



การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE DEVELOPMENT OF EXTRA CURRICULUM
TO ENHANCE MATHEMATICAL LITERACY
FOR MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS

เกษชูดา เพ็ญอนุเคราะห์ชน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ปฏิญานีพจน์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF EXTRA CURRICULUM
TO ENHANCE MATHEMATICAL LITERACY
FOR MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS



KEDCHUDA PHIENUKROCHON

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY
(Educational Science & Learning Management)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ

เกษชูดา เพ็ญระวีเคราะห์ชน

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง) (รองศาสตราจารย์ ดร.พิชิต ฤทธิจัญญ)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี) (รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย สุชาติโนบล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้วิจัย	เกษชุตดา เพ็ชรนุเคราะห์ชน
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งทิวา แยมรุ่ง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) พัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 3) ศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินความเหมาะสมและแบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบประเมินร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการพัฒนาหลักสูตรมี 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน พัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระยะที่ 2 การยกร่างหลักสูตรและประเมินประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และดัชนีความสอดคล้อง ระยะที่ 3 การใช้หลักสูตรและประเมินผลหลักสูตร นำหลักสูตรไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 45 นาที เป็นเวลา 6 สัปดาห์ และทดสอบ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 คาบ รวมใช้เวลาทั้งสิ้นจำนวน 28 คาบ และประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรจากการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ระยะที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตร ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก 11 องค์ประกอบย่อย และ 27 ตัวบ่งชี้ 2) หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่ละองค์ประกอบในหลักสูตรมีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 และองค์ประกอบในหลักสูตรมีความสอดคล้องกัน และ 3) ประสิทธิภาพของหลักสูตร พบว่านักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมมากกว่า 4.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การพัฒนาหลักสูตร, ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Title	THE DEVELOPMENT OF EXTRA CURRICULUM TO ENHANCE MATHEMATICAL LITERACY FOR MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS
Author	KEDCHUDA PHIENUKROCHON
Degree	DOCTOR OF PHILOSOPHY
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Rungtiwa Yamrung
Co Advisor	Associate Professor Dr. Chommanad Cheausuwantavee

The objectives of this study are as follows: (1) to develop the components and indicators of mathematical literacy for Mathayomsuksa Three students; (2) to develop an extra curriculum to enhance mathematical literacy; and (3) to study the efficiency of extra curriculum to enhance mathematical literacy. The sample in this study consisted of 34 Mathayomsuksa Three students at Srinakharinwirot University Prasarnmit Demonstration School (Secondary) in the second term of the 2023 academic year. The instruments included an evaluation form for appropriateness and congruence of the components, sub-components and indicators of mathematical literacy, and an evaluation form. There are four phases of curriculum development: (1) to study information and analysis to develop components and indicators of mathematical literacy and analyzing the data; (2) drafting extra curriculum and evaluating efficiency; (3) curriculum implementation for four periods per week, 45 minutes per period, for six weeks, tested for two periods, a total of 28 periods. The efficiency of extra curriculum was evaluated using a mathematics literacy test; and (4) to improve curriculum. The results improved the research for publication. The results revealed: (1) the components, sub-components and indicators of mathematics literacy had two main components, 11 sub-components and 27 indicators; (2) each element enhanced mathematical literacy and the curriculum was appropriate. The mean was 4.62 and standard deviation was 0.52. Each element in the draft curriculum to enhance mathematical literacy were congruent; and (3) students evaluated that their mathematical literacy after taking the Mathematics Literacy Test, was higher than before the curriculum, and the results of the evaluation of students and learning management according to the extra curriculum and greater than a mean of 4.51, at a statistically significant level of .05.

Keyword : Curriculum development, Mathematical literacy

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เป็นเพราะผู้วิจัยได้รับการอนุเคราะห์จากหลายท่านหลายฝ่าย ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.รุ่งทิภา แยมรุ่ง ที่กรุณาเป็นประธานคณะกรรมการคุมปริญญาานิพนธ์และสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจเสมอมา อันเป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทำปริญญาานิพนธ์ กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์. ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ ที่มีส่วนร่วมในการให้คำชี้แนะแก้ไขจนทำให้ปริญญาานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ดี

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์. ดร.พิชิต ฤทธิจัญญ ที่กรุณารับเป็นประธานคณะกรรมการสอบปากเปล่า และ รองศาสตราจารย์. ดร.กิตติชัย สุธาสิโนบล รองศาสตราจารย์. ดร. วิไลลักษณ์ ลังกา ที่รับเป็นกรรมการสอบปากเปล่า ทั้งสามท่านได้ให้ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่ง ทำให้ปริญญาานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์. ดร.จินดิษฐ์ ละออบภิณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.สุธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.ขวัญ เพียงซ้าย ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.สุกัญญา หะยีส้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.บุญญาธิสา แซ่หล่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.อรอุมา เจริญสุข อาจารย์ ดร.มะลิวรรณ งามยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ชนิศรวา เลิศอมรพงษ์ อาจารย์ ดร.กุสุมา ยกชู และอาจารย์ ดร.บุญสม ศรีศักดิ์ดา คณะผู้เชี่ยวชาญที่ได้สละเวลาและความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ยิ่งต่องานวิจัยนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาและขอขอบคุณคณาจารย์ในสาขาคณิตศาสตร์ ที่คอยให้กำลังใจ และให้ความสะดวกต่าง ๆ ในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีและชอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ และน้องชายที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจซ้ำพเจ้ามาตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือมาตลอด ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาของประเทศไทย คุณค่าอันเกิดจากงานวิจัยนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดา มารดา ตลอดจนครูผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย ตั้งแต่เบื้องต้น จนถึงปัจจุบัน

เกษชุตตา เพียรอนุเคราะห์ชน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย.....	15
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	15
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	15
ขอบเขตของการวิจัย	16
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	17
สมมติฐานการวิจัย.....	21
กรอบแนวคิดการวิจัย	21
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
1.แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	24
2. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์.....	70
3.แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร	100
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	127

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน	131
ระยะที่ 2 การยกร่างหลักสูตร.....	138
ระยะที่ 3 การใช้หลักสูตรและประเมินผลหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	155
ระยะที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	156
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	157
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	157
ตอนที่ 2 ร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	180
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	192
ตอนที่ 4 หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สมบูรณ์.....	203
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	206
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	206
วิธีดำเนินการวิจัย.....	206
สรุปผลการวิจัย.....	207
การอภิปรายผล	209
ข้อเสนอแนะในการนำหลักสูตรไปใช้	214
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	214
บรรณานุกรม	216
ภาคผนวก.....	227
ประวัติผู้เขียน.....	328



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 จำนวนโรงเรียนที่อยู่ในกรอบการสุ่มตัวอย่าง PISA 2018 ของประเทศไทย จำแนกตาม สังกัดและระดับชั้นที่เปิดสอน	4
ตาราง 2 จำนวนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้ และจำนวนนักเรียนที่ เก็บข้อมูลได้จริงใน PISA 2018 ของประเทศไทย	5
ตาราง 3 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ของการคิดเชิงคำนวณ	39
ตาราง 4 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	48
ตาราง 5 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ กับ สมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน	49
ตาราง 6 การสังเคราะห์องค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง	52
ตาราง 7 ระดับของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	56
ตาราง 8 ระดับของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ OECD	57
ตาราง 9 ระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	59
ตาราง 10 ลักษณะของความสามารถทางคณิตศาสตร์ 6 ระดับ ใน PISA 2018	62
ตาราง 11 งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	71
ตาราง 12 การจัดการศึกษาตามแนวคิดปรัชญาการศึกษาพิพัฒนาการนิยม (สิทธิพล อาจอินทร์. 2563: 111)	73
ตาราง 13 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์	83
ตาราง 14 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	89

ตาราง 15 การสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์.....	98
ตาราง 16 องค์ประกอบของหลักสูตรตามแนวคิดของไทเลอร์	102
ตาราง 17 ตารางแสดงขั้นตอนของแต่ละรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร	107
ตาราง 18 แสดงระยะการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	129
ตาราง 19 รายละเอียดเนื้อหาสาระของหลักสูตร	138
ตาราง 20 การวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	145
ตาราง 21 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ตามกรอบแนวคิดการวิจัย.....	158
ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	161
ตาราง 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	162
ตาราง 24 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลัก องค์ประกอบย่อยและตัว บ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	164
ตาราง 25 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	168
ตาราง 26 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบย่อยกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	169
ตาราง 27 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3	174
ตาราง 28 รายละเอียดเนื้อหาสาระของหลักสูตรแสดงบริบท สาระการเรียนรู้ เวลาเรียน และตัว บ่งชี้ที่วัดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้.....	181

ตาราง 29 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	182
ตาราง 30 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตร.....	186
ตาราง 31 ผลการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	188
ตาราง 32 ผลการประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	190
ตาราง 33 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร	193
ตาราง 34 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	200
ตาราง 35 แสดงผลคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยในภาพรวมมากกว่า 4.51	203

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย จาก PISA 2000 ถึง PISA 2022	3
ภาพประกอบ 2 คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยต่างกลุ่มโรงเรียน จาก PISA 2003 ถึง PISA 2018	7
ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย	22
ภาพประกอบ 4 ความสัมพันธ์ของการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา ในความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	30
ภาพประกอบ 5 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA	35
ภาพประกอบ 6 กรอบองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ PISA 2015	41
ภาพประกอบ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง เนื้อหา บริบทและทักษะการแก้ปัญหา ในความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	43
ภาพประกอบ 8 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	46
ภาพประกอบ 9 กลุ่มสมรรถนะของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	47
ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศของคลอสเมียร์	78
ภาพประกอบ 11 วิธีการแบบเปิด 4 ชั้นของลำดับวิธีการสอนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา.....	80
ภาพประกอบ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	93
ภาพประกอบ 13 วงจรการเรียนรู้แบบ 7E	97
ภาพประกอบ 14 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักสูตร ตามแนวคิดของทาบา	104
ภาพประกอบ 15 วัฏจักรกระบวนการการพัฒนาหลักสูตรของ สงัด อุทรานันท์	109
ภาพประกอบ 16 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์	111
ภาพประกอบ 17 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตีฟเฟิลบีม	114

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการตอบแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนด้วยหลักสูตร	194
ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างการตอบใบกิจกรรมในบริบทส่วนตัวและครอบครัว ระหว่างเรียนด้วยหลักสูตร	196
ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างการตอบใบกิจกรรมในบริบทอาชีพ ระหว่างเรียนด้วยหลักสูตร	197
ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างการตอบแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยหลักสูตร	199



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

องค์การ UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) ได้กำหนดกลยุทธ์ด้านการศึกษาระหว่างปี ค.ศ.2014-2021ซึ่งหนึ่งในวัตถุประสงค์เชิงกลยุทธ์ ข้อหนึ่งคือการพัฒนากระบวนการศึกษาเพื่อส่งเสริมคุณภาพและครอบคลุมการเรียนรู้ตลอดชีวิตสำหรับทุกคน การพัฒนากระบวนการเรียนรู้และการประเมินที่มีประสิทธิผลโดยพิจารณาผลลัพธ์จากตัวผู้เรียน นำไปสู่แนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้และการประเมินผลโดยการพัฒนาในสามแนวทาง นั่นคือหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล การเรียนรู้ UNESCO จึงสร้างความร่วมมือในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับนานาชาติทั้งกับสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินสัมฤทธิ์ผลทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) และองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) ซึ่งจัดการประเมินผลระดับนานาชาติที่สำคัญ นั่นคือ โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment) หรือ PISA เพื่อศึกษาแนวโน้มของผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ระหว่างประเทศและความก้าวหน้าในการศึกษาการอ่านออกเขียนได้ระหว่างประเทศ การประเมินผลและการให้ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้เป็นตัวชี้วัดเพื่อกำหนดนโยบายในการพัฒนาศักยภาพด้านการศึกษาของประเทศนั้น ๆ (UNESCO Education Strategy 2014-2021: 41-43) จึงเห็นได้ว่าผลลัพธ์จากการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่แสดงศักยภาพด้านการศึกษาของประเทศไทย

จากแผนการปฏิรูปประเทศด้านการศึกษา ผลการพัฒนาคุณภาพการศึกษายังไม่เป็นที่น่าพอใจ จากผลการประเมินในระดับชาติและนานาชาติ พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET, 2561) ของนักเรียนไทยทั่วประเทศอยู่ในระดับต่ำมาก โดยพบว่าในภาพรวมของประเทศผลคะแนนเฉลี่ยในปี พ.ศ.2561 ไม่มีรายวิชาใดได้คะแนนเกินร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มซึ่งเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิต คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยอายุ 15 ปีต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (OCED) ทุกวิชา เมื่อพิจารณาจาก 79 ประเทศที่เข้าร่วมการประเมิน PISA ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 68 ด้านการอ่าน โดยมีผลการ

ประเมินคณิตศาสตร์อันดับที่ 59 และมีผลการประเมินวิทยาศาสตร์อันดับที่ 55 ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแปซิฟิก (EAP) นำหน้าเพียงอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์เท่านั้น แต่ดีกว่าประเทศที่เหลือทั้งหมด หากพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานโลก คือ 500 คะแนน พบว่า ประเทศไทยมีผู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานโลกในผลการประเมินคณิตศาสตร์มากถึงร้อยละ 53.8 ของคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานโลก ซึ่งเมื่อเทียบกับประเทศเวียดนามพบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือเวียดนามมีผู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานโลกเพียง ร้อยละ 7.8 ของคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานโลกในผลการประเมินคณิตศาสตร์ และจากการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับนานาชาติในปี 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study : TIMSS, 2015) ซึ่งประเมินความรู้และทักษะคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำทั้งสองวิชา ทั้งสองระดับดังกล่าว

ในรอบการประเมินล่าสุดของ PISA 2022 ซึ่งเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือเรียกว่า “ความฉลาดรู้” (Literacy) ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) พบว่าผลการประเมินความฉลาดรู้ของประเทศไทย นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยด้านการอ่าน 379 คะแนน ด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน และ ด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ทั้งสามด้าน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2018 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยลดลงทั้งสามด้าน ด้านการอ่านลดลง 14 คะแนน ด้านคณิตศาสตร์ลดลง 25 คะแนน และด้านวิทยาศาสตร์ลดลง 17 คะแนน เมื่อพิจารณาเฉพาะผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2022 ในภาพประกอบ 1 พบว่าแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากผลการประเมินนี้จึงเป็นตัวชี้วัดให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ผ่านมากกว่า 10 ปีของประเทศไทยไม่ได้ตอบโจทย์การประเมินของ PISA เนื่องด้วยผลการประเมินไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แต่กลับลดลงจาก 419 คะแนน ในปี 2018 เหลือ 394 คะแนน ในปี 2022



ภาพประกอบ 1 คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย จาก PISA 2000 ถึง PISA 2022

ที่มา : ผลการประเมิน PISA 2022 ของประเทศไทย

จากภาพประกอบ 1 คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ถึง 440 คะแนน โดยเป้าหมายและตัวชี้วัดภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นการพัฒนาศึกษาเรียนรู้ ในปี พ.ศ. 2565 นักเรียนไทยต้องได้คะแนนเฉลี่ย PISA เป็น 470 คะแนน ผลคะแนนจากการทดสอบ PISA ถือเป็นตัวชี้วัดว่าคนไทยมีการศึกษาที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล มีทักษะที่จำเป็นของโลกศตวรรษที่ 21 สามารถแก้ปัญหา ปรับตัว สื่อสาร และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

หน่วยงานที่รับผิดชอบเป็นผู้ดำเนินการประเมิน PISA ในประเทศไทยในฐานะศูนย์แห่งชาติ คือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดกรอบการสุ่มตัวอย่างของประเทศไทยในการเข้าร่วมการประเมิน ดำเนินการเป็นสองระดับ คือ การสุ่มตัวอย่างระดับโรงเรียน และการสุ่มตัวอย่างระดับนักเรียน โดยจำนวนโรงเรียนที่อยู่ในกรอบการสุ่มตัวอย่าง PISA 2018 ของประเทศไทย จำแนกตามสังกัดและระดับชั้นที่เปิดสอน มีรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนโรงเรียนที่อยู่ในกรอบการสุ่มตัวอย่าง PISA 2018 ของประเทศไทย จำแนกตามสังกัดและระดับชั้นที่เปิดสอน

กลุ่ม ที่	โรงเรียนในสังกัด	จำนวนโรงเรียน (โรง)		จำนวนนักเรียน (คน)	
		ประชากร	ตัวอย่าง ที่สุ่มได้	ประชากร	ตัวอย่างที่ สุ่มได้
1	สพฐ. ที่เปิดสอนระดับ ม.ต้น อย่างเดียว	6,960	51	83,755	302
2	สพฐ. ที่เปิดสอนทั้งระดับ ม.ต้น และ ม.ปลาย	2,441	88	350,753	3,509
3	สพฐ. ที่เปิดสอนระดับ ม.ปลาย อย่างเดียว	8	2	1,264	84
4	สช. ที่เปิดสอนระดับ ม.ต้น อย่างเดียว	585	44	6,623	16
5	สช. ที่เปิดสอนทั้งระดับ ม.ต้น และ ม.ปลาย/ปวช.	677	16	55,076	663
6	กทม. ที่เปิดสอนระดับ ม.ต้น อย่างเดียว	100	25	1,975	455
7	กทม. ที่เปิดสอนทั้งระดับ ม.ต้น และ ม.ปลาย	9	9	1,170	378
8	อปท. ที่เปิดสอนระดับ ม.ต้น อย่างเดียว	304	6	3,956	55
9	อปท. ที่เปิดสอนทั้งระดับ ม.ต้น และ ม.ปลาย/ ปวช.	347	17	26,561	677
10	อปท. ที่เปิดสอนระดับ ม.ปลาย/ปวช. อย่างเดียว	12	2	902	84
11	โรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัย	34	21	4,028	818
12	วิทยาลัยในสังกัด สอศ.	849	36	149,094	1,449
13	โรงเรียนเน้นวิทย์ ที่เปิดสอนทั้งระดับ ม.ต้น และ ม.ปลาย	12	12	1,455	504
14	โรงเรียนเน้นวิทย์ ที่เปิดสอนระดับ ม.ปลาย อย่าง เดียว	2	2	207	84
รวม		12,340	291	686,819	9,078

กลุ่มโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัย ภายใต้สังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มีจำนวนโรงเรียน 21 โรงเรียนคิดเป็น 7.2% ของโรงเรียนตัวอย่างที่สุ่มได้ เมื่อได้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแล้วสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงดำเนินการสุ่มตัวอย่างระดับนักเรียนโดยสุ่มจากรายชื่อนักเรียนอายุ 15 ปีของโรงเรียน จากโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนละประมาณ 42 คน รายละเอียดจำนวนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้ และจำนวนนักเรียนที่เก็บข้อมูลได้จริงใน PISA 2018 ของประเทศไทย

