

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2022

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จิรัชย์ สุข เกิด
คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>

 Part of the [Science and Mathematics Education Commons](#)

Recommended Citation

สุข เกิด, จิรัชย์, "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" (2022). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 6228.
<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/6228>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้
คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECT OF ORGANIZING LEARNING ACTIVITIES USING REALISTIC MATHEMATICS
EDUCATION APPROACH AND METACOGNATIVE QUESTIONING ON MATHEMATICS
CRITICAL THINKING ABILITIES OF TENTH GRADE STUDENTS



Miss Thipat Sukkerd

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

Department of Curriculum and Instruction

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษา

คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิง

การรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

น.ส.ธิปไตย สุขเกิด

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

ธิปไตย สุขเกิด : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 . (THE EFFECT OF ORGANIZING LEARNING ACTIVITIES USING REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION APPROACH AND METACOGNATIVE QUESTIONING ON MATHEMATICS CRITICAL THINKING ABILITIES OF TENTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.คันสนีย์ เณรเทียน

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม 3. ศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชุมพร จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า

1) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) พัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดดีขึ้น

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6280066627 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORD: realistic mathematics education approach, metacognitive question, mathematics critical thinking

Thipat Sukkerd : THE EFFECT OF ORGANIZING LEARNING ACTIVITIES USING REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION APPROACH AND METACOGNATIVE QUESTIONING ON MATHEMATICS CRITICAL THINKING ABILITIES OF TENTH GRADE STUDENTS. Advisor: Asst. Prof. Sansanee Nenthien, Ph.D.

This research is quasi-experimental research studied on the mathematical critical thinking ability of students learning by organizing activities using a realistic mathematics education approach and metacognitive question. The objectives of this research were 1) to compare the mathematical critical thinking ability of tenth grade students before and after learning by those activities 2) to compare the mathematical critical thinking ability of students after learning with 60 percent of the full score. 3) to examine how tenth grade students who participated in leaning activities using realistic mathematics education approach and metacognitive question on mathematics critical thinking developed their mathematical critical thinking skills. The sample consisted of 36 tenth grade students of a school in Chumphon Province. The experimental instrument was lesson plans based on realistic mathematics education approach and metacognitive question. The data collection instruments were the pre – test and post – test of the mathematics critical thinking ability. The data were analyzed by average, standard deviation, and t-test. The results showed that

1) the mathematics critical thinking ability of tenth grade students after learning by organizing activities using realistic mathematic education and metacognitive question was higher than that of student before learning at .05 level of significance

2) the mathematics critical thinking ability of tenth grade students after learning was higher than 60 percentage of criteria at .05 level of significance.

3) students in the tenth grade who participated in learning activities employing practical math education principles and better cognitive questions improved their critical thinking skills.

Field of Study: Mathematics Education

Student's Signature

Academic Year: 2022

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ เณรเทียน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งให้ความเมตตาอย่างสูงยิ่ง กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์กับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งให้คำชี้แนะและข้อควรปรับปรุงเพื่อให้ผู้วิจัยได้แก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่อยู่เสมอ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังเป็นผู้คอยบ่มเพาะให้ผู้วิจัยเข้าใจกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบ ให้ประสบการณ์ และทักษะต่าง ๆ ตลอดจนเป็นผู้ให้กำลังใจที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และ ตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านจากสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์และคณะครุศาสตร์ที่ได้มอบความรู้ ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ ดร. เนาวลักษณ์ ทองจับ อาจารย์ ปฐมาภรณ์ อวชัย คุณครูสุภาพ ล่องหลง คุณครูวันเพ็ญ เนื้อแก้ว และคุณครูกนกวรรณ ทองพรหม ที่ได้กรุณาเสียสละเวลา ในการตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อคณะผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนสวนศรีวิทยา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยตลอด ทั้งกระบวนการเป็นอย่างดี รวมทั้งขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อคณะผู้บริหารและคณะครู และนักเรียนโรงเรียน ละแมวิทยา ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนการศึกษาระดับมหาวิทยาลัยในทุก ๆ ด้าน และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งแก่ผู้วิจัยเสมอมา ตลอดจนขอขอบคุณเพื่อนที่ดีในสาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกคน ได้รับความช่วยเหลือ คำปรึกษา และกำลังใจในการทำงานตลอดมา จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์งานวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	7
คำจำกัดความงานวิจัย	8
ประโยชน์ที่จะได้รับ	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
1. แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education)...	14
1.1 ที่มาและความสำคัญของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง	14
1.2 ความหมายของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง.....	17
1.3 หลักการของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง	18

1.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง	20
2. การใช้คำถามเชิงการรู้คิด (Metacognitive questioning)	36
2.1 ที่มาและความสำคัญของการใช้คำถามเชิงการรู้คิด	36
2.2 ลักษณะของคำถามเชิงการรู้คิด (Metacognitive questioning)	37
3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ (Mathematical critical thinking)	43
3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	43
3.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์	45
3.3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์	46
3.4 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์	51
3.5 แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	55
4. งานวิจัยวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
4.1 งานวิจัยในประเทศ	58
4.2 งานวิจัยต่างประเทศ	63
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	66
1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	67
2. การออกแบบการวิจัย	67
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	68
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	68
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	69
4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด	69
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	75
4.2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์	75

4.2.2 แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์.....	82
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	87
5.1 ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง.....	87
5.2 ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	88
6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	89
7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัด.....	89
7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ.....	91
1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	91
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่าง หลังเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	94
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	97
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	105
สรุปผลการวิจัย.....	107
อภิปรายผลการวิจัย.....	108
ข้อเสนอแนะ.....	113
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้.....	113
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	114
บรรณานุกรม.....	115
ภาคผนวก.....	122
ภาคผนวก ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย.....	123

ภาคผนวก ข ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย	125
ภาคผนวก ค โครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ...	130
ภาคผนวก ง ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญและ ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	133
ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	140
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	149
ภาคผนวก ช ผลการทดสอบทางสถิติของแบบวัด ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทางคณิตศาสตร์	164
ประวัติผู้เขียน.....	167



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง	29
ตารางที่ 2 แบบแผนการวิจัย.....	67
ตารางที่ 3 แสดงสาระการเรียนรู้และจำนวนคาบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ...	70
ตารางที่ 4 แสดงสาระและความรู้ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	70
ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด	72
ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบ	77
ตารางที่ 7 ข้อคำถามจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์.....	82
ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (ค่าคะแนนเต็ม 40 คะแนน).....	91
ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียน ($\bar{x}_{\text{ก่อนเรียน}}$) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหลังเรียน ($\bar{x}_{\text{หลังเรียน}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 36 คน (คะแนนเต็มในแต่ละองค์ประกอบเท่ากับ 8 คะแนน)	92
ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x} ร้อยละ) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม 40 คะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลอง	94

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x} ร้อยละ) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างหลังเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนแต่ละองค์ประกอบย่อย (4.80 คะแนนจาก 8 คะแนน) ของแต่ละองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 36 คน	95
ตารางที่ 12 โครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนทดลอง	131
ตารางที่ 13 โครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังทดลอง	132
ตารางที่ 14 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมเฉลี่ย (x) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง	134
ตารางที่ 15 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมเฉลี่ย (x) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง.....	135
ตารางที่ 16 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ (นำไปใช้จริง)	138
ตารางที่ 17 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ (นำไปใช้จริง).....	139
ตารางที่ 18 ผลการทดสอบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง	165
ตารางที่ 19 ผลการทดสอบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มของนักเรียนกลุ่มทดลอง	166

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กระบวนการการคิดค้นคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม (process of reinvention)..... 16



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมโลกในศตวรรษที่ 21 เป็นสังคมแห่งความรู้ ผู้ที่จะประสบความสำเร็จในโลกยุคใหม่จะต้องมีความรู้อันเป็นสากล มีความสามารถในการสื่อสาร การคิดแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี มีคุณธรรม จริยธรรม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีการพัฒนาตัวเองอย่างต่อเนื่องและมีทักษะชีวิต โดยเฉพาะทักษะการคิด ถือเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญที่ต้องเรียนรู้ไปตลอดชีวิตและต้องได้รับการพัฒนาตั้งแต่ยังเด็ก เพื่อให้เด็กเติบโตไปเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพในสังคม ดังนั้นการพัฒนาทางด้านการคิดจึงจำเป็นต้องเริ่มเมื่อเด็กยังเป็นนักเรียนเพื่อเป็นการฝึกฝน ยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพการศึกษาในยุคนี้ จึงมุ่งเน้นพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้มีทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือทำงาน การศึกษาในปัจจุบันนักเรียนยังขาดทักษะการเรียนรู้ในหลาย ๆ ทักษะ โดยเฉพาะทักษะเกี่ยวกับการคิด สังเกตได้จากการประเมินมาตรฐานโรงเรียน ส่วนใหญ่นักเรียนมีความสามารถในการคิดระดับสูง ประกอบด้วย ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า รวมทั้งทักษะการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ (วัชรฯ เล่าเรียนดี, 2554) เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทางการคิดของนักเรียนจึงจำเป็นต้องมีการส่งเสริมและเร่งพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับ Huitt (1998 อ้างใน Ismail, 2018) ที่ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญมากในศตวรรษที่ 21 เพราะยุคนี้เป็นยุคของข้อมูลเทคโนโลยี ผู้คนต้องตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จึงต้องใช้ความสามารถทักษะทางปัญญาที่มีความยืดหยุ่น เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และบูรณาการแหล่งความรู้ที่หลากหลายเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา นักการศึกษาระดับโลกอย่างเช่น Sir Kenneth Robinson ได้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดการจัดการศึกษาแบบเดิมมาเป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์และคิดอย่างมีวิจารณญาณ และต้องเข้ากับบริบทของโลกที่เปลี่ยนไป (สกล สุวรรณพิสิทธิ์, 2555) วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิด กระบวนการคิดให้คิดเป็นเหตุเป็นผล ช่วยจัดระบบระเบียบขั้นตอนในการคิดของมนุษย์ ตลอดจนจนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ดังที่ ยุพิน พิพิธกุล (2545) ได้กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดของมนุษย์ ความคิดทางคณิตศาสตร์นั้นต้องมีแบบแผนและ

รูปแบบ คณิตศาสตร์ช่วยให้คนมีเหตุผล และคณิตศาสตร์สามารถเป็นพื้นฐานในการนำไปแก้ไขปัญหาด้านวิทยาศาสตร์หรือศาสตร์อื่น ๆ ได้

สถานการณ์ปัจจุบันทางการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศไทย แม้ว่าประเทศไทยจะมีการให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์มาเป็นอันดับหนึ่งคู่กับวิทยาศาสตร์ แต่จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (O-NET) คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.6 สังกัด สพฐ. ย้อนหลัง 5 ปีการศึกษา 2558-2562 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เป็นร้อยละ 26.65, 24.9, 24.69, 30.75 และ 25.62 ตามลำดับ (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2562) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ค่อนข้างมาก จึงน่ากังวลเป็นอย่างมาก แม้กระทั่งผลการประเมินในระดับนานาชาติ จากผลการทดสอบ Programme for International Student Assessment หรือ PISA ประจำปี 2015 ที่ประเมินนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในส่วนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์พบว่า คะแนนเฉลี่ยประเทศไทยคือ 415 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนน The Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD คือ 490 คะแนน จัดอยู่ในลำดับที่ 55 จาก 70 ประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) จากที่กล่าวมาข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ ยังไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง และนักเรียนขาดทักษะทั้งการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังไม่ดีเท่าที่ควรเช่นเดียวกัน

สาเหตุที่ทำให้ผลประเมินบ่งชี้ว่า นักเรียนไทยยังขาดความสามารถในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง อาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แนวทางการสอนของครูใช้โจทย์ปัญหาที่ไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ครูยังไม่ให้ความสำคัญกับการออกแบบกิจกรรมที่เน้นพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตจริงจริงเท่าที่ควร อาจทำให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัว และไม่สามารถรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ทำให้ไม่สามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ (ผกาทิพย์ รันสูงเนิน, 2555 อ้างใน สกุล ตั้งเก้าสกุล, 2017)

การศึกษาในปัจจุบันเริ่มเห็นความสำคัญของการนำสถานการณ์ปัญหาในบริบทชีวิตจริงเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น เพื่อหวังว่าจะสามารถช่วยยกระดับการศึกษาคณิตศาสตร์ แนวทางหนึ่งคือ การใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education : RME) อันเป็นแนวคิดการปฏิรูปการศึกษาของเนเธอร์แลนด์ที่มีจุดเน้นว่า คณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมของมนุษย์และต้องเชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยกระบวนการนี้จะใช้บริบทสถานการณ์โลกความ

เป็นจริงเป็นแบบจำลองหรือแหล่งเรียนรู้ในการพัฒนาแนวคิด ประยุกต์ผ่านกระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematization) เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจนนำไปสู่การสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับชีวิตจริงในบริบทปัญหานั้นๆ ซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงในสหรัฐอเมริกา (DE Lange, 1996 อ้างใน Zulkardi, 2002) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หนังสือเรียนในโครงการ Mathematics in Context (MiC) ซึ่งพัฒนามาจากแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง มีผลสอบวัดทักษะพื้นฐานในด้านความรู้คณิตศาสตร์สูงขึ้น และนักเรียนสามารถตีความมโนทัศน์ที่หลากหลายได้ด้วยตนเอง และจากงานวิจัยของ (Fauzan, 2002) ได้ศึกษาการจัดการเรียนสอนของประเทศอินโดนีเซียโดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง พบว่า นักเรียนมีเจตคติทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น สามารถให้เหตุผลและเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น

นอกจากนี้อีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น คือ การใช้คำถามเชิงการรู้คิด (Metacognitive questioning) (Kramarski และ Mevarech, 1997) ซึ่งเป็นการที่ครูจะใช้คำถามกำกับความคิดของนักเรียนในขณะที่ทำความเข้าใจปัญหาก่อนการแก้ไข วางแผนวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน ติดตามผลจากการดำเนินการตามแผน และประเมินวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้คำถาม 4 ลักษณะ ได้แก่ คำถามเพื่อความเข้าใจ คำถามเชื่อมโยง คำถามเชิงกลยุทธ์ และคำถามสะท้อน ซึ่งครูจะใช้คำถามเหล่านี้เพื่อให้นักเรียนกำกับความคิดของตนเองและเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงและหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือหาเหตุผลของการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบนั้นๆ ออกมาด้วยตัวนักเรียนเอง (Kramarski และ Mevarech, 2003) การใช้คำถามเชิงการรู้คิดจึงเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่น่าจะทำให้นักเรียนเกิดการรู้คิด ซึ่งงานวิจัยของ (Magno, 2010) พบว่า การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาผ่านการรู้คิดได้ และการรู้คิดคือความสามารถของนักเรียนที่ใช้ในการกำกับความคิดของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ (Choy และ Cheah, 2009) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณต้องใช้ทักษะทางปัญญาในระดับที่สูงขึ้นในการประมวลผล เช่น การรู้คิด

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาการเรียนรู้นิเทศศาสตร์ จึงมีความสนใจที่จะออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำถามวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

สมมติฐานการวิจัย

Fauzan (2002) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนชั้นประถมศึกษาในประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อได้รับสถานการณ์บริบทปัญหาที่ครูกำหนด พบว่า นักเรียนเริ่มแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองที่ไม่เป็นทางการด้วยตนเอง และเมื่อครูกำหนดสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์อีก 3 - 4 สถานการณ์ให้นักเรียน นักเรียนจะซักถามครูน้อยลง และพบว่าหลังการจัดการเรียนการสอน นักเรียนมีเจตคติทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น และสามารถให้เหตุผลและเข้าใจนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

Webb et al. (2011) ได้ทำการศึกษาแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับลอการิทึม และเพื่อเป็นตัวอย่างหลักของการออกแบบ RME โดยการเริ่มต้นจากบริบทที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการใช้เหตุผลที่ไม่เป็นทางการ เช่น การสร้างการเป็นตัวแทนความคิด และครูจะถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการ ก่อนทางการ และเป็นทางการ จากการสำรวจความ

คิดเห็นเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมพบว่า แนวทางนี้เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนที่ไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์แบบท่องจำและเป็นประโยชน์ต่อครูในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ต่างจากการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม

เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านนาหายพิทยากร เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 40 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมีโน้ตศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Seher และ Fatma (2013) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ผ่านแนวทางการสอนและการเรียนรู้เชิงบริบท (Contextual teaching and learning approach: CTL) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการประยุกต์ใช้แนวทางการสอนและการเรียนรู้ตามบริบท เพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของครูระดับประถมศึกษา การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง กลุ่มทดลองเป็นครูระดับประถมศึกษาที่เรียนวิชาพีชคณิตของมหาวิทยาลัยในเมืองโบกอร์ ประเทศอินโดนีเซีย ผลการวิจัยพบว่า 1. เมื่อใช้แนวทางการสอนและการเรียนรู้เชิงบริบทในการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนปกติ (TTL) 2. มีความแตกต่างในการเพิ่มขึ้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ทั้งนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการสอนและการเรียนรู้ตามบริบท และแบบปกติ 3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการเรียนรู้ (CTL และ TTL) และความสามารถก่อนหน้าของนักเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ธัญพิมล จันทน์นุ่ม (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดของเด็กที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสาร การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถใน

การให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมตามแนวการศึกษา คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดเด็กระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนปกติ ตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา 2 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 50 คน และกลุ่มควบคุม 49 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดเด็ก เครื่องมือที่ใช้ในการ เก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้อง กับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดเด็กมีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดเด็กมีความสามารถในการ ให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมปกติ

Lestari (2018) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลการเรียนรู้แบบร่วมมือและผลการเรียนรู้แบบ ร่วมมือร่วมกับกลยุทธ์อภิปัญญาเพื่อเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำการทดสอบ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประเทศอินโดนีเซีย การวัดความสามารถในการให้เหตุผล ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การสร้างการคาดเดา การให้ข้อโต้แย้ง และแบบการสังเกต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้กลยุทธ์อภิปัญญาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพสูงกว่าการ เรียนรู้แบบร่วมมือโดยไม่มีกลยุทธ์อภิปัญญาอย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าข้อดีของการใช้ กลยุทธ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้งานวิจัยยังแสดงให้เห็นถึงผล ในเชิงบวกของการเรียนแบบร่วมมือร่วมกับกลยุทธ์อภิปัญญาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เพิ่มขึ้นอีกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวไปข้างต้น การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถย่อย ของการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงก็เปรียบเสมือน บริบท ๆ ปัญหาหนึ่งที่ครูสามารถนำมาใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับชีวิต เพื่อใช้ในการพัฒนานักเรียน และมีการใช้คำถามเชิงการรู้คิดเป็นกลยุทธ์หนึ่งของกลยุทธ์การรู้คิด เพื่อให้ นักเรียนได้กำกับความคิดของตนเองในขณะที่ลงมือแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษา
คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดมีความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษา
คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 จังหวัดชุมพร สำนัก
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
บางส่วนที่สอดคล้องกับบริบทชีวิตจริงจำแนกตามสาระตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับ
มัธยมศึกษา (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวการศึกษา
คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

3.2 ตัวแปรตาม การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

คำจำกัดความงานวิจัย

1. **แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematic Education approach: RME)** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้บริบทในชีวิตจริงที่นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ แนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ทำความเข้าใจและวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ หรือแก้ปัญหาจากบริบทในชีวิตจริงโดยใช้แบบจำลองที่พัฒนาด้วยผู้เรียนเอง และสรุปเกี่ยวกับแนวคิดหรือโมเดลที่สอดคล้องกับบริบทนั้น ๆ โดยครูทำหน้าที่แนะนำและอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน และเตรียมบริบทในชีวิตจริงเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ ตีความ ได้ตรงเกี่ยวกับบริบทนั้น ๆ โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนการสอนและหลักการของ Gravemaijer (1997, อ้างใน Fauzan, 2002) เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจบริบทสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูให้สถานการณ์หรือปัญหาจากบริบทในชีวิตจริงที่นักเรียนต้องอธิบาย ตีความ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหานั้น หากมีนักเรียนไม่เข้าใจ ครูจะใช้การชี้แนะแนวทางในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหา จากนั้นครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง เช่น ภาพวาด แผนภาพ ตาราง จากสถานการณ์หรือปัญหา

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์สถานการณ์หรือแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์ แนวคิด หรือกลวิธี และลงมือวิเคราะห์สถานการณ์หรือสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาจนได้คำตอบ ทั้งแบบรายบุคคลหรือรายกลุ่ม โดยมีครูคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบของตนเองกับนักเรียนคนอื่น ๆ และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอประเด็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 4 ลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการอภิปรายในชั้นเรียน ครูจะให้นักเรียนหาข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด โมเดล หรือขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปัญหาด้วยตนเองก่อน จากนั้นครูและนักเรียนจะสรุปแนวคิด โมเดล หรือขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปัญหาที่ถูกต้องร่วมกัน รวมถึงให้นักเรียนสะท้อนความรู้และสิ่งที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้

2. การใช้คำถามเชิงการรู้คิด (Metacognitive questioning) หมายถึง การที่ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนกำกับความคิดของตนเอง ผ่านการคิดวิเคราะห์ คิดไตร่ตรอง ก่อนลงมือและระหว่างการทำงานร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา โดยใช้คำถาม 4 ลักษณะ ประกอบด้วย

1) คำถามเพื่อความเข้าใจ (Comprehension question) เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดแยกแยะ เปรียบเทียบ จัดข้อมูลหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์หรือปัญหา

2) คำถามเชื่อมโยง (Connection question) เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงเกี่ยวกับความรู้เดิมหรือวิธีการแก้ปัญหาเดิมกับสถานการณ์หรือปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ รวมถึงคิดเปรียบเทียบความแตกต่างหรือความเหมือนระหว่างสถานการณ์หรือปัญหาที่นักเรียนเคยเผชิญ

3) คำถามเชิงกลยุทธ์ (Strategy question) เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดไตร่ตรองความเหมาะสม คิดให้เหตุผลเกี่ยวกับแนวคิดและความรู้ที่ใช้ในการคิดวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆ หรือกลยุทธ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหา รวมถึงพิจารณาความรู้และแนวคิดอื่น ๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ หรือการเลือกกลยุทธ์หรือวิธีการแบบอื่นในการแก้ปัญหา

4) คำถามสะท้อน (Reflection question) เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนสะท้อนความคิดของตนเองเกี่ยวกับการดำเนินการทำความเข้าใจและวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา และความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากสถานการณ์หรือปัญหา

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่นักเรียนต้องเผชิญสถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตจริง ทำความเข้าใจ และวิเคราะห์สถานการณ์หรือแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้ความรู้ แนวคิด วิธีการทางคณิตศาสตร์ และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการทำเนิการวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์หรือแก้ปัญหา ครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิดเพื่อให้นักเรียนกำกับความคิดของตนเองโดยเลือกใช้ลักษณะคำถามความเหมาะสม และทำหน้าที่ชี้แนะและอำนวยความสะดวกระหว่างการดำเนินกิจกรรม โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจบริบทสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาจากบริบทในชีวิตจริงที่นักเรียนต้องอธิบาย ตีความ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหา โดยครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิดตามความเหมาะสมในการกำกับความคิดของนักเรียน โดยอาจใช้คำถามเพื่อความเข้าใจ เพื่อให้นักเรียนแยกแยะ และหาความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือใช้คำถามเชื่อมโยง เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนความต่างกับสถานการณ์หรือปัญหาที่นักเรียนเคยเผชิญ จนนักเรียนสามารถจัดการกับข้อมูลในสถานการณ์หรือปัญหานั้นได้ จากนั้นครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง เช่น ภาพวาด แผนภาพ จากสถานการณ์หรือปัญหาตามความเข้าใจของนักเรียน หากมีนักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์หรือปัญหา ครูจะใช้การชี้แนะแนวทางในการทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหา

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์สถานการณ์หรือแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเลือกความรู้คณิตศาสตร์ กลยุทธ์หรือวิธีการที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์หรือแก้ปัญหา หรือลงมือสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบรายบุคคลหรือรายกลุ่ม จนได้คำตอบของสถานการณ์หรือปัญหา ซึ่งระหว่างการดำเนินการครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิดตามความเหมาะสม โดยอาจใช้คำถามเชื่อมโยง เพื่อให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือวิธีการแก้ปัญหามาของปัญหาที่เคยเผชิญ หรือใช้คำถามเชิงกลยุทธ์ เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ ไตร่ตรองความรู้และแนวคิด กลยุทธ์หรือวิธีการที่เหมาะสม จนนักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา และลงมือหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบการวิเคราะห์สถานการณ์หรือวิธีการแก้ปัญหามาของตนเองกับนักเรียนคนอื่น ๆ และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอประเด็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่แตกต่างกัน โดยครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิดตามความเหมาะสม โดยอาจใช้คำถามสะท้อน

เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ ไตร่ตรอง และตรวจสอบถึงคำตอบและวิธีการในการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาของตนเองและนักเรียนคนอื่น

ขั้นที่ 4 ลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากคำตอบหรือวิธีการในการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา รวมถึงสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการเรียนรู้ โดยครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิดตามความเหมาะสม โดยอาจใช้คำถามเชื่อมโยงเพื่อให้ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิม หรือวิธีการแก้ปัญหาเดิมกับสิ่งที่นักเรียนลงข้อสรุป หรือใช้คำถามสะท้อน เพื่อให้ นักเรียนสะท้อนวิธีการ ดำเนินวิธีการต่าง ๆ และความสมเหตุสมผลของข้อสรุป

4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถตีความวิเคราะห์ ให้เหตุผล ไตร่ตรอง และตัดสินใจ เกี่ยวกับข้อมูลหรือหลักฐานจากข้อความ สถานการณ์ หรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด ประกอบด้วยความสามารถย่อย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ (Identify Issue for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์และระบุประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

2) ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (Credibility Information for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการประเมินความถูกต้อง ความสอดคล้อง และความเพียงพอของข้อมูลทางคณิตศาสตร์

3) ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (Identify Information for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่จะทำให้เกิดข้อสรุปตามข้อความหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4) ความสามารถในการลงข้อสรุปจากข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (Making Inferences for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการลงข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่อย่างสมเหตุสมผล

5) ความสามารถในการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์ (Making Decision for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์ รวมถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์และข้อสรุปของคำตอบอย่างสมเหตุสมผล

โดยวัดจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ครูได้แนวทางในการจัดกิจกรรมแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด
2. ครูได้แนวทางในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรม และได้ตัวอย่างกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education)
 - 1.1 ที่มาและความสำคัญของแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง
 - 1.2 ความหมายของแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง
 - 1.3 หลักการของแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง
 - 1.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง
2. การใช้คำถามเชิงการรู้คิด (Metacognitive questioning)
 - 2.1 ที่มาและความสำคัญของการใช้คำถามเชิงการรู้คิด
 - 2.2 ลักษณะของคำถามเชิงการรู้คิด
3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ (Mathematical critical thinking)
 - 3.1 ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education)

1.1 ที่มาและความสำคัญของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

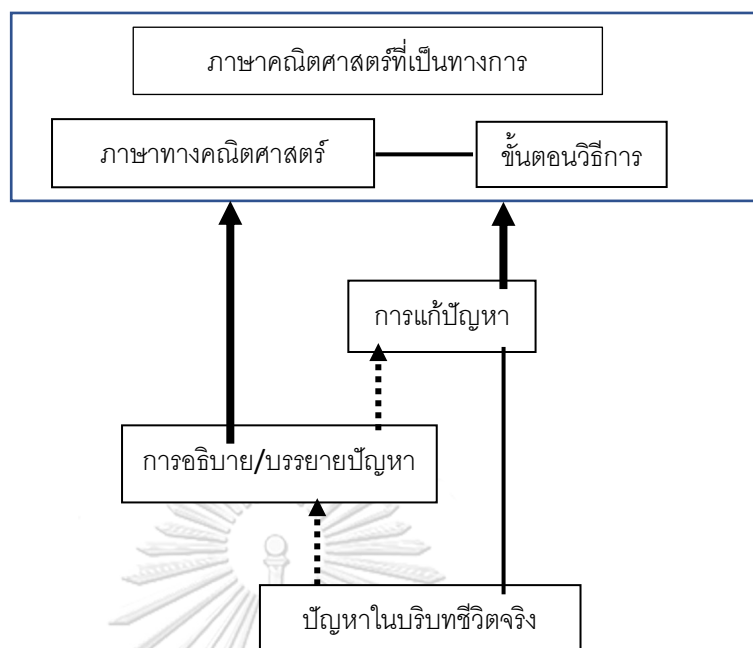
Ven Den (2003) กล่าวว่า แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง หรือ Realistic Mathematic Education (RME) เป็นสิ่งที่นักการศึกษาชาวดัตช์ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ต้องการให้ทั่วโลกเกิดการปฏิรูปการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่ง RME ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 70 โดย Freudenthal และเพื่อนร่วมงานในสถาบัน IOWO ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็นสถาบัน Freudenthal เนื่องจากแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่แพร่หลายในช่วงเวลานั้นมักถูกเรียกว่า Mechanic Mathematics เป็นวิธีการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการให้นักเรียนจำรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงยังคงถือว่าเป็นแนวการศึกษาที่ยังคงต้องพัฒนาอยู่จนถึงปัจจุบัน

ปัจจุบันมุมมองเกี่ยวกับแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงส่วนใหญ่จะอยู่ในมุมมองของ Freudenthal (1991, อ้างใน Zulkardi, 2010) ซึ่งมีจุดเน้น 2 ประการคือ

ประการที่หนึ่ง **คณิตศาสตร์ต้องเชื่อมโยงกับเป็นชีวิตจริง** โดยจะต้องใกล้ชิดกับและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน แทนการมองว่าคณิตศาสตร์เป็นแค่การถ่ายทอดเนื้อหาเท่านั้น อีกทั้งคำว่า สมจริง (realistic) ไม่ได้หมายความถึงแค่ในโลกจริงเท่านั้น แต่ยังหมายถึงสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถจินตนาการได้หรือสถานการณ์ที่เป็นจริงในความรู้สึกของนักเรียนอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Van den และ Drijvers (2020) ที่กล่าวถึงลักษณะเฉพาะของ RME คือ สถานการณ์หรือบริบทที่ “สมจริง” (realistic) สถานการณ์หรือบริบทเหล่านี้ใช้เป็นแหล่งในการเริ่มต้นการพัฒนาแนวคิดเครื่องมือ และขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ และเป็นสถานการณ์หรือบริบทที่นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการของตนเอง ผ่านการเรียนรู้การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จนค่อยๆ กลายเป็นคณิตศาสตร์ที่เป็นทางการมากขึ้น

ประการที่สอง **คณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมของมนุษย์** ซึ่งจัดเป็นกระบวนการคิดค้นคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมโดยได้รับคำแนะนำ (guided reinvention) ซึ่งนักเรียนสามารถนำเอาประสบการณ์ที่คล้ายกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบกันได้ ความหมายของการคิดค้นคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม (reinvention) คือขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นไปอย่างเป็นธรรมชาติของนักเรียน นอกจากนี้หลักการคิดค้นคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม (reinvention) ยังสามารถใช้เป็นแรงบันดาลใจหรือแรงกระตุ้นในการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไม่เป็นทางการได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เป็นทางการของนักเรียนสามารถนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นทางการมากยิ่งขึ้นได้ และ

กระบวนการคิดค้นคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมใช้มโนทัศน์การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematization) ในการชี้แนะด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Treffers (1987, อ้างใน van den 2003) และ Freudenthal (1991, อ้างใน van den, 2003) กล่าวว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (mathematization) ในบริบททางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่กำหนดขึ้นแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1.การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงกว้าง (Horizontal mathematization) เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะได้รับเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สามารถช่วยในการจัดระเบียบและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะใช้กลยุทธ์แบบไม่เป็นทางการในการอธิบาย และดำเนินการแก้ปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์ หรือบริบทในชีวิตจริงที่กำหนดให้ กล่าวคือเป็นการนำปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงไปสู่โลกแห่งสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และ 2.การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงลึก (Vertical mathematization) เป็นกระบวนการสร้างความรู้ภายในระบบคณิตศาสตร์ เช่น การค้นหาวิธีคิด หรือการค้นพบความเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ เป็นต้น ซึ่งนักเรียนจะใช้กลยุทธ์ที่ไม่เป็นทางการในการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ หรือนำกลยุทธ์ที่ไม่เป็นทางการมาใช้ในการหาขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ กล่าวคือเป็นการคิดภายในโลกแห่งสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์นั่นเอง ถึงแม้ว่าทั้งสองลักษณะจะดูแตกต่างกัน แต่ Freudenthal เน้นว่ารูปแบบทั้งสองลักษณะมีค่าเท่ากัน และสามารถเกิดขึ้นได้ในระดับความเข้าใจที่ต่างกัน



