=.39, df1=3, df2=76, p=.76) ตามลำดับ จึงเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น รายละเอียดดังตาราง 15

ตาราง 15 ความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตัวแปร	Levene's Test	p-value
	F	
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	.54	.66
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	.39	.76
Box's M = 2.59, F=.27, df1=9, df2=66191.846, p=.98		

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าอิทธิพลของวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Hotelling's Trace มีค่า p=.00) โดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม (Block) รายละเอียดดังตาราง 16

ตาราง 16 อิทธิพลของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

Effect	Multivariate Test	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
รูปแบบการจัดกิจกรรม	Pillai's Trace	.60	56.95	2	75.00	.00
	Wilk's Lambda	.40	56.95	2	75.00	.00
	Hotelling's Trace	1.52	56.95	2	75.00	.00
	Roy's Largest Root	1.52	56.95	2	75.00	.00

จากผลการทดสอบความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบสองทางดังกล่าว พบว่าวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันมีผลให้ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน จึงต้องทำการตรวจสอบต่อไปว่าแตกต่างกันอย่างไรด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนหนึ่งตัวแปร (Univariate Test) ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=72.84$, $df = 1$, $p = .00$) โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 14.73 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.88 ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.83 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.57 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=66.59$, $df = 1$, $p = .00$) โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 20.77 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.23 ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.13 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.88 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม

รายละเอียดดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ (เต็ม 20 คะแนน)	S.D.	SS	df	MS	F	p- value
ทดลอง	40	14.73	2.88	168.20	1	168.20	72.84*	.00
ควบคุม	40	11.83	2.57					
กลุ่ม	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย การคิดอย่างมี วิจารณญาณ (เต็ม 30 คะแนน)	S.D.	SS	df	MS	F	p- value
ทดลอง	40	20.77	4.23	266.45	1	266.45	66.59*	.00
ควบคุม	40	17.13	3.88					

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยโดยสรุปดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติโดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ อำเภอตำบโนนสะอาด จังหวัดราชบุรี ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนและผู้วิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยวิธีการนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนจำนวน 6 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วผู้วิจัยเลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 2 ห้อง และทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวนทั้งหมด 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำมาจากเครื่องมือของ ทิชากร พ่วงพรม (2551) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 6 ระดับ ซึ่งมีระดับความมั่นใจตั้งแต่ 0 ซึ่งหมายความว่านักเรียนไม่มีความมั่นใจ ถึง 5 ซึ่งหมายความว่านักเรียนมีความมั่นใจมากที่สุดจำนวน 24 ข้อ

2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ผู้วิจัยดำเนินการในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้คือ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบแล้วตรวจให้คะแนนและเก็บคะแนนรวบรวมผลไว้ จากนั้นดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในชั่วโมงเรียนปกติตามตารางสอนของโรงเรียนประสาธน์รัฐประชากิจ โดยนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ส่วนนักเรียนชั้นที่เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งแต่ละกลุ่มใช้เวลารวม 20 คาบ คาบละ 50 นาที และเมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร แล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และนำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังเรียน ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบทางเดียว (One-Way MANOVA) และตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ของแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่ม (RBD)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลได้ ดังนี้

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=.00$) โดยคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนและก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 14.73 และ 11.35 ตามลำดับ คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนและก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 20.77 และ 16.05 ตามลำดับ

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=.00$) โดยคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเท่ากับ 14.73 และ 11.83 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเท่ากับ 20.77 และ 17.13 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาตามคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 11.35 และ 2.69 ตามลำดับและหลังการจัดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ยและ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.73 และ 2.88 ตามลำดับซึ่งจะเห็นว่าก่อนการจัดกิจกรรมคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการกระจายน้อยกว่าหลังการจัดกิจกรรมทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาที่คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนการจัดกิจกรรมพบว่าเท่ากับ 16.05 และ 3.76 ตามลำดับและหลังการจัดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 20.77 และ 4.23 ตามลำดับจะเห็นว่าก่อนการจัดกิจกรรมคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมีการกระจายน้อยกว่าหลังการจัดกิจกรรมซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC มีผลต่อพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่พิจารณาจากคะแนนที่มีการกระจายสูงเมื่อเทียบกับก่อนการจัดกิจกรรมที่คะแนนของนักเรียนแต่ละคนยังใกล้เคียงกันทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC นั้นมีขั้นตอนต่างๆที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ได้ฝึกวางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบโดยการสำรวจและทำความเข้าใจปัญหาศึกษาค้นคว้ากลยุทธ์ต่างๆในการแก้ปัญหาด้วยตนเองอีกทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายแสดงความคิดเห็นต่อแนวคิดที่ได้กระทำโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางเพื่อให้ นักเรียนวางแผนการทำงานและดำเนินการตามแผนด้วยตนเองได้ซึ่งในแต่ละกระบวนการของการแก้ปัญหาครูจะมีการใช้คำถามระดับสูงเข้าไปสอดแทรกเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาได้เร็วขึ้นกว่าที่นักเรียนพยายามคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างเดียวซึ่งคำถามที่ครูใช้จะเป็นคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดที่หลากหลายและเป็นคำถามที่ช่วยขยายความเข้าใจของนักเรียนให้ชัดเจนขึ้นจนสามารถแก้สถานการณ์ปัญหาได้สำเร็จนอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ยังช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้สูงขึ้นเนื่องจากในแต่ละสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบต้องมีการวางแผนการแก้ปัญหที่เป็นขั้นตอนซึ่งในแต่ละขั้นตอนหรือกระบวนการที่นักเรียนวางแผนอยู่นั้นต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและละเอียดถี่ถ้วน เพื่อจะสามารถอธิบายและให้เหตุผลของการหาคำตอบได้อีกทั้งการใช้คำถามระดับสูงของครูยังเป็นตัวกระตุ้นการคิดที่สำคัญให้กับนักเรียนเพราะการใช้คำถามระดับสูงเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนรู้ว่าการใช้คำถามระดับต่ำที่เป็นเพียงการท่องจำของข้อเท็จจริงซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของโทมัสและโจเซฟา (Thomas and Josepha. 1998:504-508) ที่สรุปได้ว่าการใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาและสามารถแก้ปัญหได้ซึ่งเป็นกลยุทธ์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและอาจเป็นกุญแจสำคัญในการสนับสนุนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหได้ด้วยตนเองและนอกจากนี้การใช้คำถามของผู้สอนเป็นปัจจัยสำคัญยิ่ง

ต่อการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอน บางครั้งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้การใช้คำถามระดับสูงของครูจะช่วยขยายความคิดในสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้วจนผู้เรียนค่อยๆตอบได้และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ (อัมพร ม้าคะนอง.2553:77)จากคำกล่าวนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของลิซ่าและมาร์ค (Lisa Gueldenzoph Snyder, Mark J. Snyder. 2008:90) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโดย 1. ใช้กลยุทธ์การเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากกว่าอาศัยการบรรยายและการท่องจำ 2. มุ่งเน้นการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับกระบวนการของการเรียนรู้มากกว่า เนื้อหาอย่างเดียว และ 3. ใช้เทคนิคการประเมินที่ให้นักเรียนได้แสดงความท้าทายทางปัญญามากกว่าใช้การจดจำและหลายๆอุปสรรคที่สามารถขัดขวางการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่น ขาดการฝึกอบรม ทริพยากรที่มีจำกัด มีอคติ และขาดการวางแผนด้านเวลาเพื่อจะส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการศึกษาพบว่าการมีส่วนร่วมของนักเรียนอย่างแข็งขันในกิจกรรมหรือการทำงานร่วมกันสามารถสนับสนุนการพัฒนาด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนถ้าได้รับการสอนแบบกระบวนการคิด ใช้เทคนิคการตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพและการให้คำแนะนำเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC มีส่วนช่วยในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนจนสามารถมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาตามคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่ากลุ่มควบคุมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 11.83 และ 2.57 ตามลำดับกลุ่มทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.73 และ 2.88 ตามลำดับซึ่งจะเห็นว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีการกระจายน้อยกว่ากลุ่มทดลองทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาที่คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในกลุ่มควบคุมพบว่าเท่ากับ 17.13 และ 3.88 ตามลำดับและกลุ่มทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 20.77 และ 4.23 ตามลำดับจะเห็นว่าคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีการกระจายน้อยกว่ากลุ่มทดลองซึ่งหมายความว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณใกล้เคียงกันจึงทำให้คะแนนมีการกระจายน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ทำให้ความสามารถของนักเรียนแต่ละคนเพิ่มขึ้นตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ที่สูงและต่ำจึงเป็นเหตุให้การกระจายของคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ขั้น Define: D เป็นการทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ขั้น Assess: A เป็นการประเมินสถานการณ์ปัญหาเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา ขั้น Plan: P เป็นการวางแผนเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ขั้น Implement: I เป็นขั้นของการทำตามแผนที่วางไว้และขั้น Communicate: C เป็นขั้นการวิเคราะห์ประเมินผล (Meier, Hovde, and Meier. 1996:234-235) โดยแผนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยขั้นนำเข้าสู่บทเรียนมีครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดได้อธิบายตามความเข้าใจที่ผ่านมาด้วยตนเองโดยครูคอยชี้แนะเพิ่มเติมและสร้างความสนใจเพื่อเรียนในเนื้อหาต่อไป ขั้นสอนเป็นการจัดกิจกรรมเพื่อเสนอเนื้อหาใหม่โดยครูจะดำเนินการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการ DAPIC และในระหว่างสอนครูมีการใช้คำถามระดับสูงประกอบเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่นำไปสู่ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และขั้นสรุป ซึ่งครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายและสรุปสาระที่เรียน โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นนำความคิดของนักเรียนให้ร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียนพร้อมกับการประเมินผลการเรียนการสอนและในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรนั้นครูจะมีแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาประกอบโดยในแบบฝึกแต่ละข้อครูจะแยกเป็นขั้นตอนตามกระบวนการ DAPIC ให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาครูจะเลือกสถานการณ์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตจริงมาประยุกต์กับเรื่องที่เรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาฝึกเรียนรู้และฝึกคิดหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเองหรืออาจร่วมกันระดมความคิดกับเพื่อนเพื่อช่วยกันแก้ปัญหาตามกระบวนการแต่ละขั้นที่ครูจัดไว้ให้โดยไม่ต้องรอครูเป็นผู้ทำและนักเรียนทำตาม อีกทั้งยังฝึกให้นักเรียนมีความชำนาญในการแก้ปัญหาฝึกใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สามารถนำทักษะนี้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาต่างๆที่พบเจอได้ตลอด ซึ่งจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ประกอบการใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนนั้นสอดคล้องกับแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550 : 153-158) ที่สรุปได้ว่าครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้องซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจมาศ จิมมาลี (2550: 164-166) ที่ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้

คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิคที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิค มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555:93-99) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC นี้ มีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้สูงกว่านักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผลดีครูผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจในวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นอย่างดี และเตรียมพร้อมโดยการศึกษาเนื้อหา จัดเตรียมเอกสารแบบฝึกหัดให้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนฉะนั้นเพื่อให้ นักเรียนมีความสนใจตลอดการเรียนรู้และไม่เบื่อหน่ายครูควรมีการสร้างคำถามและสถานการณ์แปลกใหม่ที่กระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบและตื่นตัวกับการเรียนตลอดเวลา

1.3 การนำคำถามระดับสูงไปใช้ครูควรคำนึงถึงภาษาที่ใช้ในการสื่อสารกับนักเรียนให้เหมาะสมกับวัยและสติปัญญาของนักเรียนที่จะสามารถรับรู้และเข้าใจสิ่งที่ครูถามได้อีกทั้งคำถามของครูควรเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดที่หลากหลายตามสถานการณ์จริงที่ดึงดูด

ให้นักเรียนได้แสดงความรู้พื้นฐานออกมาหาคำตอบและครูควรให้เวลาในการคิดและอภิปรายกับประเด็นคำถาม

1.4 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ไม่มีการกำหนดว่าต้องเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และไม่จำเป็นต้องทำตามเป็นลำดับขั้นตอนหรือเป็นวงจร ฉะนั้นครูจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างอิสระโดยครูเป็นเพียงผู้คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 จากผลการทดลองพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง ประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้นกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการแบ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้นเมื่อพบสถานการณ์ปัญหาและสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนของกระบวนการที่ได้เรียนรู้มาประกอบกับครูมีการใช้คำถามระดับสูงเพื่อช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้เกิดการคิดวิเคราะห์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อช่วยให้สามารถหาคำตอบของปัญหาได้เร็วขึ้นกว่าการที่นักเรียนคิดด้วยตัวเองดังนั้นเพื่อเป็นการยืนยันว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนโดยมีการใช้คำถามระดับสูงเข้าไปประกอบด้วยจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้จริงจึงควรศึกษากับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหารูปแบบอื่นที่มีการใช้คำถามระดับสูงเข้าไปประกอบด้วย

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ นอกจากนั้นในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น เกิดการคิดวิเคราะห์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย ดังนั้นควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย



บรรณานุกรม

- กฤษฎา วรพิน. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กษมา วุฒิสารพัฒนา. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดพะเยา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กัญญา วีรบรรณธน. (2552). เทคนิคการตั้งคำถาม.สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557, จาก <http://www.nsdv.go.th/innovation/questioning.html>
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส .
- จิราวัลย์ จิตรถเวช. (2552). การวางแผนและการวิเคราะห์การทดลอง. กรุงเทพฯ: โครงการส่งเสริมและพัฒนาเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด:ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตน์; และ องอาจ นัยพัฒน์. (2551). แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและสถิติวิเคราะห์: แนวคิดพื้นฐานและวิธีการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชิดศักดิ์ ภัคดีวิโรจน์. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ทิชากร พ่วงพรหม. (2551). ผลของกิจกรรมเกมฝึกคิดที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แหมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- นิตยา ธรรมมิกะกุล. (2550). พัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกันของโรงเรียนในกลุ่มศรีนครินทร์ กรุงเทพมหานคร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เบญจมาศ จิมมาลี. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนา ความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวิไลที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บรรจง อมรชีวิน. (2554). *Thinking School* สอนให้คิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- ประจบ แสงสีบบ. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติวิทยา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนทัย ชาญธัญกรรม. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังรูปตัววี (Vee Diagrams) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2556). การจัดทำยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาระดับพื้นฐานให้เกิดความรับผิดชอบ. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

- เรวดี มีสุข. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วราภรณ์ สุรัตนกร. (2540). ผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิไล บุญธรังศรี. (2550). ผลการฝึกทักษะแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism)ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสัมพันธ์ (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(ANCOVA). ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ บริษัท ตาปลา พับลิเคชั่น จำกัด.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทจร. (2556,กุมภาพันธ์-สิงหาคม). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริงโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์: หน้า 19
- ศราวุธ จอมนำ. (2557). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- คันสนีย์ จันทรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. (2544). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking). กรุงเทพฯสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- ศิริญา ทาคำถา. (2550). ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง.วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.ถ่ายเอกสาร.
- ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา มจพ. (2545, สิงหาคม). เทคนิคการใช้คำถาม.QA-NEWS: KMITNB.(29).สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2557, จาก http://www.qa.kmutnb.ac.th/qa_news/2545/QANEWS29_25450801.pdf

- สันนิสา สมัยอยู่. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผล คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน). (2556). ระบบประกาศและรายงานผลสอบโอเน็ต. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2557, จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สิริรัตน์ ผลขวัญโชติกา. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E□2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ. (2555). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). นโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและพัฒนา นโยบาย สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์:การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อำภารัตน์ ผลารรณ์. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความน่าจะเป็น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และความมีวินัยในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Altintas,Esra ;& Ozdemir,Ahmet Sukru. (2012). The effect of teaching with the mathematics activity based on purdue model on critical thinking skills and mathematics problem solving attitudes of gifted and non-gifted students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.46:853-857
- Fung,D. (2014). Promoting critical thinking through effective group work: A teaching intervention for Hong Kong primary school students. *International Journal of Educational Research*. 66:45-62
- Jacob,Seibu Mary. (2012). Mathematical achievement and critical thinking skills in asynchronous discussion forums. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.31: 800-804
- Jackson,L.(2000).Increasing Critical Thinking Skills To Improve Problem-Solving Ability in Mathematics.Master of Arts Action Research Project.Graduate Faculty.Saint Xavier University.
- Jeffrey,W.W.(2001,November/December). Higher Order Teacher Questioning of Boys and Girls in Elementary Mathematics Classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*. 95(2):84
- Jihyun Lee. (2009). Universals and specifics of math self-concept,math self-efficacy,and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences*.19(2009):355-365
- Luthans;et al.(2007).Positive Psychological Capital:Measurement and Relationship with Performance and Satisfaction. *Published in Personnel Psychology*. 60(2007): 541-572
- Meier,S.L.;et al. (1996). Problem Solving: Teachers9 Perceptions, Content Area Models, and Interdisciplinary Connections. *School Science and Mathematics*. 96(5):230-237
- Nunokawa, K. (2005,September). Mathematical problem solving and learning mathematics:What we expect students to obtain. *Journal of Mathematical Behavior*. 24:325-340

- Panaoura,A.(2012). Improving problem solving ability in mathematics by using a Mathematical model: A computerized approach. *Computers in Human Behavior*. 28:2291-2297
- Polya, George. (1957). How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method. Garden City, New York: Doubleday Company.
- Ryan,F.L. (1973,Spring).Differentiate Effects of Levels of Questioning on Student Achievement. *The Journal of Educational Research*. 41:63-70
- Rosemary Schmalz, S. P. Categorization of Questions that Mathematics Teachers ask. *Mathematics Teacher* 66 ,7 (November 1973):616-629
- Renaud,D.;&Murray,G.(2007,May).The validity of Higher-Order Questions as A Process Indicator of Educational Quality. *Research in Higher Education*. 48(3):319-351
- Snyder,Lisa Gueldenzoph;& Snyder, Mark J.(2008,Spring/Summer).Teaching Critical Thinking and Problem Solving Skills. *The Delta Pi Epsilon*. L(2) :90-97
- Thomas,R.;& Josepha,R.(1998,May).Using Questions to help children Build Mathematical Power. *Teaching Children Mathematics*: 504-507
- William,Kenneth M.(2003,March).Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance. *Mathematics Teacher*. 96(3):185-187

ภาคผนวก





รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ดร. ขวัญ เพียชัย	อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ธนชัย ภูอุดม	อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. พนิดา มารุ่งเรือง	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.อิทธิพัทธ์ สุทนต์พรกุล	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์สุรศักดิ์ แก้วทอง	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี

ภาคผนวก ข
หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ





ที่ ศธ 0519.12/3433

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 กรกฎาคม 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ

เนื่องด้วย นางสาววันวิสาข์ อ็อกจินตานิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนา
ศักยภาพมนุษย์ (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำ
ปริญญานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการ
แก้ปัญหา DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี อาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ สังกา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์
ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญนายสุรศักดิ์ แก้วทอง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการสอน และแบบวัด

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้
นางสาววันวิสาข์ อ็อกจินตา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 085-176-9715

ภาคผนวก ค
ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item - objective congruence: IOC)
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item - objective congruence: IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัย เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของเนื้อหา (IOC)	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5		
1	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
2	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
4	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
7	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
8	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
12	-1	1	1	1	1	0.6	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
14	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
18	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
21	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
22	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
23	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
25	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
26	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
27	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
28	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของเนื้อหา (IOC)	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5		
29	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
30	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
33	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้

ภาคผนวก ง
ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item - objective congruence: IOC)
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item - objective congruence: IOC) ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของเนื้อหา (IOC)	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
8	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
10	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้

ภาคผนวก จ
ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (KR-20)

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (KR-20)

ข้อที่	p	ผลการ วิเคราะห์	r	ผลการ วิเคราะห์	ผลการ พิจารณา
1	0.60	ผ่านเกณฑ์	0.20	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
2	0.50	ผ่านเกณฑ์	0.40	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
3	0.68	ผ่านเกณฑ์	0.25	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
4	0.45	ผ่านเกณฑ์	0.30	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
5	0.55	ผ่านเกณฑ์	0.30	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
6	0.63	ผ่านเกณฑ์	0.55	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
7	0.63	ผ่านเกณฑ์	0.45	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
8	0.13	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.15	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
9	0.13	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.25	ผ่านเกณฑ์	คัดออก
10	0.05	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.00	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
11	0.80	ผ่านเกณฑ์	0.20	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
12	0.57	ผ่านเกณฑ์	0.45	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
13	0.65	ผ่านเกณฑ์	0.60	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
14	0.43	ผ่านเกณฑ์	0.45	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
15	0.23	ผ่านเกณฑ์	0.05	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
16	0.65	ผ่านเกณฑ์	0.30	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
17	0.08	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.05	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
18	0.93	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.15	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
19	0.28	ผ่านเกณฑ์	-0.25	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
20	0.55	ผ่านเกณฑ์	0.60	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
21	0.60	ผ่านเกณฑ์	0.30	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
22	0.45	ผ่านเกณฑ์	0.50	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
23	0.53	ผ่านเกณฑ์	0.55	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
24	0.55	ผ่านเกณฑ์	0.40	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
25	0.63	ผ่านเกณฑ์	0.25	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
26	0.53	ผ่านเกณฑ์	0.35	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
27	0.70	ผ่านเกณฑ์	0.40	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
28	0.55	ผ่านเกณฑ์	0.50	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	p	ผลการ วิเคราะห์	r	ผลการ วิเคราะห์	ผลการ พิจารณา
29	0.50	ผ่านเกณฑ์	0.50	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
30	0.57	ผ่านเกณฑ์	0.25	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
31	0.53	ผ่านเกณฑ์	0.45	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
32	0.57	ผ่านเกณฑ์	0.35	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
33	0.20	ผ่านเกณฑ์	0.30	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
34	0.38	ผ่านเกณฑ์	0.35	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
35	0.60	ผ่านเกณฑ์	0.40	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
36	0.57	ผ่านเกณฑ์	0.55	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
37	0.43	ผ่านเกณฑ์	0.35	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
38	0.68	ผ่านเกณฑ์	0.35	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
39	0.50	ผ่านเกณฑ์	0.20	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
40	0.10	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.20	ผ่านเกณฑ์	คัดออก

ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 32 ข้อ ทำการคัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .38-.70 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20-.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้สูตร $KR - 20$ มีค่าเท่ากับ .85



ภาคผนวก จ

ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (α)

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (α)

ข้อที่	p	ผลการวิเคราะห์	r	ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา
1	0.38	ผ่านเกณฑ์	0.20	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
2	0.48	ผ่านเกณฑ์	0.60	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
3	0.23	ผ่านเกณฑ์	0.15	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
4	0.54	ผ่านเกณฑ์	0.57	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
5	0.28	ผ่านเกณฑ์	0.10	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
6	0.55	ผ่านเกณฑ์	0.70	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
7	0.59	ผ่านเกณฑ์	0.57	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
8	0.63	ผ่านเกณฑ์	0.47	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
9	0.36	ผ่านเกณฑ์	0.08	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
10	0.09	ไม่ผ่านเกณฑ์	-0.03	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก

ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 ข้อ ทำการคัดเลือกไว้จำนวน 5 ข้อ มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .38-.59 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20-.70 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ .87

ภาคผนวก ข

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 22 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ทั้งหมด 6 ห้องเรียน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

ห้อง	n	$\bar{X}$	S.D.
ม.2/1	40	59.70	6.802
ม.2/2	40	59.30	6.434
ม.2/3	40	51.45	2.621
ม.2/4	39	52.92	3.452
ม.2/5	33	46.36	9.823
ม.2/6	35	41.77	11.884

จากตาราง 23 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 59.70 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.802 นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 59.30 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.434

ภาคผนวก ข
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
ที่เลือกเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 23 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	40	59.70	6.80	0.691	0.270
กลุ่มควบคุม	40	59.30	6.43		

จากตาราง แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชา
คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนกลุ่ม
ทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาคผนวก ฅ

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบ
กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ
ตามเกณฑ์ 80/80

ตาราง 24 ค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบ
กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หัวเรื่องที่	เรื่อง	เกณฑ์ 80/80	
		E_1	E_2
1	พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม	82.33	81.67
2	พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	84.17	82.67
3	พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	81.83	80.33
4	พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	85.67	86.00
5	พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	86.83	87.00
	ค่าเฉลี่ย	84.17	83.53

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบ
กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์
80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 84.17/83.53 และเมื่อพิจารณาเป็นรายหัวเรื่องย่อยทั้ง 5 เรื่อง ได้แก่พื้นที่ผิว
และปริมาตรของปริซึม, พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก, พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด,
พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย และพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม พบว่าทุกหัวเรื่องมี
ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ภาคผนวก ญ

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และคะแนนความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน



ตาราง 25 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	กลุ่ม	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
		การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
1	1	16	23	20	29
2	1	15	21	20	26
3	1	15	22	18	27
4	1	13	19	16	23
5	1	13	21	16	23
6	1	16	20	19	24
7	1	14	22	17	24
8	1	12	19	17	27
9	1	15	20	19	26
10	1	11	21	16	24
11	1	12	19	15	24
12	1	15	18	18	23
13	1	14	16	16	22
14	1	14	20	18	22
15	1	12	18	16	23
16	1	15	17	17	26
17	1	14	16	17	22
18	1	11	17	16	23
19	1	13	18	15	28
20	1	12	17	16	22
21	1	11	15	14	19
22	1	10	16	12	20
23	1	10	15	14	17
24	1	9	16	13	19
25	1	11	14	14	18
26	1	10	13	13	18
27	1	8	15	10	22

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	กลุ่ม	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
		การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	การคิดอย่างมี วิจารณญาณ
28	1	8	12	11	18
29	1	11	14	15	16
30	1	10	13	12	15
31	1	9	13	11	19
32	1	10	12	13	15
33	1	10	13	15	17
34	1	7	12	14	16
35	1	9	13	12	17
36	1	9	10	10	14
37	1	7	11	11	16
38	1	8	11	13	18
39	1	8	11	10	15
40	1	7	9	10	14
41	2	16	23	16	24
42	2	14	22	15	23
43	2	14	20	16	22
44	2	13	23	13	21
45	2	15	21	14	21
46	2	13	21	16	23
47	2	13	20	14	18
48	2	11	22	13	22
49	2	12	20	14	21
50	2	11	20	12	20
51	2	11	21	12	22
52	2	15	18	16	19
53	2	12	20	12	19
54	2	15	17	15	19
55	2	11	18	13	20