โรงเรียนในสังกัด	จำนวนโรงเรียน กลุ่มตัวอย่าง (โรง)	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	
		จำนวนนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่สุ่ม ได้ (คน)	จำนวนนักเรียน ที่เก็บข้อมูลได้ จริง (คน)
สพฐ. (ขยายโอกาส)	51	302	285
สพฐ. (มัธยมศึกษา)	90	3,593	3,481
สช.	20	679	660
กทม.	34	833	792
อปท.	25	816	780
สาธิต	21	818	778
สอศ.	35	1,449	1,304
เน้นวิทย์	14	588	582
รวม	290	9,078	8,622

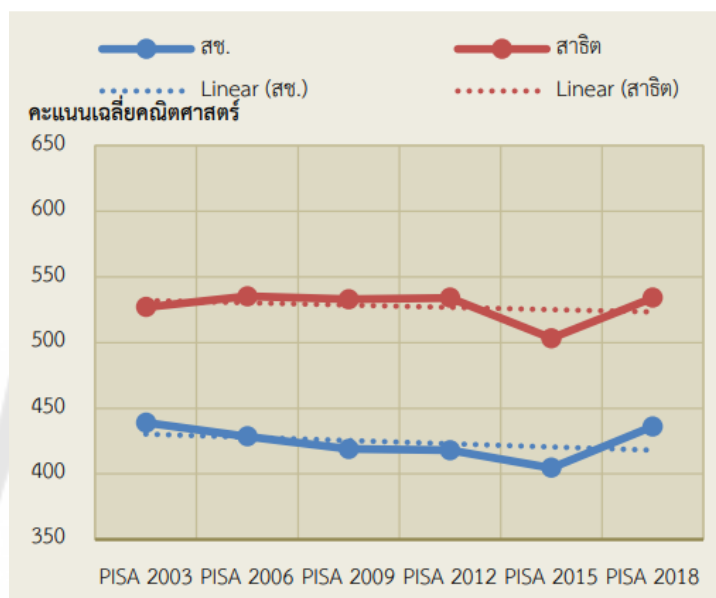
เนื่องจากผลการประเมินคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยกลุ่มโรงเรียนสาธิต ใน PISA 2018 ได้คะแนนเฉลี่ย 534 คะแนน ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ (419 คะแนน) และค่าเฉลี่ย OECD (489 คะแนน) และมากกว่าคะแนนตามตัวชี้วัดภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติที่ได้กำหนดไว้ เมื่อพิจารณารายละเอียดการเก็บข้อมูลจากตาราง 2 จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลได้จริงของกลุ่มโรงเรียนในสังกัดสาธิต มีจำนวน 778 คน จากจำนวนนักเรียนสาธิตกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้ 818 คน คิดเป็นร้อยละ 95.11 และคิดเป็นร้อยละ 9 ของจำนวนนักเรียนที่เก็บข้อมูลได้จริงทั้งประเทศ โดยในแต่ละโรงเรียนในสังกัดสาธิต สสวท. จะทำการสุ่มนักเรียนจากรายชื่อที่โรงเรียนจัดทำมาโรงเรียนละ 42 คน คิดเป็นร้อยละ 5.4 ของจำนวนนักเรียนจากโรงเรียนสาธิตที่เก็บข้อมูลได้จริง เมื่อพิจารณาในการประเมินของแต่ละโรงเรียนในสังกัดสาธิต ยกตัวอย่างเช่น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ซึ่งเป็นหนึ่งในแปดของโรงเรียนสาธิตในภูมิภาค กรุงเทพฯและปริมณฑล ที่เข้าร่วมการประเมิน PISA 2018 ทาง สสวท. สุ่มตัวอย่างนักเรียน 42 คน จากนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)ทั้งสิ้น 370 คน มาเข้าร่วมสอบ ซึ่งคิด

เป็นเพียงร้อยละ 11.35 ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียน ซึ่งตัวเลขนี้อาจไม่สามารถบอกได้ว่านักเรียนทุกคนของกลุ่มโรงเรียนสาธิตจะทำแบบทดสอบได้คะแนนที่มากกว่า 500 คะแนน และอาจไม่สามารถยืนยันได้ว่านักเรียนไทยทั่วประเทศนั้นจะสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มาจากบริบทโลกชีวิตจริงได้

เพื่อเป็นการยืนยันว่านักเรียนในสังกัดโรงเรียนสาธิตมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในบริบทโลกจริง ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA อันได้แก่ บริบทส่วนตัว บริบททางการงานอาชีพ บริบทสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ ใน 4 เรื่อง คือ ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ความไม่แน่นอนและข้อมูล และการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ผู้วิจัยจึงได้สร้างเครื่องมือที่เป็นแบบทดสอบอัตนัยรวมจำนวน 4 ข้อ คิดเป็น 10 คะแนนเต็ม ตามบริบทและเนื้อหาการประเมินของ PISA ซึ่งเลือกจากแนวข้อสอบ PISA2022 และแบบทดสอบ PISA ปีที่ผ่านมา ให้นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 370 คน จากห้องเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้ทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยรวมของนักเรียน 12 ห้องเรียนเป็น 2.05 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน เมื่อศึกษาการให้เหตุผลและวิธีการคิดของนักเรียนห้องที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด (1 คะแนน) พบว่า นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มาจากบริบทโลกจริงได้ มีนักเรียนถึงร้อยละ 94 ของนักเรียนห้องที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด ที่ไม่สามารถตอบคำถามที่มาจากบริบททางวิทยาศาสตร์ได้ และนักเรียนทั้งหมดไม่สามารถตอบคำถามที่มาจากบริบททางการงานอาชีพ สำหรับวิธีคิดของนักเรียนในห้องที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด (2.76 คะแนน) พบว่า นักเรียนตอบคำตอบถูกแต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ และนักเรียนในห้องที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด ทำข้อสอบในบริบททางการงานอาชีพและบริบททางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนต่ำที่สุด จากผลคะแนนเฉลี่ยนี้ อาจเป็นเพียงข้อบ่งชี้หนึ่งที่ทำให้ผู้วิจัยได้เห็นปัญหาในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนสังกัดสาธิต ที่อาจยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาในบริบทโลกจริงได้อย่างแท้จริง

เมื่อพิจารณาแนวโน้มผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในกลุ่มโรงเรียนสาธิต ดังภาพประกอบ 2 พบว่า กลุ่มโรงเรียนสาธิตอยู่ในกลุ่มโรงเรียนที่มีแนวโน้มผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลง ตลอดการประเมิน PISA 2003 จนถึง PISA 2018 คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในกลุ่มโรงเรียนสาธิตมีค่ามากกว่า 500 คะแนนในทุกปีที่มีการประเมิน ยกเว้นปี 2015 จากผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในกลุ่มโรงเรียน

สาธิต กับผลคะแนนเฉลี่ยจากเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) นั้นยังพบความไม่สอดคล้องกันของผลคะแนนระดับประเทศ กับคะแนนที่นักเรียนทำได้จริง



ภาพประกอบ 2 คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยต่างกลุ่มโรงเรียน จาก PISA 2003 ถึง PISA 2018

ที่มา : ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (2564: 180)

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในกลุ่มโรงเรียนสาธิต เพื่อถอดบทเรียนแล้วนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในกลุ่มโรงเรียนสังกัดอื่นนอกจากโรงเรียนในสังกัดสาธิต หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมดังกล่าวจะเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้สอนและผู้เรียนที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามกรอบการประเมินของ PISA 2022 ซึ่งคำนึงถึงความจำเป็นที่ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 เน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงสิ่งที่แต่ละบุคคลกระทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหาด้วยคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง พร้อมทั้งมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking ; CT) ซึ่งเป็นจุดเน้นสำคัญในการประเมินความฉลาดรู้ด้าน

คณิตศาสตร์ เนื่องจากความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เกิดจากการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง เพื่อแก้ปัญหา เพื่อวิเคราะห์และหาข้อสรุปจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ผู้เรียนที่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จะส่งผลทำให้ผู้เรียนคิดอย่างคณิตศาสตร์ได้ เป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ เพราะรู้จักคิดวิเคราะห์ มีเหตุผล รู้จักการนำความรู้ไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตและการทำงาน ไม่เพียงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จะเป็นลักษณะความสามารถส่วนบุคคลแต่ยังเป็นการส่งเสริมประชาธิปไตยและอารยธรรมในสังคมด้วย จึงถือเป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ควรรับผิดชอบให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตลอดการเรียนในหลักสูตร ความรู้และทักษะที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างแท้จริงที่ควรมีอยู่ในหลักสูตรของโรงเรียน (ที ฆ ท ศ น์ ญ า ณ ะ ท วิ , 2564 Murat Genc, 2019) สอดคล้องกับ แผนงานนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการประเทศไทย และแผนการปฏิรูปประเทศ (Big ROCK) ด้านการศึกษาที่ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ให้ทันสมัยสู่การเรียนรู้ฐานสมรรถนะ ยกตัวอย่างหลักสูตรฐานสมรรถนะของประเทศเวียดนามซึ่งเป็นประเทศในกลุ่มอาเซียนที่มีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ 496 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 24 จากประเทศที่เข้าร่วมการทดสอบทั้งหมด 79 ประเทศ คณิตศาสตร์ถูกกำหนดให้เป็นหัวข้อเพื่อช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมถึงการคิดและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการใช้เครื่องมือและซอฟต์แวร์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังเน้นย้ำถึงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความหมายและการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ และสัมผัสประสบการณ์การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงด้วย พร้อมทั้งมีการเตรียมพร้อมผู้สอน ในการสร้างเครื่องมือให้ผู้สอนสามารถบูรณาการการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ (An Nguyen et al, 2019) เห็นได้ว่าหลักสูตรฐานสมรรถนะในประเทศเวียดนาม เตรียมพร้อมเพื่อตอบโจทย์การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของ PISA อย่างชัดเจน

หลักสูตรเปรียบเสมือนเข็มทิศที่ใช้ในการกำหนดเป้าหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งวิธีวัดประเมินผล หลักสูตรเป็นเครื่องมือในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ อนาคตการศึกษาของชาติย่อมมาจากหลักสูตรที่มีวิสัยทัศน์ ดังนั้นถ้าหลักสูตรของชาติมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพ มีความเหมาะสม ก็จะส่งผลให้การศึกษาของชาติมีคุณภาพด้วย (สิทธิพล อาจอินทร์. 2563: 7) เมื่อหันกลับมาพิจารณาหลักสูตรในประเทศไทยนั้น ในช่วงระยะเวลาการเปลี่ยนผ่านจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เป็นหลักสูตรอิงมาตรฐานไปสู่หลักสูตรฐานสมรรถนะในอนาคต สสวท. ได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียน

ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยการออกแบบหลักสูตรสถานศึกษาและการจัดการเรียนการสอน โดยยกตัวอย่างโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 แต่ยังไม่เห็นหลักสูตรและแผนการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจนที่ส่งเสริมสมรรถนะเฉพาะ ซึ่งมีลักษณะเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับวิชานั้น ๆ และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสมรรถนะหลักที่กำหนดไว้ เช่น สมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสมรรถนะในความฉลาดรู้พื้นฐาน (แนวทางการพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในช่วงเปลี่ยนผ่านสู่หลักสูตรฐานสมรรถนะ, 2564: 6,15) ดังนั้นผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยจึงยังไม่มีเครื่องมือที่จะช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลเบื้องต้นจากผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 7 ปีขึ้นไป ภายใต้สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน และสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวนรวมทั้งสิ้น 12 ท่าน โดยให้ผู้สอนตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อหลักสูตรสถานศึกษาในการจัดการเรียนรู้อาเซียนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่า มีผู้สอนจำนวน 9 ท่านมีความคิดเห็นว่าหลักสูตรในสถานศึกษามีการสอดแทรกให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน มีการยกตัวอย่างปัญหาในโลกจริงที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ลองแก้ปัญหา ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการแก้ปัญหา แต่อาจจะยังไม่เด่นชัด มองไม่เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน จึงอาจต้องมีรายวิชาหรือการประเมินที่ชัดเจน และครูจากสองโรงเรียนมีการสอดแทรกในรายวิชาเพิ่มเติมให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย บางสายวิชา แต่ยังมีจำนวนน้อย ทั้งนี้ผู้สอนทุกท่านเห็นด้วยในระดับมากที่สุดว่าสถานศึกษาควรมีหลักสูตรที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 แต่เป้าหมายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งนำไปประยุกต์ได้ และต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งไม่ได้กล่าวถึงการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้ชัดเจน ที่ผู้เรียนต้องสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะจุดเน้นสำคัญในการประเมินผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

นั่นคือ ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ด้วย ดังนั้นจากข้อมูลความคิดเห็นของผู้สอนและข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสถานศึกษาควรจะต้องมีหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนไทยที่ชัดเจน ทั้งนี้ PISA ได้ให้นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ว่าเป็น “ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2565)

จากพจนานุกรมของแคมบริดจ์ได้ให้ความหมายของ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นความรู้และทักษะที่จำเป็นในการใช้ชีวิตในแง่มุมของการเงิน เศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม และความเจริญสมัยใหม่ นอกจากนี้ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ยังรวมไปถึงการใช้เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ ทั้งมโนทัศน์ ทฤษฎีบท วิธีการ เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ อีกทั้งทำให้ผู้เรียนได้ตระหนักและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกสมัยใหม่ โดยประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ เริ่มตั้งแต่ 1) การแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ 2) สามารถใช้หลักการ กระบวนการ และเลือกใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีแก้ปัญหานั้น 3) ประเมินวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาและตีความผลลัพธ์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทของโลกชีวิตจริง (Lailiyah, 2017; Lestari, 2019 และ สสวท.) ซึ่งสอดคล้องกับบทความวิจัยของ Aulia Nurutami (2018) ที่กล่าวถึงความหมายของ Mathematical Literacy ว่าเป็นความรู้ที่ผู้เรียนสามารถรู้ เข้าใจ บทบาทของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงและใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการใช้ชีวิตประจำวันได้ และยังเป็นการแสดงความสามารถในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้วย

ทั้งนี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ยังประกอบไปด้วย 5 สมรรถนะ ดังต่อไปนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 4) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 5) การนำเสนอทางคณิตศาสตร์ (สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา, 2000) รวมไปถึง

ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ทักษะการสื่อสาร การนำเสนอ การให้เหตุผล การออกแบบกลยุทธ์ การใช้สัญลักษณ์ เทคนิค และการดำเนินการ และการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ด้วย (Lestari, 2019: 2) รวมทั้งเป็นความสามารถในการคิดไตร่ตรองถึงกระบวนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินและตัดสินใจของข้อมูล นอกจากนี้ ผู้เรียนยังต้องนำกระบวนการคิดเชิงคำนวณ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อแยกส่วนและย่อยปัญหา เลือกใช้เครื่องมือคำนวณที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา และสร้างหรือระบุลำดับขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหา สิ่งเหล่านี้คือสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21

เมื่อพิจารณาผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (2564, 117-120) พบว่ามีนักเรียนไทย 52.7% ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ระดับ 1 นั่นคือ นักเรียนสามารถตอบคำถามคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่เคยพบหรือคุ้นเคยมาก่อน ซึ่งบริบทต้องให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเป็นคำถามที่ถามตรง ๆ อย่างชัดเจน สามารถระบุสาระที่ต้องการ และสามารถทำโจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่เคยทำเป็นประจำโดยทำตามคำสั่งที่บอกไว้ในสถานการณ์อย่างชัดเจน สามารถทำได้เฉพาะเมื่อมีการบอกอย่างชัดเจนและทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้ โดย PISA ถือว่านักเรียนที่มีคะแนนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับนี้เป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ และมีนักเรียนไทย 47% ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ระดับ 2 โดยในระดับนี้นักเรียนสามารถใช้ลำดับขั้นตอน สูตรคำนวณ กระบวนการ หรือข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเลข ทั้งนี้พบว่านักเรียนไทยเพียง 8% ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับ 4 โดยในระดับนี้นักเรียนต้องสามารถเลือกและบูรณาการการนำเสนอแบบต่าง ๆ หลายแบบ รวมทั้งการใช้สัญลักษณ์แทน (เช่น สมการ หรือสูตร) โดยนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง โจทย์คณิตศาสตร์ในระดับนี้มีรูปแบบชัดเจน แต่อยู่ในสถานการณ์ซับซ้อนที่ค่อนข้างเป็นรูปธรรม และอาจมีข้อจำกัดเข้ามาเกี่ยวข้องกับนักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้เหตุผลด้วยความเข้าใจ สามารถสร้างและสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการตีความ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยไม่สามารถตีความ และไม่สามารถใช้การนำเสนอทางคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันและไม่สามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลโดยตรงจากแหล่งข้อมูลนั้น ๆ ได้ การแก้ปัญหานักเรียนยังไม่สะท้อนให้เห็นว่ามีการตีความและใช้ความเป็นเหตุเป็นผลในขั้นพื้นฐานได้

จากผลการประเมิน PISA 2018 ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการตีความ หรือใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากบริบททั่วไปในชีวิตจริงได้ และเมื่อพิจารณาจากการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของประเทศไทยในห้องเรียนจริงกลับพบว่า ผู้เรียนยังเกิดคำถามที่ว่า “เรียนคณิตศาสตร์ไปทำไม” “ไม่เห็นเกี่ยวข้องกับชีวิตหรือไม่เคยใช้ในชีวิตเลย” เป็นที่ยอมรับว่าผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ต้องเคยพบคำถามเหล่านี้จากผู้เรียน เนื่องด้วยในการจัดการเรียนการสอนจะเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาหลักทางคณิตศาสตร์เท่านั้น จึงทำให้นักเรียนเกิดคำถามว่าเรียนแล้วเอาไปใช้ทำอะไร โดยผู้สอนได้อธิบายการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันบ้างเป็นครั้งคราว ในการทำแบบทดสอบและแบบฝึกหัดผู้เรียนมักจะมีปัญหาว่าจะใช้ความรู้เรื่องอะไร ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกว่านักเรียนขาดการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนไม่สามารถนำทฤษฎีบท กฎนิยามหรือสูตรทางคณิตศาสตร์มาใช้หาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง คนส่วนใหญ่เข้าใจความหมายของคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่ต้องใช้ตัวเลขมีการคำนวณ บวก ลบ คูณ หารและมองว่าเป็นสิ่งที่จับต้องได้ยาก แต่ก็มีหลากหลายบุคคลที่ได้ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ในหลากหลายรูปแบบ อัมพร ม้าคนอง (2558) ได้กล่าวไว้ว่าคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีความหมายและขอบเขตของเนื้อหามากกว่าเรื่องของตัวเลขและการคำนวณโดยมุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาประกอบการคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและสมเหตุสมผลเป็นการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบแบบแผน และมีขั้นตอนการคิดหรือการทำงานที่เป็นไปตามหลักวิชา ความสำเร็จของการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงอยู่ที่ความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาได้จริง

ปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อกระบวนการเรียนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558: 43-44) สะท้อนว่านักเรียนไทยมีชั่วโมงเรียนต่อสัปดาห์และจำนวนวิชาเรียนสูง ทำให้การเรียนเป็นเหมือนการอัดแน่นเข้าไว้ ไม่มีเวลาให้ผู้เรียนค่อยๆ ทำความเข้าใจ เปรียบเสมือนกินอาหารโดยไม่มีเวลาย่อย แต่เมื่อถึงเวลาสอบนักเรียนย่อมต้องการคะแนนดี จึงหาทางลัดโดยการเรียนพิเศษหรือกวดวิชา ซึ่งส่วนมากเน้นเทคนิควิธีการตอบข้อสอบแบบลัดเพื่อให้ได้คะแนน ปัจจุบันผู้เรียนส่วนใหญ่รวมทั้งผู้ปกครองให้ความสำคัญกับการเรียนพิเศษนอกเวลาเรียนมาก การเรียนพิเศษหรือกวดวิชา นอกจากไม่ช่วยการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาแล้ว ยังทำให้นักเรียนขาดโอกาสที่จะพัฒนาวิธีการคิด การใช้เหตุผลและผลในการสร้างคำอธิบาย และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการศึกษาระดับสูงและ

การใช้ชีวิตจริงในอนาคตหลังจากจบจากโรงเรียนไปแล้ว ส่งผลให้ผู้เรียนอ่อนแอในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้ผลการประเมินระดับนานาชาติชื่อว่า มีคะแนนอยู่ในกลุ่มต่ำมากในการประเมินผลนานาชาติที่มีข้อสอบหลากหลายประเภท ทั้งด้านวิธีคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และสมรรถนะอื่นๆ ทางคณิตศาสตร์ (กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์, 2561) ถึงแม้ว่าผู้เรียนบางคนจะมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ แต่ถ้าไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงของพวกเขาได้ ความรู้เหล่านั้นก็ไม่มี ความหมาย ดังนั้นหากผู้สอนสามารถสื่อสารความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน พวกเขาจะมีความสามารถที่จะเอาชนะปัญหาต่างๆ ในชีวิตในอนาคตได้ ตัวอย่างเช่น แพทย์ หนายความเจ้าหน้าที่ตำรวจหรือผู้พิพากษาจำเป็นต้องตัดสินใจอย่างรวดเร็วและสร้างวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและสมเหตุสมผลที่สุดสำหรับปัญหาที่เผชิญในชีวิตการทำงาน พวกเขาจะสามารถสร้างหนทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสำหรับตัวเอง โดยอาศัยความเข้าใจในความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพราะ ความเข้าใจดังกล่าวจะก่อให้เกิดและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ (Genc, M. & Erbas, A. K.) โดยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไม่ใช่คุณลักษณะที่ติดตัวมาในแต่ละบุคคลแต่เป็นคุณลักษณะที่เกิดจากการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสามารถพัฒนาได้ตลอดเวลา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2565)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนในโรงเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่สถานศึกษาสามารถเปิดรายวิชาเพิ่มเติมซึ่งมีการกำหนดรายวิชาเพิ่มเติมไว้ในโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาด้วย โดยการกำหนดหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมนั้นควรสอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษา เป็นไปตามจุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียนของแต่ละสถานศึกษา และคำนึงถึงบริบทของการเปลี่ยนแปลงในสังคมปัจจุบันด้วย (พรทิพย์ อ้นเกษม และคณะ, 2566) ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่จะช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยผู้สอนได้คือการมีหลักสูตร แต่ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่นำมาใช้ในการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยตรง หรือหากมีก็เป็น หลักสูตรเสริม หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมเฉพาะบางองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การพัฒนาหลักสูตรเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการใช้หลักสูตรเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (กชพรธณ เขมแก้วกุล และ ปริญญาภาษ สีทอง, 2563)

หรือการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกิตติมา ปัทมาวิไล (2559) หรือหลักสูตรที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสุธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2559) ที่ได้พัฒนาหลักสูตรขึ้นมาใหม่เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านการดำเนินการทางการคิด (การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล การนำเสนอตัวแทนความคิด) และด้านอักษณาศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจยังไม่ครอบคลุมพอที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับแนวคิดของสูนีย์ คล้ายนิล (2558: 13-15, 51) ที่พบว่าหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนไทยมีการพัฒนาปรับปรุงใหม่อยู่เสมอ แต่สิ่งที่ถูกเน้นย้ำทุกครั้งที่เปลี่ยนแปลงคือการให้มีความรู้คณิตศาสตร์ แม้บางครั้งจะมีการพูดถึงทักษะและความสามารถทางคณิตศาสตร์บ้างแต่ก็กล่าวถึงน้อยกว่าในด้านความรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรจึงมีโครงสร้างบนฐานของเนื้อหาสาระ (content base) ซึ่งอาจเหมาะสำหรับนักเรียนกลุ่มน้อยที่อนาคตจะเป็นนักวิชาชีพเฉพาะทาง เช่น นักคณิตศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ใช่เพื่อการเตรียมตัวนักเรียนส่วนใหญ่เพื่อการใช้ชีวิตหลังจากออกจากโรงเรียนไปแล้ว

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่อิงตามมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และ สอดแทรกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ถือเป็น การเตรียมความพร้อมในการเปลี่ยนผ่านจากหลักสูตรอิงมาตรฐานไปสู่หลักสูตรฐานสมรรถนะในอนาคต รวมทั้งให้ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมนี้มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ และเกิดความสามารถทางการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน และเพื่อให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบและชัดเจนยิ่งขึ้น พร้อมทั้งเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเพื่อรับการประเมิน PISA ในปีพ.ศ. 2565 และในอนาคต อีกทั้งกระบวนการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมนี้จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานทางการศึกษา

สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

คำถามของการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีคำถามในการวิจัย ดังนี้

1. องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีอะไรบ้าง
2. หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นควรมีลักษณะอย่างไร
3. หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพผลอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะก่อให้เกิดประโยชน์ด้านต่างๆ ดังนี้

1. ได้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ได้จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ

3. ได้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ทำให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการทางการคิดได้อย่างเหมาะสม สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้การแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริงได้

4. เป็นการเตรียมความพร้อมให้นักเรียน ที่จะได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมการแข่งขัน PISA ในอนาคตต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 10 ห้อง เป็นนักเรียนทั้งสิ้น 391 คน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบละความสามารภ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยให้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของหลักสูตร ประกอบด้วย

2.1 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นมีเนื้อหาทั้งหมด 12 หน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาสาระที่ใช้ ได้แก่ ปริมาณ ความไม่แน่นอนและข้อมูล การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริภูมิและรูปทรง ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนต้น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเวลาปกติ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 45 นาที เป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวม 24 คาบ และทดสอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร ครั้งละ 2 คาบ รวมใช้เวลาทั้งสิ้นจำนวน 28 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์** หมายถึง ความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ สื่อสารและเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหา ตีความและประเมิน (Interpret & Evaluate) คิดแปลงปัญหา (Formulate) ใช้คณิตศาสตร์ (Employ) โดยสามารถใช้แนวคิด หลักการ กระบวนการและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ นำมาแก้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ในบริบทของโลกชีวิตจริง สามารถแปลงปัญหา และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ให้กลับไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ พร้อมทั้งมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถสร้างสรรค์วิธีแก้ปัญหาไปที่ละขั้นทีละตอน (สร้างอัลกอริทึม) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการย่อยปัญหาที่ช่วยให้อธิบายกับปัญหาที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น รวมถึงสามารถใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการทำนายคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในโลกจริงได้ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก คือ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง ซึ่งประเมิน จาก แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA โดยเป็นแบบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาคณิตศาสตร์ ใน 4 เรื่อง คือ ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ความไม่แน่นอนและข้อมูล การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ รวมทั้งเป็นเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทส่วนตัวและครอบครัว บริบททางการงานอาชีพ บริบทสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. **หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์** หมายถึง แผนการจัดมวลงประเมินการศึกษาระดับมัธยมศึกษาทั้งหมดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พร้อมทั้งตอบสนองความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรประกอบด้วย

2.1 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคาดหวังของหลักสูตรว่า ผู้เรียนที่เรียนจบหลักสูตร จะมีคุณลักษณะทั้งในด้านความรู้ ทักษะ พฤติกรรม และเจตคติอย่างไรบ้าง

2.2 เนื้อหาสาระของหลักสูตร เป็นส่วนที่หลักสูตรต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้เกิดทักษะ ได้ประสบการณ์ โดยเนื้อหาสาระที่เลือกมามีความจำเป็นสำหรับผู้เรียน มีความถูกต้อง เชื่อถือได้ มีการกำหนดหน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ผู้วิจัยออกแบบการจัดวิธีการและการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) 7 ชั้น

2.4 การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ใช้ประเมินว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยใช้การประเมินที่หลากหลาย ได้แก่ แบบวัด ใบกิจกรรม การสังเกต ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

3. การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการสร้าง ทดลองใช้ ประเมินและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกระบวนการพัฒนาหลักสูตรแบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เป็นเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร โดยศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับ ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย มากำหนดเป็นองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้โดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 การยกร่างหลักสูตร เป็นการยกร่างหลักสูตรให้สอดคล้องกับความหมายขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คัดเลือกเนื้อหาสาระ จัดโครงสร้างเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดทำร่างหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 หาประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 4 นำร่างหลักสูตรไปศึกษานำร่องกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มประชากรแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตรแล้วจึงนำหลักสูตรที่พัฒนาแล้วไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ระยะที่ 3 การใช้หลักสูตรและประเมินผลหลักสูตร เป็นการนำร่างหลักสูตรในระยะที่ 2 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design ประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยการทดสอบก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร

ระยะที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตร เป็นการนำผลการทดลองใช้หลักสูตรจากระยะที่ 3 มาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรเพื่อให้ได้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ พร้อมเผยแพร่และนำไปใช้จริง

4.ประสิทธิภาพของหลักสูตร หมายถึง ผลการพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของหลักสูตรและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความเหมาะสมของหลักสูตร เป็นการพิจารณาความเหมาะสมของหลักสูตรใน 4 องค์ประกอบ คือ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ โดยประเมินจาก แบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร ที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5: เหมาะสมมากที่สุด 4: เหมาะสมมาก 3: เหมาะสมปานกลาง 2: เหมาะสมน้อย และ 1: เหมาะสมน้อยที่สุด โดยถ้ามีดัชนีความเหมาะสมซึ่งคำนวณจากค่าเฉลี่ย มีค่าตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 แสดงว่าหลักสูตรมีความเหมาะสม

4.2 ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตร เป็นการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบในหลักสูตรว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ ซึ่งพิจารณาจากความสอดคล้องกันระหว่างวัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับเนื้อหาสาระของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ เนื้อหาสาระของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการประเมินผลการเรียนรู้ และหน่วยการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยประเมินจาก แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตร แบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ 1: มีความสอดคล้องกัน 0: ไม่แน่ใจ และ -1: ไม่สอดคล้องกัน โดยถ้าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป แสดงว่าแต่ละองค์ประกอบในหลักสูตรมีความสอดคล้องกัน

5. ประสิทธิภาพของหลักสูตร หมายถึง การประเมินผลหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาจาก

5.1 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พิจารณาจาก ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดอัตโนมัติสอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ก่อนการใช้หลักสูตรและหลังการใช้หลักสูตร

5.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประเมินจากแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 4: พึงพอใจมากที่สุด 3: พึงพอใจมาก 2: พึงพอใจน้อย 1: พึงพอใจน้อยที่สุด 0: ไม่พึงพอใจเลย

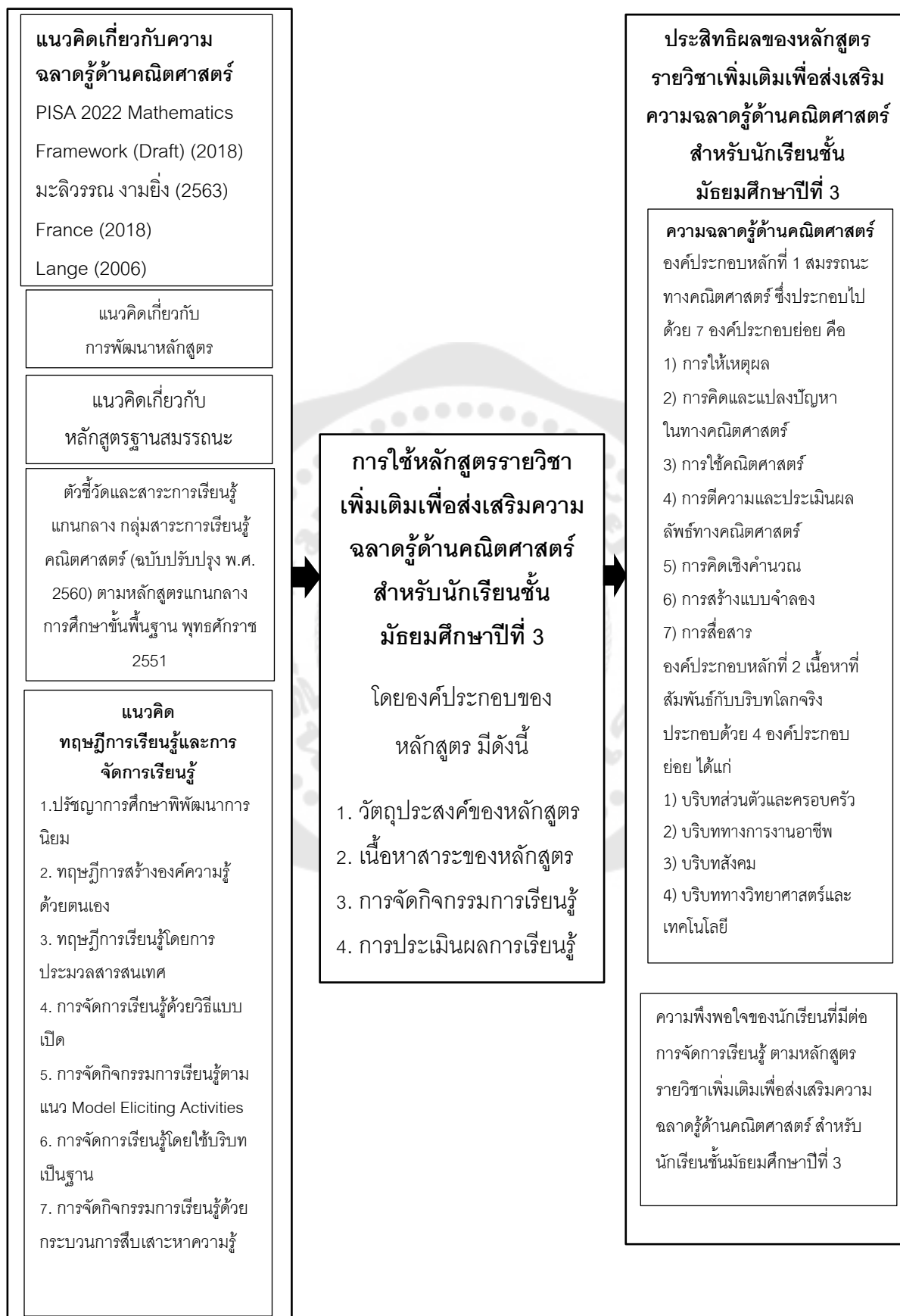
สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตร

2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยรวมมากกว่า 4.51

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ การพัฒนาหลักสูตร ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรฐานสมรรถนะ เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาหลักสูตรเพื่อนำมาพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยใช้รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ จนได้องค์ประกอบของหลักสูตร คือ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เน้นผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาที่พัฒนาการนิยม ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ในหลักสูตรนี้ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งขึ้นกับสถานการณ์ในบริบทของโลกชีวิตจริงแต่ละหน่วยการเรียนรู้ สรุปได้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้เป็น

1. แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 1.2 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 1.3 การวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 1.4 แนวทางในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
2. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 2.1 ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism)
 - 2.2 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
 - 2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ
 - 2.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach)
 - 2.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs)
 - 2.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning, CBL)
 - 2.7 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) 7 ชั้น
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร
 - 3.1 ความหมายของหลักสูตร
 - 3.2 องค์ประกอบของหลักสูตร
 - 3.3 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร
 - 3.4 รูปแบบการประเมินหลักสูตร
 - 3.5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - 3.6 หลักสูตรฐานสมรรถนะ
 - 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร

1. แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

จากการประเมิน PISA ที่ผ่านมารวมถึงงานวิจัยทางการศึกษาจำนวนมากได้ทำการศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) โดยใช้คำว่า การรู้คณิตศาสตร์ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ผู้รู้คณิตศาสตร์ ทั้งนี้ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์”

1.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาจากกรอบการประเมิน PISA 2015 ที่ผ่านมาระยะหนึ่งและการประเมินที่กำลังจะมาถึงสำหรับ PISA 2022 ได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยสรุป คือ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้แนวคิดกระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง มีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม และสร้างสรรค์สังคมสามารถค้นพบและประเมินเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันและในอนาคต นอกจากนี้ ผู้เรียนยังต้องนำกระบวนการคิดเชิงคำนวณมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อแยกส่วนและย่อยปัญหา เลือกใช้เครื่องมือคำนวณที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา และสร้างหรือระบุลำดับขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหา โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้บุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุป และตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์, 2561; ชนน คันทาว์, 2561; สสวท.; PISA 2021 Mathematics Framework (Draft), 2018)

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยสรุปหมายถึง ความรู้ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ ครอบคลุมและข้อจำกัดของแนวคิดคณิตศาสตร์ สามารถประเมินผลข้อโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงสามารถให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ สามารถเสนอปัญหา และเลือกวิธีการนำเสนอสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ที่ท้าทาย โดยนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการเรียนในชั้นเรียนมาใช้ประโยชน์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือทำความเข้าใจ

เข้าใจสิ่งต่างๆ ที่พบในบริบทชีวิตจริงซึ่งมีความแตกต่างกันไปจากที่พบในชั้นเรียน รวมทั้งความสามารถในการพิจารณาว่าเมื่อใดควรนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใดมาใช้และใช้อย่างไร และมีทักษะที่จำเป็น ทั้งทักษะทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหาและการสื่อสาร การคิด วิเคราะห์ มีความสามารถและแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้ที่รู้คณิตศาสตร์ที่แท้จริงไม่ใช่เพียงเป็นผู้มีความรู้มาในวิชาคณิตศาสตร์ แต่ต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์ต่างๆ ที่พบได้อย่างเหมาะสม และสามารถตัดสินใจได้ว่ามโนทัศน์ใดควรนำมาใช้ในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งไม่ใช่เพียงคุ้นเคยกับคณิตศาสตร์แต่เต็มเปี่ยมไปด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง (สุณิสสา สุมิรัตน์, 2555; สุชาติ ปัทมวิภาต, 2557; สุณีย์ คล้ายนิล, 2549; Ontario, 1999)