ภาพที่ 1 กระบวนการการคิดค้นคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม (process of reinvention)

(-----> การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงกว้าง , —————> การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงลึก)

จากภาพที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เริ่มต้นจากครูนำเสนอปัญหาบริบทที่สอดคล้องกับโลกจริง โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงกว้าง โดยนักเรียนจะได้รับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในลักษณะที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการ จากนั้นดำเนินการจัดกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำกิจกรรมผ่านการแก้ปัญหา (solving) การเปรียบเทียบ (comparing) และการอภิปราย (discussing) ข้อมูลที่นักเรียนนำเสนอ ร่วมกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงลึก จนกระทั่งนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้คำตอบ และนักเรียนอธิบายคำตอบที่ได้พร้อมแนวคิดและวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบนั้น นั่นคือ ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในกระบวนการต่างๆ นั่นเอง

จากการศึกษาความเป็นมาและแนวคิดของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงพบว่า แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเริ่มต้นการพัฒนาจากสถาบัน Freudenthal ที่มีแนวคิดที่ว่า คณิตศาสตร์ต้องเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำเอาประสบการณ์ที่คล้ายกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบกันได้ และมีแนวคิดที่ให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้จากบริบทปัญหาที่ครูนำเสนอ ให้นักเรียนได้คิด เปรียบเทียบ และอธิบายวิธีการแก้ปัญหา จนนักเรียนเกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์

1.2 ความหมายของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

Freudenthal (1971) กล่าวว่า การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education : RME) เป็นแนวทางหนึ่งจัดการปัญหาที่เกิดจากการเรียนคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิมกับสิ่งที่ป็นนามธรรม คณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งของมนุษย์ นักเรียนควรรับโอกาสในการค้นพบคณิตศาสตร์ โดยการจัดการและประมวลผลสถานการณ์ในโลกจริงหรือหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับนักเรียน

Gravemaijer (1994 อ้างใน Wahyudi, 2016) กล่าวว่า แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education : RME) เป็นการผสมผสานระหว่าง คอนสตรัคติวิสต์ การสร้างความรู้ด้วยตนเอง และแนวคิดบริบท ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาจากบริบทในโลกจริง

Dolk (2007 อ้างใน Wahyudi, 2016) กล่าวว่า แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education : RME) ไม่ใช่สิ่งที่ถ่ายทอดความรู้คณิตศาสตร์จากครูไปยังนักเรียนในชั้นเรียน แต่เป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่ผ่านการสำรวจปัญหาที่แท้จริง คณิตศาสตร์ถือได้ว่าเป็นกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งเริ่มต้นด้วยการแก้ปัญหา

Jalil และคณะ (2011) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมโดยรอบและประสบการณ์จริงของนักเรียนที่พบได้ในชีวิตประจำวัน และทำให้คณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมของนักเรียน และไม่จำเป็นว่า RME จะต้องโลกแห่งความจริงอย่างเดียวเท่านั้น แต่อาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงที่นักเรียนสามารถจินตนาการหรือรู้สึกถึงได้ และนักเรียนควรคิดว่า จะแก้ปัญหาที่นักเรียนอาจพบเจอในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

Van den and Paul (2014) กล่าวว่า การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education : RME) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้การสอนสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้รับการพัฒนาในเนเธอร์แลนด์ ลักษณะเฉพาะของ RME คือ สถานการณ์ที่สมจริง (realistic) ที่เป็นสิ่งที่โดดเด่นในกระบวนการเรียนรู้ สถานการณ์นี้ใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาแนวคิด เครื่องมือ และ

ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของตนเองจากบริบทนั้น และค่อยๆ กลายเป็นทางการ ลดบทบาทของบริบทลง จนมีความเป็นทั่วไปมากขึ้น

Wahyudi (2016) กล่าวว่า แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ถูกกำหนดให้เป็นแนวทางที่ใช้ประโยชน์หรือเกี่ยวข้องกับปัญหาโลกจริงที่พบเจอในชีวิตประจำวันผ่านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงกว้างและการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงลึก การเรียนรู้ผ่าน RME เน้นที่บริบทในชีวิตจริงของนักเรียน และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวนักเรียนเอง

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education approach: RME) หมายถึง แนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ของบริบทในชีวิตจริงที่นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ แนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในการหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์หรือการลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองจากสถานการณ์ของบริบทในชีวิตจริง เพื่อทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.3 หลักการของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

จากการศึกษาเกี่ยวกับหลักการของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง มีนักการศึกษาได้ให้หลักการไว้หลายท่าน ดังนี้

Gravenmeijer กล่าวว่า หลักการสำคัญของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยหลักสำคัญ 3 ประการ (Gravemaijer 1997, อ้างใน Fauzan, 2002 ; Gravemeijer, Cobb, Bowers, and Whitenack, 2000, อ้างใน Fauzan, 2002 ; Gravemaijer 2008, อ้างถึงใน Theodora และ Hidayat, 2018) ดังนี้

1. การคิดค้นคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมโดยได้รับคำแนะนำ (Guided Reinvention) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูควรจัดเตรียมสถานการณ์หรือบริบทปัญหาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงให้กับนักเรียน นักเรียนควรมีโอกาสคิดค้นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นทางการมากขึ้น ความสำคัญของหลักการนี้คือนักเรียนสามารถสร้าง "แนวคิด" ขึ้นมาใหม่ได้เองโดยไม่จำเป็นต้องใช้การ "ท่องจำ" ผ่านการแนะนำและการอำนวยความสะดวกจากครูในระหว่างการทำกิจกรรม โดยการกระบวนกรเรียนรู้ควรเน้นที่กระบวนกรมากกว่าผลลัพธ์ของการคิดค้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. การสอนที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน (Didactical Phenomenology) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับการเรียนรู้มโนทัศน์นั้นๆ จุดมุ่งหมายคือการหาสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการคาดการณ์

วิเคราะห์ ดีความและไตร่ตรองสถานการณ์นั้นๆ และต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมที่สามารถนำนักเรียนไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพื้นฐานของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงลึก ซึ่งช่วยสร้างและกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

3. แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เรียนเอง (Self-development Model) ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างความรู้ที่ไม่เป็นทางการและคณิตศาสตร์ที่เป็นทางการ ในการจัดการเรียนรู้ครูจะให้นักเรียนได้ใช้และพัฒนาแบบจำลองของตนเองในการแก้ปัญหาโจทย์ทางคณิตศาสตร์

Marja van den Heuvel-Phanhuizen (2014) กล่าวว่าการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงสามารถสะท้อนให้เห็นว่า คณิตศาสตร์เป็นรายวิชาที่นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างไรและควรสอนอย่างไร ซึ่งมุมมองเหล่านี้สะท้อนออกมาเป็นหลักการสำคัญ 6 หลักการดังนี้

1. หลักการจัดกิจกรรม (Activity Principle) นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ผ่านการปฏิบัติกิจกรรม โดยนักเรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในกระบวนการเรียนรู้ ได้พัฒนาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์และการหยั่งรู้ด้วยตนเอง ได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีแบบไม่เป็นทางการ

2. หลักการสอดคล้องกับความเป็นจริง (Reality Principle) ความเป็นจริงเป็นแหล่งที่มาของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรนำบริบทจริงมาใช้ในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งต้องเลือกสถานการณ์ปัญหาในบริบทชีวิตจริงเป็นสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้

3. หลักการตามลำดับขั้น (Level Principle) ในการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนต้องผ่านลำดับขั้นของความเข้าใจในระดับต่างๆ จากความสามารถในการคิดค้นปัญหาในบริบทแบบไม่เป็นทางการไปจนถึงการสร้างวิธีคิดและการสร้างแบบแผน การหยั่งรู้หลักการสำคัญและความสัมพันธ์ที่กว้างออกไป การผ่านไปสู่อันดับขั้นต่างๆ เป็นความสามารถในการคิดสะท้อนในกิจกรรมที่จัดขึ้น

4. หลักการเชื่อมโยงหรือบูรณาการ (Inter-tenement Principle) ความรู้คณิตศาสตร์ไม่ได้อยู่อย่างแยกส่วน การแก้ปัญหาในบริบทต่างๆ ต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่หลากหลายมาช่วยในการแก้ปัญหา

5. หลักการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction Principle) การเรียนคณิตศาสตร์ถูกมองว่าเป็นกิจกรรมทางสังคม ในการจัดการเรียนการสอนควรให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการซึ่งกันและกัน ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาในระดับความรู้ความเข้าใจที่สูงขึ้น

6. หลักการแนะนำ (Guidance Principle) ครูให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดค้นคณิตศาสตร์ผ่านการแนะนำของครู โดยครูจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ให้เอื้อต่อกระบวนการสร้างความรู้ของนักเรียน

1.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวการศึกษาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ดังนี้

De Lange (1996, อ้างถึงใน Zulkardi, 1999) และ Gravemajer (1994, อ้างถึงใน Zulkardi 1999) ได้นำเสนอบทบาทของครู ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของแนวการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงคือ อำนวยความสะดวก จัดเตรียม ชี้แนะ และ ประเมินผล ดังนี้

1. ครูยกตัวอย่างบริบทปัญหาสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่สอดคล้องกับหัวข้อที่นักเรียนกำลังเรียน หรือเรียนผ่านมาแล้ว
2. ในระหว่างทำกิจกรรม ครูอาจให้นักเรียนเขียนแนวทางในการแก้ปัญหา โดยอาจอยู่ในรูปของการวาดตารางบนกระดาน ซึ่งครูสามารถให้คำแนะนำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มเล็กๆ ตามความจำเป็น
3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน โดยการอภิปรายร่วมกัน ในการอภิปรายนักเรียนจะต้องแปลความหมายของสถานการณ์ที่อยู่ในบริบทปัญหาและเน้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
4. ครูให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหด้วยตนเอง นักเรียนสามารถค้นพบวิธีการแก้ปัญหตามระดับความสามารถของตนเอง ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน
5. ครูให้สถานการณ์ปัญหาในบริบทที่คล้ายคลึงกับปัญหาก่อนหน้า

Zulkardi (1999) ได้นำลักษณะเฉพาะของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเข้าไปอยู่ในแผนการสอนดังนี้

1. ครูให้บริบทปัญหาที่สัมพันธ์กับหัวข้อที่จะเริ่มเรียน
2. ครูเดินดูการทำงานของนักเรียน โดยอาจเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม เพื่อดูความรู้และกลยุทธ์การแก้ปัญหที่นักเรียนวางแผนไว้
3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนและเพื่อนคนอื่น
4. ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหและคำตอบหน้าชั้นเรียน
5. ครูชี้แนะให้มีการอภิปรายในชั้นเรียน
6. ครูให้บริบทอื่นที่คล้ายกับบริบทก่อนหน้า

Reeuwijk (1997 อ้างถึงใน Kosim และ Tirta 2020) กล่าวถึงขั้นตอนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาหรือคำถาม (Understanding problems/questions) โดยครูจะให้ปัญหาหรือคำถามตามบริบท และให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 อธิบายปัญหาตามบริบท (Explaining contextual problems) ขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นหากมีนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจบริบทที่ได้รับ โดยครูจะคอยให้คำชี้แนะนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจบริบทปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 3 การแก้ปัญหตามบริบท (Solving contextual problems) เป็นกลุ่มหรือรายบุคคล โดยวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนอาจแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น หรือแตกต่างจากวิธีการของครูผู้สอนก็ได้

ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบและอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบ (Comparing and discussing answers) ครูอำนวยความสะดวกในการอภิปรายและให้เวลาเปรียบเทียบและอภิปราย คำตอบจากคำถามเป็นกลุ่ม จากนั้นดำเนินการอภิปรายในชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 สรุปผลการอภิปราย (Concluding the results of discussion) ครูชี้แนะให้นักเรียนสรุปแนวคิดด้วยตนเองก่อน จากนั้นครูจะสรุปแนวคิดและแก้ไขแนวคิดหากนักเรียนคิด ผิด

Hobri (2009, อ้างถึงใน Ningsih, 2014) ได้เสนอขั้นตอนในกิจกรรมหลักของ กระบวนการเรียนรู้การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ดังนี้

ขั้นที่ 1 นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาตามบริบทที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 2 นักเรียนอธิบายถึงสถานการณ์และเงื่อนไข โดยการตีความบริบท ปัญหา และครูให้คำแนะนำนักเรียนที่ไม่เข้าใจ

ขั้นที่ 3 การแก้ไขปัญหตามบริบท นักเรียนจะต้องแก้ปัญหตามบริบทด้วยวิธีการของตนเอง โดยครูจะกระตุ้นโดยการให้คำถาม คำใบ้ หรือคำแนะนำ

ขั้นที่ 4 เปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ ครูจะให้เวลา และให้โอกาส นักเรียนได้เปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบกับเพื่อน ก่อนการอภิปรายในชั้นเรียน จากนั้นครูจะให้ นักเรียนเปรียบเทียบและอภิปรายในชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 การสรุปจากการอภิปราย ครูให้นักเรียนสรุปขั้นตอนหรือแนวคิดหรือ คำตอบที่ได้

Jazuli (2010, อ้างใน Anggo, 2017) ได้เสนอขั้นตอนของกิจกรรมหลักในการเรียนคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 อ่านและทำความเข้าใจประเด็นตามบริบท (Read and understand the contextual issues) ครูให้ประเด็นตามบริบทและให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา หากมีนักเรียนบางคนไม่เข้าใจ ครูจะให้นักเรียนคนอื่นช่วยอธิบาย และหลังจากที่นักเรียนคนอื่นอธิบายแล้วนักเรียนคนนั้นยังไม่เข้าใจ ครูจะอธิบายเพิ่มเติมโดยให้คำแนะนำเกี่ยวกับสถานการณ์และสภาพปัญหาเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

ขั้นที่ 2 แก้ไขปัญหาตามบริบท (Resolve the contextual problems) นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาตามบริบทด้วยตนเองเป็นรายบุคคล โดยต้องหาแนวทางแก้ไขและคำตอบของปัญหาที่แตกต่างกัน ครูกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการให้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้รับคำแนะนำให้ค้นพบแนวคิดหรือหลักการของคณิตศาสตร์อีกครั้งผ่านปัญหาตามบริบทที่กำหนด นอกจากนี้ นักเรียนยังได้รับคำสั่งให้สร้างแบบจำลองและใช้แบบจำลองของตนเองเพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ (Compare and discuss the answers) นักเรียนจะต้องเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบของตนเองกับนักเรียนคนอื่น หลังจากนั้นครูจะให้นักเรียนนำผลการอภิปรายมาเปรียบเทียบและอภิปรายในชั้นเรียน ขั้นตอนนี้สามารถใช้เพื่อฝึกความกล้าหาญของนักเรียนเพื่อแสดงความคิดเห็นแม้ว่าความคิดเห็นของนักเรียนจะแตกต่างจากเพื่อนคนอื่น ๆ หรือครู

ขั้นที่ 4 สรุป (Conclude) จากผลของการอภิปรายระหว่างนักเรียนและชั้นเรียน ครูจะให้นักเรียนหาข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดหรือคำจำกัดความ ทฤษฎีบท หลักการ หรือขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทสถานการณ์ปัญหา

Yunita (2013, อ้างใน ธัญพิมล จันทน์นุ้ม, 2554) ได้วิเคราะห์บทบาทครูและนักเรียนจำแนกตามลักษณะของแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และมีขั้นตอนของแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาตามบริบท (Understanding contextual problem) เป็นขั้นตอนของการให้สถานการณ์หรือบริบทปัญหาในชีวิตจริง จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจบริบทปัญหา

ขั้นที่ 2 การแสดงวิธีการแก้ปัญหา (Solving contextual problem) เป็นขั้นตอนของการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมกับสถานการณ์หรือบริบทที่กำหนดให้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม และให้คำแนะนำนักเรียนตามความจำเป็น

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ (Comparing or discussing answer) เป็นขั้นตอนการนำเสนอและเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่นๆ โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบการทำงานร่วมกัน การอภิปราย และการสะท้อนความคิด เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมจากวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่เป็นทางการมากขึ้น

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding) เป็นขั้นตอนของการให้นักเรียนสรุปผลและสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้

Sumirattana (2017) ได้นำการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตั้งโจทย์ปัญหาในชีวิตจริง (Posing real life problems) ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นไปที่การวางปัญหาในชีวิตจริงที่เชื่อมโยงและเกี่ยวข้องกับหัวข้อทางคณิตศาสตร์ซึ่งช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธีรวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และกำหนดปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่

1. ครูออกแบบและนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ชีวิตเพื่อทบทวนความรู้ที่มีอยู่ซึ่งจำเป็นต่อการเรียนความรู้ใหม่ จากนั้นครูแนะนำนักเรียนให้แก้ปัญหาดังกล่าวโดยใช้วิธีการที่คุ้นเคยหรือมีประสบการณ์และนำไปสู่การเรียนรู้ความรู้ใหม่

2. ครูออกแบบและนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ชีวิตที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อทางคณิตศาสตร์ที่ครูวางแผนโดยใช้รูปภาพ เรื่องราว แผนภาพ หรือสัญลักษณ์ ที่นักเรียนคุ้นเคย

3. นักเรียนวิเคราะห์และพยายามทำความเข้าใจปัญหาแล้วกำหนดหรือกำหนดปัญหาให้ชัดเจนขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม (Solving problems individually or in a group) ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นไปที่การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและการ

ประเมินสถานการณ์ปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาและสร้างแบบจำลอง หรือพัฒนาแบบจำลองด้วยตนเองที่ง่ายและมีความหมายสำหรับนักเรียนในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม โดยบทบาทของครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกกระตุ้นให้นักเรียนใช้กลยุทธ์และการวิเคราะห์พฤติกรรมต่างๆในการแก้ปัญหา หรือชี้แนะเมื่อพวกเขาเผชิญกับปัญหาในระหว่างการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่

1. นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและประเมินสถานการณ์ปัญหาเพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา
2. นักเรียนคิดค้นและสร้างแบบจำลองหรือวิธีการพัฒนาตนเองเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่หรือวิธีการที่คุ้นเคย
3. นักเรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
4. ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับกลยุทธ์และการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหา เช่นการวาดภาพบนกระดานดำ และให้คำแนะนำนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มเมื่อมีการร้องขอ

ขั้นตอนที่ 3 การนำเสนอและอภิปราย (Presenting and discussing) ขั้นตอนนี้เน้นการนำเสนอและอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาและแนวทางแก้ไขซึ่งนำไปสู่การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ การอภิปรายมุ่งเน้นไปที่ความถูกต้องความเพียงพอและประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหา และการตีความสถานการณ์ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องเปรียบเทียบและปรับวิธีแก้ปัญหของตนเองและผู้อื่น กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่

1. ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเองหรือของกลุ่ม และวิธีการแก้ปัญหาในชั้นเรียน
2. ครูดำเนินการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้องความเพียงพอและประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาต่างๆตลอดจนการตีความสถานการณ์ปัญหา

3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายโดยเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหากับวิธีแก้ปัญหของเพื่อนร่วมชั้นตลอดจนการสื่อสารการโต้เถียงและการตัดสินใจวิธีแก้ปัญหของตนเอง

ขั้นตอนที่ 4: การพัฒนาคณิตศาสตร์แบบเป็นทางการ (Developing formal mathematics) ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันและอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดขั้นตอนการหาวิธีแก้ปัญห ในขั้นตอนนี้มีการอภิปรายระหว่างนักเรียน หรือ

ระหว่างนักเรียนและครูหลายครั้ง เพื่อตรวจสอบและพัฒนาความรู้เชิงแนวคิดและขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่

1. ครูกำหนดปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง (ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน) เพื่อให้นักเรียนแก้ไข
2. นักเรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
3. ครูสนับสนุนให้นักเรียนพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นทางการและภาษาทางคณิตศาสตร์ผ่านการสนทนา
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อตรวจสอบและพัฒนาความรู้เชิงแนวคิดและขั้นตอนทางคณิตศาสตร์
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เชิงแนวคิดและขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying knowledge) ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นไปที่การประยุกต์ใช้ความรู้เชิงแนวคิดและขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาและปัญหาต่างๆในสถานการณ์ชีวิตจริง กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่

1. ครูกำหนดปัญหาและปัญหาต่าง ๆ ในสถานการณ์จริงเพื่อให้ นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เชิงแนวคิดและขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น
2. นักเรียนตรวจสอบสารของปัญหาและเลือกใช้ความรู้เชิงแนวคิดและขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับแต่ละปัญหา
3. ครูแนะนำและอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนเมื่อมีการร้องขอ

Wahyudi (2016) ได้นำเสนอขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนต้องดำเนินการในการประยุกต์ใช้การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจบริบทปัญหาในชีวิตประจำวัน (Understanding daily problem/ context) ที่ครูกำหนดให้ กิจกรรมหลายอย่างในขั้นนี้ ได้แก่

- การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้
- ครูอธิบายวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่อยากให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายของการทำกิจกรรมการเรียนรู้

- เริ่มต้นการเรียนรู้โดยครูจะยกตัวอย่างปัญหาในชีวิตประจำวัน
- ครูสาธิตวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนที่ที่เหมาะสม
- ครูให้คำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่นักเรียนมักพบเจอในชีวิตจริง

ขั้นที่ 2 การอธิบายปัญหาตามบริบท (Explaining contextual problem) ขั้นนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีนักเรียนที่ไม่เข้าใจปัญหาสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น หากนักเรียนทุกคนเข้าใจก็ไม่จำเป็นต้องทำขั้นตอนนี้ ในขั้นตอนนี้ครูจะอธิบายสถานการณ์และสภาพของปัญหา โดยให้คำแนะนำที่จำเป็นกับนักเรียน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่

- การจัดเตรียมพื้นที่ในการอภิปราย
- การอธิบายขั้นตอนการอภิปราย
- กำหนดการอภิปราย
- การเตรียมสื่อและสื่อทัศนูปกรณ์
- การดำเนินการอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูล และแนวคิดในการจัดการกับสถานการณ์ปัญหา
- การอภิปรายและเปิดเผยข้อมูลของปัญหาในการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 การแก้ปัญหาตามบริบท (Solving contextual problems) นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคล นักเรียนสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ครูจะกระตุ้นนักเรียนโดยใช้รูปแบบคำถามและแรงจูงใจที่ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการของตนเอง กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่

- การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เชิงลึก (การใช้แบบจำลอง)
- การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปัญหาสถานการณ์ที่เผชิญ
- ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการหรือกลยุทธ์ที่สามารถช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 เปรียบและอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบ (Comparing and discussing answers) ครูจะอำนวยความสะดวกในการอภิปรายและให้เวลาในการเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบของปัญหาเป็นกลุ่ม หรือระหว่างนักเรียน จากนั้นครูจะจัดให้มีการอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่

- ครูให้แนวทางในการแก้ปัญหาแก่นักเรียน โดยให้นักเรียนอาศัยประสบการณ์ของตนเองในการแก้ปัญหา
- ครูติดตามกิจกรรมของนักเรียน เมื่อแก้ปัญหาไปได้สักระยะหนึ่ง
- นักเรียนนำเสนอผลงานในการแก้ปัญหาในชั้นเรียน
- ครูทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลและอำนวยความสะดวกในการอภิปรายในชั้นเรียน

- ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์โต้แย้ง แสดงความคิดเห็น ต่อการนำเสนอของนักเรียนคนอื่นในชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ลงข้อสรุป (Drawing conclusion) จากผลการอภิปรายในชั้นเรียน ครูจะให้ นักเรียนสรุปแนวคิด หรือวิธีการดำเนินการตามแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

Khairunnia และ Hasratuddin (2020) ได้ทำการศึกษาลักษณะเฉพาะของการใช้ การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงในกระบวนการเรียน ดังนี้ คือ 1. การใช้บริบทในชีวิตจริง 2. การใช้แบบจำลอง 3. การเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการสร้างสรรค์ผลงาน 4. การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างการทำกิจกรรม 5. การบูรณาการสาระการเรียนรู้หรือหน่วยการเรียนรู้อื่นในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ โดยในการศึกษาได้มีการกำหนดขั้นตอนของแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้อง กับลักษณะข้างต้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การถ่ายทอดปัญหาตามบริบท (conveying contextual problems,)

ขั้นที่ 2 การอธิบายบริบทปัญหา (explaining contextual problems)

ขั้นที่ 3 การแก้ปัญหตามบริบท (solving contextual problems)

ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ (comparing and discussing answers)

ขั้นที่ 5 การสรุป (concluding)

Agusdianita และ Karjiyati (2021) ได้ทำการศึกษาการใช้อุปกรณ์การเรียนรู้ตาม แบบจำลองการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่มีต่อความเชี่ยวชาญในการรู้หนังสือทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบทางวัฒนธรรมที่มีคณิตศาสตร์แฝงอยู่ นั่นคืออาคาร Tabut ในจังหวัดเบงกูลู ที่มีองค์ประกอบทางเรขาคณิต โดยอาคาร Tabut จะมาผสมระหว่างรูปหลาย เหลี่ยม ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ซึ่งทำให้กระบวนการเรียนรู้มี ความหมายมากขึ้น ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาตามบริบท (understand contextual problems) เริ่มต้นด้วยครูชวนให้นักเรียนสังเกตสภาพแวดล้อมโดยรอบก่อน คือ การสังเกตห้องเรียน หลังจากนั้นนักเรียนและครูได้ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งของที่มีรูปทรงทางเรขาคณิตต่างๆภายในห้อง จากนั้นครูให้นักเรียนดูรูปภาพของอาคาร Tabut ที่ครูแปะไว้หน้าห้องเรียน การใช้อาคาร Tabut ช่วย

เสริมทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจ มีความกระตือรือร้น มีความสุขในการเรียน นักเรียนจะมีการระลึกถึงความรู้ที่ได้เรียนมาหรือจากประสบการณ์ของตนเอง

ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหาตามบริบท (solving contextual problems) นักเรียนจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มและช่วยกันทำงาน โดยครูจะให้นักเรียนมองหาโครงสร้างทางเรขาคณิตที่พบในอาคาร Tabut และขอให้วิเคราะห์องค์ประกอบของรูปหลายเหลี่ยมทางเรขาคณิต ทำให้นักเรียนรู้สึกท้าทายและสนใจในปัญหาที่ครูให้พวกเขาทำ โดยครูจะเดินไปรอบ ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักเรียน

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ (comparing and discussing answers) ในขั้นตอนนี้ครูจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ จะสนทนากันระหว่างกลุ่ม และครูจะมีการเสริมเนื้อหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การสรุป (conclude) ในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเองก่อน หลังจากนั้นครูจะสรุปความรู้ที่ถูกต้องให้นักเรียนทำความเข้าใจความรู้นั้น

จากการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิต ผู้วิจัยได้ทำตารางในการหาข้อสรุปขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ดังนี้

ขั้นตอน/แนวทาง	นักการศึกษา									
ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจกับบริบทปัญหา										✓
ขั้นที่ 1 การตั้งโจทย์ปัญหาในชีวิตจริง	✓									
- ครูยกตัวอย่างบริบทสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงหรือในชีวิตประจำวัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ครูชวนให้นักเรียนสังเกตสภาพแวดล้อมโดยรอบ										✓
- นักเรียนวิเคราะห์และกำหนดปัญหา									✓	
- นักเรียนจะมีการระลึกถึงความรู้ที่ได้เรียนมาหรือจากประสบการณ์ที่ผ่านมา										✓
- ให้นักเรียนทำความเข้าใจบริบทสถานการณ์ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตามบริบท										
ขั้นที่ 2 แก้ปัญหาตามบริบท										✓
- ขั้นนี้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจบริบทสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ		✓								
- หากนักเรียนทุกคนเข้าใจ ไม่ต้องทำขั้นตอนนี้ก็ได้										
- ครูจะอธิบายสถานการณ์และสภาพของปัญหา โดยให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น								✓	✓	
- ครูจะให้คำแนะนำ ชี้แนะ นักเรียนที่ไม่เข้าใจ										

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

ขั้นตอน/แนวทาง	Delange	Zulkardi	Reeuwijk	Mrpaung	Hobri	Jazuli	Yunita	Wahyudi	Marizqa	Sumitrat	Agusdian
นักการศึกษา <ul style="list-style-type: none"> - ให้นักเรียนอธิบายถึงสถานการณ์บริบทปัญหาและเงื่อนไขต่างๆ โดยการตีความตามบริบทปัญหา - มีการอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูล และแนวคิดในการจัดการกับสถานการณ์บริบทปัญหา 					✓			✓			
ขั้นที่ 3 การแก้ปัญหาตามบริบท <ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนเขียนแนวทางการแก้ปัญหา - ครูให้นักเรียนวิเคราะห์บริบทที่ได้รับ - วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนอาจแตกต่างกัน - นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาตามสถานการณ์บริบทด้วยวิธีการของตนเอง - เน้นให้นักเรียนหาวิธีการที่หลากหลาย - ครูกระตุ้นโดยการให้คำถาม คำใบ้ หรือข้อเสนอแนะ - นักเรียนจะได้รับคำแนะนำจากครูให้ค้นพบแนวคิด หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์บริบทปัญหาที่กำหนด - นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหา - รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและประเมินสถานการณ์ - ใช้แบบจำลองในการแก้ปัญหา - ให้นักเรียนแก้ปัญหารายบุคคล 	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ขั้นตอน/แนวทาง	นักการศึกษา									
	Delange	Zulkardi	Reuwijk	Mrpaung	Hobri	Jazuli	Yunita	Wahyudi	Marizqa	Sumitrat
- นักเรียนสร้างแบบจำลอง เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา				✓		✓	✓		✓	
- ให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม		✓	✓	✓			✓	✓		✓
- นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ที่ซับซ้อน								✓		
- ครูแนะนำให้นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการหรือกลยุทธ์ที่สามารถช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหาที่จำเป็นอย่างยิ่ง							✓	✓		
ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ					✓	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นที่ 4 การพัฒนาคณิตศาสตร์แบบเป็นทางการ										
- ครูกระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน	✓	✓	✓			✓		✓		
- มีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม หรือระหว่างนักเรียน	✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓
- มีการอภิปรายในชั้นเรียน	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
- ในการอภิปรายนักเรียนจะต้องแปลความหมายของสถานการณ์ที่ซับซ้อน	✓									
- ครูอำนวยความสะดวกในการอภิปราย			✓	✓				✓		✓
- นักเรียนต้องนำเสนอและเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่น โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบการทำงานร่วมกัน							✓		✓	✓
- มีการสะท้อนคิดในวิธีการที่เลือกใช้ในการแก้ปัญหา										

ขั้นตอน/แนวทาง	นักการศึกษา	Delange	Zulkardi	Reeuwijk	Mrapung	Hobri	Jazuli	Yunita	Wahyudi	Marizqa	Sumtirat	Agusdian
- ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ ได้แย่ง แสดงความคิดเห็นต่อการนำเสนอของนักเรียนแต่ละคนในชั้นเรียน									✓		✓	✓
- ครูติดตามกิจกรรมของนักเรียน เมื่อแก้ปัญหาไปได้สักระยะหนึ่ง									✓			
ขั้นที่ 5 การลงข้อสรุป				✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓
ขั้นที่ 5 การประยุกต์ใช้ความรู้											✓	
- ครูชี้แนะให้นักเรียนสรุปแนวคิดด้วยตนเองก่อน จากนั้นครูจะสรุปแนวคิดที่ถูกต้องและแก้ไขหากนักเรียนคิดผิด				✓								✓
- ครูให้สถานการณ์รับปัญหาอื่นที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์ก่อนหน้านี้	✓	✓									✓	
- นักเรียนหาข้อสรุปของขั้นตอนวิธีการดำเนินการตามแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา						✓	✓		✓			
- นักเรียนหาข้อสรุปของแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์รับปัญหา							✓		✓			
- นักเรียนสรุปทฤษฎี หลักการ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์รับปัญหา							✓					
- นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้จากสถานการณ์รับปัญหา						✓	✓	✓				
- นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้						✓	✓	✓				

จากตารางข้างต้นเกี่ยวกับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ การศึกษาคณิศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจบริบทสถานการณ์ เป็นขั้นตอนของการให้สถานภาพหรือ ปัญหาในบริบทชีวิตจริง และให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหานั้น หากมีนักเรียนไม่ เข้าใจสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูกำหนด ครูจะให้คำชี้แนะ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลของ สถานการณ์บริบทปัญหาและเงื่อนไขต่าง ๆ โดยการตีความบริบทปัญหานั้น