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	กลุ่ม	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
		การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	การคิดอย่างมี วิจารณญาณ
56	2	13	17	15	17
57	2	13	16	14	18
58	2	12	17	13	21
59	2	12	17	13	20
60	2	11	16	13	20
61	2	10	16	11	17
62	2	9	13	9	15
63	2	10	15	12	15
64	2	10	14	11	16
65	2	10	13	12	14
66	2	9	15	9	15
67	2	7	12	8	15
68	2	8	14	9	15
69	2	10	13	11	12
70	2	8	15	8	16
71	2	7	14	8	13
72	2	10	13	11	14
73	2	9	12	11	13
74	2	9	11	10	14
75	2	8	13	9	14
76	2	8	11	9	12
77	2	7	12	9	13
78	2	8	10	11	10
79	2	8	11	9	12
80	2	6	9	7	10

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC



ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (กลุ่มทดลอง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
 รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค23101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 หัวเรื่อง พื้นที่ผิวของปริซึม จำนวน 2 คาบ

สาระที่

สาระที่ 2 : การวัด

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

สาระที่ 6 : ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ

ความหมายทาง

คณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง
 คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ตัวชี้วัด

ค 2.1 ม.3/1 : หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก

ค 2.2 ม.3/1 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

ค 3.1 ม.3/1 : อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

3. สาระสำคัญ

ปริซึม คือรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐาน
 ทั้งคู่อยู่ในระนาบที่ขนานกันและด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

พื้นที่ผิวของปริซึม เท่ากับสองเท่าของพื้นที่ฐานรวมกับพื้นที่ผิวข้าง
 ซึ่งพื้นที่ผิวข้าง เท่ากับผลคูณของความยาวเส้นรอบฐานกับความสูงของปริซึม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

1. อธิบายลักษณะของปริซึมได้

2. อธิบายวิธีการหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้

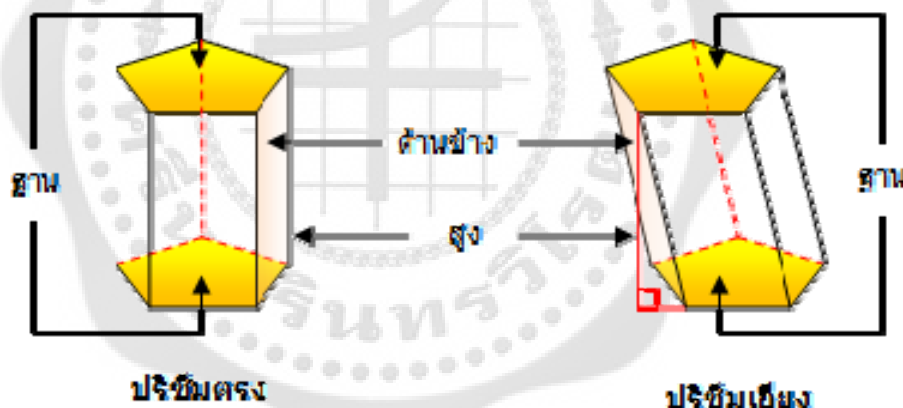
3. อธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้

- ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ
 - 1.แก้ปัญหาได้
 - 2.ให้เหตุผลได้
 - 3.สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้
 - 4.เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้
 5. คิดอย่างมีวิจารณญาณได้
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักเรียนสามารถ
 - 1.มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
 - 2.มีความรับผิดชอบ

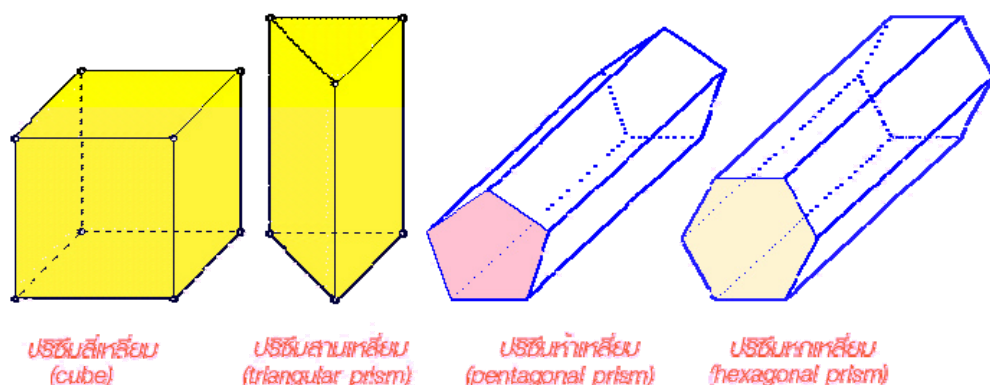
5. สารการเรียนรู้

ปริซึม (Prism)

ปริซึม คือรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งคู่อยู่ในระนาบที่ขนานกันและด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

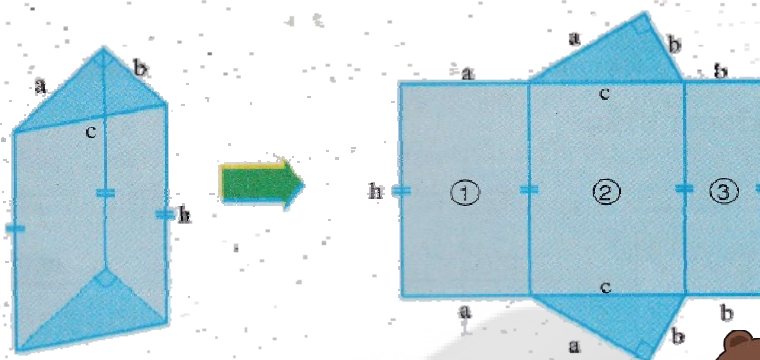


นิยมเรียกปริซึมตามลักษณะของรูปเหลี่ยมที่เป็นฐานหรือหน้าตัดหัวท้ายของปริซึมนั้น เช่น ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมห้าเหลี่ยม ปริซึมหกเหลี่ยม คือปริซึมที่มีฐานหรือหน้าตัดหัวท้ายเป็นรูปสามเหลี่ยม รูปห้าเหลี่ยม และรูปหกเหลี่ยมตามลำดับ



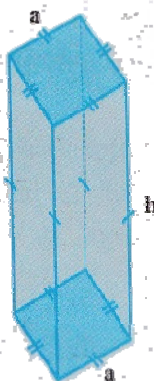
พื้นที่ผิวของปริซึม

พื้นที่ผิวของปริซึม คือผลรวมของพื้นที่ทุกด้านของปริซึม ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ฐานทั้งสอง และพื้นที่ด้านข้างทั้งหมด ดังนี้

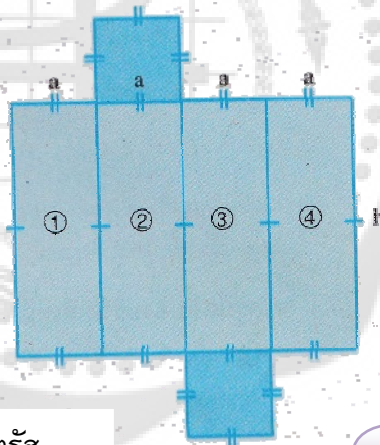


รูปคลี่ของปริซึมสามเหลี่ยมมุม

ฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
ผิวข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3 รูป



รูปคลี่ของปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ผิวข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
4 รูป

พื้นที่ผิวของปริซึม เท่ากับสองเท่าของพื้นที่ฐานรวมกับพื้นที่ผิวข้าง
ซึ่งพื้นที่ผิวข้าง เท่ากับผลคูณของความยาวเส้นรอบฐานกับความสูงของปริซึม

ตัวอย่างที่ 1 จงหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร และสูง 15 เซนติเมตร

<u>วิธีทำ</u>	จาก	พื้นที่ผิวข้าง = ความยาวเส้นรอบฐาน × ความสูง
	จะได้	พื้นที่ผิวข้าง = $(5+5+12+12) \times 15$
		= 34×15
		= 510 ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่ผิวข้างของปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่ากับ 510 ตารางเซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 2 จงหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีฐานยาว 8 เซนติเมตร และด้านประกอบ

มุมยอดยาว 10 เซนติเมตร ปริซึมมีความสูง 20 เซนติเมตร

<u>วิธีทำ</u>	จาก	พื้นที่ผิวข้าง = ความยาวเส้นรอบฐาน × ความสูง
	จะได้	พื้นที่ผิวข้าง = $(8+8+10) \times 20$
		= 26×20
		= 520 ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่ผิวข้างของปริซึมสามเหลี่ยมหน้าจั่วเท่ากับ 520 ตารางเซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 3 ปริซึมแท่งหนึ่งมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีด้านกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร และปริซึมมีความสูง 12 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของปริซึมแท่งนี้

วิธีทำ จากโจทย์พื้นที่ผิวของปริซึมประกอบด้วยพื้นที่ฐานซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 รูป และพื้นที่ผิวข้าง

จะได้	พื้นที่ฐาน = กว้าง × ยาว
	= 3×10
	= 30 ตารางเซนติเมตร
	พื้นที่ผิวข้าง = ความยาวเส้นรอบฐาน × ความสูง
	พื้นที่ผิวข้าง = $(3+3+10+10) \times 12$
	= 26×12
	= 312 ตารางเซนติเมตร
จาก	พื้นที่ผิว = สองเท่าของพื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง
	พื้นที่ผิวข้าง = $(2 \times 30) + 312$
	= $60 + 312$
	= 372 ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่ผิวของปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่ากับ 372 ตารางเซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 6 ห้องเก็บของห้องหนึ่งกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 2.5 เมตร มีประตูขนาด 1 เมตร

$\times 1.9$ เมตร อยู่หนึ่งบาน ถ้าจะปูกระเบื้องฝาห้องด้านข้างทั้งสี่ด้านและพื้นห้อง ยกเว้นประตูอยาก

ทราบว่าส่วนที่ต้องปูกระเบื้องคิดเป็นพื้นที่เท่าใด

วิธีทำ

$$\text{ฝาห้องสี่ด้านมีพื้นที่} = (3 + 4 + 3 + 4) \times 2.5$$

$$= 35 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{พื้นห้องเก็บของมีพื้นที่}$$

$$= 3 \times 4$$

$$= 12 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ฉะนั้น พื้นที่ฝาห้องสี่ด้าน} + \text{พื้นที่พื้นห้องเก็บของ} = 35 + 12 = 47 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ประตูมีพื้นที่}$$

$$= 1 \times 1.9 = 1.9 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ดังนั้น พื้นที่ที่ปูกระเบื้อง}$$

$$= (\text{พื้นที่ฝาห้องสี่ด้าน} + \text{พื้นที่พื้นห้องเก็บของ}) -$$

พื้นที่ประตู

$$= 47 - 1.9 = 45.1 \text{ ตารางเมตร}$$

ตัวอย่างที่ 7 กล่องรูปปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉากมีด้านประกอบมุมฉากยาว 12 เซนติเมตร และ 5

เซนติเมตร กล่องมีความสูง 15 เซนติเมตรและไม่มีฝาถ้าต้องการใช้กระดาษมาห่อกล่องโดยให้มี

กระดาษเหลือสำหรับพับเท่ากับ $\frac{1}{4}$ ของพื้นที่กล่องทั้งหมด อยากทราบว่าต้องใช้กระดาษห่อกล่อง

ทั้งหมดกี่แผ่นและคิดเป็นเงินเท่าไรเมื่อกระดาษมีขนาด 10×12 และมีราคาแผ่นละ 20 บาท

วิธีทำ จากโจทย์พื้นที่ผิวของกล่องรูปปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉากประกอบด้วยพื้นที่ฐานซึ่งเป็นรูป

สามเหลี่ยมมุมฉาก 1 รูปเนื่องจากไม่มีฝา และพื้นที่ผิวข้าง

$$\text{เนื่องจาก พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$\text{จะได้ พื้นที่ฐาน} = \frac{1}{2} \times 12 \times 5$$

$$= 30 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

จากฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก หาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก (a) โดยใช้
ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ดังนี้

$$a^2 = 12^2 + 5^2$$

$$a^2 = 144 + 25$$

$$a^2 = 169, a = 13$$

$$\text{จาก พื้นที่ผิวข้าง}$$

$$= \text{ความยาวเส้นรอบฐาน} \times \text{ความสูง}$$

$$\text{จะได้ พื้นที่ผิวข้าง}$$

$$= (12 + 5 + 13) \times 15$$

$$= 450 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

จะได้พื้นที่ผิวของกล่องรูปปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉาก = $30 + 450 = 480$ ตารางเซนติเมตร
จากโจทย์ต้องการใช้กระดาษห่อกล่องโดยให้มีกระดาษเหลือสำหรับพับเท่ากับ $\frac{1}{4}$ ของพื้นที่กล่อง

จะได้พื้นที่ของกระดาษในส่วนที่พับ = $\frac{1}{4} \times 480 = 120$ ตารางเซนติเมตร

ฉะนั้น กระดาษที่ต้องใช้ห่อกล่องทั้งหมดมีพื้นที่ $480 + 120 = 600$ ตารางเซนติเมตร
เนื่องจากกระดาษมีขนาด = $10 \times 12 = 120$