Jablonka (2003: 84-96) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไม่สามารถนิยามในรูปของความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่จะเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ หรือเป็นสมรรถนะส่วนตนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปสู่การปฏิบัติ และได้จำแนกความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็น 5 ประเภท ตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อการพัฒนามนุษย์ มุ่งเน้นการจัดการและการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแปลความและจัดการชีวิตประจำวันได้ เช่น ปัญหาในสถานที่ทำงาน ปัญหาในชุมชน ซึ่งแนวคิดหลักคือ ปัญหาทุกชนิดสามารถสร้างเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์และแก้ได้ด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์

2. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อความเป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม คณิตศาสตร์ที่สอนในโรงเรียนและที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันมีความแตกต่างกัน โดยที่คณิตศาสตร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่จะเป็นคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบเป็นไปตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น หรือเป็นการศึกษาเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง แต่ละประเทศมีหลายวัฒนธรรมที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งไม่ได้มุ่งเน้นการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จะช่วยให้ทุกวัฒนธรรมมีหลักสูตรการสอนที่เรียนไปในทิศทางเดียวกัน คือ การนำคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ประจำวัน

3. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการมองความเป็นจริงที่แตกต่างออกไปและเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นำไปสู่ความเป็นประชากรที่มีความคิด คณิตศาสตร์ควรเน้นที่การพิจารณาประเด็นวิกฤตทางสังคมและการเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ เช่น การเพิ่มขึ้นของประชากร การบริโภคของประชากร อัตราการเกิด การตาย ควรนำมาเชื่อมโยงและใช้เป็นส่วนหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

4. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อความตระหนักในสิ่งแวดล้อม ความคิดว่าคณิตศาสตร์ให้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ได้รับการยอมรับทั่วโลก ยิ่งไปกว่านั้นต้องการให้ทุกกลุ่มคนเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปสู่การวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลกพร้อมทั้งตระหนักในบทบาทของคณิตศาสตร์ด้วย

5. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อการประเมินด้านคณิตศาสตร์ เป็นการอภิปรายลักษณะและรูปแบบต่างๆ ของการใช้คณิตศาสตร์ เช่น การใช้ตัวแบบจำลอง กราฟิก และเทคโนโลยี รวมถึงการเรียนรู้และความสามารถในการประเมินค่าคณิตศาสตร์ และบทบาททางคณิตศาสตร์ที่ใช้อยู่

นิสแฮม (Nizham. 2017) ยังให้นิยามของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความสามารถที่รวมถึงการให้เหตุผล การคิดทางคณิตศาสตร์ การแสดงข้อพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแก้ปัญหา การนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์ และเทคโนโลยี นอกจากนี้ผู้เรียนที่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ต้องแสดงความสามารถดังนี้

- 1) ตอบคำถามในรูปทั่วไปโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบปกติ
- 2) ตีความและยอมรับสถานการณ์ที่ต้องการการอนุมานในทันที
- 3) ใช้วิธีการที่เหมาะสมและมีเหตุผลในการสื่อสาร ตีความ
- 4) ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพกับแบบจำลอง และสามารถบูรณาการสิ่งที่พบกับบริบทของโลกจริงได้

- 5) ทำงานกับแบบจำลองของสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน เข้าใจเงื่อนไขข้อจำกัดของตัวแปร เลือกประเมินกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน และมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประยุกต์วิธีการ กลยุทธ์ในการตีความและนำเสนอข้อค้นพบใหม่

กล่าวโดยสรุป ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ สื่อสารและเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาตีความและประเมิน (Interpret & Evaluate) คิดแปลงปัญหา (Formulate) ใช้คณิตศาสตร์ (Employ) โดยสามารถใช้แนวคิด หลักการ กระบวนการและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ นำมาแก้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ของโลกชีวิตจริง สามารถแปลงปัญหา และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ให้กลับไปแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริงได้ พร้อมทั้งมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถสร้างสรรควิธีแก้ปัญหาไปที่ละขั้นทีละตอน (สร้างอัลกอริทึม) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการย่อยปัญหาที่

ช่วยให้รับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น รวมถึงสามารถใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการทำนายคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในโลกจริงได้

1.2 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากกรอบการประเมินของ PISA 2022 และจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่นำเสนอกรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015 โดยองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นั้น มี 3 องค์ประกอบหลัก คือ 1) การให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3) บริบทที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้ข้อสรุปอย่างง่าย เลือกรูปแบบการให้เหตุผลที่เหมาะสม โดยอธิบายว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลในบริบทของปัญหา และตีความผลลัพธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ที่อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงเพื่อที่จะอธิบายความหมายของผลลัพธ์นั้น พร้อมทั้งวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างปัญหาทางคณิตศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหานั้น โดยผู้เรียนสามารถให้ข้อสรุปอย่างง่าย และเลือกรูปแบบการให้เหตุผลที่เหมาะสมได้ อธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลเมื่อพิจารณาจากบริบทของปัญหา ใช้และทำความเข้าใจคำจำกัดความ กฎ และระบบที่เป็นทางการ ตลอดจนการใช้อัลกอริทึม การคิดเชิงคำนวณและการให้เหตุผลเชิงคำนวณ ระบุและวิพากษ์ขีดจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างแบบจำลองเชิงคำนวณและปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบจำลอง อธิบายวิธีการทำงานของอัลกอริทึมอย่างง่าย เพื่อตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในอัลกอริทึมและโปรแกรม ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับเข้าสู่บริบทโลกแห่งความเป็นจริงเพื่ออธิบายความหมายของผลลัพธ์ อธิบายและปกป้องเหตุผลสำหรับการเป็นตัวแทนของสถานการณ์จริงที่ระบุหรือวางแผนไว้ และกระบวนการ ขั้นตอน หรือการจำลองที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือวิธีแก้ปัญหา ไตร่ตรองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งที่สนับสนุน หักล้าง หรือกำหนดคุณสมบัติของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาตามบริบท

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1.1) การคิดและแปลงปัญหา (Formulating Situation Mathematical)

นิยามการคิดในความสามารถผู้ด้านคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการรู้และบอกโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์ แล้วสร้างโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาที่พบในสถานการณ์ได้ สามารถตัดสินใจได้ว่าปัญหาส่วนใดที่ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ปัญหา สามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ การแปลงปัญหาที่เกี่ยวข้องไปถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยแสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้เพื่อทำความเข้าใจหรือแก้ไขปัญหาหรือความท้าทายที่น่าเสนอได้ และสามารถสร้างโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ใช้สัญลักษณ์ และลักษณะจำเพาะให้กับปัญหาในโลกชีวิตจริง ซึ่งสามารถให้เหตุผล ตั้งสมมติฐาน และพิจารณาข้อจำกัดได้อย่างสมเหตุสมผล รวมถึงความสามารถในการใช้สถานการณ์ที่น่าเสนอและเปลี่ยนเป็นรูปแบบที่สอดคล้องกับวิธีการทางคณิตศาสตร์ สามารถจัดเตรียมโครงสร้าง ระบุตัวแปรและตั้งสมมติฐานที่ง่ายขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผู้เรียนสามารถแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์และระบุตัวแปรที่สำคัญของปัญหาที่ตั้งอยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง ระบุข้อจำกัดและสมมติฐานที่อยู่เบื้องหลังแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาแทนสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง และสร้างสมมติฐานหรือชุดคำสั่งที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาได้

นอกจากนั้น จาก PISA 2021 MATHEMATICS FRAMEWORK ได้เพิ่มตัวบ่งชี้ที่แสดงการคิดและแปลงปัญหา คือสามารถใช้เทคโนโลยี (เช่นสเปรดชีต หรือเครื่องคำนวณกราฟ) เพื่อแสดงภาพความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในปัญหาตามบริบท รวมถึงสามารถสร้างชุดคำสั่งที่ละขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณด้วย

1.2) การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Employing Mathematical Concepts, Facts, Procedures and Reasoning) เป็น

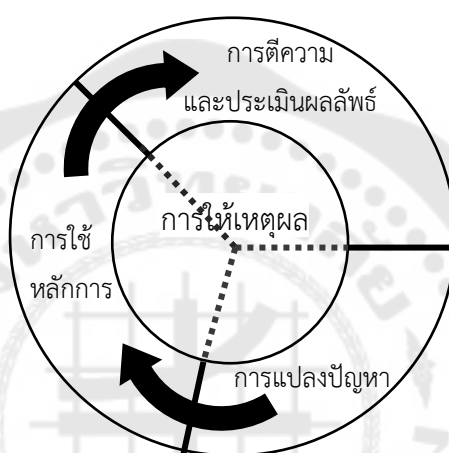
ความสามารถในการประยุกต์ใช้แนวคิด ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุป เป็นกระบวนการที่สามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และค้นหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่นแสดงการคำนวณ วิธีการแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมุติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้เชิงสัญลักษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตาราง กราฟ ใช้สัญลักษณ์แทนการจัดการกับรูปร่างและรูปทรง การสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ สร้างกฎเกณฑ์ สามารถระบุความเชื่อมโยงระหว่าง

องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถคิด ใช้ เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ นำข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการหาวิธีแก้ปัญหามathematics ที่ถูกต้องหรือเหมาะสม สามารถสร้างข้อสรุปทั่วไปบนพื้นฐานของผลลัพธ์ที่เกิดจากการนำวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา สะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ อธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงประเมินความสำคัญของรูปแบบที่สังเกตหรือนำเสนอได้

1.3) การตีความ การประยุกต์ใช้ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (Interpreting, Applying and Evaluating Mathematical Outcome) เป็นความสามารถในการระบุวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง สามารถแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปที่บริบทของปัญหาและตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นสมเหตุสมผลและเหมาะสมกับสถานการณ์หรือไม่ สามารถสร้างและสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหาสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างแบบจำลองและผลที่ได้โดยกระบวนการนี้รวมการตีความและการประเมินไว้ด้วยกัน โดยผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ กลับไปที่บริบทโลกชีวิตจริง สามารถประเมินความสมเหตุสมผลของวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง สามารถใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ เพื่อทำนาย ให้เป็นหลักฐานในการทดสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์ เกิดความเข้าใจว่าในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และวิธีคำนวณทางคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองอย่างไร เพื่อตัดสินใจว่าจะต้องปรับปรุงหรือนำผลไปใช้ในสถานการณ์ได้อย่างไร วิจัยและระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา

จากองค์ประกอบข้างต้นเพื่อที่จะให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และรับรู้ลักษณะสถานการณ์และปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานการณ์ที่พบในโลกแห่งความเป็นจริงแล้วจึงกำหนดเป็นเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนผู้เรียนต้องให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบเพื่อแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ แล้วใช้หลักการ กระบวนการ และการเลือกใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อหาวิธีแก้ปัญหานั้น จากนั้นประเมินวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาและตีความผลลัพธ์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทของโลกชีวิตจริง ซึ่งในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหาต้องอาศัยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น เพื่อตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลประกอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหาซึ่งสามารถอธิบายได้ในเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงการคิดไตร่ตรองถึงกระบวนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมิน

และตัดสินใจความน่าเชื่อถือของข้อมูล นอกจากนี้ ผู้เรียนยังต้องนำกระบวนการคิดเชิงคำนวณ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อแยกส่วนและย่อยปัญหา เลือกใช้เครื่องมือคำนวณที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา และสร้างหรือระบุลำดับขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหา สิ่งเหล่านี้คือสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 (PISA 2022 Mathematics Framework (Draft), 2018) จึงเห็นได้ว่าการให้เหตุผลและการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน แสดงได้ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ความสัมพันธ์ของการให้เหตุผลและการแก้ปัญห
ในความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ที่มา: PISA 2022 Mathematics Framework (Draft), 2018)

2) เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปริมาณ (Quantity) ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) และปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape) แต่ละหัวข้อจะอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังนี้ (กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์. 2561: 57-59; PISA 2021 Mathematics Framework (Second Draft))

2.1 Computer Simulations (Quantity) หรือการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (ปริมาณ)

แนวคิดเรื่องปริมาณเป็นแง่มุมทางคณิตศาสตร์ที่แพร่หลายและจำเป็นที่สุดในการทำงานในโลกของเรา ประกอบด้วยการวัดปริมาณของวัตถุ ความสัมพันธ์ สถานการณ์ และกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ในโลก ความเข้าใจ การแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่าง ๆ และการตัดสินใจจากการตีความและการโต้แย้งเชิงปริมาณ การมีส่วนร่วมกับการหาปริมาณเกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจการวัด การหาปริมาณระหว่างรูปร่างและวัตถุ เช่น การวัดมุม ระยะทาง ความยาว เส้นรอบวง พื้นที่ และปริมาตร ตัวเลขและหน่วย การแปลงระหว่างระบบตัวเลข รวมถึงคุณสมบัติของจำนวนเต็มและจำนวนตรรกยะ ตลอดจนหน่วยของปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น เวลา เงิน น้ำหนัก อุณหภูมิ ระยะทาง พื้นที่และปริมาตร การใช้สัดส่วนในการอธิบายเชิงตัวเลขของขนาดสัมพันธ์และการให้เหตุผลตามสัดส่วนเพื่อแก้ปัญหา การประมาณค่าของปริมาณและนิพจน์เชิงตัวเลข รวมถึงตัวเลขที่มีนัยสำคัญและการปัดเศษ แนวโน้มและรูปแบบเชิงตัวเลข และการประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ เป็นสาระสำคัญของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับปริมาณ ดังนั้นความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในด้านปริมาณจึงเป็นการนำความรู้ด้านจำนวนและการดำเนินการของจำนวนไปใช้ในการตั้งค่าแบบจำลองสถานการณ์ที่หลากหลายเนื่องด้วยในวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ มีปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้โดยง่าย หรือมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับปัจจัยจำนวนมาก ดังนั้นการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยอัลกอริทึม จึงมีความจำเป็นและกลายเป็นจุดเน้นในเนื้อหาปริมาณ โดยที่ผู้เรียนต้องสามารถวิเคราะห์ตัวแปรของปัญหาโดยใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ วางแผนทำนาย และแก้ปัญหาตามตัวแปรที่ควบคุมได้ จุดเน้นสำคัญของเนื้อหาปริมาณ คือ การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ การสำรวจสถานการณ์ การจัดทำประมาณ การวางแผน การกระจายประชากร การแพร่กระจายของโรค ความน่าจะเป็นในการทดลอง การสร้างแบบจำลองของเวลา ฯลฯ ในแง่ของตัวแปรและผลกระทบทที่ตัวแปรมีต่อผลลัพธ์

2.2 Conditional Decision Making (Uncertainty and Data) หรือ การตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข (ความไม่แน่นอนและข้อมูล)

หัวใจของการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายคือ ความผันแปรและความไม่แน่นอนของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แนวคิดหลักของเนื้อหาเรื่องความไม่แน่นอน ประกอบด้วยทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ การตีความข้อมูล การนำเสนอและการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนเป็นจุดสำคัญ ในหลักสูตร

ทั่วไปเรื่องความน่าจะเป็นและสถิติ จะหมายถึงวิธีการอธิบาย การสร้างแบบจำลอง และตีความความไม่แน่นอนของปรากฏการณ์นั้น และการนำไปอ้างอิง ตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง แนวคิดของการสุ่มตัวอย่างจากข้อมูลประชากร รวมถึงการอนุมานและความแม่นยำตามคุณสมบัติของตัวอย่าง โอกาสและความน่าจะเป็น แนวคิดของการทดลองสุ่ม การแปรผันของการทดลองสุ่ม โอกาสและความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ และพื้นฐานแนวคิดของความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข

นอกจากนี้ ความรู้เรื่องจำนวนและพีชคณิต การใช้กราฟและสัญลักษณ์ แสดงแทนปัญหาความไม่แน่นอนจะเข้ามามีส่วนในการแก้ปัญหาในเรื่องนี้ด้วย สำหรับการทดสอบ PISA ในเรื่องนี้ ผู้เรียนต้องสามารถอ่านข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากตารางด้วยความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในความหมายของข้อมูลที่จะนำมาใช้ตัดสินใจ ตัวอย่างเช่นการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในร้านค้าออนไลน์ของลูกค้า เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลสรุปการให้คะแนนของลูกค้า และข้อมูลการวิเคราะห์คะแนนที่ลูกค้าให้ ผู้เรียนต้องสามารถแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณด้วยความน่าจะเป็นที่แตกต่างกัน โดยสร้างตารางแบบสองทางได้

จุดเน้นสำคัญของเนื้อหา ความไม่แน่นอน คือการระบุการตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข ใช้หลักการพื้นฐานของ คณิตศาสตร์เชิงการจัด (Combinatorics) และความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อตีความและคาดการณ์สถานการณ์ ใช้สถิติเป็นตัววัดลักษณะความผันแปร ความแปรปรวน แนวโน้มการกระจายของชุดข้อมูล วิธีการอธิบายและตีความสิ่งเหล่านี้ในเชิงปริมาณและเชิงกราฟิก เมื่อมีตัวแปรมากกว่าหนึ่งตัว ผู้เรียนสามารถกำหนดรูปแบบของการวิเคราะห์ในแบบจำลอง กำหนดสมมติฐาน/ความสัมพันธ์ที่จะส่งผลต่อข้อสรุปที่แตกต่างกันได้

2.3 Growth Phenomena (Change and Relationships) หรือปรากฏการณ์การเติบโต (การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์)

โลกในปัจจุบันแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ และการออกแบบแสดงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและถาวรระหว่างวัตถุและสถานการณ์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายในระบบของวัตถุที่สัมพันธ์กันหรือในสถานการณ์ที่องค์ประกอบมีอิทธิพลซึ่งกันและกัน และในกรณีอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณหนึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในอีกปริมาณหนึ่ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง การมีความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์เบื้องต้นนั้น เพื่อใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการอธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ การสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์กับฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสม รวมถึงการคิด การตีความ และ

การแปลความระหว่างการแสดงความสัมพันธ์ในเชิงสัญลักษณ์และกราฟด้วย ในมุมมองของเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นไปตามในเรื่องฟังก์ชันและพีชคณิต ได้แก่ มโนทัศน์ของฟังก์ชัน โดยไม่จำกัดเพียงฟังก์ชันเชิงเส้น คุณสมบัติ และการแทนค่าที่หลากหลาย ใช้การแสดงผล ได้แก่ สัญลักษณ์ ตาราง และกราฟได้นิพจน์ทางพีชคณิต การตีความ ที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข สัญลักษณ์ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เลขยกกำลัง และกรณที่อย่างง่ายสมการเชิงเส้นและสมการสมการดีกรีสอง และวิธีการแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์และไม่ใช้เชิงวิเคราะห์ การแสดงในรูปแบบตารางและกราฟซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการอธิบาย การสร้างแบบจำลอง และการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ สามารถใช้เครื่องมือในการช่วยคำนวณหรือแสดงความสัมพันธ์ได้ โดยการตระหนักว่าอุปกรณ์คำนวณสามารถเพิ่มและเสริมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไรและเมื่อใดถือเป็นทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สำคัญด้วย