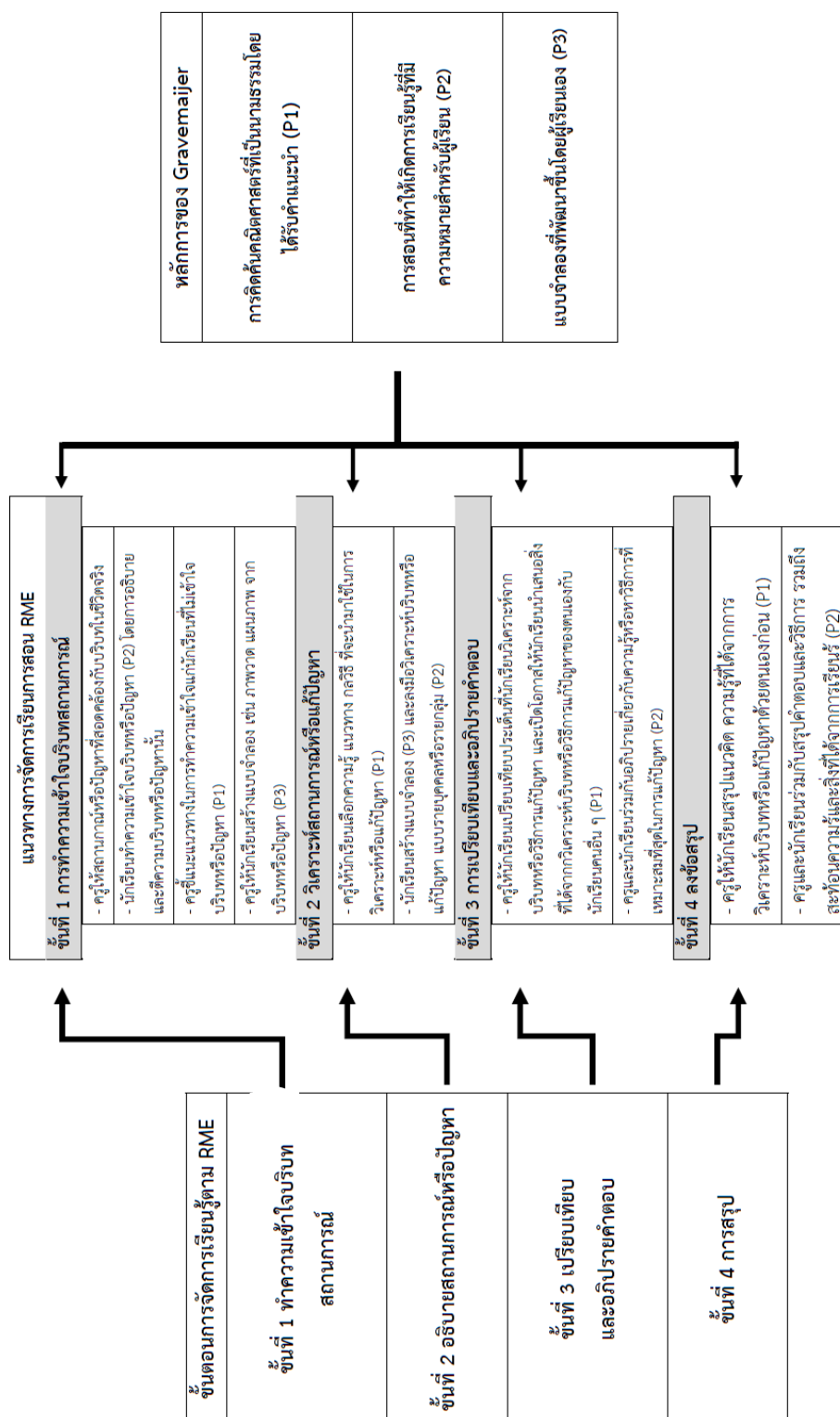
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์สถานการณ์หรือแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนของการให้นักเรียนลงมือ วิเคราะห์สถานการณ์หรือแก้ปัญหาตามบริบทที่ครูกำหนดด้วยตนเองทั้งแบบรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ผ่านการสร้างแบบจำลอง หรือใช้แบบจำลอง เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ในวิเคราะห์บริบทหรือแก้ปัญหา ครูจะกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถาม คำใบ้ หรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการหรือกลยุทธ์ที่สามารถ ช่วยนักเรียนวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน เกี่ยวกับคำตอบที่ได้จากบริบทหรือวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนคนอื่น ๆ โดยครูจะอำนวยความสะดวก ในการอภิปราย

ขั้นที่ 4 ลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนสรุปขั้นตอนวิธีการดำเนินการ แนวคิด และคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์บริบทหรือใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้จากการ เรียนรู้ ซึ่งครูจะให้นักเรียนสรุปแนวคิดด้วยตนเองก่อน จากนั้นครูและนักเรียนจะสรุปแนวคิดหรือมโน ทัศน์ที่ถูกต้องร่วมกัน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการ และแนวทางในการจัดการ เรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิศาสตร์ โดยวิเคราะห์แนวการศึกษาคณิศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ตามหลักการของ Gravemajier และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สรุปข้างต้น สู่แนวทางในการ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ดังแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่สอดคล้องกับหลักการของ Gravemaijer



จากการนำหลักการการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของ Gravemaijer และขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจบริบทสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูให้สถานการณ์หรือปัญหาจากบริบทในชีวิตจริงที่นักเรียนต้องอธิบาย ตีความสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อทำความเข้าใจ หากมีนักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์หรือปัญหานั้น ครูจะใช้การชี้แนะแนวทางในการทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหา จากนั้นครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง เช่น ภาพวาด แผนภาพ ตาราง จากสถานการณ์หรือปัญหา

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์สถานการณ์หรือแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์ แนวทาง หรือกลวิธี ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์บริบทหรือแก้บริบทปัญหา และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากนั้นลงมือวิเคราะห์บริบทหรือแก้บริบทปัญหาทั้งแบบรายบุคคลหรือรายกลุ่ม โดยมีครูคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความรู้ ผลจากการวิเคราะห์บริบท หรือวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนคนอื่น ๆ และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอวิธีการที่แตกต่างกัน เพื่อหาวิธีการหรือความรู้ที่เหมาะสมที่สุดจากบริบทหรือปัญหาที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 4 ลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนสรุปขั้นตอนวิธีการดำเนินการ แนวคิด และคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์บริบทหรือแก้บริบทปัญหา รวมถึงสะท้อนความรู้และสิ่งที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้ และสรุปแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่ได้ด้วยตนเอง จากนั้นครูจะทำการสรุปแนวคิดและมโนทัศน์ที่ถูกต้องร่วมกับนักเรียน

2. การใช้คำถามเชิงการรู้คิด (Metacognitive questioning)

2.1 ที่มาและความสำคัญของการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

Veenman, Van Hout-Wolters, and Afflerbach (2006, อ้างใน Kramarski, 2008) กล่าวว่า การรู้คิด (Metacognitive) มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ โดยใช้การแนะนำอย่างเป็นระบบที่ชัดเจนแก่นักเรียน ซึ่งจะให้นักเรียนคิดและไตร่ตรองถึงงานที่นักเรียนได้ทำ วิธีการที่ใช้จะดึงเอาความสามารถในการกำหนดรูปแบบการคิดด้วยการพูดไปจนถึงความสามารถในการกำหนดแนวความคิดและวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ขณะคิด การถามคำถามตนเอง (Self-questioning) เป็นวิธีที่แนะนำมากที่สุด นักวิจัยหลายท่านได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการนำไปใช้อย่างชัดเจนโดยใช้กลยุทธ์การถามคำถามตนเอง (self-questioning strategy) WWWH – What, When, Why, How สอดคล้องกับ Azevedo & Cromley (2004, อ้างใน Bracha, 2008) ที่ว่า กลยุทธ์นี้จะช่วยให้นักเรียนกำกับตนเองในการเลือกกลยุทธ์ แนวคิด หรือการตอบสนองภายในการเรียนรู้ เพื่อช่วยนักเรียนในการเรียนรู้ Mevarech and Kramarski (1997) ได้ออกแบบวิธีการถามคำถามตนเองแบบการรู้คิด ผ่านวิธีการ IMPROVE ซึ่งแสดงถึงตัวอย่างของขั้นตอนการสอนในชั้นเรียนดังนี้ Introducing new concept การแนะนำแนวคิดใหม่ Metacognitive questioning การใช้คำถามเชิงการรู้คิด Practicing in small group ฝึกเป็นกลุ่มเล็ก Reviewing การตรวจสอบ Obtaining mastery ได้รับความเชี่ยวชาญ Verification การทบทวน Enrichment and remediation การเสริมสร้างและการแก้ไข

Mevarech และ Kramarski (1997) กล่าวว่า การใช้คำถามเชิงการรู้คิด (Metacognitive questioning) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการมีส่วนร่วมในการควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะใช้คำถาม 4 ลักษณะในการให้นักเรียนควบคุมตนเอง ได้แก่ คำถามเพื่อความเข้าใจ (Comprehension questions) คำถามเชื่อมโยง (Connection questions) คำถามเชิงกลยุทธ์ (Strategy questions) และคำถามสะท้อน (Reflection questions) ซึ่งสอดคล้องกับ Schoenfeld (1985, อ้างใน Kramarski และ Mevarech, 2003) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้คำถามเชิงการรู้คิดกับนักเรียน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นมากกว่าเดิม

2.2 ลักษณะของคำถามเชิงการรู้คิด (Metacognitive questioning)

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ลักษณะของการใช้คำถามเชิงการรู้คิดในการให้นักเรียนกำกับความคิดของตนเองและในการพัฒนานักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนพยายามแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลของตนเอง ดังนี้

Mevarech and Kramarski (1997) กล่าวว่า การใช้คำถามเชิงการรู้คิด เป็นการให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้โดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด โดยคำถามเชิงการรู้คิดประกอบด้วย 3 ลักษณะ ดังนี้

1. คำถามเพื่อความเข้าใจ (Comprehension question) ถูกออกแบบมาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนไตร่ตรองปัญหาก่อนการแก้ปัญหา ในการตอบคำถามนี้นักเรียนต้องอธิบายแนวคิดในการคิดที่จะแก้ปัญหาคำพูดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดนั้น

2. คำถามเชื่อมโยง (Connection question) นักเรียนจะต้องให้ความสำคัญกับความเหมือนและความต่างระหว่างปัญหาที่เคยทำมาและปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

3. คำถามเชิงกลยุทธ์ (Strategy question) ได้รับการออกแบบมาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า กลยุทธ์ใดเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใด ในการตอบคำถามนักเรียนต้องอธิบายว่า กลยุทธ์หรือหลักการใดที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา ทำไมจึงเลือกใช้กลยุทธ์หรือหลักการนั้น กลยุทธ์หรือหลักการนั้นเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาใช่หรือไม่ และอย่างไร

Mevarech and Kramarski (1997, อ้างใน ศุภลักษณ์ ครุฑคง, 2557) กล่าวว่า การใช้คำถามเชิงการรู้คิด เป็นหนึ่งในหลักการของกลยุทธ์ IMPROVE ที่ให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการใช้คำถามเชิงการรู้คิด ประกอบด้วย 4 ลักษณะ ดังนี้

1. คำถามให้ทำความเข้าใจ (Comprehension question) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดตนเอง เพื่อทำความเข้าใจบริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ หรือการนำความรู้ไปใช้งาน รวมถึงคำถามที่ถามให้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ตัวอย่างคำถามเช่น

- ปัญหาเกี่ยวกับอะไร
- ความหมาย ... คืออะไร
- นิยามของ ... คืออะไร
- ให้นักเรียนอธิบายตามความเข้าใจของตนเอง
- ความรู้หลักทางคณิตศาสตร์ของปัญหานี้คืออะไร

2. คำถามให้เชื่อมโยงความรู้ (Connection question) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดตนเอง เพื่อเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมมาใช้ในการสร้างความรู้ใหม่ หรือกำหนดแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างคำถามเช่น

- อะไรคือความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาเดิมและปัญหาใหม่
- นักเรียนสื่อสารข้อสรุปในการแก้ปัญหาใหม่อย่างไร

3. คำถามให้วางแผน (Strategic question) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางในการสร้างความรู้และสรุปความรู้ หรือแนวทางในการนำความรู้ไปใช้งาน ตัวอย่างคำถามเช่น

- อะไรคือกลวิธีหรือตัวแทนทางความคิดที่สามารถใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา
- อะไรคือกลวิธีในการแก้ปัญหาและทำไมจึงเลือกใช้กลวิธีนั้น
- ทำไมกลวิธีนี้จึงเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา
- นักเรียนสามารถจัดระบบข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างไร
- นักเรียนมีแผนดำเนินการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร

4. คำถามให้สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection question) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับตนเอง เพื่อให้ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ใหม่ที่สรุป หรือความถูกต้องของแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างคำถามเช่น

- นักเรียนเข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาหรือไม่
- วิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาสสมเหตุผลหรือไม่
- นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาคอื่นที่แตกต่างนอกเหนือจากวิธีแก้ปัญหาคเดิมหรือไม่
- คำตอบที่ได้เหมาะสมหรือไม่ อะไรคือสิ่งที่ยากในการแก้ปัญหา
- นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

Maverech and Kramarski (1997, อ้างใน Vula, 2017) และ Montague, Wagner and Morgan (2000, อ้างใน Vula, 2017) กล่าวว่า นักเรียนจะได้ใช้การตอบคำถามเกี่ยวกับการรู้คิดเพื่อหาวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจากการแก้ปัญหาคือกลุ่มย่อยแล้ว ครูจะเริ่มสนทนาโดยให้ทั้งชั้นเรียนตอบคำถามที่ครูถาม และในตอนท้ายครูจะอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การตอบสนองของผู้เรียน โดยมีการใช้คำถามเชิงการรู้คิด 4 ลักษณะ ดังนี้

1. คำถามเพื่อความเข้าใจ (Comprehension question) โจทย์ปัญหานี้เกี่ยวกับอะไร นักเรียนจะต้องอธิบายปัญหาด้วยคำพูดของตนเองโดยเน้นที่เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ คำถามเพื่อความเข้าใจทำให้นักเรียนได้มีการปรับแนวคิดหลักในปัญหา และการอธิบายแนวคิดอย่างละเอียด เช่น ให้นักเรียนอธิบาย ... ด้วยคำพูดของตนเอง มีข้อมูลใดที่ถูกนำเสนอในปัญหาและต้องทำอะไรบ้าง นักเรียนเข้าใจปัญหาหรือไม่ เป็นต้น

2. คำถามการเชื่อมโยง (Connection question) ครูจะให้นักเรียนระบุข้อมูลสำคัญของโจทย์ปัญหา และค้นหาความเชื่อมโยงของข้อมูลกับการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนเคยทำมา เช่น โจทย์ปัญหาที่นักเรียนกำลังทำอยู่ตอนนี้มีส่วนใดที่คล้ายหรือแตกต่างจากโจทย์ปัญหาที่นักเรียนทำอยู่อย่างไร นักเรียนอาจใช้การขีดเส้นใต้ในส่วนข้อมูลที่สำคัญ และเชื่อมโยงกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างไร

3. คำถามกลยุทธ์ (Strategic question) นักเรียนจะต้องดูว่า กลยุทธ์ใดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหาและเพราะเหตุใด ข้อมูลต่าง ๆ และการดำเนินการในโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะถูกแปลงให้เป็นภาพวาด หรือโครงร่าง นักเรียนจะมีการเขียนสัญลักษณ์ที่จำเป็นเช่น $+$ $-$ \times \div และนำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างปัญหาส่วนต่าง ๆ การเขียนนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ และทำการคำนวณให้ถูกต้องและเหมาะสม

4. คำถามสะท้อน (Reflection question) นักเรียนจะต้องตรวจสอบว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ เข้าใจถูกต้องแล้วใช่ไหม นักเรียนสามารถแก้ปัญหาวีธีอื่นได้อีกหรือไม่ และอย่างไร นักเรียนต้องไตร่ตรองเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาวีธีด้วยตนเอง นักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าวิธีการที่เลือกใช้เหมาะสมหรือไม่ ควรทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาอีกครั้งหรือตรวจสอบข้อมูลที่นำเสนออีกครั้งหรือไม่ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

Mevarach และ Fridkin (2006) กล่าวถึงกลยุทธ์ IMPROVE และการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนให้ใช้เกี่ยวกับการถามตอบตนเองเพื่อกำกับความคิด 3 ลักษณะ ได้แก่ คำถามเพื่อความเข้าใจ คำถามเชื่อมโยง และคำถามเชิงกลยุทธ์ ต่อมา มีการเพิ่มคำถามเกี่ยวกับการถามตอบตนเองเพื่อกำกับความคิดประเภทที่สี่ คือ คำถามสะท้อน ดังนี้

1. คำถามเพื่อความเข้าใจ (Comprehension question) จะเน้นให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดหลักในปัญหา เช่น ปัญหาทั้งหมดเกี่ยวกับอะไร
2. คำถามเชื่อมโยง (Connection question) จะเน้นให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างปัญหาที่เผชิญและปัญหาที่เคยแก้ไข เช่น อะไรคือความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งที่นักเรียนเผชิญอยู่และปัญหาที่นักเรียนเคยแก้ไข เพราะเหตุใด
3. คำถามเชิงกลยุทธ์ (Strategic question) หมายถึง กลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เช่น กลยุทธ์ใดเหมาะสมแก่การแก้ปัญหาและเพราะเหตุใด
4. คำถามสะท้อน (Reflection question) เป็นคำถามที่จะแนะนำนักเรียนมอย้อนกลับไปในช่วงขั้นตอนการแก้ปัญหา เช่น ระหว่างการแก้ปัญหามีส่วนที่นักเรียนทำไมไม่ได้ เพราะอะไรนักเรียนถึงทำไมไม่ได้ในส่วนนี้ หรือในตอนท้าย มีวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นอีกหรือไม่

Lestari (2018) ได้กล่าวถึงการใช้คำถามเชิงการรู้คิด ดังนี้

1. คำถามเพื่อความเข้าใจ (Comprehension question) ให้นักเรียนไตร่ตรองปัญหาก่อนการแก้ปัญหา นักเรียนต้องอธิบายแนวคิดในการคิดที่จะแก้ปัญหาคำพูดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดนั้น
2. คำถามเชื่อมโยง (Connection question) นักเรียนต้องหาความเหมือนและความต่างของปัญหาก่อนหน้าที่ได้ทำไปแล้วและปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ให้ได้
3. คำถามเชิงกลยุทธ์ (Strategy question) ได้รับการออกแบบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่ากลยุทธ์ใดเหมาะสมกับการแก้ปัญหที่กำหนดและด้วยเหตุผลใดจึงเลือกวิธีการนั้น ในการตอบคำถามเชิงกลยุทธ์นักเรียนต้องอธิบายว่า “what” กลยุทธ์อะไรที่ใช้ในการแก้ปัญหา “why” ทำไมถึงเลือกใช้กลยุทธ์นี้ “How” กลยุทธ์ที่เลือกใช้วิธีการใช้ในการแก้ปัญหายังไง เนื่องจากปัญหาแต่ละปัญหามีความต่างกันจึงต้องใช้กลยุทธ์ที่ต่างกัน ดังนั้นนักเรียนควรจะได้รับคำแนะนำให้รู้จักกับกลยุทธ์ที่หลากหลาย เพื่อที่พวกเขาจะสามารถเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้นๆ ได้
4. คำถามสะท้อน (Reflection question) ได้รับการออกแบบมาเพื่อสนับสนุนนักเรียนในการไตร่ตรองกระบวนการที่นักเรียนเลือกใช้ และวิเคราะห์การแก้ปัญหานั้น

Kramarski และ Ritkof (2002) ได้กล่าวถึงการใช้คำถามเชิงการรู้คิด ดังนี้

1. คำถามเพื่อความเข้าใจ (Comprehension question) ถูกออกแบบมาเพื่อให้ให้นักเรียนได้ตรองปัญหาหรืองานก่อนที่จะแก้ไข ในการตอบคำถามเพื่อความเข้าใจนี้ นักเรียนจะต้องอ่านปัญหาหรืองาน อธิบายแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง และพยายามทำความเข้าใจความหมายแนวคิด ยกตัวอย่างเช่นในงานวิจัยของผู้วิจัยได้ใช้คำถามเพื่อความเข้าใจซึ่งนำนักเรียนให้ตีความกราฟ เช่น แกน x และแกน y แทนอะไร แนวโน้มของกราฟคืออะไร อะไรคือจุดบนกราฟ จุดบนกราฟจุดนี้มีความหมายว่าอย่างไร เป็นต้น

2. คำถามเชื่อมโยง (Connection question) ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ให้นักเรียนสามารถหาความเหมือนความต่างระหว่างปัญหาหรืองานที่นักเรียนเคยแก้ไขหรือลงมือทำมาแล้ว ยกตัวอย่างในงานวิจัยของผู้วิจัย ได้ใช้คำถามเชื่อมโยงเพื่อชี้นำนักเรียนให้ค้นหาความเหมือนความต่างระหว่างกราฟที่กำลังเผชิญอยู่กับกราฟที่นักเรียนเคยตีความไปแล้ว อีกทั้งยังเปรียบเทียบช่วงต่าง ๆ ในกราฟเดียวกันหรือการแทนค่าต่างกันในกราฟเดียวกัน

3. คำถามเชิงกลยุทธ์ ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ให้นักเรียนพิจารณาการกลยุทธ์ใดเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาหรืองานที่กำหนด และด้วยเหตุผล ในการตอบคำถามเชิงกลยุทธ์ นักเรียนจะต้องอธิบายว่า “อะไร” เช่น กลยุทธ์/วิธีการ/หลักการใดที่สามารถใช้แก้ปัญหาหรือใช้วิเคราะห์งานได้ “ทำไม” เช่น เหตุใดกลยุทธ์/หลักการนี้จึงมีความเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาหรือวิเคราะห์งาน และ “อย่างไร” เช่น จะดำเนินวิธีการตามกลยุทธ์หรือหลักการนั้นอย่างไร ยกตัวอย่างการใช้คำถามเชิงกลยุทธ์ในงานวิจัยของผู้วิจัย ใช้คำถามกลยุทธ์เพื่อให้นักเรียนสามารถดึงเอากลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการตีความกราฟซึ่งรวมถึงการใช้ตารางข้อมูลหรือการอ้างอิงกราฟเชิงพีชคณิต

4. คำถามสะท้อน (Reflection question) ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจรวมถึงความรู้สึกของตนในระหว่างการทำงานแก้ปัญหาหรือวิเคราะห์งาน เช่น ความยากลำบากหรืออุปสรรคระหว่างการทำงานนั้นคืออะไร จะสามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาหรืองานนั้นอย่างไร มีวิธีอื่นในการจัดการงานนั้นหรือไม่ อย่างไร

จากนักการศึกษาได้กล่าวข้างต้น การใช้คำถามเชิงการรู้คิดจะเป็นการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนกำกับความคิดของตนเองในขณะที่ลงมือแก้ปัญหาหรือวิเคราะห์งาน โดยผู้วิจัยสามารถสรุปออกมาได้ 4 ลักษณะดังนี้

1. คำถามเพื่อความเข้าใจ (Comprehension question) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนไตร่ตรองสถานการณ์ก่อนการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา นักเรียนต้องอธิบายแนวคิดในการคิดที่จะแก้ปัญหาด้วยคำพูดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดหลักของปัญหา

2. คำถามเชื่อมโยง (Connection question) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เก่ากับสิ่งที่กำลังเผชิญอยู่ว่า สถานการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาแตกต่างหรือคล้ายกับสิ่งที่นักเรียนเคยแก้ไขไปแล้วหรือไม่ และอย่างไร

3. คำถามเชิงกลยุทธ์ (Strategy question) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนคิดว่า แนวคิดความรู้ กลยุทธ์หรือวิธีการใดเหมาะสมกับการนำมาวิเคราะห์หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้และเหตุผลใดจึงเลือก แนวคิด ความรู้ กลยุทธ์หรือวิธีการนั้น นักเรียนต้องอธิบายว่า แนวคิดความรู้ กลยุทธ์หรือวิธีการอะไรที่ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา ทำไมถึงเลือกใช้ แนวคิด กลยุทธ์หรือวิธีการนั้น กลยุทธ์หรือวิธีการที่เลือกใช้มีวิธีการใช้ในการแก้ปัญหายังไง มีแนวคิดว่าความรู้ กลยุทธ์หรือวิธีการแบบอื่นในการแก้ปัญหามีวิธีการหาคำตอบนอกเหนือจากวิธีการที่นักเรียนใช้อยู่หรือไม่

4. คำถามสะท้อน (Reflection question) เป็นคำถามเพื่อสนับสนุนนักเรียนในการไตร่ตรองกระบวนการ ความรู้ที่นักเรียนเลือกใช้ โดยระหว่างการคิดวิเคราะห์หรือคิดแก้ปัญหานักเรียนควรทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหาอีกครั้งหรือตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งหรือไม่ และนักเรียนต้องตรวจสอบว่าความรู้ วิธีการ ในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหานั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ เมื่อได้คำตอบคำตอบนั้นสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ที่ได้รับหรือไม่

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ (Mathematical critical thinking)

3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่คล้ายคลึงและแตกต่างกันดังนี้

Watson and Glaser (1964, อ้างใน สมนึก คำดี, 2548) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดที่ประกอบด้วย เจตคติ ความรู้ และทักษะ โดยที่เจตคติหมายถึง เจตคติต่อการแสวงหาความรู้ และยอมรับการแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริง แล้วใช้ความรู้ด้านการอนุมานมาสรุปใจความสำคัญ และสรุปเป็นกรณีทั่วไป โดยตัดสินจากหลักฐานอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับตรรกวิทยา ตลอดจนทักษะการใช้เจตคติและความรู้ดังกล่าว มาประเมินความถูกต้องของข้อความ

Dewey (1993, อ้างใน สมนึก คำดี, 2548) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง และอธิบายขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

Ennis (1987) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องใช้ทั้งความรู้และทักษะในการตัดสินใจในการกระทำ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลที่มุ่งเน้นที่การตัดสินใจว่าจะเชื่ออะไรหรือไม่

วีรยุทธ วิเชียรมชติ (2540) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าคือ ความสามารถในการใช้ปัญญาตัดสินเรื่องราวต่างๆ หรือความสามารถในการไล่เรียงหาเหตุผลเพื่อสรุปเป็นข้อยุติ

พลกฤษ ดันติยานุกูล (2547) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสรุปไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ปรากฏโดยมีการรวบรวมข้อมูล และหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาเพื่อสนับสนุนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลหรือการตัดสินใจแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

ปณิตา วรรณพิรุณ (2551) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดหรือกระบวนการคิดโดยใช้ข้อมูล ข้อความ ประกอบการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบในการทำความเข้าใจกับเรื่องราว แล้วนำมาตั้งเป็นสมมติฐานจากเรื่องราวนั้นเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ แปลความหมายและสรุปข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำผลที่ได้จากการสรุปมาประเมินและตัดสินใจในการปฏิบัติต่อสถานการณ์หนึ่งๆ

อัมพร ม้าคะนอง (2553) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดที่มีการพิจารณา ไตร่ตรอง โดยใช้ข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์ เช่น การคิดทบทวนกระบวนการแก้ปัญหา ว่า ถูกต้อง เหมาะสม หรือสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร การจัดการเรียนรู้จึงต้องเน้นการให้สถานการณ์ที่ไม่ชัดเจน และให้ข้อมูลที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาไตร่ตรองได้

Elder (2009) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการชี้นำทางตนเอง การควบคุม หรือฝึกฝนตนเองให้คิด โดยใช้เหตุผลระดับสูงและปราศจากอคติ บุคคลที่จะเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ต้องมีความพยายามต่อเนื่อง สม่ำเสมอ มีเหตุมีผล และเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น

Facione (2015) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นการตัดสินใจที่กำกับได้ด้วยตนเอง (Purposeful self-regulatory judgment) ซึ่งเป็นผลมาจากการตีความ การวิเคราะห์ การประเมิน การสรุปอ้างอิง การอธิบาย และการควบคุมตนเองด้านการคิด โดยมีการพิจารณาข้อมูลอย่างรอบคอบ

Kong (2015 อ้างใน Sarah, 2016) กล่าวว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือกระบวนการที่ช่วยให้บุคคลสามารถประเมิน และรับข้อมูล เพื่อพัฒนาข้อโต้แย้งหรือแก้ปัญหา ตัวอย่างทักษะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ และการประเมิน

จากการให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการคิด การพิจารณา การตัดสินใจ และการไตร่ตรองข้อมูล โดยใช้ข้อมูล ความรู้และประสบการณ์ เพื่อนำมาเชื่อมโยงเหตุการณ์ จนสามารถหาข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

3.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, อ้างใน พชรภรณ์ เชียงสิน , 2561) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการหาความชัดเจนของ ปัญหาและพิจารณาตรวจสอบ ไตร่ตรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด รอบคอบ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และสามารถสื่อสาร อภิปรายร่วมกับผู้อื่นได้

ธรรมราช บุญทิพย์เจริญ (2553) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ที่มีอยู่ หรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ที่ไม่ชัดเจนคลุมเครือ เพื่อตัดสินใจและ นำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

Krulik and Rudnick (1995, อ้างใน Firdaus, 2015) กล่าวว่า ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์คือ กระบวนการของการคิดเชิงวิเคราะห์เกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการพิสูจน์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Glazer (2001, อ้างใน Sari, 2020) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการรับรู้และจัดการกับความรู้ โดยการให้เหตุผลและกลยุทธ์ด้าน ความรู้ความเข้าใจในการสรุป พิสูจน์ และประเมินผล สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

Cottrell (2011, อ้างถึงใน Angraini และ Wahyuni, 2021) กล่าวว่า การคิดอย่างมี วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันถือเป็นพื้นฐานที่มีความสำคัญ สิ่งที่มีความสำคัญและต้องมีความ เชี่ยวชาญ เช่น ความสามารถในการตีความ วิเคราะห์ ทำความเข้าใจในคณิตศาสตร์ การให้ เหตุผลโดยใช้ข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการจัดการกับข้อมูลและความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการทำความเข้าใจ ให้เหตุผล ตีความและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อนำไปสู่ ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

3.3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้มากมาย มีบางองค์ประกอบที่เหมือนกันและต่างกัน ดังนี้

Watson and Glaser (1964, อ้างใน วิภาพร แก้วขวัญ, 2560) ได้กล่าวถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ด้านดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inferences) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความแตกต่างระหว่างความเป็นจริงและเป็นเท็จโดยอ้างอิงจากข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตัดสินใจสรุปว่าข้อใดเป็นจริงข้อใดเป็นเท็จ โดยใช้เหตุและผลในการพิจารณาจากสถานการณ์ที่กำหนด และสามารถแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อคิดเห็นได้

ด้านที่ 2 ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumption) หมายถึง ความสามารถในการระบุได้ว่าข้อความใดเป็นเงื่อนไขหรือสิ่งที่กำหนดให้ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นต้องเกิดขึ้นก่อนที่จะเกิดสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อให้สถานการณ์นั้นมีความชัดเจนถูกต้องและได้รับการยอมรับ

ด้านที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) หมายถึง ความสามารถในการคิดไตร่ตรอง หาเหตุผลจากหลักเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อหาคำตอบที่สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่ปรากฏกับหลักเกณฑ์ที่กำหนดให้โดยอ้างเหตุและผลที่สอดคล้องกันได้

ด้านที่ 4 ความสามารถในการตีความ (Interpretation) หมายถึง ความสามารถในการคิดเชื่อมโยง จำแนกความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการลงข้อสรุปข้อมูลต่าง ๆ โดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลกัน และมีหลักฐานครอบคลุมสาระสำคัญเพื่ออธิบายได้ถึงเหตุผลที่เลือกทำสิ่งนั้น

ด้านที่ 5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of arguments) หมายถึง ความสามารถในการประเมินน้ำหนักของข้อมูลใดข้อมูลหนึ่งเพื่อตัดสินใจสรุปหรือข้อแย้งที่สามารถอ้างเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลหนักแน่นและตรงประเด็นและตัดสินใจว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยสิ่งใดควรหรือไม่ควรทำ

Ennis (1987) ได้ระบุ 7 ลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ถูกพิจารณาให้เป็นเกณฑ์การประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction)
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction)
3. การให้ความสำคัญกับการตัดสินใจ (Value judging)
4. การสังเกต (Observation)
5. ความน่าเชื่อถือ (ก่อนจะเชื่อหรือกระทำตามสิ่งใด ต้องพิจารณาว่าข้อมูลที่เรามีอยู่มีความน่าเชื่อถือมากน้อยแค่ไหน) (Credibility)
6. สมมติฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)
7. ความหมายหรือคำอธิบายศัพท์ (Meaning)