จะได้ จำนวนกระดาษที่ต้องใช้ = $\frac{600}{120} = 5$ แผ่น

คิดเป็นเงิน = $5 \times 20 = 100$ บาท

ดังนั้น ต้องใช้กระดาษห่อกล่องทั้งหมด 5 แผ่น คิดเป็นเงิน 100 บาท

6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงเกี่ยวกับบทเรียนที่จะศึกษาในคาบนี้ คือเรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมให้นักเรียนทราบ
2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำรูปภาพที่มีลักษณะเป็นปริซึมหลายๆแบบให้นักเรียนพิจารณาเพื่อเป็นการให้นักเรียนได้รู้จักปริซึม โดยครูใช้คำถาม ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เช่น

- ปริซึมแต่ละรูปที่นักเรียนได้สังเกตมีรูปร่างลักษณะอย่างไร (มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เหมือนกันและอยู่ในลักษณะที่ขนานกัน)

- จากรูปปริซึมทั้งหมดที่นักเรียนได้สังเกตมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร(เหมือนกันตรงด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และแตกต่างกันตรงฐานทั้งสองข้างเป็นรูปเหลี่ยมใดๆที่ไม่เหมือนกัน)

3. ครูให้เวลานักเรียนได้คิดและร่วมกันอภิปรายโดยมีครูคอยให้คำแนะนำและสนับสนุนให้นักเรียนได้ร่วมกันทำกิจกรรม

ขั้นสอน

ขั้นตอน ดี (D) เป็นขั้นของการทำความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียน

4. ครูยกตัวอย่างปริซึมฐานต่างๆให้นักเรียนพิจารณา โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า
 - จากปริซึมที่สังเกตนักเรียนคิดว่าพื้นที่ผิวของปริซึมคือบริเวณใดบ้าง (บริเวณหัวท้ายและด้านข้างโดยรอบ)
 - นักเรียนคิดว่า ปริซึมสามเหลี่ยม มีพื้นที่ผิวทั้งหมดกี่ด้าน (5 ด้าน) ทราบได้อย่างไร (จากการพิจารณาจะมีหัวท้าย 2 ด้าน และด้านข้างอีก 3 ด้าน รวมเป็น 5 ด้าน)

- นักเรียนคิดว่า ปริซึมหกเหลี่ยม มีพื้นที่ผิวทั้งหมดกี่ด้าน (8 ด้าน) ทราบได้อย่างไร (จากการพิจารณาจะมีหัวท้าย 2 ด้าน และด้านข้างอีก 6 ด้าน รวมเป็น 8 ด้าน)

- นักเรียนคิดว่าทำไมปริซึมแต่ละฐานถึงมีจำนวนด้านของพื้นที่ผิวไม่เท่ากัน (เนื่องจากจำนวนด้านมาจากพื้นที่หัวท้าย 2 ด้าน และพื้นที่ด้านข้างซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ปริซึมมีจำนวนด้านของพื้นที่ไม่เท่ากันจะมากน้อยตามจำนวนเหลี่ยมของหน้าตัดหัวท้าย)

5. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงพื้นที่ผิวของปริซึมว่าสามารถสังเกตได้อย่างไร

ขั้นตอน เอ (A) เป็นขั้นตอนของการรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในเรื่องที่เรียน

6. ครูให้นักเรียนพิจารณาปริซึมฐานต่าง ๆ และ ใช้คำถาม กระตุ้นนักเรียนว่า

- ถ้านักเรียนจะหาพื้นที่ผิวของปริซึมนักเรียนต้องมีความรู้ในเรื่องใดบ้าง เพราะเหตุใด (เรื่องพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิติ เพราะจะนำไปใช้เป็นสูตรในการหาพื้นที่หน้าตัดหัวท้ายของปริซึม)

7. ครูให้นักเรียนเขียนสูตรการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิติแบบต่างๆ จากความรู้เดิมที่เคยเรียนมาด้วยตนเองลงในกระดาษ

8. ครูสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับสูตรที่นักเรียนเขียนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องไปพร้อมกับเพื่อนในชั้นเรียนและช่วยเติมในส่วนที่ผิดให้สมบูรณ์ขึ้น

ขั้นตอน บี (P) เป็นขั้นตอนของการวางแผนการสอน

9. ครูให้นักเรียนตัดกระดาษเพื่อประกอบเป็นปริซึมโดยห้ามให้ชิ้นส่วนขาดจากกัน เมื่อทำได้ครบทุกคนแล้วครู ใช้คำถาม กระตุ้นนักเรียนว่า

- นักเรียนจะตัดกระดาษเพื่อมาประกอบเป็นปริซึมได้ต้องมีส่วนใดบ้าง (ส่วนหัวท้ายและด้านข้าง)

- แต่ละส่วนที่มาประกอบเป็นปริซึมจากกระดาษที่นักเรียนตัดนักเรียนคิดว่าจะเรียกส่วนนี้ว่าอะไร เพราะเหตุใด (ผิวของปริซึม เพราะคือส่วนโดยรอบที่ประกอบกันเป็นปริซึม)

10. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่ากระดาษที่นักเรียนตัดแล้วมาประกอบเป็นปริซึมได้นั้นจะเรียกว่า รูปคลี่ของปริซึม

11. ครูนำรูปคลี่ของปริซึมแบบต่างๆ ให้นักเรียนพิจารณา พร้อม ใช้คำถาม กระตุ้นนักเรียนว่า

- จากปริซึมที่ประกอบจากรูปคลี่เหล่านี้นักเรียนจะสามารถหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้อย่างไร (พิจารณาจากรูปคลี่ที่ประกอบเป็นปริซึมว่ามีกี่ส่วนแต่ละส่วนมีพื้นที่ลักษณะใดนำพื้นที่แต่ละส่วนมาบวกกันทั้งหมด)

- จากการพิจารณาที่รูปคลี่ของปริซึมนักเรียนคิดว่าพื้นที่ผิวแต่ละส่วนของปริซึมมีลักษณะเป็นอย่างไร (พื้นที่หน้าตัดหัวท้ายจะต้องเท่ากัน และพื้นที่ด้านข้างเกิดจากพื้นที่สี่เหลี่ยมหลายรูปมารวมกัน)

- นักเรียนคิดว่าปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะหาพื้นที่ผิวได้อย่างไร และต้องใช้ความรู้เรื่องพื้นที่รูปอะไรบ้าง (พิจารณาที่รูปคลี่ของปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส พื้นที่ผิวต้องเกิดจากนำพื้นที่หน้าตัดหัวท้ายที่

เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเหมือนกันและขนาดเท่ากันทุกประการรวมกับพื้นที่ผิวข้างที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมทั้ง 4 ด้าน และต้องใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า)

- นักเรียนคิดว่าปริซึมสามเหลี่ยมจะหาพื้นที่ผิวได้อย่างไร และต้องใช้ความรู้เรื่องพื้นที่รูปอะไรบ้าง (พิจารณาที่รูปคลี่ของปริซึมสามเหลี่ยม พื้นที่ผิวต้องเกิดจากนำพื้นที่หน้าตัดหัวท้ายที่เป็นรูป

สามเหลี่ยมเหมือนกันและขนาดเท่ากันทุกประการรวมกับพื้นที่ผิวข้างที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมทั้ง 3 ด้าน และต้องใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมกับพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า)

- จากการอภิปรายวิธีการหาพื้นที่ผิวของปริซึมทั้งสองแบบนักเรียนจะสรุปเป็นสูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้อย่างไร (พื้นที่ผิวของปริซึมเท่ากับพื้นที่หน้าตัดหัวท้ายบวกพื้นที่ผิวข้างโดยรอบ)

12. ครูอธิบายเพิ่มเติมจากที่ให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึมให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า

- พื้นที่ผิวข้างของปริซึมหาได้อย่างไรและปริซึมที่มีฐานต่างกันจะมีวิธีการหาพื้นที่ผิวข้างเหมือนหรือต่างกันอย่างไร (นำพื้นที่สี่เหลี่ยมทั้งหมดที่มาจากด้านข้างของปริซึมมาบวกกันและปริซึมที่มีฐานต่างกันจะมีวิธีการหาพื้นที่ผิวข้างที่เหมือนกันเพียงแต่จำนวนด้านของพื้นที่สี่เหลี่ยมที่นำมาบวกกันอาจไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับจำนวนเหลี่ยมของฐาน)

13. ครูให้นักเรียนฝึกหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมตามตัวอย่างที่ 1 และ ตัวอย่างที่ 2 เพื่อให้เกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมด้วยตนเองจากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า

- จากการหาพื้นที่ผิวข้างตามตัวอย่างทั้งสองนักเรียนสังเกตเห็นอะไรเมื่อนำพื้นที่แต่ละด้านมาบวกกัน (พื้นที่ของทุกด้านจะมีตัวร่วม 1 ตัวที่เป็นค่าเดียวกันนั่นคือความสูง)

- นักเรียนจะสรุปเป็นสูตรการหาพื้นที่ผิวข้างอย่างง่าย ๆ ได้อย่างไร

(พื้นที่ผิวข้าง=ความยาวเส้นรอบฐาน × ความสูงของปริซึม)

ขั้นตอน ไ (I) เป็นขั้นตอนของการฝึกปฏิบัติตามวิธีที่ได้เรียนรู้มา

14. ครูยกตัวอย่างที่ 3 ให้นักเรียนพิจารณาแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึมตามขั้นตอน DAPIC ดังนี้

ขั้น D	1. ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดย<u>ครูใช้คำถาม</u>กระตุ้นนักเรียนว่า - จากโจทย์ที่ให้มานักเรียนทราบอะไรบ้าง และจากข้อมูลที่ทราบนักเรียนจะนำมา ดำเนินการอย่างไร (ทราบความกว้าง ความยาวของฐานและส่วนสูงของปริซึมและจากข้อมูลนี้จะนำไปใช้แทนค่าลงในสูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึมที่ว่า พื้นที่ผิวของปริซึม= พื้นที่หน้าตัดหัวท้าย + พื้นที่ผิวข้าง)
----------------------	---

ขั้น A	2. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ว่าถ้าจะหาพื้นที่ผิวของปริซึมนักเรียนต้องมีความรู้อะไรเพิ่มเติมจากประสบการณ์ที่ผ่านมาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - นักเรียนจะนำความรู้ในเรื่องใดมาใช้ประกอบการหาพื้นที่ผิวของปริซึมฐานสี่เหลี่ยม (ความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อนำมาใช้ในการหาพื้นที่แต่ละด้านของปริซึม) - จากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพียงพอต่อการหาพื้นที่ผิวของปริซึมหรือไม่ ถ้าไม่นักเรียนจะต้องหาอะไรเพิ่มเพื่อให้สามารถแก้โจทย์ได้ (จากข้อมูลที่ให้มาเพียงพอแล้ว)
ขั้น P	3. ครูให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - จากสิ่งที่โจทย์ถามนักเรียนจะมีวิธีดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง (นำข้อมูลที่โจทย์ให้ลงไปแทนในสูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึมที่ว่า พื้นที่ผิวของปริซึม = พื้นที่หน้าตัดหัวท้าย + พื้นที่ผิวข้าง)
ขั้น I	4. ครูให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาตามวิธีที่ได้อภิปรายร่วมกันมาก่อนหน้า โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อประกอบการแก้โจทย์ของนักเรียนดังนี้ - จากโจทย์ปริซึมที่ต้องการนำมาหาพื้นที่ผิวมีลักษณะเป็นอย่างไร (มีฐานทั้งสองเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วด้านข้างประกอบด้วยพื้นที่สี่เหลี่ยม 4 ด้าน) - นักเรียนจะเลือกใช้สูตรอย่างไรในการหาพื้นที่ผิวของปริซึม เพราะเหตุใด (จะใช้สูตรพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าในการหาพื้นที่หน้าตัดหัวท้าย และด้านข้างอีก 4 ด้าน เพราะฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจึงต้องเลือกใช้สูตรนี้และจากนั้นจึงนำพื้นที่ทั้งหมดที่หาได้มาบวกกัน) 5. ครูให้เวลานักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยมีครูคอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย
ขั้น C	5. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - ถ้าครูมีกระดาษขนาดกว้าง 10 เซนติเมตรและยาว 25 เซนติเมตร จะหุ้มผิวข้างของปริซึมนี้สนิทหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่สนิทเพราะกระดาษมีพื้นที่ 250 ตารางเซนติเมตรแต่ผิวข้างของปริซึมมีพื้นที่ 312 เซนติเมตร)

	- ถ้าครูเปลี่ยนฐานเป็นรูปเหลี่ยมอื่น ๆ จะทำให้สูตรส่วนของปริซึมที่ผิวเปลี่ยนไป เพราะเหตุใด (สูตรการหาพื้นที่หน้าตัดหัวท้ายจะเปลี่ยนไปเพราะพื้นที่หน้าตัดหัวท้ายจะต้องเลือกใช้สูตรตามรูปเหลี่ยมที่ใช้เป็นฐาน 2 ด้านซึ่งจะไม่เหมือนกันในปริซึมที่มีฐานต่างกัน) 6. ครูให้นักเรียนฝึกทำตัวอย่างที่ 4 ด้วยตนเองตามแนวทางที่ครูได้ชี้แนะในตัวอย่างที่ 3 เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน
--	--

ขั้นตอน ชี (C) เป็นขั้นของการประเมินผลสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มา

15. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปโน้ตสนที่เกี่ยวกับ เรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า