จุดเน้นสำคัญของเนื้อหาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ คือ ปรากฏการณ์การเติบโต การเติบโตเชิงเส้นและไม่เชิงเส้นประเภทต่าง ๆ นั้นคือ การทำความเข้าใจลักษณะการแพร่ระบาดใหญ่ของไวรัสหรือแบคทีเรีย รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีลักษณะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบกราฟเอ็กโพเนนเชียล ซึ่งเป็นการเติบโตแบบทวีคูณ ในเนื้อหาข้อนี้ มีสิ่งที่คาดหวังให้ผู้เรียนตระหนักว่าปรากฏการณ์การเติบโตไม่จำเป็นต้องเป็นเชิงเส้นตรงเสมอไป โดยการเติบโตที่ไม่เป็นเชิงเส้นมีความหมายเฉพาะเจาะจงและลึกซึ้งที่เราเข้าใจสถานการณ์นั้นอย่างไร และเข้าใจความหมายของ “การเติบโตแบบทวีคูณ” ซึ่งเป็นอัตราการเติบโตที่รวดเร็ว

2.4 Geometric Approximation (Space and Shape) หรือการประมาณเรขาคณิต (ปริภูมิและรูปทรง)

เนื้อหาปริภูมิและรูปทรงครอบคลุมปรากฏการณ์ต่าง ๆ มากมายที่พบได้ทุกที่ทั่วโลก สามารถเห็นได้เป็นกายภาพ ได้แก่ สมบัติของวัตถุ แบบรูป ตำแหน่งและทิศทาง การถอดรหัสและการเข้ารหัสของสาระที่เป็นข้อมูลภาพ การนำทาง การแสดงผลวัตถุ และปฏิสัมพันธ์ของกลศาสตร์กับรูปร่างจริงและการแทน เรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับปริภูมิและรูปทรง แต่เนื้อหาเรื่องนี้เกินกว่าสาระของเรขาคณิต ทั้งเรื่องความหมายและวิธีการ ทักษะการมองเห็น การวัดขนาด และพีชคณิต มีการใช้แนวคิดเกี่ยวกับฟังก์ชัน และการตีความของรูปร่างในการตั้งค่าที่ต้องใช้เครื่องมือต่างๆ ตั้งแต่ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบกลศาสตร์ไปจนถึง Global Positioning Systems (GPS) PISA ถือว่าความเข้าใจแนวคิดหลักและทักษะมีความสำคัญต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับปริภูมิและรูปทรง โดยความฉลาดรู้ด้าน

คณิตศาสตร์ในเนื้อหาปริภูมิและรูปทรงประกอบด้วย มีความเข้าใจในเรื่องของเงาและภาพที่มีความลึก (Perspective) การสร้างและการอ่านแผนที่ การเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความมุมมองของภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ และการสร้างสัญลักษณ์ของรูปทรง ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุเชิงเรขาคณิตในสองและสามมิติ ความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างพีชคณิตกับวัตถุเชิงเรขาคณิต เช่น ทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก ความคล้าย ความเท่ากันทุกประการ การใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS) เป็นเครื่องมือดิจิทัลที่ผนวกแอปพลิเคชันทางเรขาคณิตและพีชคณิตเข้าด้วยกัน

จุดเน้นสำคัญของเนื้อหาปริภูมิและรูปทรง คือการประมาณทางเรขาคณิต การประมาณรูปร่างและวัตถุที่ไม่สม่ำเสมอหรือไม่คุ้นเคยโดยแบ่งรูปร่างและวัตถุเหล่านี้ออกเป็นรูปร่างและวัตถุที่คุ้นเคยซึ่งมีสูตรและเครื่องมือในการคำนวณ เนื่องด้วยโลกทุกวันนี้เต็มไปด้วยรูปร่างที่ไม่เป็นไปตามรูปแบบทั่วไปหรือไม่สมมาตร ทำให้เราเข้าใจสิ่งที่เราเห็นและหาพื้นที่หรือปริมาตรของโครงสร้างได้ยากขึ้น ตัวอย่างเช่น การหาจำนวนพรมที่จะใช้ในห้องที่มีมุมแหลมพร้อมกับส่วนโค้ง ต้องใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากห้องสี่เหลี่ยมทั่วไป ในเนื้อหานี้ต้องการให้ผู้เรียนสามารถใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับปริภูมิและรูปทรงแบบดั้งเดิมในสถานการณ์ทั่วไปต่างๆ ได้

3) บริบทที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

บริบทที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 คือการที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทในโลกชีวิตจริง อันได้แก่ บริบทส่วนตัว บริบททางอาชีพ บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจะสามารถมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้ การนำตนเอง ริเริ่มสิ่งใหม่และความมุ่งมั่น การใช้สารสนเทศ คิดอย่างเป็นระบบ การสื่อสารและการคิดไตร่ตรอง แต่ละบริบทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 บริบทส่วนตัว (Personal Context) บริบทนี้จะเน้นกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว ได้แก่ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้จ่ายซื้อของในชีวิตประจำวัน การเดินทางท่องเที่ยว การทำอาหาร การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล กีฬา การจัดตารางเวลาส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงินส่วนบุคคล

1.2 บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context) บริบทนี้จะเน้นกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริงเกี่ยวข้องตั้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนไปถึงงาน

ที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูงเช่น การออกแบบ สถาปัตยกรรม การวัดขนาด และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำแผนการ ค่าใช้จ่าย รายการสินค้า และการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ บริบทนี้

1.3 บริบททางสังคม (Societal Context) บริบทนี้จะเน้นที่ชุมชนตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก แม้บริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่มีผลกระทบต่อสังคมในภาพรวมเช่น การขนส่งสาธารณะ การปกครอง ระบบการลงคะแนนเสียง นโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ

1.4 บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) บริบทนี้จะเกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกชีวิตจริง และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด

จากทั้ง 3 องค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ 1) การให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3) บริบทที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA

ที่มา: PISA 2022 Mathematics Framework (Draft), 2018)

องค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ข้างต้นสอดคล้องกับ ทิมัทสัน ญาณะทวี (2564) ที่ได้กล่าวถึง กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการที่เป็นองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถระบุ และบอกโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ของปัญหา ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของ ปัญหาในชีวิตจริง ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทาง คณิตศาสตร์ง่ายขึ้น และแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ แล้วให้โครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์ โดยที่ เทาฟีกส์ (Taufik. 2019) ได้ให้ตัวบ่งชี้ของการคิดและแปลงปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1.1 ระบุแง่มุมทางคณิตศาสตร์ของปัญหาที่พบในบริบทของโลกแห่งความเป็นจริงและการระบุตัวแปรที่สำคัญ

1.2 ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (ซึ่งรวมถึงลำดับความสัมพันธ์และรูปแบบ) ในปัญหาหรือสถานการณ์

1.3 ใช้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อลดความซับซ้อนของปัญหา

1.4 ระบุอุปสรรคและสมมติฐานที่อยู่เบื้องหลังการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.5 แสดงปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแปรสัญลักษณ์ แผนภาพและการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม

1.6 นำเสนอปัญหาในรูปแบบที่หลากหลาย รวมถึงจัดการปัญหาด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสม

2) การใช้หลักการหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หมายถึง ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ และเหตุผลทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถ คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ นำกฎเกณฑ์ขั้นตอนวิธี และ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหา วิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม โดยมีตัวบ่งชี้ ดังนี้

2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้

2.2 ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม

2.3 นำกฎเกณฑ์ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

3) การตีความ และประเมินผลลัพธ์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง โดยผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง และอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง โดยมีตัวบ่งชี้ดังนี้

3.1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง

3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง

3.3 อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง

ทั้งนี้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ยังเป็นองค์ประกอบหลักหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ดังงานวิจัยของมะลิวรรณ งามยิ่ง (2563: 63-64) ที่ได้สังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

องค์ประกอบหลักที่ 1 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ตัวบ่งชี้คือผู้เรียนสามารถระบุมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้กับสถานการณ์หรือบริบทในโลกจริงหรือเสมือนจริงได้ และสามารถนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์หรือบริบทในโลกจริงหรือเสมือนจริงได้ถูกต้องเหมาะสม

1.2 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอน/วิธีการ ตัวบ่งชี้คือผู้เรียนสามารถแยกแยะข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจในบริบทที่หลากหลายได้ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

องค์ประกอบหลักที่ 2 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้ ดังนี้

2.1 การแก้ปัญหา ตัวบ่งชี้คือผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์และบริบทในโลกจริงได้ และสามารถนำหลักการ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

2.2 การสื่อสาร ตัวบ่งชี้คือนักเรียนสามารถใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายเนื้อหาสาระ สถานการณ์หรือบริบทในโลกจริงหรือเสมือนจริง ถ่ายทอดให้ผู้รู้ด้วยการเขียนได้

2.3 การเชื่อมโยง ตัวบ่งชี้คือนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือบริบทในโลกจริงได้ และเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทในโลกจริงได้

2.4 การให้เหตุผล ตัวบ่งชี้คือนักเรียนมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์และบริบทในโลกจริงได้และมีการคิดอย่างเป็นตรรกะสมเหตุสมผล

จากกรอบการประเมิน PISA 2022 งานวิจัยของทีฆทัศน์ ญาณะทวี (2564) และ มะลิวรรณ งามยิ่ง (2563) ทำให้สรุปได้ว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกันและเป็นองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ การคิดและแปลงปัญหา การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ การตีความและประเมินผลลัพธ์ โดยมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แทรกอยู่ในสามทักษะข้างต้น

ทั้งนี้ในการประเมิน PISA 2022 มีจุดเน้นสำคัญคือ การคิดเชิงคำนวณ ซึ่งหมายถึงทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนด้วยการสังเกตรูปแบบของปัญหา/สถานการณ์และการคิดเชิงตรรกะ เพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ซึ่งทำให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งโชติกา สงคราม (2563, 29-31) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ไว้ดังนี้ 1) การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) 2) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) 3) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) จากงานวิจัยอื่น ๆ ที่บอกพฤติกรรมบ่งชี้ของการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนผู้วิจัยจึงสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ของ การคิดเชิงคำนวณ ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 3

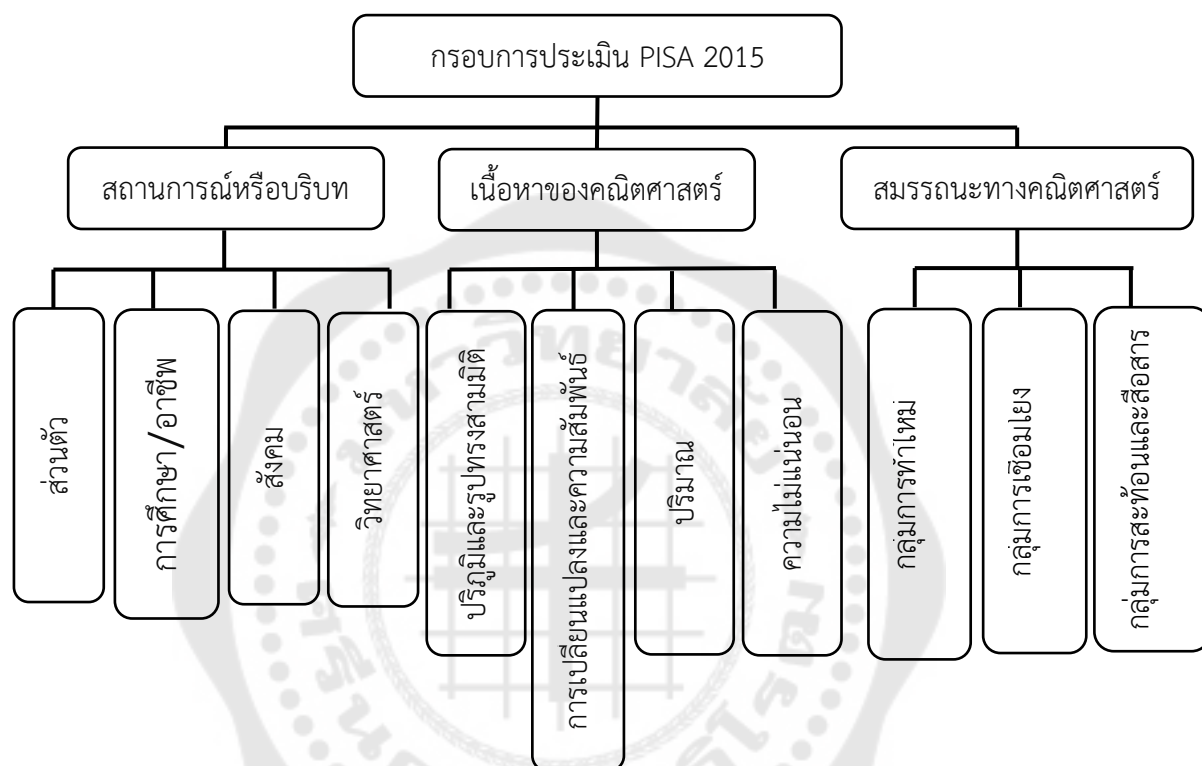
ตาราง 3 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ของการคิดเชิงคำนวณ

ตัวบ่งชี้ของ การคิดเชิงคำนวณ แหล่งที่มา	การแบ่งปัญหา ใหญ่ออกเป็น ปัญหาย่อย	การพิจารณา รูปแบบของ ปัญหา	การพิจารณา สาระสำคัญของ ปัญหา	การออกแบบ อัลกอริทึม
สถาบันส่งเสริม การสอน วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (2560)	สามารถพิจารณา แบ่งปัญหา ออกเป็นส่วนย่อย เพื่อจัดการปัญหา ได้ง่ายขึ้น	สามารถพิจารณา รูปแบบ ลักษณะ ของปัญหาว่าเคย พบมาก่อนหรือไม่ สามารถนำวิธี แก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ เพื่อ จัดการปัญหาได้ ง่ายขึ้น	สามารถพิจารณา รายละเอียดที่ สำคัญของปัญหา แยกแยะ สาระสำคัญออก จากส่วนที่ไม่สำคัญ	สามารถระบุ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาโดยมี ลำดับของวิธีการที่ ชัดเจนที่ คอมพิวเตอร์ปฏิบัติ ตามได้
สำนักงาน คณะกรรมการ การศึกษาขั้น พื้นฐาน (2561)	สามารถย่อยปัญหา หรือระบบที่ซับซ้อน ออกเป็นส่วนเล็ก ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการ แก้ปัญหา	สามารถหารูปแบบ หรือลักษณะที่ เหมือนกันของ ปัญหาเล็ก ๆ ที่ถูก ย่อยออกมาได้	สามารถแสดงข้อมูล สำคัญหรือ โครงสร้างหลัก คัด กรองให้เหลือแต่ ลักษณะเฉพาะ เพื่อให้จดจำเฉพาะ สิ่งที่เราต้องการจะ ทำ	สามารถออกแบบ ลำดับการทำงานที่ สามารถระบุปัญหา หรือสร้าง หลักเกณฑ์ขึ้นมา เพื่อดำเนินตามที ละขั้นตอนในการ แก้ปัญหา
อักษรเจริญทัศน์ (2560)	แตกปัญหาใหญ่ให้ เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้สามารถ จัดการปัญหาได้ ง่ายขึ้น ทักษะนี้ เทียบเท่ากับคิด วิเคราะห์	มีความเข้าใจว่า ปัญหาที่แตกต่าง กันสามารถใช้ วิธีการในการ แก้ปัญหาแบบ เดียวกันได้ ทักษะนี้ เทียบเท่ากับคิด วิเคราะห์แบบ เชื่อมโยง	สามารถหาแนวคิด รวบยอดของแต่ละ ปัญหาย่อย มุ่งเน้น ความสำคัญของ ปัญหาทักษะนี้ เทียบเท่ากับคิด สังเคราะห์	สามารถสร้างชุด ของลำดับขั้นตอน วิธีง่าย ๆ ในการ แก้ปัญหา ที่ทุกคน สามารถใช้ในการ แก้ปัญหาที่มี ลักษณะแบบ เดียวกันได้

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้ของ การคิดเชิงคำนวณ แหล่งที่มา	การแบ่งปัญหา ใหญ่ออกเป็น ปัญหาย่อย	การพิจารณา รูปแบบของ ปัญหา	การพิจารณา สาระสำคัญของ ปัญหา	การออกแบบ อัลกอริทึม
ED Tech Thai (2016)	วิเคราะห์ ส่วนประกอบย่อย เพื่อศึกษาความ ซับซ้อนของผลลัพธ์ หรือปัญหา	สามารถหา รูปแบบของ ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ เกิดขึ้นซ้ำ ๆ	สามารถมอง ภาพรวมเพื่อนิยาม สิ่งที่เป็น รายละเอียด ปลีกย่อย	สามารถออกแบบ ลำดับการทำงานที่ สามารถกำหนด ปัญหา เพื่อนำไปสู่ การสร้างรูปแบบ การทำงานที่สั้น ที่สุดได้
Marai Kallia 2020	สามารถระบุ แยกแยะปัญหา ให้ จัดการได้ง่ายขึ้น	สามารถรวบรวม และวิเคราะห์ ข้อมูล เพื่อหา รูปแบบของ ปัญหา	สามารถเลือกและ วางแผนในการ แก้ปัญหาพร้อมทั้ง ให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ ประกอบการ แก้ปัญหานั้น	สามารถสร้าง แบบจำลองเพื่อ ประเมินผลลัพธ์ แล้วปรับปรุง อัลกอริทึม
ผลการ สังเคราะห์ พฤติกรรมบ่งชี้ ของการคิดเชิง คำนวณของ ผู้เรียน	ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์แบ่ง ปัญหาใหญ่ให้เป็น ปัญหาย่อย เพื่อให้ ง่ายต่อการจัดการ กับปัญหา	ผู้เรียนสามารถ นำวิธีการ แก้ปัญหา ของ รูปแบบปัญหาที่ คล้ายกันมา ประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยัง สามารถ พิจารณารูปแบบ ปัญหาย่อยว่ามี ส่วนใดที่ เหมือนกัน เพื่อ ใช้วิธีการ แก้ปัญหา เดียวกันได้	ผู้เรียนสามารถ สังเคราะห์ รายละเอียดที่ สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วน สำคัญของปัญหา ออกจากส่วนที่ไม่ สำคัญได้	ผู้เรียนสามารถ แสดงขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับ ขั้นตอนที่ชัดเจน ในการแก้ปัญหา ที่มีลักษณะแบบ เดียวกันได้

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการประเมิน PISA 2015 ในงานวิจัยต่างประเทศของ ไลลียาห์ (Lailiyah.2017) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบการประเมิน PISA 2015 ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ สถานการณ์หรือบริบท เนื้อหาของคณิตศาสตร์ และ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับโลกจริง แสดงได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 กรอบองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ PISA 2015