Ennis (1995, อ้างใน Hapsari, 2016) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่เรียกว่า FRISCO ดังนี้

1. F – Focus เป็นการแนะนำสถานการณ์บางอย่าง นักเรียนต้องเข้าใจว่ากำลังพูดคุยเรื่องอะไร ประเด็นหลักคืออะไร สิ่งที่ถามคืออะไร Ennis กล่าวว่า จุดสำคัญคือการหาข้อสรุปโดยทั่วไป
2. R – Reason เป็นการสนับสนุนข้อสรุป นักเรียนต้องมีเหตุผลสนับสนุนและใช้เหตุผลในการตัดสินใจ
3. I – Inference เป็นการประเมินการอนุมาน นักเรียนต้องประเมินสิ่งที่ยอมรับได้ และเพียงพอต่อการตัดสินใจ Ennis กล่าวว่า บางครั้งคำว่าอนุมานถูกใช้เพื่อหมายถึงข้อสรุป ดังนั้นข้อสรุปของการโต้แย้งคือการอนุมานอย่างหนึ่ง
4. S – Situation เป็นการตัดสินใจที่จำเป็นต้องสนับสนุนสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่นด้านอื่น ๆ สิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและทางสังคม ไม่ใช่แค่กิจกรรมการคิดเท่านั้น
5. C – Clarity นักเรียนจะต้องมีความชัดเจนในสิ่งที่ตนเองพูด นั่นหมายความว่า คนอื่น ๆ จะต้องเข้าใจในสิ่งที่เราพูด รวมถึงต้องเข้าใจในสิ่งที่คนอื่น ๆ พูดเช่นกัน
6. O – Overview ในภาพรวม นักเรียนต้องตรวจสอบสิ่งที่คิด

Marcut (2005) ได้เสนอแนวคิดที่ว่านักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ผ่านประสบการณ์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเรียนรู้ได้จากการปฏิบัติ ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถ

1. จัดระเบียบและรวบรวมการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการสื่อสาร
2. สื่อสาร เชื่อมโยง ความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนกับเพื่อน ๆ และครูผู้สอน
3. วิเคราะห์และประเมินความคิดและกลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนอื่น
4. ใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

Marcut (2005, อ้างใน พชรภรณ์ เชียงสิน, 2561) และ สุวิทย์ แบ่งทิศ (2559) กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1) ความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ (Identify Issue for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์และระบุประเด็นที่เป็นคณิตศาสตร์จากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนจะต้องสามารถระบุ แยกแยะ หรือกำหนดประเด็นต่าง ๆ ให้เกิดความชัดเจนถูกต้อง โดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น การถามคำถามได้ตรงประเด็น การวิเคราะห์เรื่องราวได้ การแยกประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องออกและยกตัวอย่างได้ เป็นต้น

2) ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (Credibility Information for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการประเมินความถูกต้อง ความสอดคล้อง และความเพียงพอของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องสามารถพิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ สามารถจำแนกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้กับแหล่งข้อมูลที่ไม่เชื่อถือได้ และสามารถระบุว่าคุณสมบัติควรยอมรับหรือไม่ โดยไม่ใช้การเดาในการหาข้อเท็จจริง

3) ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (Identify Information for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์หรือข้อความทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด โดยนักเรียนจะต้องสามารถพิจารณา จำแนก แยกแยะว่าข้อความใดเป็นหรือไม่เป็น ข้อความเบื้องต้น เงื่อนไข สถานการณ์ หรือสิ่งที่กำหนดให้

4) ความสามารถในการลงข้อสรุปจากข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (Making Inferences for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนในการลงข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่อย่างสมเหตุสมผล โดยนักเรียนต้องพิจารณาความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่นำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งอาศัยข้อตกลงเบื้องต้น และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

5) ความสามารถในการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์ (Making Decision for Mathematics) เป็นความสามารถของนักเรียนโดยการพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์และข้อสรุปของคำตอบอย่างสมเหตุสมผล

Richard and Linda (2006, อ้างใน Widana, 2018) ได้กำหนดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและประเมินผลดังนี้

1. ความสามารถในการกำหนดคำถามและประเด็นสำคัญได้อย่างชัดเจน
2. ความสามารถในการรวบรวมและประเมินข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยใช้แนวคิด
เชิงนามธรรม
3. ความสามารถในการหาข้อสรุปเชิงตรรกะและสามารถทดสอบได้โดยใช้
เกณฑ์และมาตรฐานที่แน่นอน
4. ความสามารถในการเปิดใจในการรับรู้ระบบความคิดทางเลือกและ
ประเมินผลในทางปฏิบัติ
5. ความสามารถในการสื่อสารกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อหาแนว
ทางแก้ไขปัญหา

Sumarmo (2011, อ้างถึงใน Angraini และ Wahyuni, 2021) อธิบายว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต้องใช้ความสามารถในการ

1. ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้ง
2. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล
3. ความสามารถในการตัดสินใจ
4. ความสามารถในการรวบรวมคำอธิบายจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่
เกี่ยวข้อง
5. ความสามารถในการระบุและประเมินสมมติฐาน

Emily and Michaela (2012, อ้างใน Wayan, 2018) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา
2. ความสามารถในการหาข้อสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอุปนัยหรือนิรนัย
3. ความสามารถในการประเมินผล
4. ความสามารถในการตัดสินใจหรือแก้ไข้ปัญหา

ความสามารถอื่น ๆ เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมถึงการถามและตอบคำถามเพื่อความกระจ่าง การตีความและการใช้เหตุผลด้วยวาจาโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นไปได้และความไม่แน่นอนการคาดการณ์และการมองปัญหาจากบทวิจารณ์ที่แตกต่างกัน

Vula (2017) กล่าวว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นแยกย่อยเป็นความสามารถในการจัดการกับข้อมูลหรือหลักฐาน 4 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการวิเคราะห์เชิงระบบ (Systems analysis) – การเข้าใจหน้าที่ขององค์ประกอบกับความสัมพันธ์ระหว่างกันและกันในระบบ มองเห็นปัจจัยที่สามารถส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์ในระบบ และสามารถจัดการบางอย่างกับหน่วยใดหน่วยหนึ่งแล้วก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภาพรวมได้

2. ความสามารถในการวิเคราะห์เชิงโต้แย้ง (Argument analysis) – สามารถหาข้อสรุปอย่างเป็นเหตุเป็นผลจากข้อมูลที่มีอยู่ในมือ โดยการแยกแยะข้อมูลทั้งหลายออก ว่าส่วนใดคือความคิดเห็น และส่วนใดที่เป็นข้อเท็จจริง และประเมินความน่าเชื่อถือได้ ในขั้นตอนนี้ต้องมีวิจารณญาณในการตัดสินใจ จนกระทั่งพิจารณาหาข้อสรุปว่ามีหลักฐานหรือเหตุผลรองรับหรือไม่ และควรรู้จักความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์เชิงโต้แย้ง (มีเหตุผลรับรอง) กับการถกเถียง (ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวเป็นหลัก) ด้วย

3. ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน (Creation) – สามารถสร้างสมมุติฐาน วิธีการ ขั้นตอนกระบวนการ ทฤษฎี ไปจนถึงข้อโต้แย้งจากการรวบรวมหลักฐาน การประมวลผลความคิดอย่างมีวิจารณญาณข้อมูลจากหลากหลายแหล่ง หลากหลายแง่มุมจนเกิดแนวทางใหม่หรือเป็นผลงานที่สร้างขึ้นจากกระบวนการทางความคิดจนเป็นข้อสรุปบูรณาการ หรือ ต่อยอดจากสิ่งที่เคยมีอยู่เดิมให้เป็นสิ่งใหม่ที่ดียิ่งขึ้น

4.ความสามารถในการตัดสินคุณภาพ (Evaluation) – ตัดสินคุณภาพของขั้นตอน ทางออกของปัญหา หรือผลงานที่ออกมาว่า ดีพอแล้วหรือยัง โดยใช้ตัวชี้วัด บรรทัดฐาน หรือเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนได้

3.4 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

การประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้แนวคิดไว้มากมาย ทั้งในประเด็นของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และพฤติกรรมที่แสดงออกทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีรายละเอียดดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544, อ้างใน อรพิน วัฒนผล, 2551) กล่าวถึงการประเมินความสามารถทางการคิดมีเทคนิคการวัดที่สามารถเลือกใช้ได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการวัดโดยใช้แบบสอบ (test) การสังเกตพฤติกรรมโดยตรง (direct observation) การสัมภาษณ์รายบุคคล (individual interview) การบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล (comprehensive personal record) ตลอดจนการตรวจผลงานจากแฟ้มสะสมงานหรือพัฒนางาน (portfolio)

การวัดความสามารถในการคิดโดยใช้แบบสอบสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่แบบสอบข้อเขียน (paper-pencil test) และแบบสอบปฏิบัติการ (performance test) แบบสอบ แบบสอบข้อเขียนเพื่อวัดความสามารถในการคิด ครูสามารถใช้รูปแบบการสร้างแบบสอบประเภทปรนัย (objective test) หรือแบบสอบประเภทอัตนัย (subjective test) สำหรับแบบสอบประเภทปรนัย เป็นแบบสอบที่ใช้เวลาในการสร้างมากแต่ตรวจง่าย รูปแบบการตอบที่นิยมใช้กัน เช่น แบบสอบหลายตัวเลือก (multiple-choice tests) ส่วนแบบสอบประเภทอัตนัย เป็นแบบสอบที่สร้างง่ายแต่ตรวจยาก รูปแบบการตอบที่นิยมใช้กัน เช่น การตอบสั้น (short answer) การเขียนตอบตามกรอบที่กำหนด (restricted essay tests) การเขียนตอบอย่างเป็นอิสระ (extended essay tests)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นมาตรฐานมีผู้เชี่ยวชาญได้สร้างขึ้น ได้แก่

1. Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal

แบบสอบนี้สร้างโดย Watson และ Glaser มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องฉบับปรับปรุงล่าสุดในปี ค.ศ. 1980 สำหรับนักเรียนระดับ ม.3 ถึงวัยผู้ใหญ่แบบสอบมี 2 แบบซึ่งเป็นคู่ขนานกันคือ แบบ A และแบบ B แต่ละแบบประกอบด้วยแบบสอบย่อยมีข้อสอบรวม 80 ข้อใช้เวลาในการสอบ 50 นาที แต่ละแบบสอบย่อยวัดความสามารถในการคิดต่าง ๆ กัน ดังนี้

1.1 ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inference) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้และมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง (true) น่าจะเป็นจริง (probably true) ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ (insufficient data) น่าจะเป็นเท็จ (probably false) และเป็นเท็จ (false)

1.2 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใด เป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ และมีข้อความตามมา สถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินข้อความในแต่ละข้อว่า ข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

1.3 ความสามารถในการนิรนัย เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์ ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้จะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ย่อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา สถานการณ์ละ 2-4 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่ตามสถานการณ์นั้น

1.4 ความสามารถในการแปลความ เป็นการวัดความสามารถในการให้น้ำหนักข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ และมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์นั้น

1.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดชุดของ

คำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมกับเหตุผลกำกับ จากนั้นผู้พิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบ

2. Cornell Critical Thinking Test, Level X and Z

แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test พัฒนาโดย Ennis และ Millman ซึ่งยึดทฤษฎีของ Ennis เป็นหลัก ทฤษฎีได้กำหนดว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

2.1 การนิยามปัญหา สิ่งที่เกี่ยวข้องและการทำให้กระจ่าง ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 ระบุประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่สำคัญ ระบุข้อสรุป

2.1.2 ระบุเหตุผลที่ปรากฏและไม่ปรากฏ

2.1.3 ตั้งคำถามให้เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์

2.1.4 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น

2.2 การพิจารณาตัดสินข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต

2.2.2 ตัดสินความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับปัญหา

2.2.3 ตระหนักในความคงเส้นคงวาของข้อมูล

2.3 การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 ตัดสินสรุปแบบอุปนัยและอ้างอิง

2.3.2 การนิรนัย

2.3.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นตามมา

แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test Level X ใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษา ประกอบด้วยข้อสอบเลือกตอบ 71 ข้อโดยวัดองค์ประกอบของการคิด 4 ด้านคือ ด้านการตัดสินสรุป การอ้างอิงแบบอุปนัย การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต การนิรนัย และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งสมรรถภาพที่มุ่งวัดครอบคลุม 7 ลักษณะ ยกเว้นสมรรถภาพที่ 7-9

แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test Level Z ใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา รวมทั้งผู้ใหญ่ ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 52 ข้อโดยวัดองค์ประกอบของการคิด 7 ด้าน คือ การนิรนัย การให้ความหมาย ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การสรุปโดยอ้างเหตุผลที่สนับสนุนด้วยข้อมูล การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย การนิยามและการใช้เหตุผลที่ไม่ปรากฏ และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งสมรรถภาพที่มุ่งวัดครอบคลุมทั้ง 10 ลักษณะ ยกเว้นสมรรถภาพที่ 7 และเน้นน้อยลงสำหรับสมรรถภาพที่ 3 และ 4

3. แบบวัด Ross Test of Higher cognition Process สร้างโดย John D. Ross และ Catherine M. Ross ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1976 จากนั้นมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจนล่าสุด ค.ศ. 1979 แบบวัดฉบับนี้ใช้วัดการคิดวิจารณ์ของเด็กรั้งแต่ระดับ 4 ถึงระดับ 6 โดยวัดความสามารถของเด็กในด้าน การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล ซึ่งสร้างขึ้นตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม (Bloom's Taxonomy of Educational Objective) ข้อสอบมีทั้งสิ้น 105 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 การอุปมาอุปไมย (Analogies)

3.2 การอ้างเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reason)

3.3 ข้ออ้างที่ผิด (Missing Premises)

3.4 ความสัมพันธ์แบบนามธรรม (Abstract Relation)

3.5 การจัดลำดับ (Sequential Synthesis)

3.6 ยุทธวิธีการตั้งคำถาม (Questioning Strategies)

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง (Analysis of relevant and irrelevant information)

3.8 การวิเคราะห์การอ้างเหตุผล (Analysis of Attributes)

ซึ่งในแต่ละตอนของแบบวัด ตอนที่ 1, 3 และ 7 จะเป็นการวัดความสามารถขั้นการวิเคราะห์ ตอนที่ 4, 5 และ 8 จะเป็นการวัดความสามารถขั้นการสังเคราะห์ และตอนที่ 2 และ 6 จะเป็นการวัดความสามารถขั้นการประเมิน ในการดำเนินการสอบจะแบ่งการสอบออกเป็น 2 ช่วง โดยช่วงที่ 1 จะสอบตั้งแต่ตอนที่ 1-5 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่ตอนที่ 6-8 โดยแต่ละครั้งจะใช้เวลาสอบ 60 นาที

3.5 แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาผู้เรียนได้ผ่านการเรียนการสอนหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกห้องเรียน มีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

Henningsen และ Stein (1997) ได้สรุปเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เนื้อหาควรสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์
2. ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้
3. สถานการณ์ปัญหาควรมีวิธีแก้ที่หลากหลาย หลายคำตอบ
4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด
5. ควรที่จะคำนึงถึงระดับความสามารถและความรู้เดิมของผู้เรียน

อุษณีย์ โพธิสุข (2537) ได้เสนอแนวการสอนเพื่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องในชุมชนของตนเอง เช่น โรงพยาบาล ตลาด สถานที่สำคัญ ถ้ามเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำอยู่ในชีวิตประจำวันว่านักเรียนทำอะไรบ้าง หรือจัดให้มีการทัศนศึกษา ทดลอง ปฏิบัติต่าง ๆ
2. การทำวิจัย หรือการศึกษาหาความรู้ ความจริงด้วยตนเองเป็นทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองให้เด็กได้มีขั้นตอนในการศึกษาอย่างถูกต้อง
3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิด เช่น การพาไปดูตัวที่ การจัดตัวที่ การอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ ฯลฯ
4. การใช้สถานการณ์สมมติ (Simulation) เป็นกิจกรรมและวิธีการสอนที่จะทำให้เด็กเกิดความรู้ความเข้าใจกระจ่างขึ้น และมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งการพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา
5. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอผลงานสิ่งที่ตนเองศึกษามาให้ผู้ฟังคนอื่นฟังเพื่อนระดับเดียวกันหรือเพื่อนต่างระดับหรือคนทั่วไปได้ฟัง
6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง (Brain Storming) การระดมความคิด การไตร่ตรอง ความคิดของกลุ่ม รวมถึงการวิจารณ์อย่างมีเหตุผล การวิจารณ์ในทางสร้างสรรค์ล้วนเป็นทักษะระดับสูงของทางสติปัญญาและทางสังคมทั้งสิ้น

ชาติ แจ่มนุช (2545) ได้กล่าวถึงลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาการด้านการคิดไว้ดังนี้

1. เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนค้นหาคำตอบ สร้างความรู้ แสวงหาความรู้หรือสรุปข้อความรู้ด้วยตนเอง
2. เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ หรือมีประสบการณ์ตรงในเรื่องที่เรียน
3. เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น หรือใช้

เหตุผล

4. เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนร่วมกัน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) สรุปแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิดให้กับเด็กและเยาวชน ดังนี้

1. สร้างความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น (Curiosity) โดยต้องได้รับการกระตุ้นด้วยสื่อ ใช้สื่อ คำถาม กิจกรรม
2. ฝึกให้มีความกล้าเสี่ยง (Risk Taking) กล้าคิดแตกต่างไปจากคนส่วนใหญ่ กล้าเสี่ยงที่จะสร้างสิ่ง ใหม่หรือแตกต่างจากเดิม โดยใช้สถานการณ์ที่ยั่วให้คาดการณ์และคาดเดาสิ่งต่างๆ ซึ่งอาจมีคำตอบหลายๆแนวทาง
3. ความยุ่งยากซับซ้อน (Complexity) ความยุ่งยากซับซ้อนจะทำให้เกิดการ พัฒนา ความคิดระดับสูงได้ ต้องพัฒนาจากง่ายไปหายาก กิจกรรมที่ใช้และระดับความยากง่ายต้อง สอดคล้องเหมาะสมกับเด็กแต่ละคน
4. กระตุ้นให้เกิดจินตนาการ (Imagination) เด็กต้องได้รับการกระตุ้นให้มี ความคิด จินตนาการ สร้างสรรค์อย่างหลากหลาย ทั้งที่เป็นการจินตนาการจากภาพ จากนิทาน จาก ประสบการณ์เดิม จากเหตุการณ์สิ่งแวดล้อมรอบตัว จากความรู้สึกของตนเอง
5. ฝึกฝนให้ใจกว้าง (Open Mind) เด็กควรได้รับการฝึกฝนให้ทำงานกลุ่ม การอภิปรายกลุ่ม การรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ยอมรับในเหตุผลและข้อมูลของกลุ่ม หรือ ของคนอื่นที่ดีกว่าหรือมีมากกว่า
6. สร้างความมั่นใจในตนเอง (Self Confidence) ความมั่นใจในตนเอง จะทำให้เด็กได้มีพัฒนาการการคิดและกล้าแสดงออกซึ่งความคิด การเลือกสรรกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสม จะทำให้เด็กกล้าแสดงออก เริ่มจากการตั้งคำถามง่ายๆ การแสดงออกอย่างง่ายแล้วยากขึ้น

ตามลำดับ การเล่นและการทำงานเป็นกลุ่ม แล้วลดลงจนเหลือคนเดียว ซึ่งการแสดงออกของเด็ก ต้องได้รับกำลังใจและการสนับสนุน จะทำให้เด็กมีความมั่นใจมากขึ้น

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2552) ได้สรุปแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณให้แก่ักเรียนว่าครูผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

1. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการสอน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น กระบวนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณอย่างเป็นระบบ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้เรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียน รู้จักคิดในแง่ของการตีความหมายในรายละเอียด รู้จักขยายผลของ สิ่งที่คิด และปรับสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ฝึกให้นักเรียนได้รู้ปัญหา วิธีแก้ไขปัญหบบนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ โดยนำมาวิเคราะห์ พิจารณาความน่าเชื่อถือก่อนการ ตัดสินใจ ประเด็นสำคัญคือการสร้างให้นักเรียนรู้จักคิดก่อนทำและสามารถอธิบายการกระทำของตนเองว่ามีเหตุผลอย่างไร การฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลจะใช้คำถามว่า “ทำไม” ให้นักเรียนตอบ โดยมีพื้นฐานรองรับอยู่เสมอ

2. ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความรู้สึทที่เป็นอิสระซึ่งผู้สอนอาจจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทั้งในและนอกโรงเรียน และให้นักเรียนได้มีโอกาสตัดสินใจ ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการฝึกฝนและพัฒนาความคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ อันเป็นพื้นฐานสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

3. จัดสื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณซึ่งสื่อมีหลายรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์เช่น หนังสือ บทความประเภทต่าง ๆ หนังสือพิมพ์ นิตาน ฯลฯ เมื่อนักเรียนอ่านแล้วครูอาจใช้คำถามฝึกการคิด เช่น เรื่องนี้คล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในการอ่านจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณได้วิธีหนึ่ง ครูอาจจัดทำแบบฝึกหัดทักษะการเรียนรู้ให้แก่ักเรียน ซึ่งอาจมีรูปแบบหลากหลาย เช่น สถานการณ์ จำลอง และครูใช้คำถามเพื่อฝึกการคิดหลังจากนักเรียนอ่านสถานการณ์แล้ว หรือฝึกการคิดจากภาพ เป็นต้น

4. ฝึกให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อต่าง ๆ ที่น่าสนใจ หรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจากข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในข่าวประจำวันจากการดูนลือการเมือง จะทำให้นักเรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์ วิจรรย์ ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการลงข้อสรุปและรู้จักประเมินความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้นักเรียนรู้จักการ อ้างเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง

5. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ โดยแนะนำให้นักเรียนวางแผนตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ โดยมีข้อมูลหลักฐานในการตรวจสอบและใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินใจปรับปรุง หรือดำเนินงาน ตามแผน และรู้จักวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม รอบคอบและควบคุมตนเองให้ดำเนินงานตามแผน การทำงานหรือกิจกรรมใดๆ ก็ตามที่ครูฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผนการย่อมเป็นการดำเนินงานและมีการตรวจสอบ ตลอดจนเมื่อมีการดำเนินงานตามแผนแล้วมีการประเมินผลการดำเนินงานนั้นจัดได้ว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การคิดอย่างมี วิจารณญาณ

4. งานวิจัยวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ และความตระหนักรู้ในการรู้จักคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ และความตระหนักรู้ในการรู้จักคิด ของนักเรียนชั้น ม.4 ก่อนและหลังได้รับกิจกรรมการ เรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการได้รับกิจกรรมแบบธรรมสากัจฉาสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังการได้รับกิจกรรมแบบธรรมสากัจฉาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณหลังการได้รับกิจกรรมแบบธรรมสากัจฉาสูงกว่า ก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4. นักเรียนมีความสามารถในการคิด อย่างมี วิจารณญาณหลังการได้รับกิจกรรมแบบธรรมสากัจฉาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 5. นักเรียนมีความตระหนักในการรู้จักคิดหลังการได้รับกิจกรรมแบบธรรมสากัจฉาสูง กว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 6. นักเรียนมีความตระหนักในการรู้ จักคิดหลังการได้รับกิจกรรมแบบธรรมสากัจฉาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษา คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษา คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษา คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านนา ยกพิทยากร เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 40 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ใน การทดลอง คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และ แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษา คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมีโน้ตทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้ปกติ และสูงกว่าแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์มี ความเกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพราะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ แบ่งออกเป็นด้านโน้ตทัศน์และด้านวิธีการ จึงมีแนวโน้มความเป็นไปได้ว่า แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับชีวิตจริงสามารถพัฒนาความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนได้ดีขึ้น

ศุภลักษณ์ ครุฑทอง (2557) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 48 คน นักเรียนกลุ่มควบคุม 45 คน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความรู้ทาง คณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบปกติ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการ IMPROVE และเขียนการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลัง เรียน 3) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 4) ศึกษาพัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 5) ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในระหว่างเรียน 5) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

กิตติพันธ์ วิบูลศิลป์ (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.5 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น ม.5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนไม่สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.5 ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น ม.5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธัญพิมล จันทน์นุ่น (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษา คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดของเด็กที่มีต่อความสามารถในการให้ เหตุผลและความสามารถในการสื่อสาร การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถใน การให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมตามแนวการศึกษา คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดเด็กระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนปกติ ตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา 2 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 50 คน และกลุ่มควบคุม 49 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดเด็ก เครื่องมือที่ใช้ในการ เก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้อง กับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดเด็กมีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดเด็กมีความสามารถในการ ให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมปกติ

นิตาวรรณ ทองไทย (2562) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิ ดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่มีต่อทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนขนาดเล็ก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิต จจริงร่วมกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับผู้เรียนที่เรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่ง จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. ผู้เรียนที่เรียนรู้ ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีค่าเฉลี่ย คะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 2. ผู้เรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิด การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีค่าเฉลี่ยคะแนน ทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

(ปริญญญา ศรีพงษ์พิจิตร (2561) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนเรื่อง ความน่าจะเป็น จุดมุ่งหมายของการทำวิจัยครั้งนี้เพื่อ 1. ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น ม.3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น พบว่านักเรียนจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในระดับนัยสำคัญ .05 2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น ม.3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมปกติในระดับนัยสำคัญ .05

ชนิดา จำปาอ่อน (2562) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง 2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 23 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ 2. พัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีโดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Fauzan (2002) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนชั้นประถมศึกษาในประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อได้รับสถานการณ์บริบทปัญหาที่ครูกำหนด พบว่า นักเรียนเริ่มแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองที่ไม่เป็นทางการด้วยตนเอง และเมื่อครูกำหนดสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์อีก 3-4 สถานการณ์ให้นักเรียน นักเรียนจะซักถามครูน้อยลง และพบว่าหลังการจัดการเรียนการสอน นักเรียนมีเจตคติทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น และสามารถให้เหตุผลและเข้าใจนิพจน์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

Kramarski และ Mizrachi (2004) ได้ศึกษาการเพิ่มขึ้นของความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้แนวทางการรู้คิดในการอภิปราย วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า เพื่อศึกษาผลกระทบของการอภิปรายในแนวทางการรู้คิดต่อการรู้หนังสือทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง 2 สภาพแวดล้อมที่ต่างกัน 1.การอภิปรายที่มีการใช้การแนะนำการรู้คิด (Forum+META) และ 2. การอภิปรายโดยไม่มีการใช้การแนะนำการรู้คิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 43 คน พบว่านักเรียนที่ได้ใช้การอภิปราย ทำได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการแนะนำการรู้คิด ผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของการแก้ปัญหาในชีวิตจริง คือ 1. การทำความเข้าใจงาน 2. การใช้กลวิธีทางคณิตศาสตร์ 3. การประมวลผลข้อมูล 4. การใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

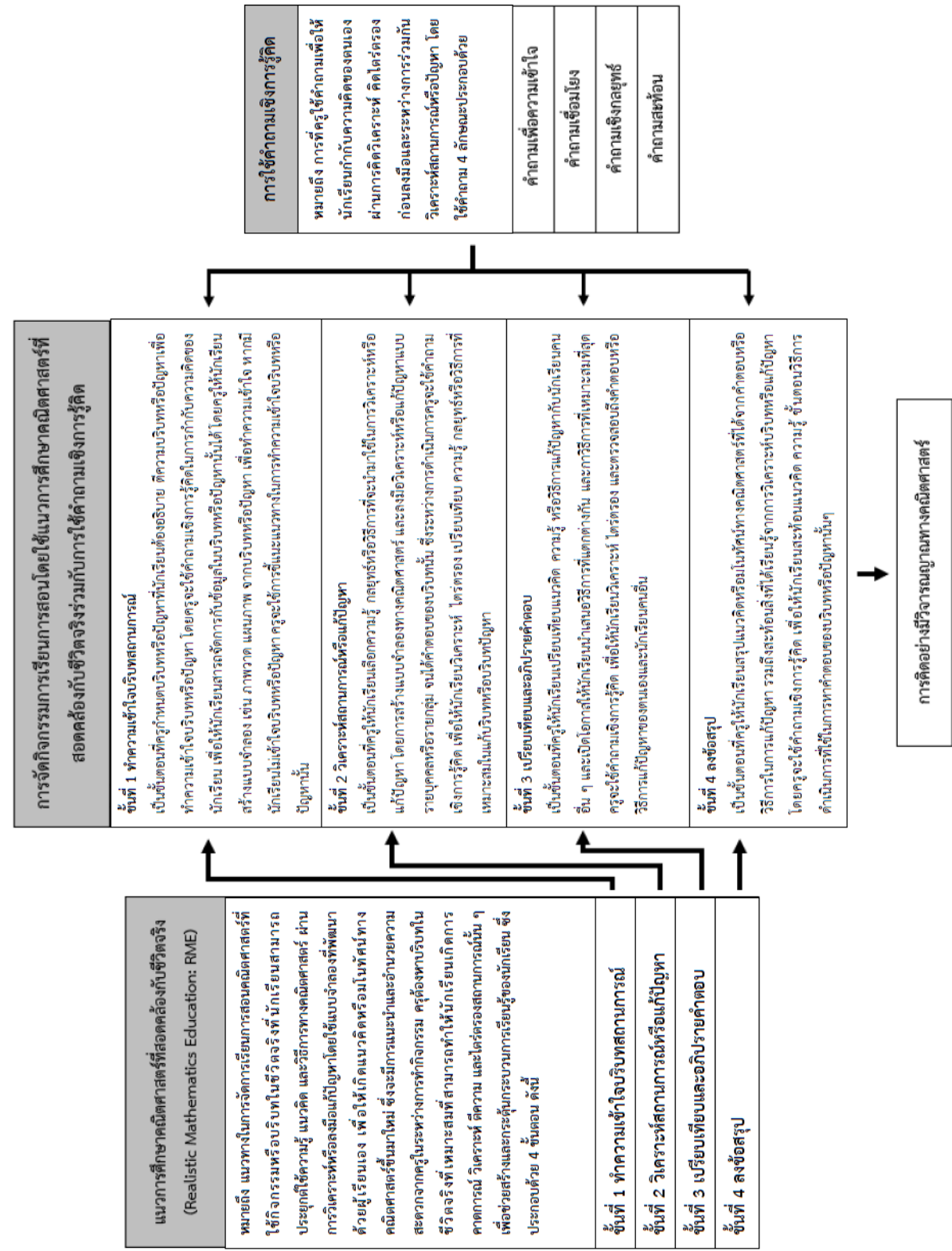
Mevarech และ Fridkin (2006) ได้ศึกษาผลการใช้ IMPROVE ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของ IMPROVE ซึ่งเป็นวิธีการสอนอภิปราย ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 81 คนที่ศึกษาตามหลักสูตรเตรียมอุดมในวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่มีการใช้ IMPROVE และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนปกติ ทั้งสองกลุ่มนี้จะใช้สื่อการเรียนรู้เดียวกัน แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เหมือนกันทุกประการ และได้รับการสอนโดยครูที่มีประสบการณ์คนเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีการใช้ IMPROVE มีประสิทธิภาพในการเรียนดีกว่านักเรียนที่ใช้วิธีการเรียนปกติทั้งในด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนที่ใช้ IMPROVE ยังได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการวัดอภิปราย 3 ด้าน ได้แก่ 1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ 2. กฎเกณฑ์ทั่วไปของความรู้ความเข้าใจ 3. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่มีความเฉพาะทั้งเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ

Webb (2011) ได้ทำการศึกษาแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับลอการิทึม และเพื่อเป็นตัวอย่างหลักของการออกแบบ RME โดยการเริ่มต้นจากบริบทที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการใช้เหตุผลที่ไม่เป็นทางการ เช่น การสร้างการเป็นตัวแทน และครูจะถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการ ก่อนทางการ และเป็นทางการ จากการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมพบว่า แนวทางนี้เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนที่ไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์แบบท่องจำและเป็นประโยชน์ต่อครูในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ต่างจากการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม

Vula (2017) ได้ศึกษาผลกระทบของกลยุทธ์การรู้คิด (อภิปัญญา) และกระบวนการควบคุมตนเองที่ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยเฉพาะการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยทางภาษาศาสตร์ และจำนวนขั้นตอนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในช่วงการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 263 คน จากโรงเรียน 2 แห่ง ณ โคโซโว แบ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 3 ห้องเรียน จำนวน 130 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 4 ห้องเรียน จำนวน 133 คน โดยนักเรียนครึ่งหนึ่งจากนักเรียนชั้น ป.3 และ ป.5 จะได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการรู้คิดในการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนที่เหลือจะไม่ได้คำแนะนำใดๆ และใช้วิธีการเรียนปกติ การทดลองจะทดสอบ 2 ครั้ง ก่อนทดลองและหลังทดลอง เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กลยุทธ์การรู้คิดและกระบวนการควบคุมตนเองที่นักเรียนใช้เพื่อควบคุมการกระทำ ให้เหตุผลและสะท้อนกลับ มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Lestari (2018) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลการเรียนรู้แบบร่วมมือและผลการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับกลยุทธ์อภิปัญญาเพื่อเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประเทศอินโดนีเซีย การวัดความสามารถในการให้เหตุผลประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การสร้างการคาดเดา การให้ข้อโต้แย้ง และแบบการสังเกต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้กลยุทธ์อภิปัญญา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยไม่มีกลยุทธ์อภิปัญญาอย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าข้อดีของการใช้กลยุทธ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้งานวิจัยยังแสดงให้เห็นถึงผลในเชิงบวกของการเรียนแบบร่วมมือร่วมกับกลยุทธ์อภิปัญญาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย

แผนภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
 - 7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัด
 - 7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง การใช้คำถามเชิงการรู้คิด และการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย

3. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi – Experiment Research) ศึกษากลุ่มเดียวแบบก่อนและหลังการทดลอง และแบบอนุกรมเวลา (The One-Group Pretest Posttest and Interrupted time series Design) ที่ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม โดยมีแบบแผนการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 2 แบบแผนการวิจัย

แผนการวิจัย	ระยะการทดลอง		
	ก่อน	ระหว่าง	หลัง
การทดสอบการคิดอย่างมี วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ (C)	C_1	-	C_2
การเก็บข้อมูลพัฒนาการ ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ (OC)	-	$OC_1 - OC_2$	-

หมายเหตุ สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

C_1 และ C_2 แทน การทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง

OC_1 - OC_2 แทน การเก็บข้อมูลพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และ 2

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 จังหวัดชุมพร สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชุมพร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 36 คน ลักษณะของห้องเรียนเป็นนักเรียนที่มีความกระตือรือร้น เป็นห้องเรียนคละความสามารถแต่มีพื้นฐานทางความสามารถทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างดี

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิดคือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง และหลังทดลอง

2.2 แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการทดลองระยะที่ 1 และ 2

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยออกแบบสถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตจริงที่สามารถใช้ในการหาแนวคิดหรือคำตอบจากสถานการณ์หรือปัญหานั้นๆ จำนวน 10 แผน

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มทดลอง ที่พัฒนาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในส่วนของเนื้อหาคณิตศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ การวัดประเมินผล หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ และคู่มือครู เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง โดยผู้วิจัยเลือกเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 แผน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงสาระการเรียนรู้และจำนวนคาบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1 - 4	สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต	4
5 - 7	สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต	3
8 - 10	สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น	3
รวม		10

ตารางที่ 4 แสดงสาระและความรู้ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ความรู้ที่ใช้
1	สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต	การใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง
2		การใช้กราฟในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง
3		การใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง
4		การใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเส้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง
5	สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต	การนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานและรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
6		การใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง
7		ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
8	สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น	สถิติ
9		ความน่าจะเป็น
10		การใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

3. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์โดยใช้แนวทางการศึกษาศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 10 แผน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง และความเหมาะสมของเนื้อหา เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ ดังนี้



ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด	กิจกรรมย่อย
1) ขั้นการทำความเข้าใจบริบทสถานการณ์	
<p>ครูกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาของบริบทที่อยู่ในชีวิตจริง แล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจด้วยการให้นักเรียนสำรวจสถานการณ์หรือปัญหาอธิบายและตีความสถานการณ์หรือปัญหานั้น โดยครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนระบุข้อมูลสำคัญ ความรู้ และแนวคิดพื้นฐาน และสามารถจัดการกับข้อมูลในสถานการณ์หรือปัญหานั้นได้ จากนั้นครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง เช่น ภาพวาด แผนภาพ จากสถานการณ์หรือปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ครูนำเสนอสถานการณ์หรือปัญหาของบริบทในชีวิตจริง โดยครูบอกสถานการณ์หรือปัญหา หรือครูเปิดคลิปให้นักเรียนดู หรือครูใช้สิ่งของในชีวิตจริงที่เกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหา - ครูให้นักเรียนสำรวจบริบทด้วยตนเอง - ครูใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนระบุข้อมูลสำคัญ ความรู้ และแนวคิดพื้นฐาน และสามารถจัดการกับข้อมูลในบริบทนั้นได้ ตัวอย่างคำถาม เช่น <ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนเข้าใจปัญหาของบริบทปัญหาอย่างไรบ้าง ● นักเรียนคิดว่าข้อมูลในบริบทนั้นเพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ หากไม่เพียงพอนักเรียนจะทำอย่างไร ● นักเรียนลองอธิบายบริบท ตามความเข้าใจของตนเอง ● ข้อมูลของบริบทนั้นมีข้อมูลอะไรบ้างที่สำคัญ - ครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง เช่น ภาพวาด แผนภาพจากบริบทหรือปัญหาตามความเข้าใจของนักเรียน - หากนักเรียนไม่เข้าใจ ครูจะยกตัวอย่างสถานการณ์หรือบริบทที่คล้ายคลึงกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจบริบทหรือปัญหาได้ชัดเจนขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด	กิจกรรมย่อย
2) ชั้นวิเคราะห์สถานการณ์หรือแก้ปัญหา	
<p>ครูให้นักเรียนเลือกความรู้ กลยุทธ์หรือวิธีการที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และลงมือวิเคราะห์บริบทหรือแก้ปัญหาแบบรายบุคคลหรือรายกลุ่ม จนได้คำตอบของบริบทหรือปัญหานั้น ซึ่งระหว่างการดำเนินการครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ ไตร่ตรอง เปรียบเทียบ แนวคิด ความรู้ กลยุทธ์หรือวิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์บริบทหรือแก้ปัญหาของบริบท</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนลงมือวิเคราะห์บริบทหรือแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือช่วยกันทำเป็นกลุ่ม - ในขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาครูจะคอยให้คำแนะนำ เช่น การใช้สื่อการเรียนรู้ การใช้คำถาม การยกตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเลือกใช้ความรู้หรือวิธีการในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - ในระหว่างการวิเคราะห์ ตีความบริบท แก้ปัญหาหรือเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ ไตร่ตรองเปรียบเทียบ แนวคิด ความรู้ กลยุทธ์หรือวิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์บริบทหรือแก้ปัญหาบริบท ตัวอย่างคำถามเชิงการรู้คิด เช่น <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดได้บ้างเพื่อมาช่วยในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา • นักเรียนมีวิธีการหรือแนวทางในการวิเคราะห์บริบทหรือแก้ปัญหาบริบทหรือไม่/อย่างไร • นักเรียนเคยทำโจทย์ลักษณะแบบนี้มาก่อนหรือไม่ และมีสิ่งใดบ้างที่นักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับบริบทหรือปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ • วิธีการที่นักเรียนเลือกใช้มีความเหมาะสมกับบริบทหรือปัญหาอย่างไร • นักเรียนคิดว่ามีวิธีการ หรือความรู้อื่นที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหานอกจากวิธีการหรือความรู้ที่นักเรียนทำอยู่หรือไม่ อย่างไร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด	กิจกรรมย่อย
3) ชั้นเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ	
<p>ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบคำตอบและให้เหตุผลเกี่ยวกับบริบทหรือวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนคนอื่น ๆ และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอวิธีการที่แตกต่างกัน และหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากการวิเคราะห์หรือจากวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ ไตร่ตรอง และตรวจสอบถึงความรู้ คำตอบ หรือวิธีการแก้ปัญหของตนเองและนักเรียนคนอื่น</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนจับกลุ่มหรือจับคู่ เพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบคำตอบและวิธีการของตนเองกับนักเรียนคนอื่น - ครูใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อตรวจสอบถึงคำตอบ ความรู้ หรือวิธีการแก้ปัญหของตนเองและนักเรียนคนอื่น ตัวอย่างคำถาม เช่น <ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนลองเปรียบเทียบวิธีการและคำตอบของตนเองและนักเรียนคนอื่น ดูว่ามีส่วนที่เหมือนและแตกต่างกันตรงไหนบ้าง ● หากคำตอบของนักเรียนไม่เหมือนกับของเพื่อนแล้ว นักเรียนจะอย่างไร - ครูขออาสาสมัครนักเรียน 1-3 คนหรือกลุ่ม ออกมานำเสนอคำตอบและวิธีการ พร้อมทั้งให้นักเรียนคนอื่นเสนอแนะคำตอบหรือวิธีการที่แตกต่าง - ครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ ไตร่ตรอง เกี่ยวกับคำตอบและวิธีการแก้ปัญหของตนเองและนักเรียนคนอื่น ตัวอย่างคำถาม เช่น <ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลกับบริบทปัญหาอย่างไร ● คำตอบที่ได้เหมาะสมที่สุดกับบริบทปัญหานั้นแล้วใช้หรือไม่ อย่างไร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด	กิจกรรมย่อย
4) ขั้นลงข้อสรุป	
<p>ครูให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากคำตอบหรือวิธีการในการวิเคราะห์บริบทหรือแก้บริบทปัญหา รวมถึงสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแก้ปัญหา ครูจะใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนสามารถสะท้อนขั้นตอนวิธีการดำเนินการ ความรู้ หรือแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<p>- ครูใช้คำถาม หรือสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากคำตอบหรือวิธีการในการแก้บริบทปัญหา</p> <p>- ครูใช้คำถามเชิงการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ ตัวอย่างคำถาม เช่น</p> <p>สิ่งที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้ในวันนี้มีอะไรบ้าง</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ในขณะลงมือวิเคราะห์บริบทหรือแก้ปัญหามีช่วงไหนที่นักเรียนคิดว่ามีอุปสรรคเกิดขึ้น แล้วนักเรียนแก้ไขอุปสรรคนั้นอย่างไร ● นักเรียนสามารถใช้แนวคิดหรือความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในบริบทไปใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้หรือไม่ เช่นอะไรบ้าง

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนของการพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง สำหรับรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาความหมาย นิยามเชิงปฏิบัติการ และองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมและใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มทดลอง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3. สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับ คือ ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน โดยแต่ละฉบับเป็นข้อสอบปรนัยแบบถูกผิด สำหรับ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ 2) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ และ 3)การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบละ 6 ข้อ และเป็นข้อสอบแบบ 2 ระดับ (two - tier) ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยแบบตัวเลือกและคำถามปลายเปิดเพื่อถามเหตุผลสำหรับ 2 องค์ประกอบ ได้แก่ การลงข้อสรุปจากข้อมูลทางคณิตศาสตร์ และการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบละ 6 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงองค์ประกอบละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน

4. ศึกษาและสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งสองฉบับ ตามกรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กำหนดให้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบของการคิด อย่างมีวิจารณญาณทาง คณิตศาสตร์	1) การระบุประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ 3) การระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลทางคณิตศาสตร์
เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ตอบได้ถูกต้อง 4 ข้อย่อย	2
ตอบได้ถูกต้อง 2 หรือ 3 ข้อย่อย	1
ตอบได้ถูกต้อง 1 ข้อย่อย ตอบไม่ถูกต้องทุกข้อย่อย	0

องค์ประกอบของการคิด อย่างมีวิจารณญาณทาง คณิตศาสตร์	4) การลงข้อสรุปจากข้อมูลทางคณิตศาสตร์ 5) การตัดสินใจทางคณิตศาสตร์
เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
เลือกคำตอบที่ถูกต้อง และแสดงเหตุผลของการเลือกคำตอบได้ถูกต้อง	2
เลือกคำตอบถูกต้อง แต่แสดงเหตุผลของการเลือกคำตอบไม่ถูกต้อง	1
ไม่เลือกคำตอบ	0

5. นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนทดลอง และฉบับหลังทดลอง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะดังประเด็นต่อไปนี้

5.1 ความชัดเจนของสถานการณ์ปัญหา ขอให้เขียนรายละเอียดของสถานการณ์ให้อ่านทำความเข้าใจได้ง่าย ตัวอย่างเช่น

โจทย์เดิม : “หากคนที่ 1 โยนเชือกจากตาดฟ้าให้คนที่ 2 ที่อยู่บนพื้นดินถือ พบว่าเชือกดังกล่าวยาว 10 เมตรพอดี” หากต้องการให้ข้อความ “ความยาวเชือก 10 เมตร” เป็นจริงนักเรียนต้องระบุข้อมูลใดเพิ่มเติมบ้าง (การระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์)

ปรับแก้ : “หากคนที่ 1 โยนเชือกจากคานฟ้าให้คนที่ 2 ที่อยู่บนพื้นดินถือ หากคาดคะเนด้วยสายตา พบว่าเชือกดังกล่าวยาวประมาณ 10 เมตร” หากต้องการให้ข้อความ “ความยาวเชือก 10 เมตร” เป็นจริง นักเรียนต้องระบุข้อมูลใดเพิ่มเติมบ้าง (การระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์)

โจทย์เดิม : หากทางภาครัฐมีนโยบายต้องการเพิ่มจำนวนประชากรของประเทศ โดยมอบเงินให้บ้านที่มีบุตรตั้งแต่ 4 คนขึ้นไป เป็นจำนวน 4,000 บาท อาจกล่าวได้ว่า ครึ่งหนึ่งของหมู่บ้านนี้ได้รับเงินจากภาครัฐ นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวข้างต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด (การลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์)

ปรับแก้ : หากทางภาครัฐมีนโยบายต้องการเพิ่มจำนวนประชากรของประเทศ โดยมอบเงินให้บ้านที่มีบุตรตั้งแต่ 4 คนขึ้นไป เป็นจำนวน 4,000 บาท จากข้อมูลข้างต้น จะสามารถสรุปได้ว่า “ครึ่งหนึ่งของหมู่บ้านนี้ได้รับเงินจากภาครัฐ” ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (การลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์)

5.2 ความชัดเจนของตัวเลือกคำตอบ ตัวอย่างเช่น

โจทย์เดิม : ถ้าครูอยากให้นักเรียนตอบคำถามที่ครูถามโดยให้ตอบเป็นคำตอบเดียวกัน ครูควรเพิ่มเงื่อนไขใดในคำถามนั้น

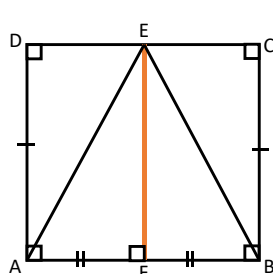
- ☒ มุมภายในแต่ละมุมของรูปสี่เหลี่ยมรูปนั้น
- ☐ ความสูงของรูปเรขาคณิต
- ☐ ความยาวรอบรูปของสี่เหลี่ยมรูปนั้น
- ☒ สมบัติบางอย่างที่สื่อถึงสี่เหลี่ยมรูปนั้น (เช่น ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน หรือด้านตรงข้ามขนานกัน หรือด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน เป็นต้น)

ปรับแก้ : จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าอะไรที่ทำให้พรรณและนพดลคิดต่างกัน

- ☒ ความยาวแต่ละด้านของรูปสี่เหลี่ยม
- ☒ การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม
- ☐ ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม
- ☐ ความสูงของรูปสี่เหลี่ยม

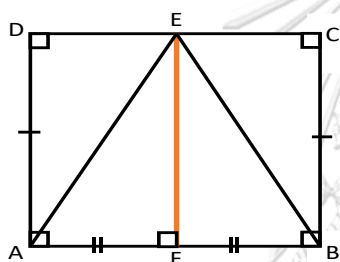
โจทย์เดิม :

จากภาพข้างต้นกำหนดให้ $AF = FB$ และ $AD = BC$ จงพิจารณาว่าข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง (ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์)



- ☒ $EF = DA$
- ☒ $EC = AF$
- ☒ $DC = AF + BF$
- ☒ $AB = BC$

ปรับแก้ : สิ่งใดที่เป็นเงื่อนไขที่จะทำให้ $\triangle AEB$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์)



- ☒ $ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ☒ \overline{EF} ตั้งฉากและแบ่งครึ่ง \overline{AB} ที่จุด F
- ☒ $\overline{AE} = \overline{EB}$
- ☒ $\overline{AB} = \overline{DC}$

6. ผู้วิจัยนำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความตรงและความเหมาะสมของเนื้อหา (IOC) ความเหมาะสมของสำนวน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุง โดยมีข้อเสนอแนะในประเด็นต่อไปนี้

6.1 ความเหมาะสมด้านภาษา ตัวอย่างเช่น

โจทย์เดิม : คุณพ่อของเอกต้องการสร้างโรงจอดรถที่สามารถจอดรถได้ 2 คัน โดยมีพื้นที่ไม่เกินที่กำหนดดังนี้

ช่างคนที่ 1 พูดว่า “ต้องสร้างโรงจอดรถสูง 3 เมตร กว้าง 3 เมตร ยาว 8 เมตร”

ช่างคนที่ 2 พูดว่า “ต้องสร้างโรงจอดรถสูง 3 เมตร กว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร”

ปรับแก้ : คุณพ่อของเอกต้องการสร้างโรงจอดรถที่สามารถจอดรถได้ 2 คัน โดยมีช่าง 2 คนที่ช่วยออกแบบโรงจอดรถดังนี้

ช่างคนที่ 1 พูดว่า “ต้องสร้างโรงจอดรถสูง 3 เมตร กว้าง 3 เมตร ยาว 8 เมตร”

ช่างคนที่ 2 พูดว่า “ต้องสร้างโรงจอดรถสูง 3 เมตร กว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร”

โจทย์เดิม : สมหมายเข้าสัมภาษณ์กับบริษัทนี้ได้คะแนน 4 ด้านแรกเป็น 60, 35, 88, 32 คะแนนตามลำดับ และกำลังจะสอบด้านสุดท้าย หากเขาต้องการที่จะสอบผ่านการสัมภาษณ์ เขาต้องทำคะแนนอย่างไรเพื่อให้เพียงพอต่อการสอบสัมภาษณ์ผ่าน (ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์)

ปรับแก้ : สมหมายเข้าสัมภาษณ์กับบริษัทนี้ได้คะแนน 4 ด้านแรกเป็น 60, 35, 88, 32 คะแนนตามลำดับ และกำลังจะสอบด้านสุดท้าย หากเขาต้องการที่จะสอบผ่านการสัมภาษณ์ เขาต้องทำคะแนนเท่าใด เพื่อให้ผ่านการสอบสัมภาษณ์ (ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์)

6.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ข้อสอบบางข้ออาจจะไม่ตรงกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ จึงได้มีการปรับแก้เพื่อให้ตรงตามความหมายขององค์ประกอบนั้น ตัวอย่างเช่น

โจทย์เดิม : หากคำนวณ BMI ให้ผลออกมาอยู่ในเกณฑ์ดี ค่า BMI สามารถเป็นอะไรได้บ้าง (ด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์)

☒ 17.56 ☒ 19.3472 ☒ 20.345 ☒ 22.913

ปรับแก้ : หากคำนวณ BMI ให้ผลออกมาอยู่ในเกณฑ์ดี ค่า BMI สามารถเป็นอะไรได้บ้าง (ด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์)

☒ อยู่ระหว่าง 18.00 -22.90 ☒ ไม่เกิน 22.90 แต่มากกว่า 18.50
☒ ไม่น้อยกว่า 18.50 ☒ ตั้งแต่ 18.50 ถึง 22.90

โจทย์เดิม : หากนักเรียนมีค่า BMI อยู่ที่ 24.934 kg/m^2 สามารถสรุปได้อย่างไร (ด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์)

ปรับแก้ : หากนักเรียนมีค่า BMI อยู่ที่ 24.934 kg/m^2 นักเรียนจะอยู่ในเกณฑ์ใด และมีภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน (ด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์)

7. ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป นำแบบวัดการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนทดลอง และฉบับหลังทดลอง ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัด

8. นำคะแนนที่ได้จากข้อ 7. มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัด โดยมี เกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) ซึ่งต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก(r) ต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป พบว่า

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มีค่า ความเที่ยง 0.782 ค่าความยากตั้งแต่ 0.23 – 0.50 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 – 0.78

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีค่า ความเที่ยง 0.812 ความยากตั้งแต่ 0.23 – 0.53 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 – 0.83

9. นำแบบการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณฉบับก่อนทดลอง และฉบับหลังทดลองฉบับละ 20 ข้อ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลอง

4.2.2 แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง
2. สร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตารางที่ 7 ข้อคำถามจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	ตัวอย่างคำถาม
ความสามารถในการระบุข้อมูลเบื้องต้น	นักเรียนคิดว่าข้อมูลของสถานการณ์มีข้อมูลอะไรที่สำคัญบ้าง
	นักเรียนคิดว่ามีเงื่อนไขใดบ้างที่สำคัญต่อการนำไปวิเคราะห์สถานการณ์
	นักเรียนคิดว่าสถานการณ์มีข้อมูลที่เกินความจำเป็นหรือไม่ อย่างไร
ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	นักเรียนคิดว่าวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือปัญหาหรือไม่ อย่างไร
	นักเรียนคิดว่าหากคำตอบของนักเรียนไม่เหมือนกับเพื่อน นักเรียนจะอย่างไร
	นักเรียนคิดว่า วิธีการที่นักเรียนเลือกใช้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์อย่างไร
ความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ ตามความเข้าใจของตนเองได้หรือไม่ ว่าสถานการณ์ต้องการให้นักเรียนทำอะไร อย่างไร
	นักเรียนคิดว่าข้อมูลใดในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
	นักเรียนคิดว่า คำตอบที่นักเรียนได้มีความเหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์แล้วใช่หรือไม่ อย่างไร

องค์ประกอบย่อย	ตัวอย่างคำถาม
ความสามารถในการลงข้อสรุปจากข้อมูลทางคณิตศาสตร์	นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์หรือไม่ อย่างไร
	นักเรียนสามารถใช้แนวคิด ความรู้ หรือวิธีการที่ได้จากสถานการณ์นี้ไปใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ได้หรือไม่ อย่างไร
	นักเรียนได้ข้อสรุปของคำตอบของสถานการณ์ในวันนี้ได้อย่างไร
ความสามารถในการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์	นักเรียนตัดสินใจเลือกข้อมูลอะไรไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์บ้าง
	นักเรียนมีวิธีการหรือแนวทางในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหาสถานการณ์อย่างไร
	นักเรียนสามารถยอมรับคำตอบของเพื่อนได้หรือไม่ อย่างไร

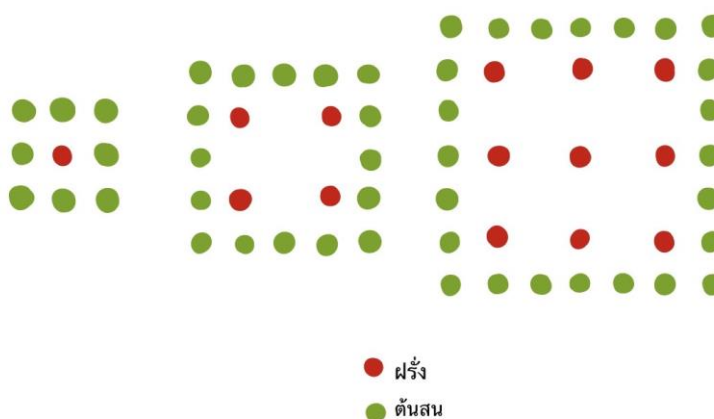
ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 9 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และช่วงที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ซึ่งมีสถานการณ์ดังนี้

สถานการณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3



ชาวสวนกำลังทดลองปลูกฝรั่งกิมจูในแปลงปลูกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งเป็นพื้นที่โล่ง จำนวน 4 ไร่ เมื่อลงต้นฝรั่งได้ 3 สัปดาห์พบว่า ลมพัดต้นฝรั่งเอนเอียงจนรากโผล่พ้นพื้นดินและตายในที่สุด ทำให้เขาค้นหาวิธีการปลูกต้นฝรั่งจากอินเทอร์เน็ต พบว่ามีวิธีการปลูกต้นฝรั่งที่ชาวต่างชาติได้ใช้ปลูกคือ การปลูกต้นสนไทรรอบๆ แปลงปลูกฝรั่ง เพื่อช่วยป้องกันลม เขาจึงสนใจที่จะปลูกต้นสนไทรทำเป็นที่บังลมให้ต้นฝรั่ง อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นรั้วล้อมรอบสวนฝรั่งของเขาได้อีกด้วย

ชาวสวนได้ศึกษาเพื่อนำมาปรับใช้กับสวนของตนเอง และเห็นวิธีการปลูกต้นสนไทรล้อมรอบซึ่งเป็นตามแผนผังดังภาพ โดยระยะห่างในการปลูกต้นสนไทรเท่ากับ 4 วา



อ้างอิง : โจทย์จาก PISA ชื่อโจทย์ สวนฝรั่ง

โดยมีตัวอย่างคำถามในใบงาน ดังนี้

1) ข้อมูลที่นักเรียนทราบเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานการณ์

2) เมื่อให้ n แทนจำนวนแถวของต้นฝรั่ง จะได้ว่า

ต้นฝรั่ง 1 ต้น จะใช้ต้นสนล้อมรอบจำนวน _____ ต้น ให้นักเรียนเติมข้อมูล

ลงในตารางให้สมบูรณ์

n	จำนวนของต้นฝรั่ง	จำนวนของต้นสน
1	1	
2		
3		
4		
5		

3) จากข้อที่ 2 ให้นักเรียนหาแบบรูปของจำนวนต้นฝรั่ง และต้นสนที่เกิดขึ้น

4) หากชาวสวนมีพื้นที่ในการปลูก 4 ไร่ ชาวสวนต้องวางแผนในการปลูกต้นฝรั่งและต้นสนอย่างไร จงวาดแผนภาพจำลอง

5) “หากในอนาคตเจ้าของสวนต้องการขยายสวนให้ใหญ่ขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนแถวของต้นไม้ให้มากขึ้น เมื่อสวนขยายใหญ่ขึ้น” จงหาว่าจำนวนของต้นสนหรือต้นฝรั่งอย่างไหนจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่ากัน และเพิ่มขึ้นอย่างไร

สถานการณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7: “ใครจะเป็นเศรษฐี”



- กล่องบรรจุ บัตรสี 3 สี รวม 20 ใบ ประกอบด้วย สีชมพู 9 ใบ สีเหลือง 7 ใบ สีเขียว 4 ใบ
- แต่ละกลุ่มจะได้รับเงินกลุ่มละ 1,000 บาท
- จะเล่นทั้งสิ้น 10 รอบ ทุกรอบที่เล่น ผู้เล่นจะต้องบันทึกส่วนได้ส่วนเสียลงในใบบันทึก
- ในแต่ละรอบผู้เล่นมีสิทธิ์เลือกได้ว่าจะ เล่นหรือไม่เล่น
- ครูจะสุ่มหยิบบัตรขึ้นมา 1 ใบ (เมื่อขึ้นรอบใหม่ต้องใส่บัตรเดิมคืนในขวดทึบ)

กรณีที่ 1 ผู้เล่นเลือกเล่น

- หากครูหยิบได้สีชมพู ผู้เล่นจะได้เงิน 100 บาท
- หากครูหยิบได้สีเหลือง ผู้เล่นจะเสียเงิน 40 บาท
- หากครูหยิบได้สีเขียว ผู้เล่นจะเสียเงิน 200 บาท

กรณีที่ 2 ผู้เล่นเลือกที่จะไม่เล่นจะต้องเสียเงินในรอบนั้น 200 บาท

- **เมื่อจบเกมส์กลุ่มใดเหลือเงินเยอะที่สุดจะเป็นผู้ชนะ**

(กิจกรรมในห้องเรียนมีการเพิ่มรอบการแข่งขัน 3 รอบ โดยกำหนดดังนี้ ผู้เล่นเลือกเล่น หากครูหยิบได้สีชมพู จะได้เงิน 200 บาท หยิบได้สีเหลือง จะเสียเงิน 40 บาท หยิบได้สีเขียว เสียเงิน 500 บาท และถ้าไม่เลือกเล่นจะเสียเงิน 200 บาท)

3. ผู้วิจัยนำข้อคำถามเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

- 1) ปรับจำนวนคำถามให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสัมภาษณ์
- 2) ข้อคำถามบางข้อไม่สอดคล้องตามองค์ประกอบ เช่น นักเรียนใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดเพื่อช่วยในการวิเคราะห์สถานการณ์ (ด้านความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์) ปรับแก้เป็น ข้อมูลใดในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
4. ผู้วิจัยนำข้อคำถามเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ตามความเหมาะสมของเนื้อหา ความเหมาะสมของสำนวน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุง
5. นำข้อคำถามเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ที่มีไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 9 คน

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง

1. ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด
2. ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนและหลังการทดลอง และแบบสัมภาษณ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
3. ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด
4. ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะครู ศาสตราจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนของกลุ่มทดลองในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11 จังหวัดชุมพร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

5.2 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง
2. ผู้วิจัยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด กับนักเรียนกลุ่มทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
3. ระหว่างการดำเนินการจัดกิจกรรมผู้วิจัยจะใช้ข้อคำถามเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์เพื่อเก็บข้อมูลพัฒนาการทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยจะมีการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 9 คน เพื่อเก็บจำนวน 2 ครั้ง คือ หลังแผนการเรียนรู้ที่ 3 และแผนการเรียนรู้ที่ 7 ตามลำดับ
4. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมครบทั้ง 10 แผนการจัดกิจกรรมตามที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง
5. ผู้วิจัยนำผลของการทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนด้วยตนเอง แล้วจึงนำคะแนนมาวิเคราะห์ผล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้คะแนนสอบก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ และการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่กลุ่มทดลองสัมพันธ์กัน (t-test dependent sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
2. วิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม โดยใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ และแบบทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว (t-test for One Sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. วิเคราะห์พัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียน กลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทาง
สังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science [SPSS]) โดยรายละเอียดของสถิติที่ใช้ใน
การวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัด

1. ค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objectives
Congruence) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด
2. ค่าความเที่ยง (reliability) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alfa Coefficient : alpha) ของ
Cronbach
3. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถใน
การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของ Whitney และ Sabers

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อบรรยายข้อมูลต่าง ๆ ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ
(percent) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ด้วยสถิติอนุมาน
คือ การทดสอบค่าที (t-test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างหลังเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

โดยผลการวิเคราะห์ในแต่ละตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คำนวณเต็ม 40 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	n	\bar{x}	s	t	p
ก่อนเรียน	36	26.28	3.837	-2.644	.012*
หลังเรียน	36	28.14	3.296		

*p < .05

จากตารางที่ 8 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด มีคะแนนค่าเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 26.28 และ 28.14 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.837 และ 3.296 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียน ($\bar{x}_{\text{ก่อนเรียน}}$) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหลังเรียน ($\bar{x}_{\text{หลังเรียน}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 36 คน (คะแนนเต็มในแต่ละองค์ประกอบเท่ากับ 8 คะแนน)

องค์ประกอบย่อย	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		$\bar{x}_{\text{ก่อนเรียน}}$	S	$\bar{x}_{\text{หลังเรียน}}$	S		
การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์	8	4.94	1.09	5.81	1.21	2.854	.005*
การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	8	4.36	1.36	5.56	1.51	2.538	.000*
การระบุข้อมูลเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์	8	4.56	1.10	5.47	0.89	2.965	.004*
การลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	8	6.05	1.47	5.00	1.84	1.915	.064
การตัดสินใจทางคณิตศาสตร์	8	6.36	1.17	7.00	1.26	2.311	.027*

*p < .05

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณทางคณิตศาสตร์จากคะแนนเต็มองค์ประกอบละ 8 คะแนน มีรายละเอียด ดังนี้

นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 4.94 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.10 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 5.81 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.89 จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 4.36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.36 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 5.56 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.51 จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการระบุข้อมูลเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 4.56 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.09 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 5.47 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.21 จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการระบุข้อมูลเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 6.05 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.47 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 5.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.84 จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนไม่สูงกว่าก่อนเรียน

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 6.36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.17 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 7.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.26 จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบความสามารถในการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ระหว่างหลังเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x} ร้อยละ) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนน
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของ
คะแนนเต็ม 40 คะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	n	\bar{x}	\bar{x} ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	36	28.14	70.35	7.534	.000*

*p < .05

จากตารางที่ 10 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนน
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 28.14 และร้อยละ 70.35
ตามลำดับ จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x} ร้อยละ) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างหลังเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนแต่ละองค์ประกอบย่อย (4.80 คะแนนจาก 8 คะแนน) ของแต่ละองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 36 คน