- จำนวนด้านที่ประกอบเป็นพื้นที่ผิวของปริซึมจะเท่ากันทุกรูปแบบของปริซึมหรือไม่อย่างไร (ไม่เท่ากันจะแตกต่างเพราะเนื่องจากพื้นที่สี่เหลี่ยมที่เป็นด้านข้างจะมีจำนวนเท่ากับเหลี่ยมที่ฐานปริซึมทำให้ปริซึมที่ฐานเป็นรูปเหลี่ยมมากจะมีจำนวนด้านมากกว่าปริซึมที่ฐานเป็นรูปเหลี่ยมน้อย)
- ปริซึมทุกรูปแบบจะใช้สูตรในการหาพื้นที่ผิวเหมือนกันหมดหรือไม่อย่างไร (ไม่เหมือนกันจะแตกต่างกันตรงสูตรของพื้นที่ฐานทั้งสองข้าง)

ขั้นสรุป

16. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของปริซึมโดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันด้วยการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า

- จากเรื่อง การหาพื้นที่ผิวของปริซึมที่นักเรียนได้เรียนรู้มาสรุปได้ว่าอย่างไร นักเรียนต้องใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างมาประกอบการหาพื้นที่ผิวปริซึม และเรื่องนี้มีประโยชน์อย่างไรต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนต่อไป

17. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมที่ครูสร้างขึ้นเป็นการบ้านเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยตนเองและตรวจสอบความเข้าใจจากเรื่องที่เรียน

18. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

คาบที่ 2

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้ในเรื่องการหาพื้นที่ผิวของปริซึมที่ได้เรียนมาแล้วโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า

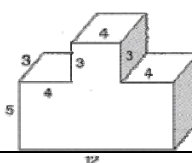
- การหาพื้นที่ผิวของปริซึมทำได้อย่างไร และต้องอาศัยความรู้ในเรื่องใดบ้างในการหาพื้นที่ผิว

2. ครูยกตัวอย่างสิ่งของที่เป็นปริซึมให้นักเรียนลองช่วยกันวัดขนาดและหาพื้นที่ผิวด้วยตนเอง จากความรู้ที่ได้เรียนมา

ขั้นสอน

3. ครูยกตัวอย่างที่ 5 ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามขั้นตอน DAPIC โดยมีครูคอยใช้คำถาม กระตุ้นในแต่ละขั้นตอน

ขั้น D	1. ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - จากภาพในโจทย์นักเรียนมองเห็นอะไรบ้าง และจากสิ่งที่นักเรียนเห็นจะใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมไปแก้ปัญหาได้อย่างไร (มองเห็นทรงสามมิติที่มีลักษณะเป็นเครื่องหมายบวก ที่กำหนดขนาดของแต่ละส่วนมาให้ โดยจะเห็นว่าเครื่องหมายบวกนี้เกิดจากปริซึมฐานสี่เหลี่ยมมาประกอบกันฉะนั้นจึงต้องอาศัยความรู้ในการหาพื้นที่ผิวของปริซึมสี่เหลี่ยมมาบวกกันเพื่อให้กลายเป็นพื้นที่ผิวทั้งหมดของรูปทรงสามมิตินี้)
ขั้น A	2. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ว่าถ้าจะหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของรูปทรงสามมิตินักเรียนต้องมีความรู้อะไรบ้างโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - นักเรียนต้องใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้าง เพื่อมาประกอบการแก้ปัญหาและเพราะอะไรต้องเลือกใช้ความรู้นั้น (ความรู้ในเรื่องการหาพื้นที่ผิวของปริซึมฐานสี่เหลี่ยมเพราะทรงสามมิตินี้เกิดจากปริซึมสี่เหลี่ยมมาประกอบกัน)
ขั้น P	3. ครูให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - นักเรียนจะหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงสามมิตินี้ได้อย่างไรบ้าง - นักเรียนจะเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะอะไร
ขั้น I	4. ครูให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามวิธีที่ได้อภิปรายร่วมกันมาก่อนหน้า โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อประกอบแนวการแก้ปัญหาของนักเรียนดังนี้ - จากแผนที่วางไว้นักเรียนจะเริ่มต้นอย่างไรในการแก้ปัญหา - นักเรียนจะมีวิธีการหาพื้นที่ฐานทั้งสองข้างได้อย่างไร เพราะเหตุใด - นักเรียนจะมีวิธีการหาพื้นที่ผิวข้างได้อย่างไร เพราะเหตุใด 5. ครูให้เวลานักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยมีครูคอยให้คำแนะนำ
ขั้น C	5. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - นักเรียนได้คำตอบของปัญหานี้อย่างไร เหตุใดจึงได้เช่นนั้น - จากการแก้ปัญหาดังกล่าวถ้าครูเปลี่ยนทรงสามมิติเป็น นักเรียนจะมีวิธีการหาพื้นที่ผิวทั้งหมดอย่างไร



4. กรุยกตัวอย่างที่ 6 ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามขั้นตอน DAPIC โดยมีครูคอยใช้คำถาม กระตุ้นในแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้น D	1. ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - โจทย์ต้องการทราบอะไร และจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อให้ได้คำตอบ (ต้องการทราบว่าฝาค้างทั้ง 4 ด้านยกเว้นประตูและพื้นห้องเก็บของคิดเป็นพื้นที่เท่าใดที่ต้องปูกระเบื้อง และจากสิ่งที่โจทย์ให้มาสามารถนำไปแทนค่าในสูตรเพื่อหาพื้นที่ผิวข้าง และพื้นที่ห้องน้ำ ที่สามารถนำมาคำนวณเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ)
ขั้น A	2. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาคำตอบของปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - จากข้อมูลที่โจทย์ให้มาครบถ้วนพอที่จะหาคำตอบหรือไม่อย่างไร (ข้อมูลที่โจทย์ให้ครบถ้วนพอที่จะสามารถนำไปแทนค่าในสูตรเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องได้) - นักเรียนต้องนำความรู้เรื่องใดมาใช้เพื่อหาคำตอบ (การหาพื้นที่สี่เหลี่ยมและการหาพื้นที่ผิวข้าง)
ขั้น P	3. ครูให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - จากสิ่งที่โจทย์ต้องการนักเรียนต้องหาพื้นที่ส่วนใดบ้างเพราะอะไร (พื้นที่ฐานที่เป็นพื้นห้องเก็บของ พื้นที่ด้านข้างทั้ง 4 ด้าน เพราะโจทย์ต้องการปูกระเบื้องในส่วนเหล่านี้) - พื้นที่แต่ละส่วนที่นักเรียนต้องการหาวิธีการอย่างไร (พื้นที่ฐานจะใช้สูตร กว้าง×ยาวและพื้นที่ด้านข้างจะใช้สูตรการหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึม) - โจทย์มีข้อยากอะไรบ้างและนักเรียนจะดำเนินการอย่างไร (พื้นที่ด้านข้างที่จะใช้ปูกระเบื้องจะต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่รู้ประตูดังนั้นพื้นที่ด้านข้างทั้ง 4 ด้านที่หามาได้ต้องนำไปลบส่วนที่เป็นพื้นที่ประตูออก)
ขั้น I	4. ครูให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามวิธีที่ได้อภิปรายร่วมกันมาก่อนหน้า โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อประกอบแนวการแก้ปัญหาของนักเรียนดังนี้ - จากพื้นที่แต่ละส่วนที่นักเรียนวางแผนไว้นักเรียนจะดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่สมบูรณ์(นำพื้นที่ฝาค้างทั้ง 4 ด้านบวกกับพื้นที่พื้นห้องเก็บของจากนั้นลบพื้นที่ส่วนที่เป็นประตูออกก็จะได้พื้นที่ส่วนที่ต้องการที่จะปูกระเบื้อง) 5. ครูให้เวลานักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาโดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ
ขั้น C	5. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - จากพื้นที่ที่ใช้ปูกระเบื้องถ้าครูกำหนดให้มีกระเบื้องลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 15 เซนติเมตรนักเรียนคิดว่าต้องใช้กระเบื้องอย่างน้อยกี่แผ่น มีวิธีการคิดอย่างไร (ใช้กระเบื้องอย่างน้อย 2,005 แผ่น คิดโดยการหาขนาดของกระเบื้องคือนำด้านคูณด้านจากนั้นนำค่าที่ได้ไปหารพื้นที่ที่จะได้เป็นจำนวนแผ่นกระเบื้องที่ต้องใช้ปูพื้นที่นั้น)

4. ครุยกตัวอย่างที่ 7 ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามขั้นตอน DAPIC โดยมีครุคอยใช้คำถามกระตุ้นในแต่ละขั้นตอนดังนี้

ชั้น D	1. ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - โจทย์ต้องการคำตอบกี่คำตอบ อะไรบ้าง และนักเรียนมีแนวทางอย่างไรเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาเมื่อพิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (2 คำตอบคือ จำนวนกระดาศที่ใช้ห่อกล่อง และราคาที่ซื้อกระดาศ โดยมีแนวทางการแก้ปัญหาดังนี้ ต้องคำนวณพื้นที่ผิวทั้งหมดของกล่อง เพื่อจะหาจำนวนกระดาศที่ใช้ จากนั้นนำจำนวนกระดาศที่ใช้ไปคำนวณหาราคาก็จะได้คำตอบของปัญหาทั้งหมด)
ชั้น A	2. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - จากข้อมูลที่โจทย์ให้มาครบถ้วนพอที่จะหาคำตอบหรือไม่อย่างไร (ข้อมูลที่ให้มายังขาดขนาดของด้านที่ฐานอีก 1 ด้านเพื่อนำไปหาพื้นที่ผิวของปริซึมสามเหลี่ยม) - พื้นที่ฐานของปริซึมนักเรียนต้องนำความรู้ในเรื่องใดมาใช้ เพราะอะไร(พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม เพราะปริซึมที่ต้องการหาพื้นที่มีฐานเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก)
ชั้น P	3. ครูให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - นักเรียนจะดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นอย่างไร เพราะอะไร (เริ่มจากการหาพื้นที่ผิวของปริซึมสามเหลี่ยม พื้นที่ของกระดาศที่ใช้ จำนวนกระดาศที่ใช้ และจำนวนเงินที่ซื้อกระดาศ เพราะก่อนที่จะหาจำนวนเงินที่ซื้อกระดาศได้ต้องทราบจำนวนกระดาศที่ใช้ก่อนซึ่งจำนวนกระดาศที่ใช้ก็ต้องหามาจากนำพื้นที่ของกระดาศไปหารพื้นที่ผิวของปริซึมนั้น)
ชั้น I	4. ครูให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อประกอบแนวการแก้ปัญหาของนักเรียนดังนี้ - นักเรียนต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ทราบจำนวนของกระดาศที่ใช้ห่อกล่อง (หาพื้นที่ผิวของกล่องที่จะห่อด้วยกระดาศ และหาพื้นที่ของกระดาศที่จะใช้ห่อ จากนั้นนำมาหารกันเพื่อให้ได้จำนวนกระดาศที่ต้องใช้) - นักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการหาพื้นที่ผิวของกล่อง (กล่องเป็นปริซึมสามเหลี่ยมจึงต้องใช้สูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึมที่ว่า พื้นที่หน้าตัดหัวท้าย + พื้นที่ผิวข้าง) - พื้นที่หน้าตัดหัวท้ายมีวิธีการหาอย่างไร เพราะอะไร (ใช้สูตรพื้นที่รูปสามเหลี่ยมมาคำนวณหา เพราะฐานทั้งสองด้านของปริซึมเป็นรูปสามเหลี่ยม) - พื้นที่ผิวข้างมีวิธีการหาอย่างไร และจากข้อมูลที่ให้มาจะดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ได้พื้นที่ผิวข้าง (นำความยาวรอบฐานมาบวกกันแล้วคูณกับความสูงของปริซึม ซึ่งจากข้อมูลที่ให้มามีความยาวที่ฐานเพียง 2 ด้านจึงต้องหาเพิ่มอีก 1 ด้านโดยการใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเพราะพื้นที่ฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อหาได้ครบทั้งสามด้านก็จะนำไปหาพื้นที่ผิวข้างได้)

	- นักเรียนมีวิธีการอย่างไรเพื่อให้ทราบว่าเสียเงินจ่ายค่าซื้อกระดาษกี่บาท (นำจำนวนกระดาษที่หามาได้ไปคูณกับราคากระดาษต่อแผ่นก็จะได้เป็นราคาของกระดาษทั้งหมดที่ซื้อ) 5. ครูให้เวลานักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาโดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ
ขั้น C	5. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า - ถ้าครูเปลี่ยนกล่องเป็นปริซึมฐานอื่น ๆ นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหอย่างไรเพื่อให้ได้สิ่งที่โจทย์ต้องการตามตัวอย่างที่ 7

ขั้นสรุป

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึมเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่สมบูรณ์โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันด้วยการใช้ คำถาม กระตุ้นนักเรียนว่า

- นักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึมและวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้มีประโยชน์อย่างไร

- จากวิธีการที่นักเรียนใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ได้หรือไม่อย่างไร

6. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมที่ครูสร้างขึ้นเป็นกรบ้านเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยตนเองและตรวจสอบความเข้าใจจากเรื่องที่เรียน

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

คาบที่ 1

1.แบบฝึกทักษะ เรื่องพื้นที่ผิวของปริซึม

คาบที่ 2

1.แบบฝึกทักษะ เรื่องพื้นที่ผิวของปริซึม

8. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

- 1) รูปจำลองปริซึมแบบต่างๆ
- 2) หนังสือเรียน คณิตศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1
- 3) สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