ที่มา : Siti Lailiyah. (2017). Mathematical Literacy Skills of Students' In Term of Gender Differences. *AIP Conference Proceedings*. p. 3

ความแตกต่างขององค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2022 (จากภาพประกอบ 5) และองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 (จากภาพประกอบ 6) พบข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ PISA 2022 ได้ให้ความสำคัญและนำการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วย พร้อมทั้งพิจารณาบริบทที่สัมพันธ์กับทักษะที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ร่วมด้วย แต่สิ่งที่สอดคล้องกันขององค์ประกอบของ

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของการประเมินทั้งสองครั้ง คือด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหายังคงพิจารณาใน 4 เรื่อง คือปริภูมิและรูปทรง การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณ และความไม่แน่นอนและข้อมูล

ทั้งนี้จากภาพประกอบ 6 แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ยังเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับ สุณิสา สุมิตรณะ (2555) ที่นำสมรรถนะมาเป็นด้านหนึ่งในองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยองค์ประกอบอีกด้านคือ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านความรู้ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละด้านดังนี้

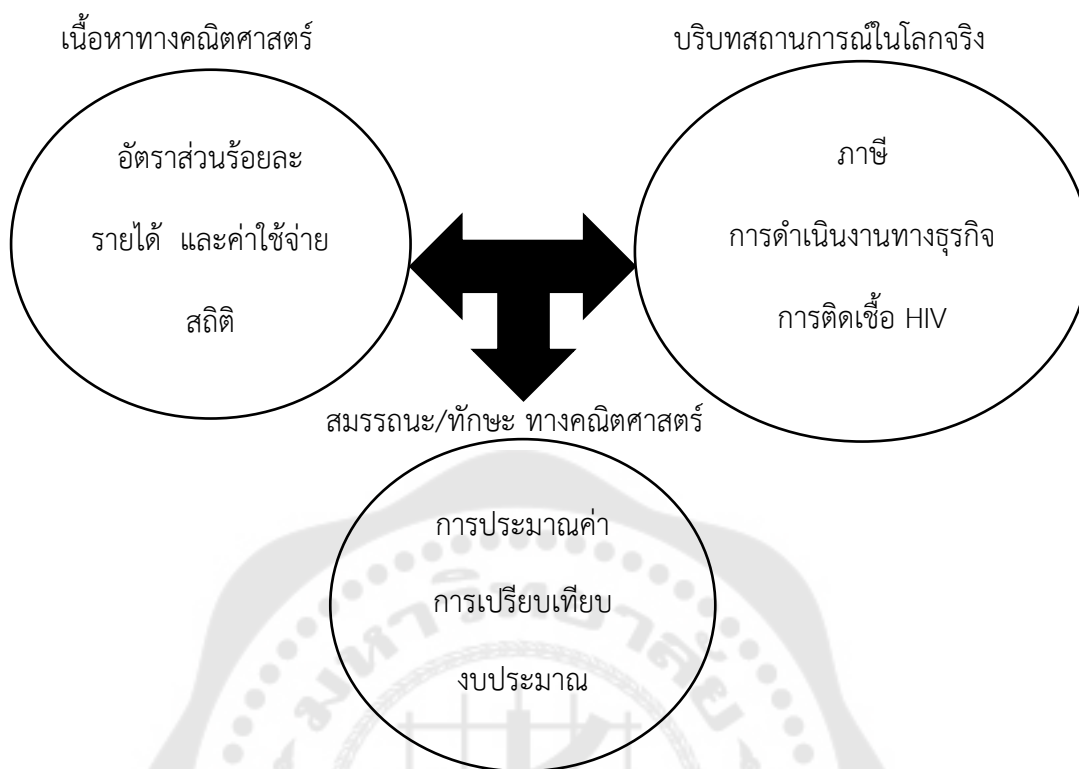
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านสมรรถนะ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้เรียนในห้องเรียนมาใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่พบในบริบทชีวิตจริงซึ่งมีความแตกต่างไปจากที่พบในห้องเรียน ได้แก่ ความสามารถในการพิจารณาเลือกใช้มโนทัศน์และขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ การทำความเข้าใจปัญหา การเชื่อมโยงมโนทัศน์และขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์สู่การนำไปใช้แก้ปัญหา การแก้ปัญหา การสื่อสารและอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อตอบปัญหาอย่างสมเหตุสมผล รวมถึงการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านความรู้ หมายถึง ความรู้พื้นฐานเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ประกอบด้วย

1) ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ กฎ สูตร ความหมาย โครงสร้างของคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์

2) ความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ขั้นตอนการใช้ศัพท์ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการอ่าน เขียนกราฟและตาราง

ทั้งนี้ ฟรานส์ (France, 2018) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของการส่งผลสะท้อนซึ่งกันและกันระหว่าง เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ บริบทสถานการณ์ในโลกจริง และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ไปทำความเข้าใจบริบทสถานการณ์ในโลกจริง และการใช้บริบทเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่นการให้เหตุผล การเขียนข้อสรุป และการตัดสินใจ ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง เนื้อหา บริบทและทักษะการแก้ปัญหา
ในความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ที่มา: France. (2018). Pedagogical Demands in Mathematics and Mathematical Literacy: A Case of Mathematics and Mathematical Literacy Teachers and Facilitators. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education. p. 99)

และฟรานส์ (France. 2018) ได้อธิบายองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เนื้อหาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เกี่ยวข้องกับแนวคิดพื้นฐานและทักษะที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ บริบทและสถานการณ์ในชีวิตจริง ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไม่ควรเน้นที่แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม

2. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทในชีวิตจริง การสอนให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่บริบทที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ี้มาจากสถานการณ์จริงและเป็นจริง และมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สถานที่ทำงานและสภาพแวดล้อมทางสังคม การเมือง ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และชี้ให้เห็นว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามบริบทสามารถเสนอทางเลือกที่เป็นนวัตกรรมใหม่แทนการแทนแบบเดิมของคณิตศาสตร์ในโรงเรียนได้

3. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เนื่องด้วยปัญหาบริบทในชีวิตประจำวันอาจไม่ใช่บริบทที่ผู้เรียนคุ้นเคยทุกครั้ง บางครั้งผู้สอนอาจใช้บริบทที่ไม่คุ้นเคยกับผู้เรียนโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับบริบทดังกล่าว เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

4. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจและการสื่อสาร ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรจัดให้ผู้เรียนมีโอกาสในการพัฒนาและฝึกทักษะการตัดสินใจและการสื่อสาร ให้ผู้เรียนสามารถตีความและตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้การคำนวณทางคณิตศาสตร์จะไม่มี ความหมายหากไม่มีการตัดสินใจและการสื่อสารที่เหมาะสม

5. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เนื้อหาแบบบูรณาการและทักษะในการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องตระหนักว่า ควรใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เบื้องต้น แล้วนำเนื้อหาดังกล่าวมาบูรณาการพร้อมทั้งทักษะในการแก้ปัญหา จะต้องถูกรวมเข้ากับปัญหาในชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

จะเห็นได้ว่าสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่แสดงถึงการมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยในการวัดและประเมินผลของ PISA ได้ให้ความสำคัญ 8 สมรรถนะ ดังต่อไปนี้

1. การคิดและให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) เป็นสมรรถนะที่แสดงถึงความสามารถในการตั้งคำถาม บอกความแตกต่างของประโยค (Statements) เช่น นิยาม ทฤษฎี สมมติฐาน ตัวอย่าง แสดงความเข้าใจและการใช้ข้อจำกัดของคณิตศาสตร์

2. การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) เป็นสมรรถนะที่แสดงถึงความสามารถในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์และทราบว่าการพิสูจน์มีข้อแตกต่างกับการใช้เหตุผลอย่างไร มีความรู้สึกถึงความจริง (รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้/ไม่ได้และทำไม) สามารถสร้างและแสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ สามารถประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ได้

3. การสื่อสาร (Communication) เป็นสมรรถนะที่แสดงถึงความสามารถที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจตนเองโดยวิธีการต่างๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของการพูดและการเขียน และสามารถเข้าใจการพูดและการเขียนของผู้อื่นด้วยเช่นกัน

4. การสร้างตัวแบบ (Modeling) เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการวางโครงสร้างของสถานการณ์ที่ต้องนำมาสร้างเป็นตัวแบบ (Model) สามารถแปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ แล้วประเมินความน่าเชื่อถือของตัวแบบ สามารถวิเคราะห์วิจารณ์ตัวแบบและผลที่เกิดขึ้น สื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผลรวมทั้งข้อจำกัด สามารถติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบได้

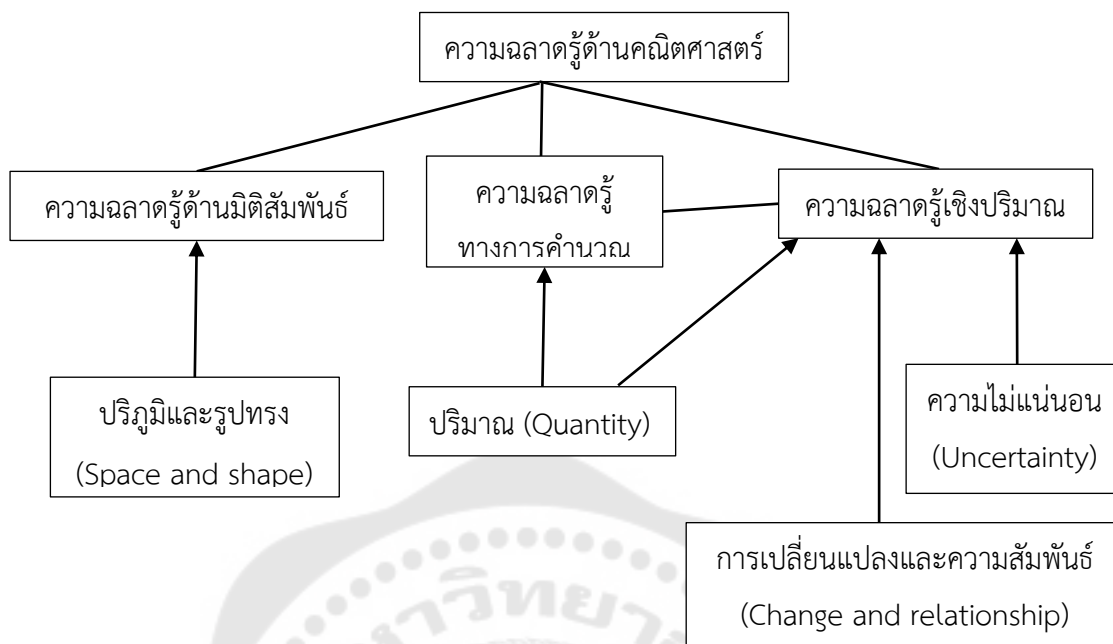
5. การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) เป็นสมรรถนะที่แสดงถึงการตั้งคำถามการสร้างปัญหาในบริบทโลกจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการนิยามปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่างๆ สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่างๆ โดยวิธีการที่หลากหลาย

6. การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส (Decoding) การเข้ารหัส (Encoding) การแปลความการตีความและการบอกความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายของคณิตศาสตร์แบบต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมายแทนแบบต่างๆ การเลือกและการเปลี่ยนระหว่างรูปแบบต่างๆ การเลือกการเปลี่ยนระหว่างรูปแบบต่างๆ ของการแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) ที่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์

7. การใช้ภาษา สัญลักษณ์ และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส ตีความสัญลักษณ์ภาษาคณิตศาสตร์ แปลความจากภาษาธรรมชาติไปเป็นสัญลักษณ์/ภาษาคณิตศาสตร์ สามารถเข้าใจการเชื่อมโยงของภาษาคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมชาติ จัดการกับประโยคหรือพจน์ที่มีสัญลักษณ์และสูตร สามารถใช้ตัวแปรในการแก้สมการและการคำนวณได้

8. การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้และความสามารถในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (เทคโนโลยีสารสนเทศ) ที่สามารถช่วยดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ได้ รวมทั้งมีความรู้ถึงข้อจำกัดของเครื่องมือเหล่านั้นด้วย

เช่นเดียวกันกับ เลช (Lange.2006) ได้กล่าวว่สมรรถนะทั้ง 8 ข้อข้างต้นนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้แสดงองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไว้ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ที่มา: Jan de Lange. (2006). Mathematical Literacy for Living from OECD-PISA Perspective. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*. Vol.25

จากภาพประกอบ 8 แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของความฉลาดรู้ด้านต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความฉลาดรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Literacy) คือ ความสามารถในการเข้าใจสมบัติของรูปร่างสามมิติ เข้าใจความสัมพันธ์ของตำแหน่งของวัตถุที่ส่งผลต่อการรับรู้ ทักษะที่มาจาก การมอง การแยกแยะ การรับรู้ อย่างหลากหลายของวัตถุที่มีหลายมิติ สามารถสร้างเส้นทางเพื่อนำทางได้ทั้งแบบสองและสามมิติ

ความฉลาดรู้ทางการคำนวณ (Numeracy) เน้นความสามารถในการจัดการกับตัวเลขและข้อมูล เพื่อประเมินเกี่ยวกับปัญหาและสถานการณ์ที่ส่งผลต่อการประเมินในบริบทของโลกแห่งความเป็นจริง

ความฉลาดรู้เชิงปริมาณ (Quantitative Literacy) เน้นความเข้าใจเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความแน่นอน (ปริมาณ) ความไม่แน่นอน (ปริมาณและความไม่แน่นอน) และความสัมพันธ์ (ประเภทการเปลี่ยนแปลงและเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงนั้น)

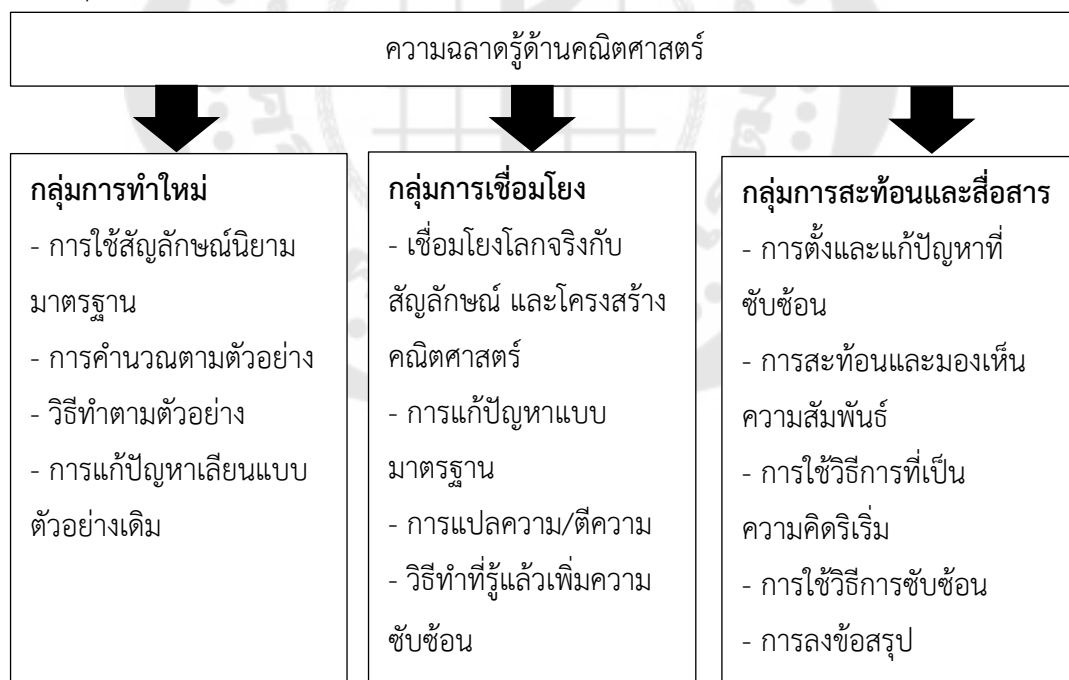
จากสมรรถนะทั้ง 8 ข้อข้างต้นนั้น หากต้องการวัดประเมินสมรรถนะของผู้เรียนให้ครบถ้วนนั้นอาจทำได้ยาก เพราะสมรรถนะของคนไม่ใช่สิ่งที่สามารถจะแยกออกมาวัดได้โดยโดดๆ แต่ในกระบวนการแก้ปัญหาอาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกันก็ได้ ดังนั้น PISA ได้จัดกลุ่มสมรรถนะเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. การทำใหม่ (Reproduction) หมายถึงการทำโจทย์หรือการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยหรือคล้ายคลึงกับตัวอย่างหรือสถานการณ์เดิมแต่มีการเปลี่ยนตัวแปรบางตัวไป

2. การเชื่อมโยง (Connection) หมายถึงการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจและแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่คุ้นเคย

3. การสะท้อนและการสื่อสาร (Reflection and Communication) ได้แก่ การคิดทบทวนกลับไปกลับมาเพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนสร้างคำอธิบายหรือลงข้อสรุปของปัญหา พร้อมทั้งสามารถอธิบายหรือสื่อสารให้เป็นที่เข้าใจได้

สอดคล้องกับ สมบัติ ท้ายเรือคำ (2559) ที่ได้แบ่งความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นสามกลุ่มสมรรถนะ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 กลุ่มสมรรถนะของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ที่มา: สมบัติ ท้ายเรือคำ, กาญจนา จิตกังวัน, วัชรพงษ์ ราคาแพง. (2559). การพัฒนาการรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบบูรณาการ. วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมและชุมชน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 3(7).