องค์ประกอบย่อย	\bar{x}	\bar{x} ร้อยละ	t	p
การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์	5.81	72.625	4.967	.000*
การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	5.56	69.50	3.128	.024*
การระบุข้อมูลเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์	5.47	68.375	2.622	.019*
การลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	5.00	62.50	3.467	.035*
การตัดสินใจทางคณิตศาสตร์	7.00	87.50	10.436	.000*

*p < .05

จากตารางที่ 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียด ดังนี้

นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 5.81 คะแนน และร้อยละ 72.625 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนเฉลี่ยและคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการพิจารณาความเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 5.56 คะแนน และร้อยละ 69.50 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการพิจารณาความเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนเฉลี่ยและคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการระบุข้อมูลเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 5.47 คะแนน และร้อยละ 68.375 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการพิจารณาความเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนเฉลี่ยและคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 5.00 คะแนน และร้อยละ 62.50 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการพิจารณาความเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนเฉลี่ยและคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 7.00 คะแนน และร้อยละ 87.50 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบของความสามารถในการพิจารณาความเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกในระยะที่ 1 (หลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 รายละเอียดอ่านได้จากหน้า 74) และพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปในระยะที่ 2 (หลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 รายละเอียดอ่านได้จากหน้า 76) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองจำนวน 9 คน จำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์

เป็นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์และระบุประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

ระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนบางคนสามารถบอกได้ว่า สถานการณ์ที่ได้รับเป็นสถานการณ์อย่างไร และสามารถบอกรายละเอียดของสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้ แต่มีนักเรียนบางคนที่ตอบคำถามเกินมาบ้าง ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“สถานการณ์พูดถึงการปลูกต้นฝรั่ง โดยมีต้นสนล้อมรอบ เพราะปลูกรอบแรกแล้วตาย ชาวสวนเลยไปศึกษาวิธีการปลูก การปลูกก็ต้องใช้ต้นสนปลูกล้อมรอบเพื่อบังลม ต้นสนต้องปลูกห่างกัน 4 วา แล้วก็มีแผนผังการปลูกมาให้ น่าจะประมาณนี้ครับ”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“สถานการณ์คือชาวสวนต้องการปลูกต้นฝรั่ง แต่พอปลูกไปครั้งแรกมันตาย เพราะลมแรง ชาวสวนจึงไปหาวิธีปลูกจากอินเทอร์เน็ต ต้องปลูกต้นสนล้อมรอบค่ะ”

นักเรียนคนที่ 4 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“ชาวสวนจะปลูกสวนฝรั่ง ปลูกครั้งแรกตาย ทีนี้เขาเลยปลูกครั้งที่สองต้องเอาต้นสนมาปลูกล้อมรอบ ต้นสนต้องห่างกันต้นละ 4 วาครับ”

นักเรียนคนที่ 7 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

ระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการตัดสินใจเลือกเล่นหรือไม่เล่นเกมส์จากเงินตั้งต้นและส่วนได้ส่วนเสียที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ครบถ้วนและไม่ครบถ้วน แต่อาจยังไม่เห็นหนทางในการหาคำตอบได้ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ อย่างแรกเลย เราได้เงินตั้งต้น และมีบอกจำนวนผลได้เสียที่จะได้ สิชมพูเท่าไรร์ สีเหลืองเท่าไรร์ สีเขียวเท่าไรร์ ติดลบหรือเป็นบวกเท่าไรร์ ก่อนจะหยิบมีให้แต่ละกลุ่มเลือกว่าจะเล่นหรือไม่เล่น ให้แต่ละกลุ่มหยิบขึ้น ถ้าเราเล่นจะได้หรือเสียเท่าไรร์ ถ้าไม่เล่นก็ต้องเสียเท่าไรร์ครับ ”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

“เราจะแบ่งกลุ่ม จากนั้นจะทำการเล่น โดยครูจะอธิบายว่าแต่ละสีมีจำนวนผลได้ผลเสียเท่าไรร์ บวกลบเสียกี่บาท ให้เลือกว่าจะเล่นหรือไม่เล่นก่อน ถ้าเลือกเล่นก็ต้องดูว่าเพื่อนหยิบสีอะไรขึ้นมาถ้าได้ก็บวกเพิ่มจากเงินที่ได้ตั้งต้น ถ้าเสียก็หักลบออก แต่ถ้าเลือกไม่เล่นก็จะเสียเงินตั้งแต่ต้น ”

นักเรียนคนที่ 4 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

“พี่จะมีเงินตั้งต้นให้ 1000 บาท แล้วก็มีการกำหนดสีว่าได้สีอะไรจะเสียหรือได้เท่าไรร์ เล่นกัน 13รอบ แล้วพอ 3 รอบสุดท้ายพี่ก็จะเปลี่ยนผลได้ผลเสีย ทำให้เกมน่าลุ้น แล้วก็ต้องคิดเยอะขึ้นครับ ”

นักเรียนคนที่ 8 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

2. ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์

เป็นความสามารถของนักเรียนในการประเมินความถูกต้อง ความสอดคล้อง และความเพียงพอของข้อมูลทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนบางคนมีการตอบว่าข้อมูลในสถานการณ์ไม่เพียงพอในการหาคำตอบทันที เพราะเห็นว่า ในสถานการณ์ยังไม่มีการใช้หน่วยเดียวกัน ไม่มีข้อมูลของการเปลี่ยนหน่วยไรร์กับบาท และสูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเพื่อนำมาพิจารณาเกี่ยวกับการวางต้นสน ในขณะที่นักเรียนคนอื่น ๆ คิดว่าข้อมูลที่ได้รับในสถานการณ์เพียงพอแล้ว ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนจะนำเอาข้อมูลนั้นมาใช้เลยโดยที่ไม่ได้ทำการเปลี่ยนแปลง ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ผมคิดว่าไม่เพียงพอ เพราะต้องรู้วิธีคิดพื้นที่สี่เหลี่ยม จะได้หาความยาวแต่ละด้านได้ กับต้องรู้การเปลี่ยนหน่วย เพราะพื้นที่ให้มาเป็นไรร์ แต่ละด้านเป็นบาท ”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“หนูคิดว่าไม่เพียงพอ ต้องเปลี่ยนพื้นที่หน่วยเป็นไรร์ มาเป็นบาท คือต้องใช้การเปลี่ยนหน่วยเสริมมา ”

นักเรียนคนที่ 3 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“ไม่เพียงพอค่ะ ต้องใช้เรื่องการเปลี่ยนหน่วย และสูตรหาพื้นที่ในสถานการณ์ไม่มีมาให้ เราต้องรู้เอง”

นักเรียนคนที่ 4 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

ระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนทุกคนตอบว่าข้อมูลที่ได้ทราบเพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์สถานการณ์แล้ว โดยให้เหตุผลประกอบได้อย่างชัดเจน รวมถึงนักเรียนสามารถบอกได้ว่าข้อมูลใดสอดคล้องกับการนำไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ หากคำตอบของสถานการณ์ และพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบและวิธีการของสถานการณ์

3. ความสามารถในการระบุข้อมูลเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์

เป็นความสามารถของนักเรียนในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่จะทำให้เกิดข้อสรุปตามข้อความหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนบางคนสามารถระบุข้อมูลเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วนในส่วนที่ต้องนำข้อมูลไปวิเคราะห์ข้อมูล แต่อาจมีการตอบข้อมูลเกินจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์บ้าง เช่น ระยะเวลาในการปลูก ขณะที่นักเรียนบางคนสามารถระบุข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานการณ์ได้ แต่ตอบไม่ครบในข้อมูลสำคัญบางอย่าง เช่น ขนาดพื้นที่ของสวนทั้งหมด ขนาดลักษณะของสวนที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“แปลงปลูกที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม ขนาดของพื้นที่ขนาด 4 ไร่ ปลูกต้นสนห่างกันต้นละ 4 วา ปลูกรอบแรกต้นฝรั่งตาย เลยต้องปลูกรอบ 2 ปลูกต้นสนล้อมรอบต้นฝรั่ง และแผนผังที่ชาวสวนได้ค้นหามาจากอินเทอร์เน็ตครับ”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“ชาวสวนมีพื้นที่โล่ง 4 ไร่ ต้องปลูกต้นสนรอบนอกห่างกันต้นละ 4 วา และแผนผังที่ใช้ปลูกแบบใหม่ที่ชาวสวนไปหามา เอามาเป็นแนวทางในการปลูกต้นฝรั่งค่ะ”

นักเรียนคนที่ 4 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“พื้นที่ปลูก 4 ไร่เป็นรูปสี่เหลี่ยม แล้วต้องปลูกต้นสนล้อมรอบต้นฝรั่งห่างกัน 4 วาครับ”

นักเรียนคนที่ 5 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

ระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนทุกคนมีการระบุข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ครบถ้วนสมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

“เงินของแต่ละสีที่เราหยิบมา จำนวนสีแต่ละสี เงินตั้งต้น ผมเลือกเงินของแต่ละสี พอเพื่อนหยิบไป แล้วเราจะมานั่งดูว่าความน่าจะเป็นเป็นเท่าไรที่จะได้แต่ละสี”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

“ข้อมูลสำคัญก็จะมีในกล่องมีสีอะไรบ้าง มีจำนวนเท่าไร แล้วก็จำนวนเงินของแต่ละสี ว่าถ้าหยิบขึ้นมาจะได้เงินเพิ่มหรือลดลง ส่วนข้อมูลที่เราเลือกวิเคราะห์ก็จะมีเงินกับสีที่ลุ่มหยิบขึ้นมาครับ”

นักเรียนคนที่ 5 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

“จำนวนของกระดาษที่ขยำที่อยู่ในกล่อง มีสีอะไรบ้าง ผลได้ผลเสียที่แทนสี สีเขียวเสีย 200 สีเหลืองเสีย 40 สีชมพูได้ 100 ประมาณนั้นครับ”

นักเรียนคนที่ 7 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

4. ความสามารถในการลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์

เป็นความสามารถของนักเรียนในการลงข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่อย่างสมเหตุสมผล

ระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนบางคนสามารถลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้องคือ คำตอบที่ถูกต้องจากการคำนวณจะต้องได้ $n = 5$ และมีนักเรียนที่ได้คำตอบจากการคำนวณที่ไม่ถูกต้อง ($n = 4$) ซึ่งพบว่าสำหรับนักเรียนที่ได้ข้อสรุปของคำตอบ คือ 5 ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง จะใช้การคิดคำนวณจากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากสถานการณ์เป็นเหตุผลในการสรุปคำตอบ ขณะที่นักเรียนที่ได้ข้อสรุปของคำตอบคือ 4 ที่เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้องจะไม่ใช้เหตุผลจากการคิดคำนวณ แต่จะให้เหตุผลจากประสบการณ์เกี่ยวกับการปลุกต้นไม้ที่หากมีต้นฝรั่ง 5 แถว ปริมาณของต้นฝรั่งจะแน่นเกินไป ซึ่งเป็นเหตุผลที่ไม่ได้พิจารณาจากข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“5 แถวผมคิดว่าเหมาะสมแล้ว และคิดว่าคำตอบที่ได้เหมาะสมที่สุดครับ เพราะผมคำนวณได้คำตอบนั้นครับ ”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“4 แถวเหมาะสมค่ะ และคิดว่าเหมาะสมที่สุดหากต้องทำปลูกต้นไม้จริงๆ การปลูก 5 แถวตามที่เพื่อนคำนวณได้จะแน่นเกินไป ทำให้ต้นไม้แย่งอาหารกันกินค่ะ”

นักเรียนคนที่ 2 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“ผมได้ 4 แถว ผมว่าไม่เหมาะสม เพราะว่าถ้าคำนวณจริงๆ มันต้องได้ 5 แถวครับ แต่ถ้าให้ไปปลูกจริงๆ คำตอบที่ผมได้ผมว่าเหมาะสมนะ เพราะมันไม่แน่นเกินไป เราต้องเผื่อพื้นที่ทำอย่างอื่นด้วย”

นักเรียนคนที่ 5 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

ระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนมากมีการลงข้อสรุปที่บอกว่าการที่เลือกเล่นในรอบนั้นไม่มีความสมเหตุสมผล เพราะจะทำให้เสียเงินเยอะ ซึ่งตรงกับคำตอบของสถานการณ์คือ การเลือกที่จะไม่เล่นในในรอบ หรือหากต้องให้เลือกเล่นเกมสล็อตก็จะไม่เล่น เพราะหากเล่นไปก็จะทำให้แพ้ ซึ่งเหตุผลที่นักเรียนที่มีรอบที่เลือกจะไม่เล่น ซึ่งเกิดจากการพิจารณาจากข้อมูลเบื้องต้นของสถานการณ์ และการใช้ข้อมูลของสถานการณ์ และความเป็นไปได้ของผลได้และผลเสียที่จะเกิดขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ มีรอบที่เลือกไม่เล่นครับ คิดว่าสมเหตุสมผล เพราะจำนวนสล็อตที่เหลือน้อยแล้ว มันจะมีโอกาสมากที่จะเหลือสล็อตที่ได้เงินเยอะ แต่คิดว่าไม่เหมาะ เพราะถ้าให้เลือกเล่นจริงๆ จะเลือกไม่เล่นตั้งแต่ต้น เพราะมันเป็นการพนัน เดี่ยวล้มละลาย แล้วก็ตอนหลังที่คำนวณค่าคาดหวังได้ติดลบ ถ้าเล่นแบบเป็นเงินจริงๆ เล่นยังไงก็แพ้ครับ”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

“10 รอบแรกเลือกเล่นหมดค่ะ แต่มารอบหลังๆ เลือกไม่เล่นด้วย คิดว่ากำลังจะสมเหตุสมผล 50/50 ค่ะ เพราะตอนที่เลือกไม่เล่นครั้งแรกไม่คุ้มเท่าไร แต่พอครั้งที่สองที่เลือกไม่เล่นรู้สึกว่าคุณ เพราะเหลือเงินเยอะกว่าถ้าเลือกเล่น มันหยวนๆ กัน แล้วก็คิดว่าไม่สมเหตุสมผล ถ้าย้อนกลับไปอาจจะเลือกเล่นในบางรอบค่ะ”

นักเรียนคนที่ 4 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

“มีเลือกไม่เล่นด้วยค่ะ ตอนที่เลือกไม่เล่นตอนแรก คนที่เล่นได้คะแนน หนูก็เสียเพราะหนูเลือกไม่เล่น แต่พอครั้งที่สองที่หนูเลือกไม่เล่น ก็เหลือเงินกว่าคนที่เล่น ไม่ได้เสียคะแนนอะไรเลย คิดว่าวิธีการที่เลือกสมเหตุสมผลค่ะ และยังไม่เลือกไม่เล่นเหมือนเดิม”

นักเรียนคนที่ 6 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

5. ด้านความสามารถในการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์

เป็นความสามารถของนักเรียนในการพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์ รวมถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์และข้อสรุปของคำตอบอย่างสมเหตุสมผล

ระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนมากตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลที่สำคัญต่อการวิเคราะห์สถานการณ์ได้ครบ และสามารถเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งนักเรียนจะเริ่มคิดจากการเพิ่มขึ้นของต้นสนที่ปลูกล้อมรอบต้นฝรั่ง ตูลักษณะการเพิ่มขึ้นจากแผนผังที่ชาวสวนที่ค้นคว้าหามาจากอินเทอร์เน็ต แต่มีนักเรียนบางคนจะอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับวิธีการคิดวิเคราะห์หรือแก้ไขสถานการณ์แบบไม่ลงรายละเอียด ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ แปลงปลูกที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม ขนาดของพื้นที่ขนาด 4 ไร่ ปลูกต้นสนห่างกันต้นละ 4 วา วิธีที่ผมเลือกใช้คือ ต้องดูลักษณะของแผนผัง คว้าต้นฝรั่ง 1 ต้นต้องปลูกต้นสนเท่าไร 4 ต้นปลูกเท่าไร แล้วดูการเพิ่มขึ้นของต้นสนกับต้นฝรั่ง คิดหาพื้นที่จากการเพิ่มขึ้นของต้นสน แล้วค่อยมาคิดต้นฝรั่ง ประมาณนี้ครับ ”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“พื้นที่สวน ต้นสนที่ปลูกห่างกัน 4 วา จำนวนการเพิ่มขึ้นของต้นสนตามแผนผังที่ชาวสวนไปหามาค่ะ หนูคิดจากแผนผังที่ชาวสวนหามา หาจำนวนต้นสนก่อน แล้วเขียนแบบจากการเพิ่มขึ้นของต้นสนกับฝรั่งตามแผนผังค่ะ ”

นักเรียนคนที่ 4 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

“พื้นที่ ระยะห่างระหว่างต้นสน 4 วา ผมคิดความยาวแต่ละด้านจากพื้นที่ แล้วหาต้นสนก่อนต้นฝรั่ง โดยการนับไปที่ละต้นตามความห่างของต้นสนที่โจทย์บอกครับ ”

นักเรียนคนที่ 7 สัมภาษณ์ 30 พ.ค 65

ระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จะนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล โดยนักเรียนบางคน จะสามารถเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ต้น โดยพิจารณาว่า หากเลือกที่จะไม่เล่นในรอบนั้น แล้วมีกลุ่มเพื่อนหยิบได้สี่เหลี่ยมจะทำให้เสียเงินเท่ากับการเลือกไม่เล่น ขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้การคาดเดาในการตัดสินใจเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาในช่วงแรก แต่เมื่อมีการเปลี่ยนกติกาที่มีการกำหนดส่วนได้ส่วนเสียมากขึ้น จึงมีการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์และแก้ปัญหามากขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“จำนวนเงินที่จะได้เสียของแต่ละสี จำนวนสีแต่ละสี พอเพื่อนหยิบไป วิธีการเล่นโดยส่วนตัวคือ อยากรองเลียง 12 รอบเล่นไปหมดเลย แต่ว่าก่อนจะเล่นเราก็ต้องดูผลได้เสียของแต่ละสีประกอบด้วย อย่างที่ผมเลือกเล่นเพราะถึงได้สีเขียวผลที่เราจะเสียก็เท่ากับเราเลือกไม่เล่นอยู่ดี แต่พอ 3 รอบสุดท้ายที่เปลี่ยนผลได้เสีย มีแค่รอบสุดท้ายที่ไม่เล่น เพราะว่าดูจากจำนวนสีที่เสียเยอะสุดแล้วมีเหลือน้อยครบ เลยเลือกไม่เล่นรอบสุดท้าย ”

นักเรียนคนที่ 1 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

“มีเลือกไม่เล่นด้วยครับ วิธีที่ใช้คือ ต้องดูเงินว่าตอนนั้นเราเหลือเราเท่าไร และสีที่เสียเงินเยอะๆเหลืออยู่เท่าไร ถ้าเราเลือกเล่นต่อไปจะได้สีที่เสียเงินเยอะไหม แล้วพอช่วงท้ายเกมส์มีการเปลี่ยนกติกา ผลเสียเยอะขึ้น เราก็ต้องคำนวณว่าถ้าเราเลือกเล่น สีที่เสียเยอะมันเท่าไรแล้วอะไรแบบนี้ครับ”

นักเรียนคนที่ 5 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

“ข้อมูลก็ดูเวลาเพื่อนหยิบสีขึ้นมาคะ ถ้าได้สีชมพูก็บันทึกผลได้ไป ถ้าได้สีเขียวก็กับเหลืองก็บันทึกผลที่เสีย หนูเลือกเล่นหมดเลยคะ เพราะค่าที่กำหนดมา ถ้าเราไม่เลือกเล่นอาจจะเสียมากกว่า มีแค่ในช่วงท้ายที่ต้องดูว่าเหลือสีเขียวเท่าไร เพราะว่าเปลี่ยนกติกา สีเขียวเสียมากที่สุด แต่ก็เลือกเล่นอยู่ดีคะ (คำถามต่อเนื่องจากผู้วิจัย : ทำไมเราถึงยังเลือกเล่นในเมื่อเปลี่ยนกติกาแล้วสีเขียวเสียมากที่สุด) สีเขียวเหลือน้อยสุดด้วยคะจากสีทั้งหมด เลยเลือกที่จะเล่นต่อ”

นักเรียนคนที่ 9 สัมภาษณ์ 7 มิ.ย 65

ผลจากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ใน
ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ของนักเรียนทั้ง 9 คน พบว่า

ความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะที่ 2 ดีขึ้นจากระยะที่ 1
เนื่องจากนักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการตัดสินใจได้ รวมถึงสามารถ
นำข้อมูลของสถานการณ์มาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ได้มากขึ้น

ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะที่
2 ดีขึ้นจากระยะที่ 1 เนื่องจากนักเรียนสามารถตอบได้ว่าข้อมูลที่สถานการณ์ให้มานั้นเพียงพอ และ
สอดคล้องต่อการนำไปวิเคราะห์หรือแก้ปัญหาหรือไม่

ความสามารถในการระบุข้อมูลเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะที่ 2 ดีขึ้นจาก
ระยะที่ 1 เนื่องจาก นักเรียนสามารถบอกข้อมูลสำคัญที่จะนำไปวิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างครบถ้วน

ความสามารถในการลงข้อสรุปข้อมูลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะที่ 2 ดีขึ้นจากระยะที่
1 เนื่องจาก นักเรียนสามารถให้เหตุผลในการเลือกใช้วิธีการจากการพิจารณาข้อมูลของสถานการณ์
รวมถึงสามารถให้เหตุผล เพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียนได้มากขึ้น

ความสามารถในการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะที่ 2 ดีขึ้นจากระยะที่ 1
เนื่องจาก นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูล วิธีการ ในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหาสถานการณ์ได้
อย่างสมเหตุสมผล

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

- 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดก่อนเรียนและหลังเรียน
- 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 60
- 3) เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

โดยมีประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 11 จังหวัดชุมพร สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน ที่มีลักษณะคะแนนความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และศึกษาอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 11 จังหวัดชุมพร สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด
- 2) เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่มีค่าความเที่ยง 0.782 ค่าความยาก 0.23 – 0.50 ค่าอำนาจจำแนก 0.21 – 0.78 และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่มีค่าความเที่ยง 0.812 ค่าความยาก 0.23 – 0.53 ค่าอำนาจจำแนก 0.21 – 0.83 และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- 1) ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล จัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำหนังสืออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยยื่นต่อโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นตรวจให้คะแนนเพื่อนำคะแนนมาประกอบการเปรียบเทียบกับแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง และเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์จำนวน 9 คน ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดจำนวน 10 แผน ใช้เวลา 2-3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยใช้เวลาการทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนอย่างละ 1 ชั่วโมง และการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง 10 ชั่วโมง รวมเป็น 12 ชั่วโมง เริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 23 พฤษภาคม 2565 ถึง 21 มิถุนายน 2565 ระหว่างทำการวิจัยผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนจากร่องรอยการทำงานและได้ดำเนินการสัมภาษณ์ 2 ครั้งในระหว่างทำการทดลอง จากนั้นผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมาตรวจให้คะแนนนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) เพื่อ

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดก่อนเรียนและหลังเรียน

2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 60

และนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อ

3. ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดมีการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ในแนวโน้มหรือทิศทางที่ดีขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์งานวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จากผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดมีแนวทางที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการทำความเข้าใจบริบทสถานการณ์ ซึ่งครูจะกำหนดสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าคณิตศาสตร์เปรียบเสมือนสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวของนักเรียน เช่น อาชีพของผู้ปกครองส่วนมากจะเป็นการทำสวน ครูก็นำเอาบริบทของอาชีพผู้ปกครองมาใช้ หรือสถานการณ์โควิด-19 ที่เกิดขึ้น ณ ปัจจุบันมาใช้ในการกำหนดสถานการณ์ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Henningsen และ Stein (1997) ที่ว่า สถานการณ์หรือปัญหาที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณควรมีลักษณะที่ผู้เรียนสามารถได้ลงมือปฏิบัติและได้คิดจากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ อุษณีย์ โพธิ์สุข (2537) ที่กล่าวว่า ประสบการณ์ตรง เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องในชุมชนของตนเอง ถามคำถามเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำอยู่ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง และในการทำกิจกรรมครูจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตีความ และทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหาด้วยตนเอง การใช้สถานการณ์สมมติ เป็นกิจกรรมและวิธีการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่กระจ่างขึ้น และมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งการพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา นักเรียนมีการสร้างแบบจำลองระหว่างการจัดกิจกรรมเป็นตัวช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์หรือแก้ปัญหาได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดให้กับเด็กว่าการกระตุ้นให้เด็กเกิดจินตนาการอย่างสร้างสรรค์จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว หรือจากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยเจอมาจะช่วยสร้างการคิดให้เด็กได้ นอกจากนี้ในระหว่างทำกิจกรรมครูจะมีการใช้คำถามเชิงการรู้คิด ได้แก่ คำถามเพื่อความเข้าใจ คำถามเชื่อมโยง คำถามเชิงกลยุทธ์ และคำถามสะท้อน ในการใช้คำถามแต่ละประเภทครูจะมีวัตถุประสงค์การใช้ที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมของสถานการณ์ในห้องเรียน เช่น กิจกรรมกำหนดเส้นทางในการเดินทาง โดยมีเส้นทางให้นักเรียนเลือก เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหา ครูจะใช้คำถามเพื่อความเข้าใจ ครูก็จะถามว่า จากแผนที่นักเรียนเห็นเส้นทางใดบ้างที่สามารถเดินทางจากจุดเริ่มต้น ไปยังเป้าหมายที่นักเรียนจะไปได้บ้าง เพื่อให้นักเรียนได้มีการไตร่ตรองสถานการณ์ ข้อมูลของสถานการณ์ หรือปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ และในการทำความเข้าใจนี้นักเรียนจะสามารถอธิบายสถานการณ์หรือปัญหาได้ด้วยคำพูดของตนเอง เมื่อนักเรียนได้ลงมือสำรวจสถานการณ์หรือลงมือแก้ไขปัญหาล้วนแล้วนั้นครูอาจมีการใช้คำถามเชื่อมโยง เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เคยเรียนมา หรือประสบการณ์ที่เคยเจอสถานการณ์ลักษณะเดียวกันมาช่วยทำความเข้าใจสถานการณ์หรือแก้สถานการณ์ปัญหา นักเรียนต้องหาความเหมือนความต่างของสถานการณ์หรือปัญหาที่เคยเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาปัจจุบันได้ คำถามเชิงกลยุทธ์ จะถูกใช้เมื่ออยากทราบถึงแนวคิดวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ในสถานการณ์หรือใช้ในการแก้ปัญหา และคำถามสะท้อน จะใช้เพื่อให้นักเรียนได้มีการไตร่ตรองกระบวนการ ความรู้ที่นักเรียนเลือกใช้ หรือคำตอบที่นักเรียนได้ เพื่อให้นักเรียนได้คิดถึงสถานการณ์หรือคำตอบของปัญหา หรือตรวจสอบ คำตอบ และความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยครูจะถาม เหตุใดนักเรียนเลือกเส้นทางนั้น รวมถึงวิธีการเลือกวิธีการหรือแนวทางในการคำนวณหาเส้นทาง ซึ่งคำตอบของนักเรียนแต่ละคนก็จะหลากหลายขึ้นอยู่กับเส้นทางที่นักเรียนเลือก ซึ่งการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ตอบคำถามตัวเอง กำกับความคิดของตนเองนั้นสอดคล้องกับ สุคนธ์ สินธพานนท์ (2552) ที่ว่า การส่งเสริมให้นักเรียนได้ตัดสินใจด้วยตัวเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตัดสินใจ เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด ทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตัวเองและมีความรู้สึกที่เป็นอิสระทางด้านความคิด การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายแนวคิดของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้น เป็นการให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพที่นักเรียนมี และเป็นการฝึกให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงออกทางด้านความคิดอีกด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นของการเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ ในขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนที่ครูจะให้นักเรียนได้ออกมานำเสนอวิธีการ หรือคำตอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนคนอื่น ๆ ได้เห็นถึงแนวทางวิธีการ หรือคำตอบที่แตกต่างจากตนเอง พร้อมทั้งให้นักเรียนคนอื่น ๆ ได้เสนอความคิดเห็นที่แตกต่างจากคำตอบของนักเรียนที่นำเสนอ โดยที่ไม่มีผิดไม่มีถูกสำหรับคำตอบในการเสนอของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับ แสงดาว ถิ่นหารวงษ์ (2558) ได้กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ ได้ฝึกปฏิบัติ ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้และความคิดที่จะยอมรับความเห็นต่าง อันนำไปสู่ความสำเร็จร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ลงข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดหรือโมทัศน์ที่นักเรียนได้ด้วยตนเอง ขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องมีการให้เหตุผลประกอบการลงข้อสรุป ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

2. จากผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดระหว่างหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลายปัจจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ในชีวิตจริงตามแนวคิดของแนวที่เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ตามที่ Freudenthal (1971) กล่าวว่า การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเป็นแนวทางในการจัดการกับปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์แบบเดิม ๆ โดยนักเรียนควรได้รับโอกาสในการจัดการและประมวลผลสถานการณ์ในโลกจริงหรือหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Seher และ Fatma (2013) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านการสอนและการเรียนรู้เชิงบริบท งานวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบริบทมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนปกติ อีกทั้งยังสอดคล้องกับธัญพิมล จันทร์นุ้ม (2560) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาการคิดของเด็กที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสาร พบว่า เด็กที่ได้รับการจัดกิจกรรมมีการคิดให้เหตุผลสูง

กว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ถือเป็นส่วนหนึ่งของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

2) ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หากนักเรียนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีจะช่วยให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสนับสนุนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ Anastasi (1985) และ Intaraprasert (2010) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่ทำให้ นักเรียนมีทักษะในการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่ยังมียังมีองค์ประกอบด้านตัวนักเรียนเองด้านครอบครัว และด้านโรงเรียน องค์ประกอบทั้ง 4 อย่างนี้ต้องไปพร้อมๆและควบคู่กัน จึงจะทำให้ นักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มสูงขึ้น

3) การใช้คำถามเชิงการรู้คิด เมื่อครูมีการใช้คำถามเชิงการรู้คิดเพื่อกำกับความคิดและสนับสนุนการคิดของนักเรียน ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น สอดคล้องกับ Lestari (2018) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับกลยุทธ์อภิปัญญาเพื่อเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับกลยุทธ์อภิปัญญามีประสิทธิภาพสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการจัดการกิจกรรมดังกล่าว ในงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าข้อดีของการใช้กลยุทธ์อภิปัญญาสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งการใช้คำถามเชิงการรู้คิดคือส่วนหนึ่งของกลยุทธ์อภิปัญญา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์คือส่วนหนึ่งของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. จากผลการศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากหลายสาเหตุ โดยมีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1) ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนห้องนี้เป็นนักเรียนห้องเรียนวิทย์-คณิต ซึ่งมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนค่อนข้างดี เมื่อได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด นักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีมาสนับสนุนในการทำกิจกรรม ทำให้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นอุปสรรคในการคิดของนักเรียน โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำชี้แนะตามความเหมาะสม

2) การที่นักเรียนพยายามที่จะให้เหตุผลเพื่อที่จะสนับสนุนคำตอบของตนเองมากยิ่งขึ้นในขณะทำกิจกรรม เนื่องจากในช่วงแรกของการทำกิจกรรมนักเรียนยังมีการให้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบของตนเองได้ไม่ดีเท่าที่ควร แต่เมื่อมีการทำซ้ำๆ ในหลายๆ การทำกิจกรรม และจากการที่ครูใช้คำถามเชิงการรู้คิดเพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดและเหตุผลของนักเรียน ตลอดจนกำกับความคิดของตนเอง ส่งผลในระหว่างการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง นักเรียนมีการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบมากยิ่งขึ้น

3) บรรยากาศในชั้นเรียนขณะทำกิจกรรม เนื่องจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ทำให้นักเรียนคุ้นชินกับสถานการณ์ที่ครูได้ยกตัวอย่าง อีกทั้งครูมีการใช้คำถามเชิงการรู้คิดและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ทำให้บรรยากาศในการทำกิจกรรมเป็นไปอย่างสนุกสนาน นักเรียนมีการนำเสนอได้อย่างเสรี และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถกเถียงด้วยเหตุและผลกับนักเรียนคนอื่นๆ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ อีกทั้งผู้วิจัยได้สร้างบรรยากาศในห้องเรียนไม่ให้นักเรียนเคร่งเครียดจนเกินไป ทำให้สามารถจูงใจนักเรียนให้สามารถมีส่วนร่วมและสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ได้ รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

จากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ได้ข้อสรุปที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในทุกๆ ด้าน ซึ่งสอดคล้องกับ Van Reeuwijk (2001) ที่ได้สัมภาษณ์และสังเกตนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการศึกษาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงว่า นักเรียนสามารถพัฒนาคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการไปสู่ระดับคณิตศาสตร์ที่เป็นทางการได้ โดยสร้างจากความรู้ที่นักเรียนมี ผสมกับการให้ข้อมูลของครูที่นำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนได้มีการนำคณิตศาสตร์มาสู่โลกจริงของนักเรียน และทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจที่เป็นบวกกับวิชาคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับ Gravemeijer (1994) และ Treffers (2012) ที่ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการคิดค้นสิ่งใหม่ที่ว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการคิดค้นคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้คอยช่วยชี้แนะ และสอดคล้องกับ ธัญพิมลจันทร์นุ้ม (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาการคิดของเด็ก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ และสอดคล้องกับ Sunthonrat (2006) ที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม จะเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้ช่วยกันเหลือกัน และมีการประเมินผลโดยให้ผู้เรียนแต่ละคนรับผิดชอบคำตอบด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิด

เจตคติที่ดีและมีแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ และยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีกด้วย ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยของ จิณัฐตา เจียรพันธุ์ (2548) และ สุพิศ ตระกูลสุขชัย (2547) พบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ และปัจจัยด้านบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลในทางบวกต่อการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ผู้สอนควรเตรียมสถานการณ์และคำถามที่เหมาะสมกับความสนใจของผู้เรียน ทันกับสถานการณ์ปัจจุบันและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของผู้เรียน และสอดคล้องกับความรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ในการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง จะมีขั้นตอนของการสร้างแบบจำลอง ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เท่ากัน ผู้สอนควรที่จะให้เวลาแก่ผู้เรียน ในการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการค้นหาแบบจำลองด้วยตนเอง
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด ในการใช้คำถามผู้สอนควรถามคำถามที่ไม่ใช่การชักนำไปสู่คำตอบ แต่เป็นการถามคำถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้หาคำตอบด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผู้วิจัยอาจจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดไปปรับใช้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ส่วนที่มีปัญหาในชีวิตจริง ให้นักเรียนหาคำตอบ เนื่องจากในกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา เลือกวิธีการในการแก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหา และหาคำตอบด้วยตนเอง
2. ผู้วิจัยอาจศึกษาเกี่ยวกับการใช้แนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิดในลักษณะอื่น ๆ หรือร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่จะสนับสนุนนักเรียนได้ฝึกคิด และไม่ปิดกั้นความคิดของนักเรียนเช่นเดียวกัน



บรรณานุกรม

- Agusdianita, N., & Karjiyati, V. (2021). The Use of Ethnomathematics Learning Devices Based on Realistic Mathematics Education Models on Mathematics Literacy Mastery. International Conference on Educational Sciences and Teacher Profession (ICETeP 2020),
- Anastasi, A. (1985). Psychological testing: Basic concepts and common misconceptions. Annual Meeting of the American Psychological Association, 1984, Toronto, ON, Canada; This lecture was presented at the aforementioned meeting.,
- Anggo, M., Rahim, U., & Sahidin, L. (2017). The application of scientific plus learning to improve mathematics learning achievement of junior high school students grade VII. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 12(3), 837-844.
- Angraini, L. M., & Wahyuni, A. (2021). The effect of concept attainment model on mathematical critical thinking ability. *International Journal of Instruction*, 14(1), 727-742.
- Choy, S. C., & Cheah, P. K. (2009). Teacher perceptions of critical thinking among students and its influence on higher education. *International Journal of teaching and learning in Higher Education*, 20(2), 198-206.
- Den Heuvel-Panhuizen, V. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational studies in Mathematics*, 54(1), 9-35.
- Elder, L. (2009). Biographical information.
http://www.criticakthinking.org/aboutCT/define_critical_thinking.cfm
- Ennis, R. H. (1987). Critical thinking and the curriculum. *Thinking skills instruction: Concepts and techniques*, 40-48.
- Facione, P. A. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight assessment*, 2007(1), 1-23.
- Fauzan, A. (2002). *Applying Realistic Mathematics Education (RME) in teaching geometry in Indonesian primary schools*. Citeseer.
- Firdaus, F., Kailani, I., Bakar, M. N. B., & Bakry, B. (2015). Developing critical thinking skills

- of students in mathematics learning. *Journal of Education and Learning*, 9(3), 226-236.
- Freudenthal, H. (1971). Geometry between the devil and the deep sea. In *The teaching of geometry at the pre-college level* (pp. 137-159). Springer.
- Gravemeijer, K. P. E. (1994). Developing realistic mathematics education.
- Hapsari, S. (2016). A descriptive study of the critical thinking skills of social science at junior high school. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 10(3), 228-234.
- Henningsen, M., & Stein, M. K. (1997). Mathematical tasks and student cognition: Classroom-based factors that support and inhibit high-level mathematical thinking and reasoning. *Journal for research in mathematics education*, 28(5), 524-549.
- Intaraprasert, P. (2010). *Factors Affecting Learning Achievement of Matthayomsuksa6 student in Sathreeprasertsin School under The Office of Trat Educational Service Area. Burapha University*. Chonburi.
- Ismail, I. (2018). Identification of Critical Thinking Skills and their Relationship with Metacognitive Skills in Middle School Students in Solving Mathematical Problems. International Conference on Science and Technology (ICST 2018),
- Jalil Setiawan jamal, N. a., arini ansar, Widuri Ananda putri. (2011). Realistic Mathematics Education 1st Group. *Mathematics ICP*.
- Khairunnia, M., & Hasratuddin, D. A. (2020). Development of Learning Devices Based on RME Approach to Increase Problem Solving and Mathematical Disposition Ability Students at SMP N 1 Batang Kuis. *American Journal of Educational Research*, 8(1), 58-65.
- Kosim, A., & Tirta, I. (2020). Analysis of realistic mathematics learning approach on the students' problem solving skill and self-confidence on sequence and series materials. *Journal of Physics: Conference Series*,
- Kramarski, B. (2008). Promoting teachers' algebraic reasoning and self-regulation with metacognitive guidance. *Metacognition and learning*, 3(2), 83-99.
- Kramarski, B., & Mevarech, Z. R. (1997). Cognitive-metacognitive training within a

- problem-solving based Logo environment. *British Journal of Educational Psychology*, 67(4), 425-445.
- Kramarski, B., & Mevarech, Z. R. (2003). Enhancing mathematical reasoning in the classroom: The effects of cooperative learning and metacognitive training. *American educational research journal*, 40(1), 281-310.
- Kramarski, B., & Mizrachi, N. (2004). Enhancing Mathematical Literacy with the Use of Metacognitive Guidance in Forum Discussion. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- Kramarski, B., & Ritkof, R. (2002). The effects of metacognition and email interactions on learning graphing. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(1), 33-43.
- Lestari, W. (2018). Enhancing an Ability Mathematical Reasoning through Metacognitive Strategies. *Journal of Physics: Conference Series*,
- Magno, C. (2010). The role of metacognitive skills in developing critical thinking. *Metacognition and learning*, 5(2), 137-156.
- Marcut, I. (2005). Critical thinking-applied to the methodology of teaching mathematics. *Educatia Matematica*, 1(1), 57-66.
- Mevarech, Z., & Fridkin, S. (2006). The effects of IMPROVE on mathematical knowledge, mathematical reasoning and meta-cognition. *Metacognition and learning*, 1(1), 85-97.
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American educational research journal*, 34(2), 365-394.
- Ningsih, S. (2014). Realistic mathematics education: model alternatif pembelajaran matematika sekolah. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 73-94.
- Sanders, S. (2016). Critical and creative thinkers in mathematics classrooms. *Journal of Student Engagement: Education Matters*, 6(1), 19-27.
- Sari, D. R. (2020). The Analysis of Mathematical Critical Thinking Skills of Students in Junior High School. *International Conference on Progressive Education (ICOPE 2019)*,
- Seher, M. ž., & Fatma, K. (2013). The effect of using metacognitive strategies for solving

- geometry problems on students' achievement and attitude. *Educational Research and Reviews*, 8(19), 1777-1792.
- Sumirattana, S., Makanong, A., & Thipkong, S. (2017). Using realistic mathematics education and the DAPIC problem-solving process to enhance secondary school students' mathematical literacy. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38(3), 307-315.
- Sunthonrat, W. (2006). Innovation for Learning. *Maharakham: Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Maharakrm university*.
- Theodora, F. R. N., & Hidayat, D. (2018). The use of realistic mathematics education in teaching the concept of equality. *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education*, 1(2), 104-113.
- Treffers, A. (2012). *Three dimensions: A model of goal and theory description in mathematics instruction—The Wiskobas Project* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Drijvers, P. (2020). Realistic mathematics education. *Encyclopedia of mathematics education*, 713-717.
- Van Reeuwijk, M. (2001). From informal to formal, progressive formalization: An example on solving systems of equations. The future of the teaching and learning of algebra: Proceedings of the 12th ICMI Study Conference,
- Vula, E., Avdyli, R., Berisha, V., Saqipi, B., & Elezi, S. (2017). The impact of metacognitive strategies and self-regulating processes of solving math word problems. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(1), 49-59.
- Wahyudi, W. The Development of Realistic Mathematics Education (RME) Model for the Improvement of Mathematics Learnings of Primary Teacher Education Program (PGSD) Students of Teacher Training and Education Faculty (FKIP) of Sebelas Maret University in Kebumen. Proceeding of the International Conference on Teacher Training and Education,
- Webb, D. C., Van der Kooij, H., & Geist, M. R. (2011). Design research in the Netherlands: Introducing logarithms using realistic mathematics education. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 2(1).
- Widana, I. W., Parwata, I., & Sukendra, I. K. (2018). Higher order thinking skills assessment

towards critical thinking on mathematics lesson. *International journal of social sciences and humanities*, 2(1), 24-32.

Zulkardi. (2010). How to Design Mathematics Lessons based on the Realistic Approach. <http://www.reocities.com/ratuilma/rme.html>

Zulkardi, Z. (1999). How to design mathematics lessons based on the realistic approach.

Zulkardi, Z. (2002). *Developing a learning environment on realistic mathematics*

education for Indonesian student teachers University of Twente, Enschede].

วิภาพร แก้วขวัญ. (2560). การ สร้าง แบบ วัด การ คิด อย่าง มี วิจาร์ณญาณ สำหรับ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ 6 โรงเรียน สังกัด สำนักงาน เขต พื้นที่ การ ศึกษา ประถม ศึกษา สงขลา เขต 3. *AL-NUR JOURNAL OF GRADUATE SCHOOL, FATONI UNIVERSITY*, 12(22), 47-58.

ศุภลักษณ์ ครุฑทอง. (2557). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. *An Online Journal of Education*, 9(3), 31-45.

สมนึก ภัททิยธนี จุฑาทิพย์ชาติสุวรรณ และวิภาดา คำดี. (2548). การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ (*Critical thinking test*). . การวัดผลการศึกษา

ชนิดา จำปาอ่อน. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 มหาวิทยาลัยศิลปากร. บัณฑิตวิทยาลัย*

ธรรมราช บุญทิพย์เจริญ. (2553). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จิณัฐดา เจียรพันธุ์. (2548). การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุของคุณลักษณะบางประการกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. บัณฑิตวิทยาลัย*

ชาติ แจ่มนุช. (2545). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. . เลียงเชียง.

พชรภรณ์ เชียงสิน. (2561). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 *Veridian E-Journal*.

ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2555). ผล การ จัด กิจกรรม การ เรียน รู้ แบบ ธรรมสากัจฉา เรื่อง อัตราส่วน

- ตรีโกณมิติ ที่มี ต่อ ผล สัมฤทธิ์ ทาง การ เรียน ความ สามารถ ใน การ คิด อย่าง มี
 วิจารณ์ญาณ และ ความ ตระหนัก ใน การ รู้ คิด ของ นักเรียน ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 4
 สุกฤษดิ์ ธรรมกุลสุขชัย. (2547). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการ
 เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยทาง
 การศึกษา). , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. บัณฑิตวิทยาลัย
- พลกฤษ ดันติญาณกุล. (2547). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสังคมศึกษาด้วยการฝึกการคิด
 อย่างมีวิจารณ์ญาณที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา.
 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนสังคมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.].
 บัณฑิตวิทยาลัย
- ถิ์แสงดาว ถิ่นหารวงษ์. (2558). การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม: จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติในรายวิชารรณคดี
 สำหรับเด็ก. . วารสารมนุษยสังคมปริทัศน์, 17(1), 1-11.
- นิตาวรรณ ทองไทย. (2562). ผล การ จัด กิจกรรม การ เรียน รู้ ตาม แนวคิด การ ศึกษา คณิตศาสตร์
 ที่ สอดคล้อง กับ ชีวิต จริง ร่วม กับ ความ สามารถ ด้าน มิติ สัมพันธ์ ที่ มี ต่อ ทักษะ การ แก้
 ปัญหา ทาง คณิตศาสตร์ ใน โรงเรียน ขนาด เล็ก. *An Online Journal of Education*,
 14(2), OJED1402057 (1402012 pages)-OJED1402057 (1402012 pages).
- ธัญพิมล จันทน์นุ้ม (2560). ผล ของ การ จัด กิจกรรม การ เรียน รู้ ตาม แนว การ ศึกษา คณิตศาสตร์
 ที่ สอดคล้อง กับ ชีวิต จริง ร่วม กับ การ พัฒนา ความ คิด ของ เด็ก ที่ มี ต่อ ความ สามารถ
 ใน การ ให้ เหตุผล ทาง คณิตศาสตร์ และ ความ สามารถ ใน การ สื่ อ ส า ร ทาง คณิตศาสตร์
 ของ นักเรียน ระดับ ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 2. *Online Journal of Education*, 12(2), 141-
 158.
- สุวิทย์ แบ่งทิศ. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิด
 อย่างมีวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
 สาขาวิชาการจัดการการศึกษาและการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- อรพิน พัฒนาผล. (2551). การพัฒนาแบบทดสอบแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ
 สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์
 เขต 1. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
 วิโรฒ.
- ปริญญญา ศรีพงษ์พิจิตร. (2561). การ ศึกษา ความ สามารถ ใน การ คิด อย่าง มี วิจารณ์ญาณ ของ
 นักเรียน ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 3 ที่ ผ่าน การ จัด กิจกรรม การ เรียน รู้ แบบ สืบสวน สอบสวน
 เรื่อง ความ น่า จะ เป็น. *Journal of Industrial Education*, 17(1), 78-86.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. บทพิทการพิมพ์.

- เกศินี เพ็ชรรุ่ง. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.
[วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
บัณฑิตวิทยาลัย
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2537). วิธีการสอนเด็กปัญญาเป็นเลิศ. . ภาควิชาการศึกษาพิเศษ.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. . โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2540). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิด.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ และคณะ. (2540). เอกสารการสอนวิชาหลักสูตรและการสอน. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็กเพรสมีเดีย.
- ปณิตา วรรณพิรุณ. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้บนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย
- กิตติพันธ์ วิบูลศิลป์. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทาง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการ คิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. . *An Online Journal of Education*, 12(3), 346-362.
- สกล ตั้งเก้าสกุล. (2560). การ พัฒนา ชุด กิจกรรม ทาง คณิตศาสตร์ ตาม แนวคิด การใช้ บริบท เป็น ฐาน ร่วม กับ การ สร้าง แบบ จำลอง ทาง คณิตศาสตร์ เพื่อ ส่งเสริม ความ สามารถ ใน การ เชื่อม โยง ความ รู้ คณิตศาสตร์ และ เจตคติ ต่อ วิชา คณิตศาสตร์ ของ นักเรียน ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 3. *Online Journal of Education*, 12(3), 442-458.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). กระบวนการพัฒนาข้อสอบวัด Metacognition. <http://sa.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/7/2014/08/03/กระบวนการพัฒนาข้อสอบวัด-metacognition.pdf>.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2552). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. . 9119 เทคนิคพรินต์.
- สกล สุวรรณพิสิทธิ์. (2555). ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คืออย่างไร <http://www.qlf.or.th/Home/Contents/417>.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. 9119 เทคนิคพรินต์.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของข้อคำถาม ความเหมาะสมของ
สำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทาง
คณิตศาสตร์ มีรายนามดังต่อไปนี้

- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ | อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน
สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ดร. เนาวลักษณ์ ทองจับ | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 3. อาจารย์ปฐมภรณ์ อวชัย | นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.) |
| 4. คุณครูกนกวรรณ ทองพรหม | ครูชำนาญการพิเศษ
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสวนศรีวิทยา |
| 5. คุณครูสุภาพ ล่องหลง | ครูชำนาญการพิเศษ
ครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสวนศรีวิทยา |
| 6. คุณครูวันเพ็ญ เนื้อแก้ว | ครูชำนาญการพิเศษ
ครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสวนศรีวิทยา |



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

ที่ อว ๖๔.๖/๐๖๕๗



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสวนศรีวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวธิปัตย์ สุขเกิด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ เนตรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โดยแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการใช้คำถามเชิงการรู้คิด กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิรัชกิจ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๘๐-๖๔๖๘๔๐๔ ไลน์: thps.pat@gmail.com



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ โท. ๘๒๕๖๕ ต่อ ๖๗๓๔

ที่ อว ๖๔.๖(๒๗๔๑.๐๔)/๐๒๐๔

วันที่ ๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่น

ด้วย นางสาวธิปัตย์ สุขเกิด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ เณรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๘๐-๖๔๖๘๔๐๙ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ thps.pat@gmail.com



ที่ อว ๖๔.๖/๐๖๔๒

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.เนาวลักษณ์ ทองจับ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวธิปไตย สุขเกิด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ เณรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิจัย ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๘๐-๖๔๖๘๔๐๔ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ thps.pat@gmail.com

ที่ อว ๖๔.๖/๐๖๔๕



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูกนกวรรณ ทองพรหม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวธิปไตย สุขเกิด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมการใช้คำถามเชิงการรู้คิดที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ เนมเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๘๐-๖๔๖๘๔๐๔ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ thps.pat@gmail.com



ภาคผนวก ค

โครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

- โครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ฉบับก่อนทดลอง

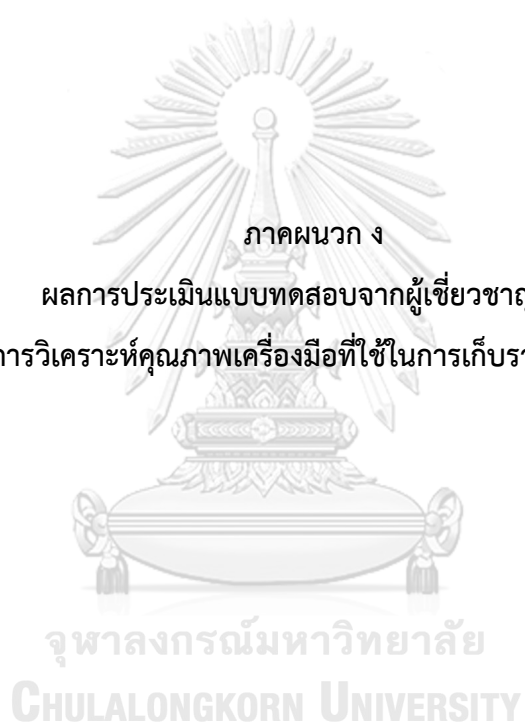
ตารางที่ 12 โครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนทดลอง

องค์ประกอบย่อย	จำนวนข้อสอบวัดความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์	
	ข้อสอบ (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1) การระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 8)	4
2) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 6, 7, 9, 11, 20, 25)	4
3) การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 12, 14, 15, 16, 18, 19)	4
4) การลงข้อสรุปจากข้อมูลทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 10, 17, 21, 22, 24, 27)	4
5) การตัดสินใจทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 13, 23, 26, 28, 29, 30)	4
รวม	30	20

● โครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ฉบับหลังทดลอง

ตารางที่ 13 โครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังทดลอง

องค์ประกอบย่อย	จำนวนข้อสอบวัดความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์	
	ข้อสอบ (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1) การระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 1, 2, 4, 7, 15, 22)	4
2) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 8, 16, 18, 20, 21, 23)	4
3) การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 5, 25, 26, 27, 28, 29)	4
4) การลงข้อสรุปจากข้อมูลทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 3, 9, 10, 12, 13, 17)	4
5) การตัดสินใจทางคณิตศาสตร์	6 (ข้อที่ 6, 11, 14, 19, 24, 30)	4
รวม	30	20



ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

ระดับการประเมินความสอดคล้องเฉลี่ย (\bar{x}) ของโครงสร้างแบบวัด

คะแนน $IOC \geq 0.67$ หมายถึง ใช้ได้

โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบวัด คือ เลือกข้อสอบที่มีค่า $IOC \geq 0.67$ และมีค่าความเหมาะสมด้านภาษา 0.01 – 0.66 ต้องมีการปรับแก้เพื่อความเหมาะสม และ 0.67 – 1.00 เหมาะสม

ตารางที่ 14 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมเฉลี่ย (\bar{x}) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ผลรวมคะแนน (ΣR)	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
2	0	1	0	1.00	0.33	ใช้ไม่ได้
3	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
4	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
5	0	1	1	2.00	0.67	ใช้ได้
6	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
8	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
10	0	1	1	2.00	0.67	ใช้ได้
11	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
12	0	1	0	1.00	0.33	ใช้ไม่ได้
13	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
14	0	1	1	2.00	0.67	ใช้ได้
15	0	1	1	2.00	0.67	ใช้ได้
16	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
17	0	1	0	1.00	0.33	ใช้ไม่ได้
18	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
19	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
20	1	1	0	2.00	0.67	ใช้ได้
21	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ผลรวมคะแนน (ΣR)	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
22	1	1	0	2.00	0.67	ใช้ได้
23	1	1	0	2.00	0.67	ใช้ได้
24	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
25	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
26	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
27	1	1	0	2.00	0.67	ใช้ได้
28	0	1	0	1.00	0.33	ใช้ไม่ได้
29	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
30	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้

ตารางที่ 15 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมเฉลี่ย (\bar{x}) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ผลรวมคะแนน (ΣR)	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3.00	1.67	ใช้ได้
2	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
4	1	1	-1	1.00	0.33	ใช้ไม่ได้
5	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
8	0	1	1	2.00	0.67	ใช้ได้
9	0	1	1	2.00	0.67	ใช้ได้
10	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
11	1	1	0	2.00	0.67	ใช้ได้
12	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
13	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
14	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
15	1	0	-1	0.00	0.00	ใช้ไม่ได้
16	0	0	1	1.00	0.33	ใช้ไม่ได้

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ผลรวมคะแนน (ΣR)	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
17	1	0	1	2.00	0.67	ใช้ได้
18	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
19	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
20	1	1	-1	1.00	0.33	ใช้ไม่ได้
21	0	1	1	2.00	0.67	ใช้ได้
22	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
23	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
24	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
25	0	1	1	2.00	0.67	ใช้ได้
26	0	1	-1	0.00	0.00	ใช้ไม่ได้
27	0	1	-1	0.00	0.00	ใช้ไม่ได้
28	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้
29	1	1	-1	1.00	0.33	ใช้ไม่ได้
30	1	1	1	3.00	1	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

มีเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบวัดคือ

ค่าความยาก (p)	0.20-0.80
ค่าอำนาจจำแนก (r)	มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป
และ ค่าความเที่ยง	มีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป



**คุณภาพเครื่องมือแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ฉบับก่อนเรียน**

ตารางที่ 16 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ (นำไปใช้จริง)

ข้อคำถาม	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.39	0.45	0.782
2	0.5	0.22	
3	0.49	0.41	
4	0.47	0.46	
5	0.43	0.50	
6	0.42	0.48	
7	0.46	0.23	
8	0.46	0.22	
9	0.45	0.21	
10	0.30	0.63	
11	0.35	0.40	
12	0.34	0.25	
13	0.23	0.67	
14	0.5	0.22	
15	0.24	0.78	
16	0.5	0.21	
17	0.36	0.48	
18	0.41	0.24	
19	0.25	0.26	
20	0.47	0.22	

**คุณภาพเครื่องมือแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ฉบับหลังเรียน**

ตารางที่ 17 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ (นำไปใช้จริง)

ข้อคำถาม	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.53	0.32	0.812
2	0.50	0.78	
3	0.49	0.22	
4	0.53	0.21	
5	0.43	0.73	
6	0.47	0.21	
7	0.23	0.26	
8	0.46	0.26	
9	0.42	0.61	
10	0.32	0.22	
11	0.43	0.76	
12	0.49	0.79	
13	0.37	0.63	
14	0.51	0.39	
15	0.53	0.83	
16	0.31	0.22	
17	0.51	0.33	
18	0.35	0.40	
19	0.47	0.41	
20	0.39	0.63	



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
(ฉบับก่อนเรียน)

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ข้อสอบมี 2 ลักษณะ ได้แก่

1. แบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก ขอให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ หน้าตัวเลือกที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ☒ หน้าตัวเลือกที่ผิดลงในกระดาษคำตอบ โดยในแต่ละข้ออาจจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องมากกว่า 1 ตัวเลือก
2. แบบวัดเป็นแบบเติมคำตอบ ขอให้นักเรียน ☒ หน้าตัวเลือกที่ถูกต้อง และเติมเหตุผลประกอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ตัวอย่างการตอบคำถาม

ข้อสอบอัตนัย : นักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องได้มากกว่า 1 ข้อ

0. ผลไม้ใดต่อไปนี้สีแดง

- ☒ เซอร์รี่ ☒ สตรอเบอร์รี่ ☒ เมล็ดทับทิม ☒ ทูเรียน

0. ผลไม้ใดต่อไปนี้สีเหลือง

- ☒ ทูเรียน ☒ ขนุน ☒ ฝรั่ง ☒ น้อยหน่า

ข้อสอบปรนัย : นักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบนั้น

0. หากต้องเลือกกินระหว่างผลไม้ 2 สี นักเรียนควรเลือกกินผลไม้สีใด เพราะเหตุใด

- ☐ แดง ☐ เหลือง ☒ ทั้งสองสี

เพราะ ผลไม้หลากสีล้วนมีทั้งวิตามินและแร่ธาตุหลากหลายชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายแตกต่างกัน การกินผักผลไม้
สีจะช่วยให้ร่างกายแข็งแรงและช่วยป้องกันโรคต่างๆ และช่วยให้สุขภาพแข็งแรง

ข้อที่ 1 ท่อน้ำท่อหนึ่งมีขนาด 40 มิลลิเมตร หากนักเรียนต้องการหาพื้นที่ขอบของท่อน้ำ ข้อมูลใดต่อไปนี้เป็นข้อมูลที่นักเรียนต้องหาเพิ่มเติม เมื่อต้องการทราบพื้นที่ของขอบท่อน้ำดังกล่าว (การระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์)

☐ รัศมีของวงเล็กของท่อน้ำ

☐ รัศมีของวงใหญ่ของท่อน้ำ

☐ ความสูงของท่อน้ำ

☐ ความหนาของท่อน้ำ

สถานการณ์ต่อไปนี้จะใช้สำหรับคำถามข้อที่ 6 – 7

ฮิปโปโปเตมัสที่โตเต็มวัยจะมีอายุประมาณ 5 ปีและมีน้ำหนักมากกว่า 700 ปอนด์ โดยฮิปโปโปเตมัสจะใช้เวลาในการกินอาหารประมาณ 6 ชั่วโมงต่อวัน และจะกินอาหารวันละ 40 กิโลกรัมหรือประมาณ 88 ปอนด์ อาหารที่กินคือ ใบเฟิร์นส์ ใบไม้ของพืชใบกว้าง และผลไม้ที่หล่นบนพื้นป่า (ข้อมูลจาก : สารานุกรมสัตว์ องค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทย)

ข้อที่ 6 จากข้อมูลดังกล่าวให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข้อความใดมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นจริง

☐ ฮิปโปโปเตมัสที่น้ำหนักมากกว่า 700 ปอนด์ คือฮิปโปโปเตมัสที่โตเต็มวัย (การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลคณิตศาสตร์)

☐ ฮิปโปโปเตมัสที่มีอายุ 5 ปี คือฮิปโปโปเตมัสที่โตเต็มวัย

☐ ฮิปโปโปเตมัสที่มีน้ำหนัก 700 ปอนด์อาจจะมีอายุไม่ถึง 5 ปี

☐ ฮิปโปโปเตมัสที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี มีน้ำหนักน้อยกว่า 700 ปอนด์

ข้อที่ 7 “ฮิบโปโปเตมัสตัวหนึ่งมีน้ำหนัก 455 ปอนด์ หากเพิ่มน้ำหนัก 150 ปอนด์ ฮิบโปโปเตมัสตัวนี้ก็จะโตเต็มวัย” นักเรียนคิดว่า ข้อความดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด (การลงข้อสรุปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์)

☐ ถูกต้อง ☐ ไม่ถูกต้อง

เพราะ

ข้อที่ 8 จริ่งใจต้องการใช้ผ้ามีนยาว 29.25 เมตร โดยร้านขายผ้ามีน ขายเมตรละ 35 บาท หากจริ่งใจเตรียมเงินไป 1,000 บาท จะเพียงพอที่จะซื้อผ้าที่จริ่งใจต้องการใช้หรือไม่ หากต้องการตอบคำถามนี้ จริ่งใจควรใช้วิธีการคิดอย่างไร (การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์)

- ☐ คิดราคาทั้งหมดของผ้า แล้วนำมาเปรียบเทียบกับจำนวนเงินที่เตรียมไป
- ☐ ใช้การประมาณความยาวผ้า เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณราคาผ้าทั้งหมด
- ☐ ใช้การประมาณราคาผ้า เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณราคาผ้าทั้งหมด
- ☐ ใช้การประมาณราคาผ้าและความยาวผ้า เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ

ข้อที่ 12 ณ ร้านขายเครื่องไฟฟ้าแห่งหนึ่ง มีป้ายโปรโมชั่นแปะไว้หน้าร้านว่า “ลดล้างสต็อก วันนี้ – 31 กพ. ซื้อเครื่องเล่น DVD ลดทันที 50% เหลือเพียง 1,500 บาท”

มาลีพูดกับดาวิว่า “เมื่อวานฉันเข้าไปซื้อตุ๋นกับแม่ เดินผ่านเครื่องเล่น DVD เห็นราคาเต็ม 2,800 บาท วันนี้ลดเยอะมากตั้ง 50% กลับบ้านไปต้องบอกแม่ให้มาซื้อแล้ว” หากนักเรียนเป็นดาวิ นักเรียนจะสนับสนุนหรือโต้แย้งในสิ่งที่มาลีพูดหรือไม่ เพราะเหตุใด (การตัดสินใจทางคณิตศาสตร์)

☐

สนับสนุน

☐

โต้แย้ง

เพราะ



ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
(ฉบับหลังเรียน)

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ข้อสอบมี 2 ลักษณะ ได้แก่

1. แบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก ขอให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ☒ หน้าตัวเลือกที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ☒ หน้าตัวเลือกที่ผิดลงในกระดาษคำตอบ โดยในแต่ละข้ออาจจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องมากกว่า 1 ตัวเลือก
2. แบบวัดเป็นแบบเติมคำตอบ ขอให้นักเรียน ☒ หน้าตัวเลือกที่ถูกต้อง และเติมเหตุผลประกอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ตัวอย่างการตอบคำถาม

ข้อสอบอัตนัย : นักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องได้มากกว่า 1 ข้อ

0. ผลไม้ใดต่อไปนี้สีแดง

☒ เซอร์รี่ ☒ สตอเบอร์รี่ ☒ เมล็ดทับทิม ☒ ทูเรียน

0. ผลไม้ใดต่อไปนี้สีเหลือง

☒ ทูเรียน ☒ ขนุน ☒ องุ่น ☒ น้อยหน่า

ข้อสอบปรนัย : นักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบนั้น

0. หากต้องเลือกกินระหว่างผลไม้ 2 สี นักเรียนควรจะเลือกกินผลไม้สีใด เพราะเหตุใด

☐ แดง ☐ เหลือง ☒ ทั้งสองสี

เพราะ ผลไม้หลากหลายสีนั้นมีทั้งวิตามินและแร่ธาตุหลากหลายชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายแตกต่างกัน การกินผักผลไม้
สีจะช่วยให้ร่างกายแข็งแรงและช่วยป้องกันโรคต่างๆ และช่วยให้สุขภาพแข็งแรง.....