9.การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-สังเกตจากการถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจแบบฝึกทักษะเรื่องพื้นที่ผิวของปริซึม	-แบบฝึกทักษะเรื่องพื้นที่ผิวของปริซึม	-นักเรียนสามารถทำแบบฝึกทักษะและตอบคำถามได้ถูกต้องอย่างน้อย 80 % ของจำนวนข้อทั้งหมด ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-สังเกตจากการถามตอบในชั้นเรียน -การลงมือแก้ปัญหาในชั้นเรียน	-แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน - การบ้าน (แบบฝึกหัด)	- นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามได้ถูกต้องอย่างน้อย 80 % ขึ้นไปถือว่าผ่าน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	-สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนและการทำงาน	- การบ้าน (แบบฝึกหัด)	-นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามเวลาและเรียบร้อยในระดับคุณภาพดีถือว่าผ่าน

บันทึกหลังสอน

บันทึกผลหลังการสอนคาบที่ 1

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน

บันทึกหลังสอน

บันทึกผลหลังการสอนคาบที่ 2

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน



ภาคผนวก ฎ
ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (กลุ่มควบคุม)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค23101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
หัวเรื่อง พื้นที่ผิวของปริซึม จำนวน 2 คาบ

สาระที่

สาระที่ 2 : การวัด

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

สาระที่ 6 : ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ

ความหมายทาง

คณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง
 คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ตัวชี้วัด

ค 2.1 ม.3/1 : หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก

ค 2.2 ม.3/1 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

ค 3.1 ม.3/1 : อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

3. สาระสำคัญ

ปริซึม คือรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐาน
 ทั้งคู่อยู่ในระนาบที่ขนานกันและด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

พื้นที่ผิวของปริซึม เท่ากับสองเท่าของพื้นที่ฐานรวมกับพื้นที่ผิวข้าง
ซึ่งพื้นที่ผิวข้าง เท่ากับผลคูณของความยาวเส้นรอบฐานกับความสูงของปริซึม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

1. อธิบายลักษณะของปริซึมได้

2. อธิบายวิธีการหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้

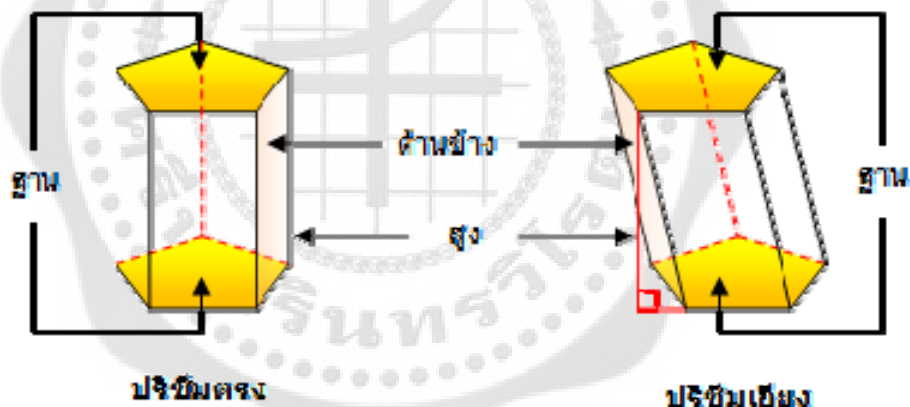
3. อธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้

- ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ
 - 1.แก้ปัญหาได้
 - 2.ให้เหตุผลได้
 - 3.สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้
 - 4.เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้
 5. มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักเรียนสามารถ
 - 1.มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
 - 2.มีความรับผิดชอบ

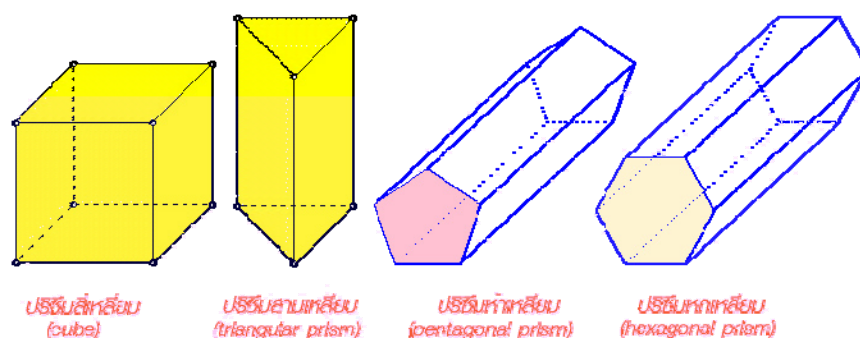
5. สารการเรียนรู้

ปริซึม (Prism)

ปริซึม คือรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งคู่อยู่ในระนาบที่ขนานกันและด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

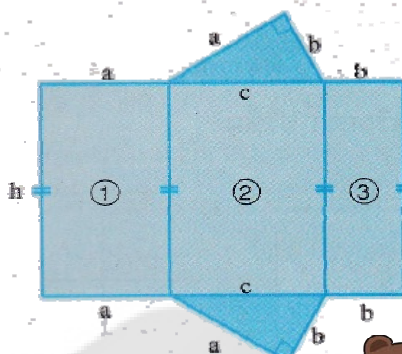
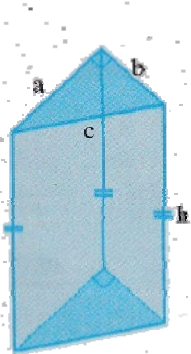


นิยมเรียกปริซึมตามลักษณะของรูปเหลี่ยมที่เป็นฐานหรือหน้าตัดหัวท้ายของปริซึมนั้น เช่น ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมห้าเหลี่ยม ปริซึมหกเหลี่ยม คือปริซึมที่มีฐานหรือหน้าตัดหัวท้ายเป็นรูปสามเหลี่ยม รูปห้าเหลี่ยม และรูปหกเหลี่ยมตามลำดับ



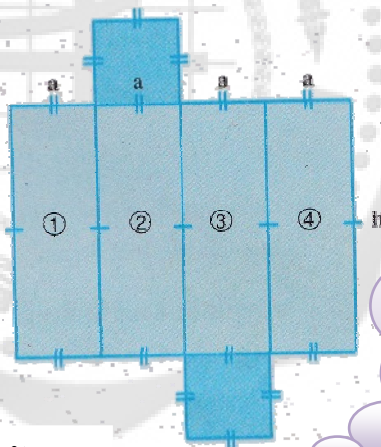
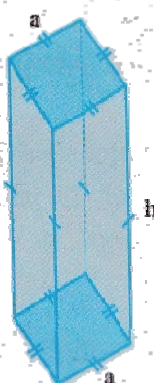
พื้นที่ผิวของปริซึม

พื้นที่ผิวของปริซึม คือผลรวมของพื้นที่ทุกด้านของปริซึม ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ฐานทั้งสอง และพื้นที่ด้านข้างทั้งหมด ดังนี้



รูปคลี่ของปริซึมสามเหลี่ยมมุม

ฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
ผิวข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3 รูป



รูปคลี่ของปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ผิวข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
4 รูป

พื้นที่ผิวของปริซึม เท่ากับสองเท่าของพื้นที่ฐานรวมกับพื้นที่ผิวข้าง
ซึ่งพื้นที่ผิวข้าง เท่ากับผลคูณของความยาวเส้นรอบฐานกับความสูงของปริซึม

ตัวอย่างที่ 1 จงหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร และสูง 15 เซนติเมตร

<u>วิธีทำ</u>	จาก	พื้นที่ผิวข้าง	= ความยาวเส้นรอบฐาน ×
ความสูง	จะได้	พื้นที่ผิวข้าง	= (5+5+12+12) × 15
			= 34 × 15
			= 510 ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่ผิวข้างของปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่ากับ 510 ตารางเซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 2 จงหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีฐานยาว 8 เซนติเมตร และด้านประกอบ

มุมยอดยาว 10 เซนติเมตร ปริซึมมีความสูง 20 เซนติเมตร

<u>วิธีทำ</u>	จาก	พื้นที่ผิวข้าง	= ความยาวเส้นรอบฐาน ×
ความสูง	จะได้	พื้นที่ผิวข้าง	= (8+8+10) × 20
			= 26 × 20
			= 520 ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่ผิวข้างของปริซึมสามเหลี่ยมหน้าจั่วเท่ากับ 520 ตารางเซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 3 ปริซึมแท่งหนึ่งมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีด้านกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร และปริซึมมีความสูง 12 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของปริซึมแท่งนี้

<u>วิธีทำ</u>	จากโจทย์พื้นที่ผิวของปริซึมประกอบด้วยพื้นที่ฐานซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 รูป และพื้นที่ผิวข้าง
จะได้	พื้นที่ฐาน = กว้าง × ยาว
	= 3 × 10
	= 30 ตารางเซนติเมตร

พื้นที่ผิวข้าง	= ความยาวเส้นรอบฐาน ×
ความสูง	

พื้นที่ผิวข้าง	= (3+3+10+10) × 12
	= 26 × 12
	= 312 ตารางเซนติเมตร

จาก	พื้นที่ผิว = สองเท่าของพื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง
	พื้นที่ผิวข้าง = (2 × 30) + 312
	= 60 + 312
	= 372 ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่ผิวของปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่ากับ 372 ตารางเซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 6 ห้องเก็บของห้องหนึ่งกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 2.5 เมตร มีประตูขนาด 1 เมตร

× 1.9 เมตร อยู่หนึ่งบาน ถ้าจะปูกระเบื้องฝาห้องด้านข้างทั้งสี่ด้านและพื้นห้อง ยกเว้นประตูอยาก

ทราบว่าส่วนที่ต้องปูกระเบื้องคิดเป็นพื้นที่เท่าใด

วิธีทำ

$$\text{ฝาห้องสี่ด้านมีพื้นที่} = (3 + 4 + 3 + 4) \times 2.5$$

$$= 35 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{พื้นห้องเก็บของมีพื้นที่}$$

$$= 3 \times 4$$

$$= 12 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ฉะนั้น พื้นที่ฝาห้องสี่ด้าน + พื้นที่พื้นห้องเก็บของ} = 35 + 12 = 47 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ประตูมีพื้นที่}$$

$$= 1 \times 1.9 = 1.9 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ดังนั้น พื้นที่ที่ปูกระเบื้อง}$$

$$= (\text{พื้นที่ฝาห้องสี่ด้าน} + \text{พื้นที่พื้นห้องเก็บของ}) -$$

พื้นที่ประตู

$$= 47 - 1.9 = 45.1 \text{ ตารางเมตร}$$

ตัวอย่างที่ 7 กล่องรูปปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉากมีด้านประกอบมุมฉากยาว 12 เซนติเมตร และ 5

เซนติเมตร กล่องมีความสูง 15 เซนติเมตรและไม่มีฝาถ้าต้องการใช้กระดาษมาห่อกล่องโดยให้มี

กระดาษเหลือสำหรับพับเท่ากับ $\frac{1}{4}$ ของพื้นที่กล่องทั้งหมด อยากทราบว่าต้องใช้กระดาษห่อกล่อง

ทั้งหมดกี่แผ่นและคิดเป็นเงินเท่าไรเมื่อกระดาษมีขนาด 10×12 และมีราคาแผ่นละ 20 บาท

วิธีทำ จากโจทย์พื้นที่ผิวของกล่องรูปปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉากประกอบด้วยพื้นที่ฐานซึ่งเป็นรูป

สามเหลี่ยมมุมฉาก 1 รูปเนื่องจากไม่มีฝา และพื้นที่ผิวข้าง

$$\text{เนื่องจาก พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$\text{จะได้ พื้นที่ฐาน} = \frac{1}{2} \times 12 \times 5$$

$$= 30 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

จากฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก หาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก (a) โดยใช้
ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ดังนี้

$$a^2 = 12^2 + 5^2$$

$$a^2 = 144 + 25$$

$$a^2 = 169, a = 13$$

$$\text{จาก พื้นที่ผิวข้าง} = \text{ความยาวเส้นรอบฐาน} \times \text{ความสูง}$$

$$\text{จะได้ พื้นที่ผิวข้าง} = (12 + 5 + 13) \times 15$$

$$= 450 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

จะได้พื้นที่ผิวของกล่องรูปปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉาก = $30 + 450 = 480$ ตารางเซนติเมตร
จากโจทย์ต้องการใช้กระดาษห่อกล่องโดยให้มีกระดาษเหลือสำหรับพับเท่ากับ $\frac{1}{4}$ ของพื้นที่กล่อง

จะได้พื้นที่ของกระดาษในส่วนที่พับ = $\frac{1}{4} \times 480 = 120$ ตารางเซนติเมตร

ฉะนั้น กระดาษที่ต้องใช้ห่อกล่องทั้งหมดมีพื้นที่ $480 + 120 = 600$ ตารางเซนติเมตร
เนื่องจากกระดาษมีขนาด = $10 \times 12 = 120$