นอกจากนี้ ริซกี (Rizki, 2018) ยังนำสมรรถนะทางคณิตศาสตร์มาเป็นองค์ประกอบหลักหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แสดงรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	ตัวบ่งชี้
การคิดและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) สามารถรู้คำตอบที่เสนอโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ 3) สามารถแยกแยะข้อความทางคณิตศาสตร์ 4) เข้าใจข้อจำกัด ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์และสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้
การสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถรู้ความหมายของการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ 2) การรู้ว่าการพิสูจน์แตกต่างจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบอื่นอย่างไร 3) การติดตามและประเมินข้อโต้แย้ง 4) มีความเข้าใจเชิงฮิวริสติก (Heuristic) 5) การสร้างและแสดงข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> 1) การแสดงความเป็นตัวของตัวเองในรูปแบบต่างๆ เช่นปากเปล่า, ลายลักษณ์อักษรและรูปแบบภาพอื่น ๆ 2) เข้าใจงานของผู้อื่น
การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> 1) การแปลความเป็นจริงเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 2) การตีความแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในบริบทหรือความเป็นจริง 3) การทำงานกับแบบจำลอง 4) การตรวจสอบแบบจำลอง 5) ไตร่ตรองวิเคราะห์และเสนอแบบจำลองหรือแนวทางแก้ไข 6) สะท้อนกระบวนการสร้างแบบจำลอง

ตาราง 4 (ต่อ)

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์	ตัวบ่งชี้
การตั้งปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถตั้งปัญหา กำหนดรูปแบบการแก้ปัญหา 2) สามารถแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ
การนำเสนอสัญลักษณ์ เครื่องมือ และเทคโนโลยี	<ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถสร้างรหัสและตีความสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันได้ 2) เข้าใจความสัมพันธ์ท่ามกลางสถานการณ์ที่แตกต่างได้ 3) ใช้ภาษาและสัญลักษณ์การดำเนินการในรูปทั่วไปได้ 4) รู้และสามารถใช้รูปแบบต่างๆของเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ 5) ทราบข้อจำกัดของเครื่องมือทางคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ กับสมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Mathematics in Everyday Life) ตามกรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สามารถแสดงการเปรียบเทียบได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ กับสมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์			สมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
สมบัติ ห้ายเรือคำ (2559) และ เลข (Lange.2006)	ริซกี (Rizki. 2018)	สุณิสา สุมิรัตน์ (2555)	กระทรวงศึกษาธิการ

ตาราง 5 (ต่อ)

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์			สมรรถนะหลักด้าน คณิตศาสตร์ใน ชีวิตประจำวัน
การคิดและการให้ เหตุผล	การคิดและการให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์	การทำความเข้าใจ ปัญหา การพิจารณาความ ถูกต้องและความ สมเหตุสมผลของ คำตอบ	สมรรถนะที่ 2 การให้เหตุผล ระบุนความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุปหรือข้อความ คาดการณ์นั้น ๆ อย่าง สมเหตุสมผล หรือใช้เหตุผล แบบอุปนัยในการสร้าง ความสัมพันธ์ข้อความ คาดการณ์ หรือใช้เหตุผล แบบนิรนัย ในการตรวจสอบ ข้อสรุปและสร้างเหตุผล สนับสนุนที่ชัดเจน
การตั้งและการ แก้ปัญหา	การตั้งปัญหาและ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	การเชื่อมโยงมโน ทัศน์และขั้นตอน วิธีการสู่การ แก้ปัญหา	สมรรถนะที่ 1 การแก้ปัญหา แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยประยุกต์ความรู้ ความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์โดย เลือกกระบวนการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาและ ดำเนินการจนได้คำตอบที่ สมเหตุ สมผล

ตาราง 5 (ต่อ)

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความสามารถรู้ด้านคณิตศาสตร์			สมรรถนะหลักด้าน คณิตศาสตร์ใน ชีวิตประจำวัน
การใช้สัญลักษณ์ ภาษาและการ ดำเนินการ	การนำเสนอ สัญลักษณ์ เครื่องมือ และ เทคโนโลยี	การพิจารณา เลือกใช้โมโนทัศน์ และขั้นตอนวิธีการ ทางคณิตศาสตร์	สมรรถนะที่ 4 การเชื่อมโยง เชื่อมโยงความรู้หรือปัญหา ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่ ตนเองพบได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม
การสร้างตัวแบบ	การสร้าง แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์		สมรรถนะที่ 5 การคิด สร้างสรรค์ ผู้เรียนสามารถ ใช้ความคิดคล่อง ความคิด ยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและ ความละเอียดลออในการคิด แก้ปัญหาและขยาย ความคิดที่มีอยู่เดิมเพื่อสร้าง แนวคิดใหม่โดยใช้ คณิตศาสตร์เป็นฐานเพื่อให้ รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคม
การสื่อสาร	การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	การแก้ปัญหาและ การสื่อสารอธิบาย แนวคิดและเหตุ ผล	สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร นำเสนอและอธิบายข้อมูลที่ สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ ตรงกันได้ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ และ ตัวแทนอื่น ๆ

ตาราง 5 (ต่อ)

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์			สมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
การสร้างข้อโต้แย้ง	การสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์		
การแสดงเครื่องหมายแทน			
ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ			

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นถึงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และสมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่มีความสอดคล้องกัน ซึ่งสมรรถนะที่สอดคล้องกัน ได้แก่ 1) สมรรถนะการให้เหตุผล 2) สมรรถนะการแก้ปัญหา 3) สมรรถนะการเชื่อมโยง 4) สมรรถนะการคิดสร้างสรรค์ และ 5) สมรรถนะการสื่อสาร ดังนั้นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จึงควรเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่ควรนำมาพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้จริง สอดคล้องกับตารางการสังเคราะห์องค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 การสังเคราะห์องค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	บริบทที่สัมพันธ์กับทักษะที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
สสวท. PISA 2022	√	√	√	√	

ตาราง 6 (ต่อ)

องค์ประกอบของ ความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์	การให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	สมรรถนะทาง คณิตศาสตร์	บริบทที่สัมพันธ์กับ ทักษะที่สัมพันธ์ กับทักษะแห่ง ศตวรรษที่ 21	เนื้อหา คณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการ แก้ปัญหา
PISA 2015 กฤษฎา วิเศษ ประสิทธิ์ (2561) ชนน คันทาว์ตรี (2561)	✓	✓	✓	✓	
มะลิวรรณ งามยิ่ง (2563)	✓	✓			✓
ไลเลียส (Lailiyah.2017)		✓	✓	✓	✓
ทีฆทัศน์ ญาณะ ทวี (2564)		✓			
สุณิสา สุมิรัตน์ (2555)		✓	✓		✓
เลท (Lange. 2006)		✓			✓
ฟรานส์ (France. 2018)		✓	✓	✓	✓
ริซกี (Rizki. 2018)			✓		
ผลการ สังเคราะห์ องค์ประกอบ หลักของความ ฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์			เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลก จริง	

จากตาราง 6 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่ามีถึง 8 งานวิจัยจากทั้งหมด 9 งานวิจัย ที่นำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (การคิดและแปลงปัญหา, การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การตีความ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์) มาเป็นองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบที่มีความสอดคล้องกันรองลงมาคือสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา บริบทที่สัมพันธ์กับทักษะที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามลำดับ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจัดกลุ่มองค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นสองกลุ่มที่เป็นประเด็นในเรื่องเดียวกัน โดยใช้องค์ประกอบที่ได้จากตารางที่ 7 ทั้งหมด ดังนี้คือ กลุ่มแรกนำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มาอยู่ในองค์ประกอบหลักแรกของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ นั่นคือสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่สองนำเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและบริบทที่สัมพันธ์กับทักษะที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มากำหนดเป็นองค์ประกอบหลักที่สองของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ นั่นคือเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง

นอกจากนั้น จากองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ เฟอรี (Fery. 2017) ผู้เรียนควรมีความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์ ตรรกะ การให้เหตุผล และมีความเข้าใจในมโนทัศน์ด้านมิติสัมพันธ์ สนใจในการประยุกต์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจด้านจำนวน สัญลักษณ์ และมีความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณตามจุดเน้นการประเมิน PISA 2022 ผู้วิจัยจึงนำการคิดเชิงคำนวณมาเป็นองค์ประกอบหนึ่งในองค์ประกอบหลักแรกของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วย และจากตาราง 6 พบว่าสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับสมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และยังไม่ปรากฏในผลการสังเคราะห์องค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ตาราง 7) นั่นคือการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร ผู้วิจัยจึงนำมาเป็นองค์ประกอบในองค์ประกอบหลักแรกของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วย

ดังนั้น จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ข้างต้นในงานวิจัยนี้จึงกำหนดองค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็น 2 องค์ประกอบหลัก และ 11 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

องค์ประกอบหลักที่ 1 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

- องค์ประกอบย่อยที่ 1.1 การให้เหตุผล
- องค์ประกอบย่อยที่ 1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์
- องค์ประกอบย่อยที่ 1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- องค์ประกอบย่อยที่ 1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
- องค์ประกอบย่อยที่ 1.5 การคิดเชิงคำนวณ
- องค์ประกอบย่อยที่ 1.6 การสร้างแบบจำลอง
- องค์ประกอบย่อยที่ 1.7 การสื่อสาร

องค์ประกอบหลักที่ 2 เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

- องค์ประกอบย่อยที่ 2.1 บริบทส่วนตัว
- องค์ประกอบย่อยที่ 2.2 บริบททางการงานอาชีพ
- องค์ประกอบย่อยที่ 2.3 บริบทสังคม
- องค์ประกอบย่อยที่ 2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์

จากนั้นผู้วิจัยจึงนำองค์ประกอบย่อยที่ได้มากำหนดตัวบ่งชี้ โดยองค์ประกอบย่อยที่ 1.1 – 1.4 กำหนดตัวบ่งชี้จากกรอบการประเมิน PISA 2015 และ PISA 2022 องค์ประกอบย่อยที่ 1.5 พบว่ามีตัวบ่งชี้ 4 ตัว โดยกำหนดตัวบ่งชี้จากตาราง 4 ผลการสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ของการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน สำหรับองค์ประกอบย่อยที่ 1.6 พิจารณากำหนดตัวบ่งชี้จากตาราง 5 และจากงานวิจัยของ Tran Viet Cuong และ Le Homg Quang (2020) ซึ่งศึกษาการประเมินสมรรถนะการสร้างแบบจำลองของนักเรียน โดยประเมินจากการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ คือ 1) นักเรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันสามารถแปลงข้อความทางคณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสร้างแบบจำลองได้ 3) นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม 4) นักเรียนสามารถประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองได้ ผู้วิจัยจึงนำมากำหนดเป็นตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบย่อยที่ 1.6 จากตาราง 6 นำมากำหนดเป็นตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบย่อยที่ 1.7 สำหรับองค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบหลักที่สองผู้วิจัยกำหนดโดยยึดตามกรอบการประเมิน PISA 2015 และ PISA 2022

1.3 การวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

Kaiser, G and Willander, T. (อ้างถึงใน ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล. 2551) ได้แบ่งระดับของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็น 5 ระดับ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ระดับของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ระดับ	คำอธิบาย
ไม่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Illiteracy)	ไม่มีความรู้พื้นฐานของกรอบความคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบธรรมดา (Nominal literacy)	มีความเข้าใจเพียงเล็กน้อยในการอธิบายทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ และยังมีความเข้าใจที่ผิดพลาด
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านกรวนนำไปใช้ (Functional literacy)	สามารถใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและมีข้อจำกัดในเนื้อหาบางประเภท
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านกรวนแนวคิดและกระบวนการ (Conceptual and procedural literacy)	เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการสำคัญของแนวความคิดทางคณิตศาสตร์
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในหลายมิติ (Multidimensional literacy)	มีความเข้าใจบริบทแวดล้อมของคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ (เช่นด้านสังคม ประวัติศาสตร์) ได้

Organisation for Economic Co-operation and Development (2013: 26-27) ได้
เสนอระดับระดับของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งอธิบายลักษณะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
ออกเป็น 6 ระดับ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ระดับของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ OECD

ระดับ	คำอธิบาย
ระดับ 6	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นพบของตนเองมาสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้างเป็นตัวแทนคณิตศาสตร์ได้ 2. สามารถใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ มาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ 3. สามารถสร้างวิธีการคิด/กลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย 4. สามารถสร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวความคิดหรือข้อมูลที่มี 5. สามารถสื่อสารเพื่อบอกถึงสิ่งที่ตนพบ ดีความ แปลความ ได้แย้ง และอธิบายความสอดคล้องเหมาะสมของสิ่งต่างๆ เหล่านี้กับสถานการณ์ตั้งต้นได้
ระดับ 5	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถสร้างตัวแทนและใช้ตัวแทนในเรื่องที่มีความซับซ้อน พร้อมทั้งระบุข้อจำกัด และข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้นๆ 2. สามารถคัดเลือก เปรียบเทียบ และประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนซึ่งสัมพันธ์กับตัวแทน 3. สามารถใช้ทักษะการคิดและใช้เหตุผล เชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่างๆ ของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์ 4. สามารถวิเคราะห์การทำงานของตนเองและสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ 5. สามารถสื่อสาร แปลความ ดีความ และใช้เหตุผลของตนเองได้

ตาราง 8 (ต่อ)

ระดับ	คำอธิบาย
ระดับ 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งอาจมีข้อจำกัดหรือข้อตกลงเบื้องต้น 2. สามารถเชื่อมโยง ผสมผสานรูปแบบต่างๆที่มีให้ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ให้ตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง 3. สามารถสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้ง และสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตนได้ 4. สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาแล้วและใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่น และมองเห็นความสัมพันธ์ในสถานการณ์นั้นได้
ระดับ 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถแก้ปัญหาที่มีวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน 2. สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา 3. สามารถแปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่งในการแก้ปัญหาได้ 4. สามารถให้เหตุผลตามแหล่งที่มา อธิบายการตีความ แปลความ รวมถึงแสดงการใช้เหตุผลและสื่อสารผลที่เกิดขึ้นได้
ระดับ 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อน ระบุแนวคิดจากแหล่งข้อมูล และใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่าย 2. สามารถใช้วิธีการคิด สูตรคณิตศาสตร์ หรือข้อตกลงเบื้องต้น และใช้เหตุผลและตีความผลที่ได้โดยตรงไปตรงมาได้
ระดับ 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคยหรือที่มีข้อมูลชัดเจนให้และคำถามที่ถามชัดเจน 2. สามารถระบุสาระที่ต้องการและสามารถแก้ปัญหาที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน รวมถึงแก้ปัญหาตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

จูลี (2017) ได้แบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไว้ 6 ระดับดังตาราง 9

ตาราง 9 ระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก นักเรียนสามารถ
ระดับที่ 1	1) ตอบคำถามเกี่ยวกับบริบทที่คุ้นเคยซึ่งมีข้อมูลอยู่และมีการกำหนดคำถามไว้อย่างชัดเจนได้ 2) ระบุนข้อมูลและปฏิบัติตามขั้นตอนปกติตามคำแนะนำโดยตรงในสถานการณ์ที่ชัดเจนได้ 3) ดำเนินการและปฏิบัติตามได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในทันทีได้
ระดับที่ 2	1) ตีความและรับรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ต้องการการอนุমান 2) ดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลเดียวและใช้ประโยชน์จากข้อมูลนั้นได้ 3) ใช้อัลกอริทึมพื้นฐาน สูตร วิธีการได้ 4) ให้เหตุผลโดยตรงและทำการตีความผลลัพธ์ตามตัวอักษรได้
ระดับที่ 3	1) ดำเนินการตามขั้นตอนที่อธิบายไว้อย่างชัดเจนรวมถึงขั้นตอนที่จำเป็นต้องมีการตัดสินใจตามลำดับได้ 2) เลือกและใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาอย่างง่ายได้ 3) ตีความและใช้แหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันในการให้เหตุผลได้ 4) สื่อสารและรายงานการตีความผลลัพธ์และให้เหตุผลประกอบได้

ตาราง 9 (ต่อ)

ระดับความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก นักเรียนสามารถ
ระดับที่ 4	<p>1) ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพกับแบบจำลองสำหรับสถานการณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับข้อจำกัด หรือการให้ตั้งสมมติฐาน</p> <p>2) เลือกและผสมผสานวิธีการที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาได้ รวมถึงแสดงสัญลักษณ์ที่เชื่อมโยงโดยตรงกับแง่มุมของสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงได้</p> <p>3) ใช้ทักษะและให้เหตุผลที่เหมาะสมได้อย่างยืดหยุ่นด้วยความเข้าใจในบริบทเหล่านั้น</p> <p>4) สร้าง, สื่อสารคำอธิบาย และแสดงข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการตีความข้อโต้แย้งได้</p>
ระดับที่ 5	<p>1) พัฒนาและทำงานกับแบบจำลองสำหรับสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ พร้อมทั้งระบุข้อ จำกัด และระบุสมมติฐานได้</p> <p>2) เลือก, เปรียบเทียบและประเมินกลยุทธ์ การแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองเหล่านี้ได้</p> <p>3) ทำงานอย่างมีกลยุทธ์โดยใช้ทักษะการคิดและการให้เหตุผลอย่างเหมาะสมที่เชื่อมโยงการแสดงสัญลักษณ์เพื่อความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับสถานการณ์เหล่านี้</p> <p>4) สะท้อนการกระทำของตนเองและสื่อสารการตีความและการให้เหตุผลของตนเองได้</p>

ตาราง 9 (ต่อ)

ระดับความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก นักเรียนสามารถ
ระดับที่ 6	<p>1) กำหนดแนวความคิด สรุปลง และใช้ข้อมูลโดยอาศัยการสืบสวน และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนได้</p> <p>2) เชื่อมโยงข้อมูลที่มีแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน และสามารถแปลความได้อย่างเหมาะสม</p> <p>3) มีความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง</p> <p>4) ประยุกต์ใช้ความเข้าใจ พร้อมกับความเชี่ยวชาญในความสัมพันธ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เชิงสัญลักษณ์ เพื่อพัฒนาแนวทางและกลยุทธ์ใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ใหม่</p> <p>5) แปลงปัญหา สื่อสารการกระทำและการไตร่ตรองได้อย่างแม่นยำเกี่ยวกับการค้นพบ สามารถตีความ ได้แย้งและพิจารณาความเหมาะสมของสิ่งเหล่านี้กับสถานการณ์ดั้งเดิมได้</p>

นอกจากนี้ จากผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (2564: 113-114) ได้เสนอลักษณะของความสามารถทางคณิตศาสตร์ 6 ระดับ ใน PISA 2018 ดังตาราง 10

ตาราง 10 ลักษณะของความสามารถทางคณิตศาสตร์ 6 ระดับ ใน PISA 2018

ระดับ	ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
6	<p>ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถสร้างกรอบความคิด สร้างข้อสรุป และใช้ประโยชน์ของข้อมูลบนพื้นฐานของการสำรวจตรวจสอบและการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ที่ซับซ้อนของปัญหา และสามารถใช้ความรู้ในบริบทที่ไม่คุ้นเคยและไม่เป็นไปตามแบบแผนที่มีมาก่อน สามารถเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ กับการนำเสนอทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน อีกทั้งสามารถปรับใช้ระหว่างแหล่งข้อมูลได้อย่างคล่องแคล่ว นักเรียนที่ระดับนี้มีมีความสามารถในการคิดและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงได้ สามารถใช้ความสามารถที่มีอยู่และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ร่วมกับความสามารถในการใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างวิธีการและกลยุทธ์ใหม่สำหรับจัดการกับสถานการณ์ใหม่ สามารถสะท้อนการกระทำ และสามารถคิดหรือแปลงปัญหาและสื่อสารความเห็นและการกระทำที่ตนค้นพบ ดีความและโต้แย้งได้ชัดเจนแม่นยำ อีกทั้งยังสามารถอธิบายถึงสาเหตุที่ใช้การกระทำนั้น ๆ มาตั้งแต่ต้นได้</p>
5	<p>ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถสร้างและใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) สำหรับปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน นักเรียนสามารถระบุข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือก เปรียบเทียบ และประเมินถึงกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่เชื่อมโยงกับตัวแบบ สามารถทำงานอย่างมีกลยุทธ์โดยใช้ทักษะการคิดและทักษะการให้เหตุผล โดยนำมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสมกับการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เข้ากับสถานการณ์ นักเรียนที่ระดับนี้เริ่มพัฒนาความสามารถในการทำงานของตน และสามารถสื่อสารโดยการสรุปความและตีความในรูปแบบการเขียนได้</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