จากสถานการณ์ต่อไปนี้นำมาใช้สำหรับคำถามข้อที่ 4

“ในการสอบสัมภาษณ์เพื่อรับคนเข้าทำงานของบริษัทแห่งหนึ่ง ผู้เข้าสมัครต้องผ่านการประเมิน 5 ด้าน แต่ละด้านมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยผู้สมัครต้องผ่านเกณฑ์การสัมภาษณ์ คะแนนเฉลี่ยรวมเกิน 50%”

ข้อที่ 4 สมหมายเข้าสัมภาษณ์กับบริษัทนี้ได้คะแนน 4 ด้านแรกเป็น 60, 35, 88, 32 คะแนน ตามลำดับ และกำลังจะสอบด้านสุดท้าย หากเขาต้องการที่จะสอบผ่านการสัมภาษณ์ เขาต้องทำคะแนนเท่าใด เพื่อให้ผ่านการสอบสัมภาษณ์ (ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์)

- ☐ สมหมายต้องสอบให้ได้ 35 คะแนนขึ้นไป
- ☐ สมหมายต้องสอบให้ได้มากกว่า 40 คะแนน
- ☐ สมหมายต้องสอบให้ได้ผ่านเกินครึ่ง
- ☐ สมหมายสอบให้ได้คะแนนเท่าไรก็ได้

จากสถานการณ์ต่อไปนี้นำมาใช้สำหรับคำถามข้อที่ 7 – 8

“ร้านขายสินค้าแห่งหนึ่ง ตัดราคาขายรถจักรยานไว้ที่ 2,600 บาท ร้านค้าได้กำไร 30% หลังจากนั้นไม่นานได้เกิดโรคระบาด covid-19 ทำให้ไม่มีลูกค้าสั่งซื้อ จึงตัดราคาใหม่โดยลดราคาลง 10% ก็ยังไม่มีคนซื้อ ร้านค้าจึงตัดประกาศลดราคาอีก 10% จึงสามารถขายจักรยานคันนี้ได้”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อที่ 7 จากสถานการณ์ดังกล่าว พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ข้อความ A : ครั้งที่ 1 ร้านค้าลดราคา 10% นั่นคือลดราคาจากราคาที่ติดไว้ 260 บาท

ข้อความ B : ร้านค้าประกาศลดราคาครั้งที่ 2 อีก 10% นั่นคือลดอีก 260 บาทเหมือนกับการลดในครั้งที่ 1

ข้อใดต่อไปนีกล่าวถูกต้อง (การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลคณิตศาสตร์)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ข้อความ A และข้อความ B ถูกต้องทั้งคู่ | <input type="checkbox"/> ข้อความ A ถูกต้อง แต่ข้อความ B ผิด |
| <input type="checkbox"/> ข้อความ B ถูกต้อง แต่ข้อความ A ผิด | <input type="checkbox"/> ข้อความ A และข้อความ B ผิดทั้งคู่ |

ข้อที่ 8 “หากมีคนที่กล่าวว่า หากลดราคา 20% ตั้งแต่ต้น ราคาขายก็เท่ากับตอนลดราคา 10% ในครั้งที่ 2” นักเรียนคิดว่า คำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด (ด้านการลงข้อสรุปทางคณิตศาสตร์)

☐ คำกล่าวถูกต้อง ☐ คำกล่าวไม่ถูกต้อง

เพราะ

ข้อที่ 14 ผงซักฟอกชนิดหนึ่งขนาด 800 กรัม ราคา 200 บาท และขนาด 1,200 กรัม ราคา 270 บาท ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อผงซักฟอกชนิดนี้ นักเรียนคิดว่าควรเลือกซื้อขนาดใด จึงให้เหตุผลประกอบ (ด้านการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์)

☐ ขนาด 800 กรัม 200 บาท ☐ ขนาด 1,200 กรัม 270 บาท

เพราะ

จากสถานการณ์ต่อไปนี้นำมาใช้สำหรับคำถามข้อที่ 18

การหาดัชนีมวลกาย (BMI) คือมาตรฐานที่ใช้ประเมินภาวะอ้วนและผอมในผู้ใหญ่ สามารถอ่านค่าได้ดังนี้

BMI kg/m^2	อยู่ในเกณฑ์	ภาวะเสี่ยงต่อโรค
น้อยกว่า 18.50	น้ำหนักน้อย / ผอม	มากกว่าคนปกติ
ระหว่าง 18.50 - 22.90	ปกติ (สุขภาพดี)	เท่าคนปกติ
ระหว่าง 23 - 24.90	ท้วม / โรคอ้วนระดับ 1	อันตรายระดับ 1
ระหว่าง 25 - 29.90	อ้วน / โรคอ้วนระดับ 2	อันตรายระดับ 2
มากกว่า 30	อ้วนมาก / โรคอ้วนระดับ 3	อันตรายระดับ 3

อ้างอิง : กองออกกำลังกาย เพื่อสุขภาพและอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

ข้อที่ 18 หากนักเรียนมีค่า BMI อยู่ที่ 24.934 kg/m^2 นักเรียนจะอยู่ในเกณฑ์ใด และมีภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน (ด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์)

- ☐ อยู่ในเกณฑ์ดี แต่มีภาวะเสี่ยงก่อให้เกิดโรคอันตรายระดับ 1
- ☐ อยู่ในเกณฑ์ท้วม อันตรายระดับ 1
- ☐ อยู่ในเกณฑ์อ้วนระดับ 1 และมีภาวะเสี่ยงต่อโรค
- ☐ อยู่ในเกณฑ์อ้วน อันตรายระดับ 2



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

วันที่สอน _____

เวลา _____

ระยะเวลา 50 นาที

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

- 1) อธิบายความหมายของระยะห่างระหว่างจุดสองจุดได้
- 2) วาดแบบจำลองของการเดินทางและลงพิกัดในระนาบได้

ด้านทักษะและกระบวนการ นักเรียนสามารถ

- 1) ให้เหตุผลในการเลือกวิธีการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายได้
- 2) ใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายและนำเสนอแนวคิดใน

การคิดหาระยะทางได้

- 3) เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจในการคำนวณหา

ระยะทางได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียน

- 1) มีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
- 2) มีความรับผิดชอบในการทำงาน
- 3) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

2. สาระสำคัญ

นิยาม ถ้าจุด A เป็นจุดใด ๆ บนระบบพิกัดฉาก มีพิกัดจุด (x_1, y_1) และ จุด B มีพิกัดจุด

(x_2, y_2) ระยะทางระหว่างจุด A และ B จะหาได้จาก $AB = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1) ขั้นการทำความเข้าใจบริบทปัญหา

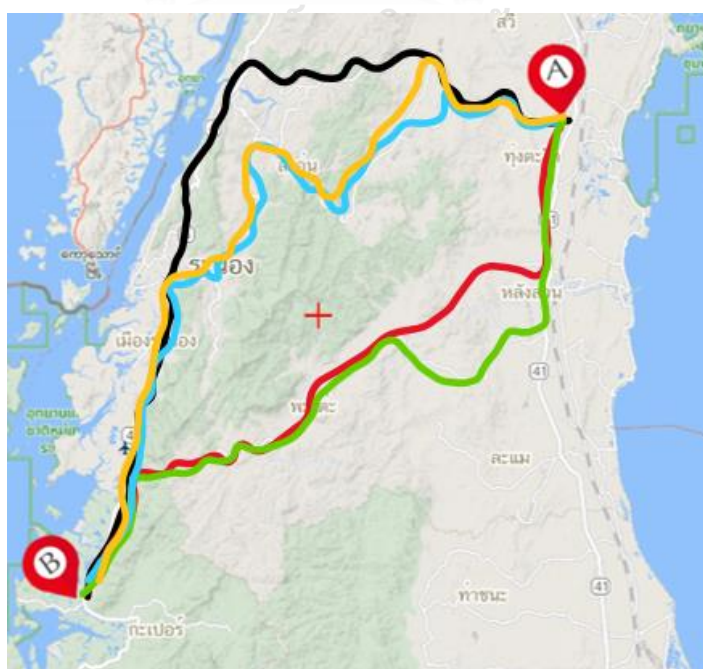
1. ครูร่วมกันพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับการเดินทางว่านักเรียนเคยเดินทางไปต่างจังหวัดหรือไม่ และเคยสังเกตไหมว่าถ้ามีเส้นทางให้เลือกหลายเส้นทาง นักเรียนจะเลือกไปเส้นทางใด

2. ครูนำเสนอบริบทปัญหาเป็นการ์ดเกี่ยวกับการสนทนาระหว่างพ่อและลูกคู่หนึ่ง พูดคุยเกี่ยวกับระยะทางจากบ้านของแกวิน (ตำแหน่ง A) ไปอำเภอเกาะเปอร์ จังหวัดระนอง (ตำแหน่ง B) จากนั้นครูแสดงภาพแผนที่บางส่วนระหว่างอำเภอจังหวัดชุมพรและระนองและให้นักเรียนดูพร้อมกัน ครูจะถามนักเรียนว่า

- “นักเรียนคิดว่าข้อมูลที่อยู่บนแผนที่เพียงพอหรือไม่ที่จะสามารถหา ระยะทางจากจุด A ไปยังจุด B” (คำถามเพื่อความเข้าใจ)
- “และมีข้อมูลอะไรบ้าง” (ตำแหน่งจุด A และ B, มาตราส่วนของแผนที่, เส้นทางต่างๆ) (คำถามเพื่อความเข้าใจ)

3. ครูถามนักเรียนว่า “เราจะสามารถหาระยะทางคร่าวๆ จากบ้านไปจุดที่ต้องการ นักเรียนมีวิธีการใดที่จะสามารถช่วยแกวินได้บ้าง” (ใช้วิธีการวาดเส้นทางตามทางจากแผนที่/...) (คำถามเชิงกลยุทธ์)

4. ครูแจกใบงานนักเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนลองวาดเส้นทางต่าง ๆ ที่สามารถเดินทางจากจุด A ไปยังจุด B (ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน)



2) ขั้นการแก้ปัญหาตามบริบท

5. ครูจะถามนักเรียนว่า “นักเรียนจะสามารถหาระยะทางจากวิธีการเดินทางที่นักเรียนวาดได้อย่างไร” (คำถามเชิงกลยุทธ์)

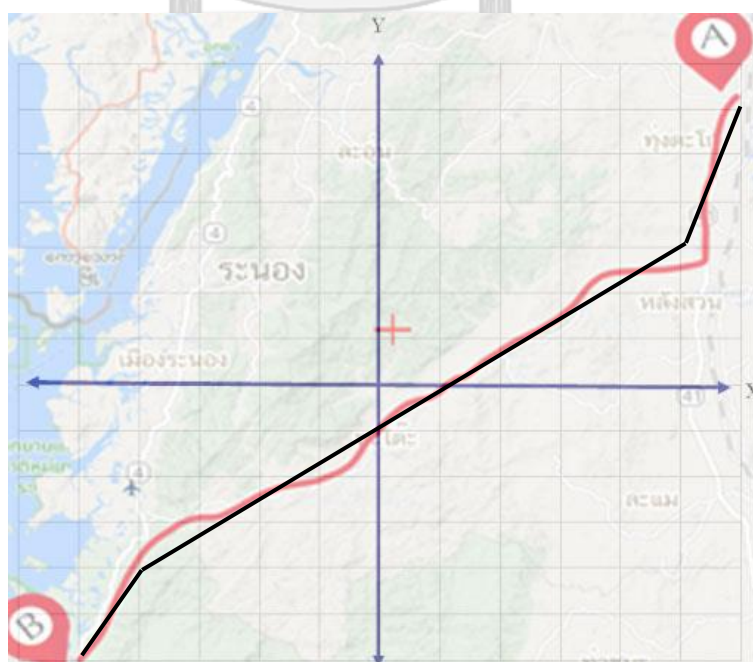
- “นักเรียนเคยทำโจทย์ลักษณะแบบนี้มาก่อนหรือไม่” (คำถามเชื่อมโยง)
- “หากเคยมีสิ่งใดจากปัญหาเดิมที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหานี้ได้” (ทศและแผนผัง/...) (คำถามเชื่อมโยง)

6. ครูให้นักเรียนลองทำด้วยตนเอง หากนักเรียนไม่สามารถทำได้ ครูให้อุปกรณ์ช่วยนักเรียนเป็นพิศดฉาก ให้นักเรียนลองทายจุดแ่งละจุดเพื่อวัด

7. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนจะใช้วิธีการใดเพื่อให้สามารถทราบเส้นทางตามที่นักเรียนเลือก” (การทาบพิศดฉากกับแผนที่/ลองกะระยะทางคร่าวๆจากแผนที่แล้วลงเส้นทางในพิศดฉาก) (คำถามเชิงกลยุทธ์)

8. นักเรียนลงมือร่างเส้นทางที่นักเรียนเลือกลงบนพิศดฉาก ระหว่างนั้นครูจะถามคำถามนักเรียนว่า “เส้นทางที่มันมีความโค้งเล็กๆ นักเรียนจะอย่างไร” (คำถามเพื่อความเข้าใจ)

9. ครูให้ข้อเสนอแนะว่า “เพื่อให้่ายต่อการลงพิศดฉากและร่างกราฟ เส้นโค้งเล็กๆนักเรียนสามารถมองเป็นเส้นตรงได้ แต่ต้องไม่โค้งจนเกินไป” (ตัวอย่างการลงพิศดจุดและร่างเส้นทางของนักเรียน)



10. ระหว่างที่นักเรียนลงมือทำ ครูจะถามนักเรียนให้นักเรียนตรวจสอบถึงความเหมาะสมของการลงพิกัดจุดและร่างเส้นทาง

11. เมื่อนักเรียนแต่ละคนลงพิกัดจุดและร่างกราฟเสร็จแล้วนั้น ครูจะร่วมพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการในการหาระยะทางจากกราฟ ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าจากประสบการณ์เดิมของนักเรียน ที่นักเรียนเรียนมาตอน ม.ต้น นักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ หรือใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร” (คำถามเชื่อมโยง)

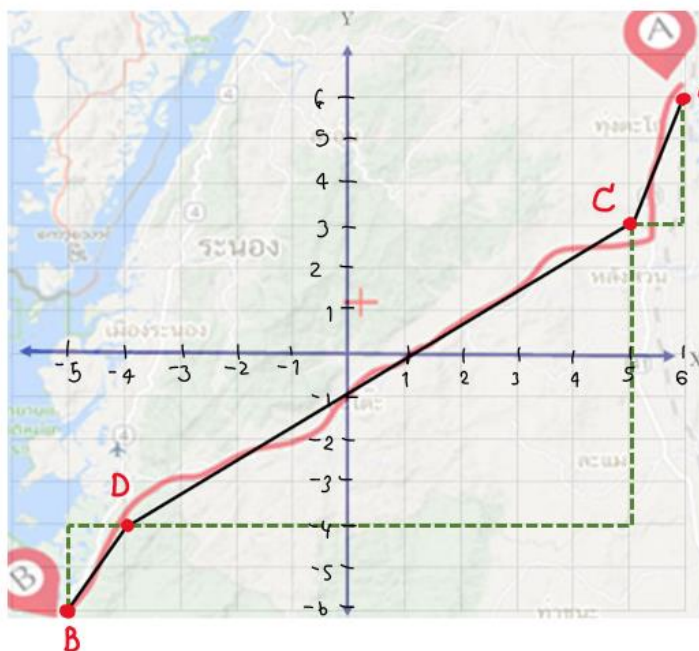
12. หากนักเรียนคิดไม่ออก ครูจะแนะนำนักเรียนโดยการยกตัวอย่างและให้นักเรียนลองวาดแบบจำลองจากตัวอย่าง และหาความเชื่อมโยงจากตัวอย่างและปัญหาที่นักเรียนเผชิญอยู่ (ไม่ต้องคำนวณ)

ตัวอย่าง กานดาเดินไปทางทิศเหนือ 6 ไมล์ และเลี้ยวไปทางตะวันออก 8 ไมล์ กานดาอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่ไมล์



13. นักเรียนมีการใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการคำนวณ (ตัวอย่างที่นักเรียนทำ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ระยะห่างจาก A ไป B สามารถหาได้จาก $BD + CD + AC$

- หา BD โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ; $BD = \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5} \approx 2.24$
- หา CD โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ; $CD = \sqrt{9^2 + 7^2} = \sqrt{81 + 49} = \sqrt{130} \approx 11.4$
- หา BD โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ; $BD = \sqrt{3^2 + 1^2} = \sqrt{10} \approx 3.16$

ดังนั้น ระยะห่างจาก A ไป B ประมาณ $2.24 + 11.4 + 3.16 = 16.8$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) ขั้นตอนการเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ

14. ครูให้นักเรียนที่เลือกเส้นทางเดียวกัน จับกลุ่มอยู่ด้วยกัน และให้นักเรียนลองวิเคราะห์ และเปรียบเทียบกันภายในกลุ่ม ครูจะถามนักเรียนว่า “นักเรียนลองเปรียบเทียบและลองคิดว่า คำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่” “เมื่อตรวจสอบคำตอบกับเพื่อนแล้ว เราผิดพลาดตรงไหน” “เหมือนกัน/แตกต่างกันตรงไหน อย่างไร” (คำถามสะท้อน) พร้อมทั้งให้นักเรียนหาตัวแทนกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ

15. ครูให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 1-2 คน ออกมานำเสนอเส้นทางที่เลือก วิธีการ และคำตอบที่ได้ พร้อมทั้งให้เพื่อนนักเรียนคนอื่นต่างกลุ่มร่วมกันเสนอความคิดเห็น

4) ขั้นลงข้อสรุป

16. ครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ได้จากการแก้ปัญหา ครูถามนักเรียนว่า “แล้วเราจะรู้ได้อย่างไรว่าระยะทางที่แท้จริงจากเส้นทางที่นักเรียนเลือกมีค่าเท่าไร” (มาตราส่วน) (คำถามเชิงกลยุทธ์)

17. ครูให้นักเรียนลองคิดระยะทางจริงด้วยตนเอง ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนมีวิธีการอื่นๆ อีกหรือไม่ในการหาระยะทาง” (คำถามสะท้อน) ครูให้นักเรียนลองคิด จากนั้นครูจะเปิด Google map เพื่อเปรียบเทียบระยะทางจริงกับระยะทางที่นักเรียนคิดออกมาว่ามีค่าใกล้เคียงกันหรือไม่

18. ครูจะถามนักเรียนว่า “ระยะทางจริงจาก Google Map และจากที่นักเรียนคิดได้มีค่าต่างกัน นักเรียนยอมรับได้หรือไม่” (คำถามเพื่อความเข้าใจ) พร้อมทั้งให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของการยอมรับหรือไม่ยอมรับค่าที่คลาดเคลื่อนนั้น

19. ครูจะให้นักเรียนลองอธิบายระยะห่างจากจุด A ไปยัง B โดยใช้พิกัดฉากตามความเข้าใจของนักเรียนเอง

20. ครูจะทำการสรุปเกี่ยวกับการหาระยะทางระหว่างจุดสองจุดและพูดถึงนิยามที่ถูกต้องที่นักเรียนจะเรียนในอนาคต ดังนี้

นิยาม ถ้าจุด A เป็นจุดใด ๆ บนระบบพิกัดฉาก มีพิกัดจุด (x_1, y_1) และ จุด

B มีพิกัดจุด (x_2, y_2) ระยะทางระหว่างจุด A และ B จะหาได้จาก $AB = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$

CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. สื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม

1. ใบงาน
2. Google Map
3. การ์ดสนทนา

5. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
อธิบายความหมายของระยะห่างระหว่างจุดสองจุดได้	1. สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 2. การทำใบงาน	1. คำถามของครู 2. ใบงาน	นักเรียนอธิบายความหมายของระยะห่างระหว่างจุดสองจุดได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด
วาดแบบจำลองของการเดินทางและลงพิกัดในระนาบได้	1. การทำใบงาน	1. ใบงาน	นักเรียนวาดแบบจำลองการเดินทางและลงพิกัดผระนาบได้ร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด
ด้านทักษะและกระบวนการ			
ให้เหตุผลในการเลือกวิธีการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายได้	1. สังเกตจากการตอบคำถามและร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 2. การทำใบงาน	1. คำถามของครู 2. ใบงาน	นักเรียนให้เหตุผลที่แสดงถึงความสมเหตุสมผลของวิธีการเดินทางได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
ใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายและนำเสนอแนวคิดในการคิดหาระยะทางได้	1. สังเกตจากการตอบคำถามและร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 2. การทำใบงาน	1. คำถามของครู 2. ใบงาน	นักเรียนใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายและนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับระยะทางได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด
เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจในการคำนวณหาระยะทางได้	1. สังเกตจากการตอบคำถามและร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 2. การทำใบงาน	1. คำถามของครู 2. ใบงาน	นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจในการคำนวณหาระยะทางได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
มีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	สังเกตจากการตอบคำถาม	แบบประเมินพฤติกรรม	นักเรียนให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด
มีความรับผิดชอบในการทำงาน	การทำใบงาน	ใบงาน	นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำใบงานไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด
สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	สังเกตจากการให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบคำตอบและร่วมกันวิเคราะห์	แบบประเมินพฤติกรรม	นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับนักเรียนคนอื่นได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด

6. บันทึกหลังกิจกรรม

ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

ระดับคะแนน

มากที่สุด	=	5	คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติได้มากกว่า 80%
มาก	=	4	คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติได้ 71% - 80%
ปานกลาง	=	3	คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติได้ 61% - 70%
น้อย	=	2	คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติได้ 51% - 60%
น้อยที่สุด	=	1	คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติได้น้อยกว่า 50%

ข้อที่	หัวข้อประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					รวม คะแนน
		5	4	3	2	1	
1	มีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม						
2	มีความรับผิดชอบในการทำงาน						
3	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							

ระดับคุณภาพ

คะแนน 11 - 15	หมายถึง	ดี
คะแนน 6 - 10	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 1-5	หมายถึง	ปรับปรุง

การ์ตูนสนทนา

แกวินสุดสัปดาห์นี้จัดไปกับเพื่อนก่อนนะ เราจะไปดูสวนทุเรียนของพ่อสักหน่อย

พ่อฮะ บ้านเรามีทุเรียนด้วยเหรอครับ !!!



มีลิ ของปู่หนะ 555

โถ่พ่ออะ ว่าแต่มันอยู่ที่ไหนเหรอครับ



โน่น แลวกะเปอร์เลยลูก เราน่าจะต้องไปตั้งแต่เช้าเลยละ

กะเปอร์ ? มันไกลขนาดไหนอะครับ ?

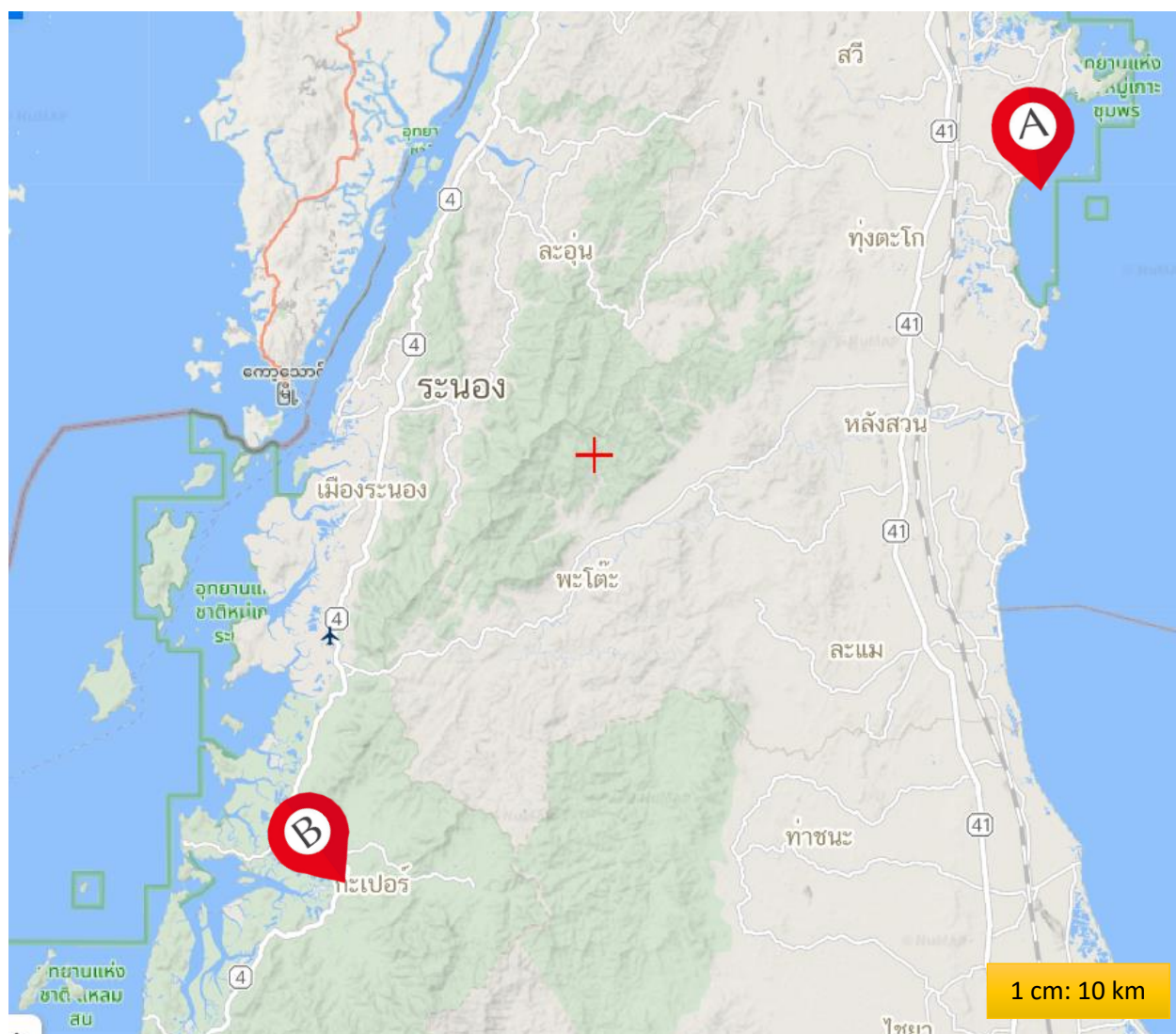


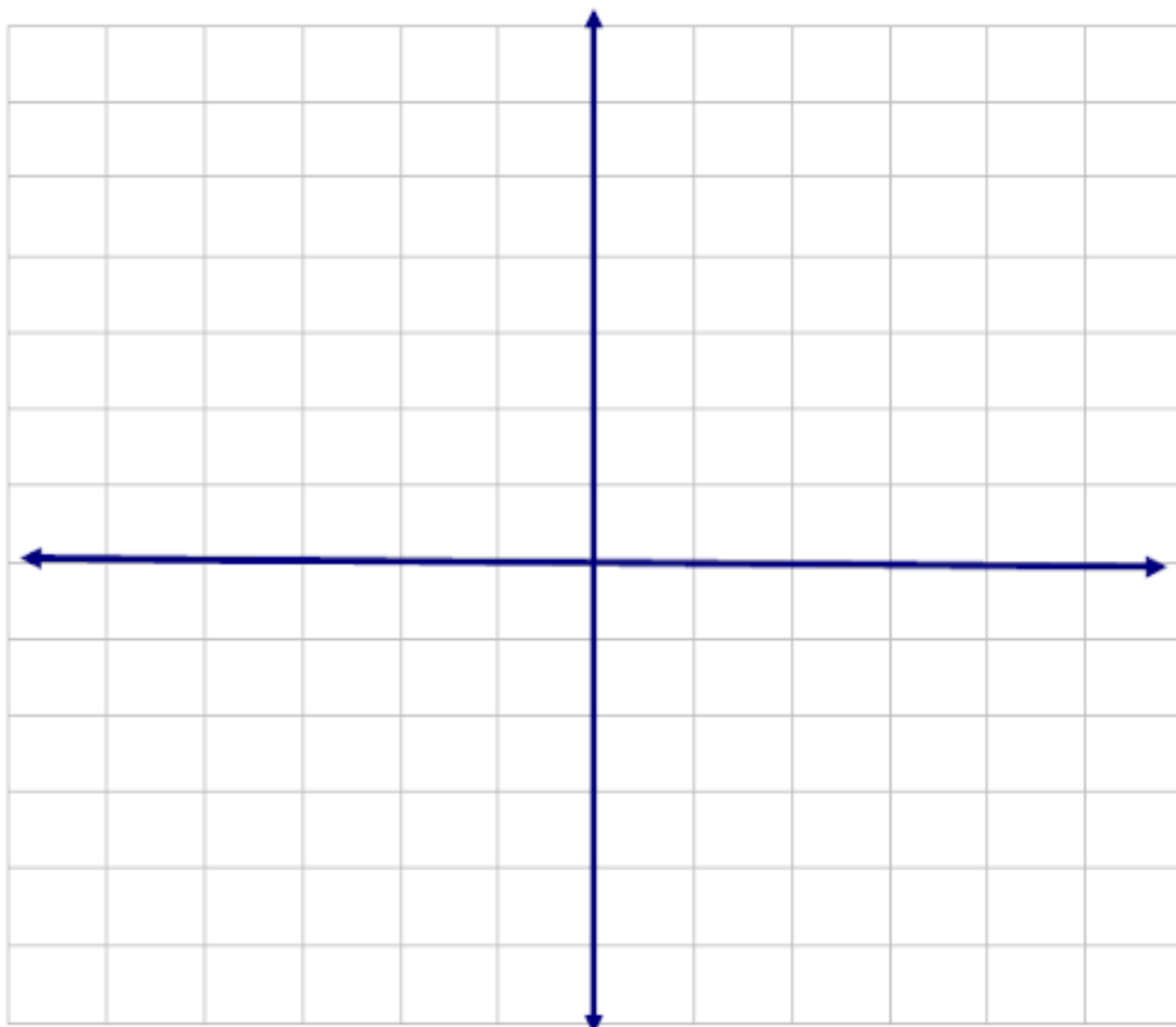
กะเปอร์อยู่ทางไประนอง ระยะทางเหรอก็ราวๆ (เสียงแม่เรียก)
เดี๋ยวพ่อไปก่อนนะแม่ไม่รู้จะใช้ทำอะไร

อ้าวพ่อ แล้วสรุปมันไกลแค่ไหนเนีย
เพื่อนๆช่วยคิดหน่อยสิคร้าบบบ

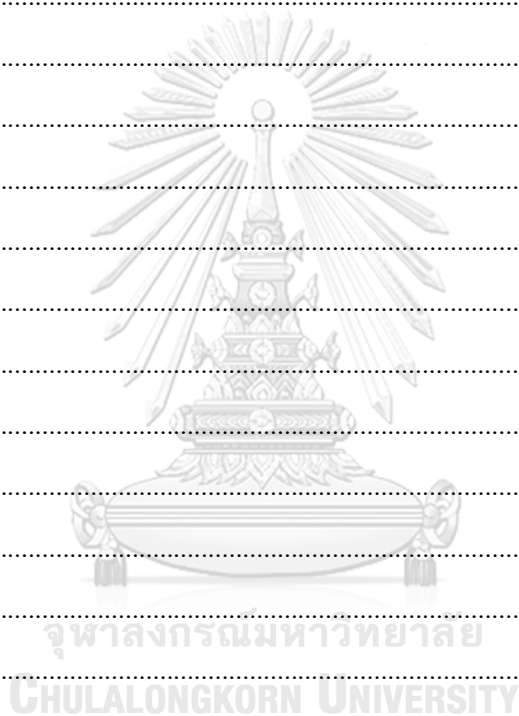


ใบงาน





แสดงวิธีคิด





สำหรับการทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานการทดสอบ คือ

$$H_0 : \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน} \leq \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน}$$

$$H_1 : \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน} > \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน}$$

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

Paired Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	36	28.14	3.296	.549
ก่อนเรียน	36	26.28	3.837	.639

Paired Sample Test

	Paired Difference					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				lower	Upper			
ก่อนเรียน - หลังเรียน	1.861	4.223	.704	.432	3.290	2.644	35	.012

จากตารางที่ 18 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 26.28 และ 28.14 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.837 และ 3.296 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) ที่ $t_{\alpha, n-1} = t_{0.05, 35} = 1.6896$ พบว่า $t = 2.644$ ซึ่ง $t > t_{\alpha, n-1}$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับการทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

สมมติฐานการทดสอบ คือ

H_0 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน \leq เกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

H_1 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน $>$ เกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 19 ผลการทดสอบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มของนักเรียนกลุ่มทดลอง

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	36	28.14	3.296	.549

One Sample Test

	Test Value = 24					
	t	df	Sig. (1-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					lower	Upper
หลังเรียน	1.861	35	.000	4.139	3.02	5.25

จากตารางที่ 19 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 28.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.296 และจากการทดสอบค่าที (t-test) ที่ $t_{\alpha, n-1} = t_{0.05, 35} = 1.6896$ พบว่า $t = 1.861$ ซึ่ง $t > t_{\alpha, n-1}$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ธิปไตย สุขเกิด
วัน เดือน ปี เกิด	วันเสาร์ ที่16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดชุมพร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ภาควิชา คณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2561 และเข้าศึกษาต่อในระดับ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชา หลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี การศึกษา 2562
ที่อยู่ปัจจุบัน	31 ม.3 ต.ทุ่งควา้ต อ.ละแม จ.ชุมพร 86170