จะได้ จำนวนกระดาษที่ต้องใช้ = $\frac{600}{120} = 5$ แผ่น

คิดเป็นเงิน = $5 \times 20 = 100$ บาท

ดังนั้น ต้องใช้กระดาษห่อกล่องทั้งหมด 5 แผ่น คิดเป็นเงิน 100 บาท

6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงเกี่ยวกับบทเรียนที่จะศึกษาในคาบนี้ คือเรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมให้นักเรียนทราบ
2. ครูนำรูปภาพที่มีลักษณะเป็นปริซึมหลายๆแบบให้นักเรียนพิจารณาเพื่อเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐานในเรื่องปริซึมที่เคยเรียนมาโดยครูใช้การถามตอบประกอบการพิจารณา

ขั้นสอน

3. ครูสนทนาโดยใช้การถาม-ตอบกับนักเรียนในเรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน
4. ครูให้นักเรียนตัดกระดาษเพื่อประกอบเป็นปริซึมโดยห้ามให้ชิ้นส่วนขาดจากกันและครูใช้การถาม-ตอบเพื่อให้นักเรียนทราบว่ากระดาษที่นักเรียนตัดและมาประกอบเป็นปริซึมได้เรียกว่ารูปคลี่ของปริซึม
5. ครูสอนเนื้อหาในเรื่องการหาพื้นที่ผิวของปริซึมโดยครูให้นักเรียนพิจารณาจากรูปคลี่ของปริซึมที่ครูนำเสนอเพื่อเป็นการอธิบายสูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึมและใช้การถาม-ตอบกับนักเรียนประกอบการอธิบาย
6. ครูอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องการหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมพร้อมใช้การถาม-ตอบกับนักเรียนจนได้สูตรการหาพื้นที่ผิวข้างที่ว่า “พื้นที่ผิวข้าง = ความยาวเส้นรอบฐาน $\times$ ความสูง ”
7. ครูยกตัวอย่างที่ 1 และ 2 บนกระดานแสดงให้นักเรียนดูวิธีการหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมพร้อมใช้การถาม-ตอบประกอบการอธิบาย
8. ครูยกตัวอย่างที่ 3 บนกระดานแสดงให้นักเรียนดูวิธีการหาพื้นที่ผิวของปริซึมพร้อมใช้การถาม-ตอบประกอบการอธิบาย เช่น

- โจทย์ให้หาพื้นที่ผิวของปริซึมอะไร (ปริซึมฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า)
 - สูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึมว่าอย่างไร
- (พื้นที่ผิวของปริซึม = สองเท่าของพื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง)
- พื้นที่ฐานของปริซึมใช้สูตรอะไร (กว้าง × ยาว)
 - พื้นที่ผิวข้างใช้สูตรอะไร (พื้นที่ผิวข้าง = ความยาวเส้นรอบฐาน × ความสูง)
9. ครูยกตัวอย่างที่ 4 บนกระดานให้นักเรียนพิจารณาและช่วยกันทำไปพร้อม ๆ กับครู
- ขั้นสรุป**
10. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปการหาพื้นที่ผิวของปริซึม
11. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

คาบที่ 2

ขั้นนำ

1. ครูสนทนากับนักเรียนเพื่อทบทวนการหาพื้นที่ผิวของปริซึมที่เรียนมาในคาบที่แล้ว

ขั้นสอน

2. ครูยกตัวอย่างที่ 5 บนกระดานแสดงให้นักเรียนดูพร้อมใช้การถาม-ตอบประกอบการอธิบาย
3. ครูยกตัวอย่างที่ 6 บนกระดานแสดงให้นักเรียนดูพร้อมใช้การถาม-ตอบประกอบการอธิบาย
4. ครูยกตัวอย่างที่ 7 บนกระดานแสดงให้นักเรียนดูพร้อมใช้การถาม-ตอบประกอบการอธิบาย
5. ครูให้นักเรียนทำแบบตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.2 ก ในหนังสือเรียน ขณะที่นักเรียนทำ ครูเดินดูนักเรียนแต่ละคน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนที่ไม่เข้าใจได้ซักถามครูเป็นรายบุคคล
6. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ในแบบตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.2 ก บนกระดาน

ขั้นสรุป

7. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ที่เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของปริซึม
 8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย
7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

คาบที่ 1

โมเดลปริซึม

คาบที่ 2

1. แบบตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.2 ก ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.3 เล่ม 1

8. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

- 1) รูปจำลองปริซึมแบบต่างๆ
- 2) หนังสือเรียน คณิตศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1
- 3) หนังสือคณิตศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1
- 4) สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

9.การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-สังเกตจากการถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจแบบตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.2 ก	-แบบตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.2 ก	-นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดและตอบคำถามได้ถูกต้องอย่างน้อย 80 % ของจำนวนข้อทั้งหมด ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-สังเกตจากการถามตอบในชั้นเรียน -การลงมือแก้ปัญหาในชั้นเรียน	-แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน - การบ้าน (แบบฝึกหัด)	- นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามได้ถูกต้องอย่างน้อย 80 % ขึ้นไปถือว่าผ่าน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	-สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนและการทำงาน	- การบ้าน (แบบฝึกหัด)	-นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามเวลาและเรียบร้อยในระดับคุณภาพดีถือว่าผ่าน

บันทึกหลังสอน

บันทึกผลหลังการสอนคาบที่ 1

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน

บันทึกหลังสอน

บันทึกผลหลังการสอนคาบที่ 2

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน

ภาคผนวก ฐ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

4. พีระมิดตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้านละ 16 เซนติเมตร สูงเอียง 25 เซนติเมตร มีพื้นที่ผิวเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ต้องการทำกรวยกระดาด 50 ใบ โดยมีความยาวรอบฐานกรวยยาว 88 เซนติเมตร สูงเอียง 35 เซนติเมตร จะต้องใช้กระดาดอย่างน้อยเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

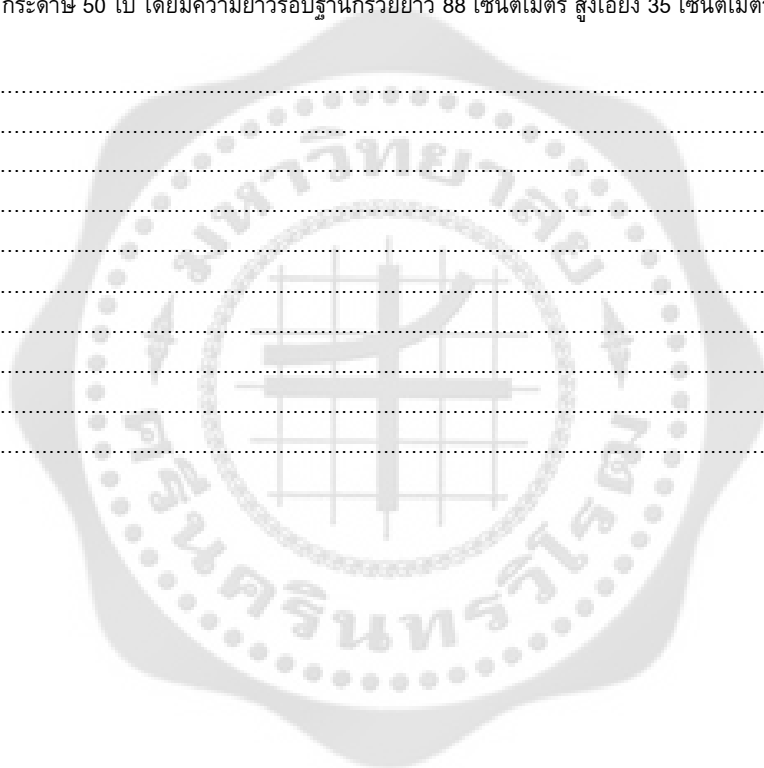
.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
2. แบบวัดแต่ละข้อเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมายกากบาทให้ตรงกับข้อนั้น ๆ ในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในข้อสอบ และคืนข้อสอบเมื่อสอบเสร็จ
4. หากมีปัญหาใด ๆ ให้สอบถามผู้คุมสอบ

1. A สนทนากับ B ว่า “พื้นที่ผิวของปริซึมสามารถคำนวณได้จากสูตร (ด้าน×ด้าน) + พื้นที่ผิวข้างเท่านั้น ” ส่วน B กล่าวว่า “ไม่จริงหรอก พื้นที่ผิวของปริซึมสามารถคำนวณได้จากสูตร พื้นฐานทั้งสอง + พื้นที่ผิวข้าง ต่างหาก” นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. A

ข. B

ค. น่าเชื่อถือพอฟังกัน

ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

2. ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีฐานกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร และมีปริมาตร 1,440 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากสถานการณ์นี้ ทนายบอกว่า “ปริซึมนี้มีพื้นที่ผิว 664 ตารางเซนติเมตร ” แต่ทนายบอกว่า “ปริซึมนี้มีพื้นที่ผิว 404 ตารางเซนติเมตร” นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. ทนาย

ข. ทนาย

ค. น่าเชื่อถือพอฟังกัน

ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

3. ฟากับฝนสนทนากันถึงเรื่องส่วนสูงของทรงกระบอกโดยฟ้าบอกว่า “แกนของทรงกระบอกตรงก็คือส่วนสูงของทรงกระบอกตรง” ส่วนฝนบอกว่า “แกนของทรงกระบอกตรงหรือทรงกระบอกเอียงคือส่วนสูงของทรงกระบอก”นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. ฟ้า

ข. ฝน

ค. น่าเชื่อถือพอฟังกัน

ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

4. ดาวกับเดือนสนทนากันเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของทรงกระบอก โดยดาวบอกว่า “ปริมาตรของทรงกระบอกหาได้ในทำนองเดียวกับปริมาตรของปริซึม” ส่วนเดือนบอกว่า “ปริมาตรของทรงกระบอกหาได้จากสูตร $\pi r^2 h$ ” นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. ดาว

ข. เดือน

ค. น่าเชื่อถือพอฟๆกัน

ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

5. โอ้สนทนากับอู๋มว่า “ถ้าพีระมิดและปริซึมมีฐานเดียวกันและสูงเท่ากันแล้ว ปริมาตรของพีระมิดจะเท่ากับ $\frac{1}{3}$ ของปริมาตรปริซึม” ส่วนอู๋มกล่าวว่า “ปริมาตรปริซึมจะเท่ากับ $\frac{1}{3}$ ของปริมาตรของพีระมิด”

นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. โอ้

ข. อู๋ม

ค. น่าเชื่อถือพอฟๆกัน

ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

6. เบลล์สนทนากับโบว์ว่า “ถ้าพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 10 เซนติเมตร สูงเอียงยาว 13 เซนติเมตร จะมีส่วนสูงยาว 10 เซนติเมตร” ส่วนโบว์กล่าวว่า “ในสถานการณ์นี้ จะมีปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ 350 ลูกบาศก์เซนติเมตร” นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. เบลล์

ข. โบว์

ค. น่าเชื่อถือพอฟๆกัน

ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

7. ในการเทน้ำให้เต็มถังทรงกรวยที่มีความสูง 7 เมตร และมีรัศมีที่ฐานยาว 3 เมตร มิวพูดว่า “น้ำที่ใส่ไปในถังมีปริมาตร 60 ลูกบาศก์เมตร” แต่มายพูดว่า “ไม่จริง น้ำที่ใส่ไปในถังต้องมีปริมาตร 66 ลูกบาศก์เมตรต่างหาก” นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. มิว

ข. มาย

ค. น่าเชื่อถือพอฟๆกัน

ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้

ในตอนท้ายของชั่วโมงวิชาคณิตศาสตร์ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการหาพื้นที่ผิวของปริซึมว่า พื้นที่ผิวของปริซึมเท่ากับสองเท่าของพื้นที่ฐานรวมกับพื้นที่ผิวข้าง

ให้นักเรียนพิจารณาคำกล่าวในแต่ละข้อ แล้วตัดสินใจว่าคำกล่าวนั้น “สนับสนุน” “คัดค้าน” “ไม่เกี่ยวข้องกับ” หรือ “ยังไม่สามารถสรุปข้อเท็จจริงได้” จากการสรุปของครูและนักเรียน

8. พื้นที่ผิวของปริซึมหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าสามารถหาค่าได้จากสูตร $\frac{3\sqrt{3}}{2} \times \text{ด้าน}^2$

ก. คำกล่าวนี้ สนับสนุน การสรุปของครูและนักเรียน

ข. คำกล่าวนี้ คัดค้าน การสรุปของครูและนักเรียน

ค. คำกล่าวนี้ ไม่เกี่ยวข้องกับ การสรุปของครูและนักเรียน

ง. คำกล่าวนี้ ยังไม่สามารถสรุปได้

9. ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสเกิดจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เป็นฐาน 2 รูปและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่เป็นด้านข้าง

อีก 4 รูป

ก. คำกล่าวนี้ สนับสนุน การสรุปของครูและนักเรียน

ข. คำกล่าวนี้ คัดค้าน การสรุปของครูและนักเรียน

ค. คำกล่าวนี้ ไม่เกี่ยวข้องกับ การสรุปของครูและนักเรียน

ง. คำกล่าวนี้ ยังไม่สามารถสรุปได้

ทรงกระบอกมีลักษณะใกล้เคียงกับปริซึมที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีจำนวนด้านมากๆ ดังนั้นการหาปริมาตรของทรงกระบอกจึงหาได้ในการทำงานเกี่ยวกับการหาปริมาตรของปริซึม นั่นคือ ปริมาตรของทรงกระบอก = พื้นที่ฐาน $\times$ สูง

10. ถ้าให้ r แทนรัศมีของวงกลมที่เป็นฐานของทรงกระบอก และ h แทนความสูงของทรงกระบอก ปริมาตรของทรงกลมจะเท่ากับ $\pi r^2 h$

ก. ข้อเท็จจริง สนับสนุน บทความข้างต้น

ข. ข้อเท็จจริง คัดค้าน บทความข้างต้น

ค. ข้อเท็จจริง ไม่เกี่ยวข้องกับ บทความข้างต้น

ง. ข้อเท็จจริง ยังไม่สามารถสรุปได้

ในการทดลองหาปริมาตรของพีระมิด ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองได้ว่า
3 เท่าของปริมาตรของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับ ปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมี
ฐานและความสูงเท่ากัน

11. แดงโมบอกว่า “ แสดงว่าปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ $\frac{1}{3}$ ของปริมาตรของปริซึมที่มีพื้นที่ฐานและ
ความสูงเท่ากัน ”

ก. คำกล่าวนี้ สนับสนุน การสรุปของครูและนักเรียน

ข. คำกล่าวนี้ คัดค้าน การสรุปของครูและนักเรียน

ค. คำกล่าวนี้ ไม่เกี่ยวข้องกับ การสรุปของครูและนักเรียน

ง. คำกล่าวนี้ ยังไม่สามารถสรุปได้

ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ครูสนทนากับนักเรียนก่อนเข้าบทเรียนเรื่องทรงกลมว่านักเรียนเคยสังเกต
หรือไม่ว่า ไข่กบ แดงโม ส้มโอ โลก ดวงจันทร์ และอื่นๆอีกมากมายที่พบเห็นได้ทั่วไปในธรรมชาติมี
รูปร่าง ลักษณะใกล้เคียงกับทรงกลม การที่รูปร่างของสิ่งต่างๆมีลักษณะใกล้เคียงกับทรงกลมเป็นเรื่องที่
น่าสนใจ เพราะเมื่อเปรียบเทียบกับทรงกลมกับรูปเรขาคณิตสามมิติอื่นๆที่มีพื้นที่ผิวเท่ากับทรงกลมแล้วทรง
กลมจะมีปริมาตรมากที่สุด

12. อนุณกล่าวว่า “การที่ธรรมชาติสร้างทรงกลมห่อหุ้มสิ่งมีชีวิต นับเป็นการใช้วัสดุธรรมชาติอย่าง
สิ้นเปลือง”

ก. ข้อเท็จจริง สนับสนุน บทความข้างต้น

ข. ข้อเท็จจริง คัดค้าน บทความข้างต้น

ค. ข้อเท็จจริง ไม่เกี่ยวข้องกับ บทความข้างต้น

ง. ข้อเท็จจริง ยังไม่สามารถสรุปได้

13. พื้นที่ผิวข้างของปริซึมเท่ากับผลคูณของความยาวเส้นรอบฐานกับความสูงของปริซึม ถ้าปริซึม
ฐาน 6 เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแห่งหนึ่ง มีฐานยาวด้านละ 6 เซนติเมตร และมีส่วนสูงเป็น 2 เท่าของ
ด้านฐาน จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. พื้นที่ผิวข้างของปริซึมคือ 216 ตารางเซนติเมตร

ข. พื้นที่ผิวข้างของปริซึมคือ 432 ตารางเซนติเมตร

ค. พื้นที่ผิวข้างของปริซึมคือ 512 ตารางเซนติเมตร

ง. พื้นที่ผิวข้างของปริซึมคือ 532 ตารางเซนติเมตร

14. พื้นที่ผิวของปริซึมเท่ากับสองเท่าของพื้นที่ฐานรวมกับพื้นที่ผิวข้าง ถ้าปริซึมมีพื้นที่ฐาน 48 ตารางนิ้ว และมีพื้นที่ผิวข้าง 340 ตารางนิ้ว จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. พื้นที่ผิวของปริซึมคือ 436 ตารางนิ้ว

ข. พื้นที่ผิวของปริซึมคือ 534 ตารางนิ้ว

ค. พื้นที่ผิวของปริซึมคือ 578 ตารางนิ้ว

ง. พื้นที่ผิวของปริซึมคือ 612 ตารางนิ้ว

15. ปริมาตรของปริซึมเท่ากับผลคูณของพื้นที่ฐานกับความสูงของปริซึมถ้าปริซึมฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ฐาน 25 ตารางเซนติเมตรและปริซึมมีความสูง 13 เซนติเมตร จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ปริมาตรของปริซึมคือ 154 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. ปริมาตรของปริซึมคือ 236 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. ปริมาตรของปริซึมคือ 325 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. ปริมาตรของปริซึมคือ 413 ลูกบาศก์เซนติเมตร

16. พื้นที่ฐานของทรงกระบอกเท่ากับสองเท่าของพื้นที่วงกลม ถ้าทรงกระบอก A มีรัศมีที่ฐานยาว 12 เซนติเมตร และทรงกระบอก B มีรัศมีที่ฐานยาว 10 เซนติเมตร จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ทรงกระบอก A มีพื้นที่ฐานน้อยกว่าทรงกระบอก B

ข. ทรงกระบอก A มีพื้นที่ฐานมากกว่าทรงกระบอก B

ค. ทรงกระบอก A และทรงกระบอก B มีพื้นที่ฐานเท่ากัน

ง. ทรงกระบอก A มีพื้นที่ฐานเป็น 2 เท่าของทรงกระบอก B

17. พื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างเท่ากับความสูงของทรงกระบอกและความยาวเท่ากับความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมของฐานทรงกระบอก ถ้าทรงกระบอกมีความสูง 5 นิ้ว และมีความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมที่ฐาน 88 นิ้ว จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. พื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอกคือ 220 ตารางนิ้ว

ข. พื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอกคือ 330 ตารางนิ้ว

ค. พื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอกคือ 440 ตารางนิ้ว

ง. พื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอกคือ 550 ตารางนิ้ว

18. ปริมาตรของทรงกระบอกเท่ากับพื้นที่ฐานคูณกับความสูงของทรงกระบอก ถ้าวัตถุทรงกระบอกมีปริมาตร 1,540 ลูกบาศก์เซนติเมตรมีพื้นที่ฐาน 154 ตารางเซนติเมตร จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. วัตถุทรงกระบอกมีความสูง 4 เซนติเมตร

ข. วัตถุทรงกระบอกมีความสูง 6 เซนติเมตร

ค. วัตถุทรงกระบอกมีความสูง 8 เซนติเมตร

ง. วัตถุทรงกระบอกมีความสูง 10 เซนติเมตร

19. พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดเท่ากับผลรวมของพื้นที่ทุกหน้าของพีระมิดถ้าพีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ามีฐานยาวด้านละ 8 เซนติเมตร และมีสูงเอียงยาว 5 เซนติเมตร จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. พีระมิดนี้มีพื้นที่ผิวข้าง 50 ตารางเซนติเมตร

ข. พีระมิดนี้มีพื้นที่ผิวข้าง 60 ตารางเซนติเมตร

ค. พีระมิดนี้มีพื้นที่ผิวข้าง 70 ตารางเซนติเมตร

ง. พีระมิดนี้มีพื้นที่ผิวข้าง 80 ตารางเซนติเมตร

20. พื้นที่ผิวของพีระมิดเท่ากับพื้นที่ฐานของพีระมิดรวมกับพื้นที่ผิวข้างของพีระมิด ถ้าพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ฐาน 36 ตารางเซนติเมตร และมีสูงเอียงยาว 4 เซนติเมตร จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. พื้นที่ผิวของพีระมิดคือ 40 ตารางเซนติเมตร

ข. พื้นที่ผิวของพีระมิดคือ 46 ตารางเซนติเมตร

ค. พื้นที่ผิวของพีระมิดคือ 48 ตารางเซนติเมตร

ง. พื้นที่ผิวของพีระมิดคือ 50 ตารางเซนติเมตร

21. พื้นที่ผิวของทรงกลมเท่ากับ 4 เท่าของพื้นที่วงกลมที่มีรัศมีเท่ากัน ถ้าวงกลมมีพื้นที่ 154 ตารางเซนติเมตร จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. พื้นที่ผิวของทรงกลมคือ 616 ตารางเซนติเมตร

ข. พื้นที่ผิวของทรงกลมคือ 618 ตารางเซนติเมตร

ค. พื้นที่ผิวของทรงกลมคือ 620 ตารางเซนติเมตร

ง. พื้นที่ผิวของทรงกลมคือ 622 ตารางเซนติเมตร

22. พื้นที่ผิวข้างของกรวยเท่ากับผลคูณของค่าพายกับรัศมีที่ฐานของกรวยและความยาวสูงเอียงของกรวยถ้ากรวยใบหนึ่งมีพื้นที่ผิวข้าง 65π ตารางเซนติเมตร สูงเอียง 13 เซนติเมตร จะสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. กรวยใบนี้มีรัศมีที่ฐานยาว 8 เซนติเมตร

ข. กรวยใบนี้มีรัศมีที่ฐานยาว 7 เซนติเมตร

ค. กรวยใบนี้มีรัศมีที่ฐานยาว 6 เซนติเมตร

ง. กรวยใบนี้มีรัศมีที่ฐานยาว 5 เซนติเมตร

23. “ กล่องใบหนึ่งมีปริมาตร 20,250 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยมีความสูงเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง และมีความยาวเป็น 3 เท่าของด้านกว้าง” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

ก. กล่องใบนี้มีพื้นที่ฐาน 600 ตารางเซนติเมตร

ข. กล่องใบนี้เป็นทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ค. กล่องใบนี้มีด้านกว้างยาว 15 เซนติเมตร

ง. กล่องใบนี้มีความสูง 45 เซนติเมตร

24. “ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีปริมาตร 1,440 ลูกบาศก์เซนติเมตร” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

ก. ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีฐานกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร และสูง 9 เซนติเมตร

ข. ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีฐานกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร

ค. ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีฐานกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 17 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร

ง. ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีฐานกว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร

25. “ท่อน้ำ PVC รูปทรงกระบอกกึ่งวงท่อนหนึ่งมีปริมาณเนื้อพลาสติกที่ใช้ทำท่อ PVC 3,960 ลูกบาศก์

เซนติเมตร” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

ก. ท่อน้ำ PVC มีรัศมีภายนอก 3 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร และท่มีความยาว 14 เซนติเมตร

ข. ท่อน้ำ PVC มีรัศมีภายนอก 5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร และท่มีความยาว 14 เซนติเมตร

ค. ท่อน้ำ PVC มีรัศมีภายนอก 3 เซนติเมตร หนา 2 เซนติเมตร และท่มีความยาว 14 เซนติเมตร

ง. ท่อน้ำ PVC มีรัศมีภายนอก 5 เซนติเมตร หนา 2 เซนติเมตร และท่มีความยาว 14 เซนติเมตร

26. “พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ผิว 84 ตารางเซนติเมตร และมีฐานยาวด้านละ 6 เซนติเมตร สันยาว 5 เซนติเมตร” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

ก. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความสูง 10 เซนติเมตร

ข. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีสูงเอียงยาว 4 เซนติเมตร

ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ฐาน 30 ตารางเซนติเมตร

ง. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ผิวข้าง 45 ตารางเซนติเมตร

27. “พีระมิดตรงฐานสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีพื้นที่ผิวข้าง 324 ตารางนิ้ว” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 16 นิ้ว และมีสูงเอียงยาว 10 นิ้ว

ข. พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 16 นิ้ว และมีสูงเอียงยาว 12 นิ้ว

ค. พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 18 นิ้ว และมีสูงเอียงยาว 12 นิ้ว

ง. พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 18 นิ้ว และมีสูงเอียงยาว 10 นิ้ว

28. “กรวยกลมมีเส้นรอบวงที่ฐานกรวย 42π นิ้ว และมีพื้นที่ผิวข้างเท่ากับ 105π ตารางนิ้ว” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

ก. กรวยกลมมีพื้นที่ฐาน 112 ตารางนิ้ว

ข. กรวยกลมมีความสูงยาว 8 นิ้ว

ค. กรวยกลมมีรัศมียาว 16 นิ้ว

ง. กรวยกลมมีสูงเอียงยาว 5 นิ้ว

29. “กรวยอันหนึ่งมีปริมาตร 48π ลูกบาศก์เซนติเมตร ” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

ก. กรวยมีรัศมีที่ฐานยาว 4 เซนติเมตรและมีความสูง 9 เซนติเมตร

ข. กรวยมีรัศมีที่ฐานยาว 4 เซนติเมตรและมีความสูง 7 เซนติเมตร

ค. กรวยมีรัศมีที่ฐานยาว 6 เซนติเมตรและมีความสูง 9 เซนติเมตร

ง. กรวยมีรัศมีที่ฐานยาว 6 เซนติเมตรและมีความสูง 7 เซนติเมตร

30. “ทรงกลมลูกหนึ่งมีพื้นที่ผิว 15,400 ตารางเซนติเมตร” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับ

ก. ทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 50 เซนติเมตร

ข. ทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 60 เซนติเมตร

ค. ทรงกลมมีรัศมียาว 35 เซนติเมตร

ง. ทรงกลมมีรัศมียาว 40 เซนติเมตร



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววันวิสาข์ อ็อกจินดา
วันเดือนปีเกิด	14 ธันวาคม 2531
สถานที่เกิด	ราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	34 หมู่ 9 ตำบลดอนใหญ่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี 70160
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี
พ.ศ. 2555	ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2559	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (แขนงการวิจัยและสถิติทางการศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