ระดับ	ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
4	<p>ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบชัดเจน แต่อยู่ในสถานการณ์ซับซ้อนที่ค่อนข้างเป็นรูปธรรม และอาจมีข้อจำกัดเข้ามาเกี่ยวข้อง หรืออาจต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง นักเรียนสามารถเลือกและบูรณาการการนำเสนอแบบต่าง ๆ หลายแบบ รวมทั้งการใช้สัญลักษณ์แทน โดยนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่จำกัดและสามารถใช้เหตุผลด้วยความเข้าใจในสถานการณ์ที่ตรงไปตรงมาได้ สามารถสร้างและสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการตีความการโต้แย้ง และการกระทำของตนเอง</p>
3	<p>ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างหรือวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่โจทย์ที่ต้องเลือกลำดับขั้นตอนด้วย การตีความของนักเรียนเพียงพอสำหรับเป็นพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองอย่างง่ายหรือสำหรับการเลือกและการใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา นักเรียนที่ระดับนี้สามารถตีความและใช้การนำเสนอทางคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันและใช้ความเป็นเหตุเป็นผลโดยตรงจากแหล่งข้อมูลนั้น ๆ ได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ร้อยละ เศษส่วนและทศนิยม และหาความสัมพันธ์ในเชิงสัดส่วน การแก้ปัญหาของนักเรียนสะท้อนให้เห็นว่ามีการตีความและใช้ความเป็นเหตุเป็นผลในขั้นพื้นฐานได้</p>
2	<p>ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถตีความ แปลความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการตัวอ้างอิงไม่เกินสองตัว สามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียว และสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนออย่างง่าย ๆ เพียงขั้นเดียว นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้ลำดับขั้นตอน สูตรคำนวณ กระบวนการ หรือข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเลขจำนวนเต็ม และสามารถตีความผลลัพธ์ที่ได้แบบตรงไปตรงมา ระดับ 2 ถือว่าเป็นระดับพื้นฐานที่ควรจะมี (Minimum requirement) เป็นระดับที่แสดงว่านักเรียนพอจะใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ในชีวิตได้ในระดับเริ่มต้น</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

ระดับ	ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
1	<p>ที่ระดับ 1 นักเรียนสามารถตอบคำถามคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่เคยพบหรือคุ้นเคย</p> <p>มาก่อน ซึ่งบริบทต้องให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเป็นคำถามที่ถามตรง ๆ อย่างชัดเจน สามารถระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่เคยทำเป็นประจำโดยทำตามคำสั่งที่บอกไว้ในสถานการณ์อย่างชัดเจน สามารถทำได้เฉพาะเมื่อมีการบอกอย่างชัดเจนและทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้</p>

จากตาราง 9-11 พบว่าเกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ประเมินแบบองค์รวม และแบ่งเป็น 6 ระดับ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบองค์รวม

1.4 แนวทางการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

การส่งเสริมพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียน ควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์ของผู้เรียนหรือมีความน่าสนใจ ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่ไม่ซับซ้อน ใช้การอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น วิเคราะห์ ดีความ ประเมินผลลัพธ์ และความรอบคอบในการทำงานของผู้เรียน (ชนน คันธวัตร์.2561)

De Lange (2003, 87-88) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควรจัดการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมและบริบทที่เหมาะสม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์และการวางนัยทั่วไป (generalization)

2. ผู้สอนควรสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่สามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ และควรเป็นคณิตศาสตร์ที่อยู่ในโลกจริงของผู้เรียนด้วย สอนโดยใช้สถานการณ์จริงมาเชื่อมโยงและบูรณาการกับคณิตศาสตร์ เนื่องด้วยบางปัญหาที่มีความซับซ้อน แต่ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างและไม่เหมือนกันในแต่ละคนได้

3. เป้าหมายของการศึกษาไม่ควรกำหนดขึ้นเฉพาะเจาะจงอยู่กับเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่ควรคำนึงถึงสมรรถนะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ด้วย ซึ่งตรงตามกรอบการประเมินของ PISA ที่มีการประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้วย

4. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ควรนำไปสู่หลักสูตรที่แตกต่างกันไปตามวัฒนธรรมและความสามารถทางเทคโนโลยีที่ต่างกันของแต่ละประเทศ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ควรปรับให้เข้ากับวัฒนธรรมและความต้องการของแต่ละประเทศ

5. เนื้อหาในหลักสูตรควรมีความทันสมัยโดยควรมีการปรับปรุงอย่างน้อยทุก 5-10 ปี เนื่องด้วยวิชาคณิตศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่มีความเป็นพลวัตสูง วัฒนธรรมและความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์และสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

6. ผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจหรือข้อตกลงร่วมกันเกี่ยวกับความหมายขั้นพื้นฐานของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยสามารถเริ่มต้นจากการทบทวนมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตร

7. ผู้สอนควรให้ความสำคัญกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ครอบคลุมแบบหลักสูตรในระยยาวอย่างน้อยสำหรับผู้เรียนอายุ 4-15 ปี และควรแปลงความหมายและอธิบายรายละเอียดของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานได้

สุณิสสา สุมิรัตน์ (2555, 163-164) ได้อธิบายหลักการของกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีหลักการสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. หลักการใช้บริบทชีวิตจริงและการเข้าใจปัญหา

การนำปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยมาเป็นจุดเริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ดีและมีความหมายต่อผู้เรียน

2. หลักการคิดค้นคณิตศาสตร์และการสร้างความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนได้คิดค้นคณิตศาสตร์โดยการปฏิบัติกิจกรรมภายใต้การให้คำแนะนำของผู้สอน ไม่ใช่ให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ที่มีอยู่ การเรียนคณิตศาสตร์ควรเป็นกิจกรรมในการให้ผู้เรียนสร้างความรู้

3. หลักการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นเองจากการประเมินสถานการณ์ปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาและใช้วิธีการที่สร้างขึ้นเองในการแก้ปัญหาจากการประเมินสถานการณ์ปัญหา โดยวิธีการหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบเข้าใจและสื่อความหมายได้ง่าย และค่อย ๆ พัฒนาเป็นวิธีการหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบแผนและซับซ้อนมากขึ้น

4. หลักการมีปฏิสัมพันธ์และสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้อภิปรายสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่นและปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนจะช่วยให้เกิดการตรวจสอบและพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์

5. หลักการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาที่หลากหลาย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายโดยเน้นการพิจารณาตามลักษณะของสถานการณ์ปัญหาแต่ละปัญหา การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่จะส่งเสริมพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้น ไม่จำกัดเฉพาะหัวข้อคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรเท่านั้น หากจะต้องจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ให้เห็นคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง ซึ่งไม่ใช่เพียงการนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้เล็กน้อย เช่นนำมาคิดกำไรขาดทุนเท่านั้น แต่ควรรวมไปถึงการรู้จักโลกของความเป็นจริงสามารถนำปัญหาจริง ๆ ที่พบในโลกมาคิดในเชิงของคณิตศาสตร์ สามารถแก้ปัญหาในเชิงของคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์และแปลงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปตอบปัญหาในโลกจริงอีกด้วย (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2559: 16)

จากแนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ดังนี้

1. ใช้สถานการณ์ปัญหาที่มาจากบริบทชีวิตจริงและเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน

2. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด สื่อสารนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนแปลงปัญหา ตีความปัญหาจากสถานการณ์จริงมาคิดในเชิงคณิตศาสตร์ และแปลงจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์กลับสู่โลกจริงได้

4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลและการสื่อสาร ผ่านการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

5. ภาระงานหรือชิ้นงานที่ให้ผู้เรียนเป็นงานที่ส่งเสริมการคิด การแปลง การตีความ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากกว่าการท่องจำมาตอบ

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์ (2561) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ทั้งภาพรวมและรายด้านก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) บุรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน พบว่าความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบุรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยกระบวนการเรียนรู้แบบ Open approach มีการใช้โจทย์สถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนลองถูกลองผิดจนสามารถสร้างความรู้ขึ้นได้ด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปความรู้ใหม่ร่วมกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบุรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบของข้อสอบ 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบคำตอบเดียว 2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน 3) แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ และ 4) แบบสร้างคำตอบแบบเปิด จำนวน 4 สถานการณ์ 8 ข้อ

ชนน คันธาวัตร์ (2561) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับ อนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้รูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ และแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2015 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ PISA 2) เนื้อหาที่ประเมิน และ 3) บริบท สำหรับผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับ 3-4 นั่นคือ นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ได้เหมาะสมและสอดคล้อง สามารถสร้างตัวแบบเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำกระบวนการเชิงคณิตศาสตร์ เลือกใช้หลักการ กลยุทธ์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถเลือกสถานการณ์พร้อมอธิบายการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

พิมพ์ิชา เอกพันธ์ (2563) ได้ดำเนินการ วิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดย

เทคนิค K-W-D-L สามารถสรุปได้ 4 ขั้นคือ ขั้นที่ 1 K (What we know) เรารู้อะไร หรือใจทย์บอกอะไรบ้าง ขั้นที่ 2 W (What we want to know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร หรือใจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีการอะไรได้บ้าง ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) เราทำอะไร อย่างไร หรือดำเนินการตามกระบวนการแก้ใจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 L (What we learned) เราเรียนรู้อะไร หรือคำตอบที่ได้ และบอกวิธีคิดคำตอบอย่างไร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL แบบทดสอบวัดความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ประเภทอัตนัย โดยเป็นแบบทดสอบที่เน้นความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (การคิด การใช้หลักการ การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์) และด้านบริบทหรือสถานการณ์ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียน

มะลิวรรณ งามยิ่ง (2563) ได้พัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) เนื้อหาคณิตศาสตร์ 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ 3) สถานการณ์/บริบท 10 องค์ประกอบย่อยและ 10 ตัวบ่งชี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา หลักสูตรความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา แบบประเมินประสิทธิภาพโครงร่างหลักสูตร แบบบันทึกผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจต่อหลักสูตร

รุ่งทิภา บุญมาโตน (2561) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 งานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) วางแผน (plan) 2) ปฏิบัติการ (act) 3) สังเกตการณ์ (observe) และ 4) สะท้อนผลการปฏิบัติ (reflect) โดยให้ความสำคัญกับการเริ่มต้นบทเรียนด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น การส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น กับเพื่อน และเน้นให้นักเรียนได้สร้างสถานการณ์ในบริบทใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 แผนการ

จัดการเรียนรู้ ครอบคลุมทั้ง 4 บริบท ได้แก่ ส่วนตัว สังคม วิทยาศาสตร์และการทำงานอาชีพ แบบสังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียน และแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 สถานการณ์ จำนวน 10 ข้อ โดยเป็นรูปแบบอัตนัยทั้งหมด

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2559) ให้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) สถานการณ์และบริบทซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งอยู่ 2) เนื้อหาของคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา 3) สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งได้นำเสนอการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบบูรณาการ โดยการบูรณาการเชิงเนื้อหา และการบูรณาการเชิงวิธีการ โดยใช้รูปแบบลักษณะ 4 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ 1) รูปแบบการเรียนการสอนทางตรง 2) รูปแบบการเรียนการสอนโดยการสร้างเรื่อง 3) รูปแบบการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และ 4) รูปแบบการเรียนการสอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (รูปแบบจิ๊กซอว์ (JIGSAW) รูปแบบ เอส. ที. เอ. ดี. (STAD) รูปแบบ ที. เอ. ไอ. (TAI) รูปแบบที. จี.ที.(TGT) รูปแบบ แอล.ที (LT) รูปแบบ จี. ไอ. (GI) รูปแบบ ซี. ไอ. อาร์. ซี. (CIRC) รูปแบบคอมเพล็กซ์ (Complex Instruction)) การสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้รู้คณิตศาสตร์อย่างแท้จริงจนสามารถจัดการบูรณาการความรู้ ดัดแปลงกิจกรรมการเรียนรู้เชื่อมโยงสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และเกิดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง

สุไยกยะ ลิมาน, ศุภลักษณ์ สินธนา และวรวจน์ แซ่หลี (2562) ได้พัฒนาแบบทดสอบที่สอดคล้องตามตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบและสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการประเมินของ PISA สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึก ประเด็นการสนทนากลุ่มและแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบและเติมคำตอบที่พัฒนาขึ้นตามตัวบ่งชี้โดยใช้กระบวนการคิดหาผลลัพธ์ดังนี้ การคิดแปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

อุเรี่ย (Aulia Nurutami, Riyadh, Sri Subanti. 2018) ได้ศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์บนฐานความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่มตามลำดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ คือ สูง กลาง และต่ำ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบโดยแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ใช้ข้อคำถามจาก PISA จำนวน 4 ข้อและการสัมภาษณ์

โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงสามารถทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้ถึง ระดับ 2 และ 4 กลุ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์กลางสามารถทำแบบทดสอบวัด ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้ถึง ระดับ 2 และกลุ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำไม่สามารถทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้ถึง ระดับ 2, 3 หรือ 4

จากงานวิจัยของไทยและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การกำหนดองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ว่าจะประกอบด้วยอะไร ตัวบ่งชี้ควรเป็นอย่างไร เครื่องมือที่ใช้ประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ควรเป็นอย่างไร การจัดการเรียนรู้แบบใดที่จะส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกำหนดองค์ประกอบตัวบ่งชี้ และการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามกรอบการประเมิน PISA แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นหลัก

2. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ต้องการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หนึ่งในองค์ประกอบของหลักสูตร คือ เนื้อหาสาระของหลักสูตร(หน่วยการเรียนรู้) ที่สอดคล้องกับหลักสูตรดังกล่าว และในหน่วยการเรียนรู้นั้นต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาจากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศว่าการจัดการเรียนรู้ใดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

นัการศึกษา	การจัดการเรียนรู้									
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs)	การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach)	การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning, CBL)	เทคนิคการสอนแบบ KWDL	วิธีการสอนแบบบูรณาการ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) 5 ขั้นตอน (5E)	การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน		
ทีฆทัตน์ ญณะทวิ (2564)	✓									
พิงพิทา เอกพันธ์ (2563)				✓						
ชนน คันทน์จิตร (2561)	✓									
กฤษณ วิเศษประสิทธิ์ (2561)		✓	✓							
รุ่งทิวา บุญมาโต (2561)				✓	✓					
สมบัติ ท้ายเรือคำ (2559)							✓			
N Maryani (2020)				✓						
An Nguyen (2019)										✓
รสสุคนธ์ แสงแก้ว (2562)								✓		
วิชุดา มาลาสาาย (2561)		✓						✓		

จากตาราง 11 พบว่าในระยะเวลา 8 ปีที่ผ่านมา มีงานวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้งสิ้นโดยประมาณ 10 งานวิจัย โดยมี 3 งานวิจัย ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเข้าใจถึงการนำความรู้ไปใช้จริง ใช้บริบทหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวันเป็น “ตัวขับเคลื่อน” ให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหา (พิมพิชา เอกพันธ์.2563; 47-48) จึงสอดคล้องกับลักษณะของหลักสูตรตามแนวคิดปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม และทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และมี 2 งานวิจัยที่ใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบย่อยของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีงานวิจัยที่รองรับว่าทั้งสองรูปแบบสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้

นอกจากนี้จากเจตนารมณ์ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2560 และยุทธศาสตร์ชาติ คำนึงถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการสอน โดยมีเป้าหมายที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนได้รับการพัฒนาไปสู่ศักยภาพสูงสุดของแต่ละบุคคล (กระทรวงศึกษาธิการ, กรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน) และจากความมุ่งหมายของการวิจัยที่ต้องการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล ใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติจริง ด้วยการให้ผู้เรียนคิด สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ทักษะการสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยมและทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

นอกจากนี้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นจะใช้การเรียงลำดับหน่วยการเรียนรู้ในหลักสูตรจากบริบทส่วนตัวซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียน ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เดิมในการแก้ปัญหาสถานการณ์ได้ จากนั้นผู้สอนสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยการ

ประมวลสารสนเทศ โดยรายละเอียดของปรัชญาการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องในหลักสูตร มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism)

ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism) ผู้คิดค้นคือ Francis W. Parker มีแนวคิดและความเชื่อว่าการศึกษจะต้องมุ่งเน้นพัฒนาเด็ก ทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม อารมณ์ และสติปัญญา ตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ได้นำแนวคิดของปรัชญาการศึกษานี้มาใช้ในการศึกษาและในกระบวนการทางกฎหมาย และได้เสนอการจัดการเรียนการสอนแบบที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ นั่นคือ “Learning by Doing” ให้ผู้เรียนได้รับอิสระในการริเริ่มความคิดและลงมือทำตามความคิด หลักสูตรการศึกษาตามปรัชญาเน้นการปลูกฝัง การฝึกฝนอบรมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ (Experience) และเรียนรู้จากการคิด การลงมือทำและการแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ทิตินา แคมมณี. 2559: 27) การจัดการศึกษาตามแนวคิดปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยมมีหลักการสำคัญสรุปได้ ดังตาราง 12

ตาราง 12 การจัดการศึกษาตามแนวคิดปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (สิทธิพล อาจอินทร์. 2563: 111)

องค์ประกอบของการจัดการศึกษา	การจัดการศึกษาตามแนวคิดปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม
จุดมุ่งหมายของการศึกษา	การศึกษาคือชีวิต (Education is Life) มนุษย์จะต้องเฝ้าหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองและนำไปใช้ในการดำรงชีวิต การจัดการศึกษาควรมีลักษณะที่เหมือนกับชีวิตจริง ๆ รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตนเอง รู้จักปรับตัวให้เข้ากับสังคมและรู้จักแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้
หลักสูตร	หลักสูตรจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื้อหาวิชาควรสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน และให้ผู้เรียนรู้จักตนเองเป็นหลักสูตรที่เน้นประสบการณ์ (Experience Curriculum) และหลักสูตรที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child-Centered Curriculum)
ผู้สอน	ผู้สอนมีหน้าที่จัดประสบการณ์ที่ดีและเหมาะสมกับความสนใจ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียน รวมทั้งเป็นผู้ให้คำแนะนำ ปรึกษา ให้ความช่วยเหลือผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

ตาราง 12 (ต่อ)

องค์ประกอบของการจัดการศึกษา	การจัดการศึกษาตามแนวคิดปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม
ผู้เรียน	ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองทั้งร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคมและสติปัญญา
การจัดการเรียนรู้	จัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child-Centered) เรียนรู้โดยการปฏิบัติ (Learning by Doing) หรือวิธีแก้ปัญหา (Problem Solving)

แนวทางที่ผู้วิจัยนำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ ผู้วิจัยจะนำเสนอหลักสูตรที่มีเนื้อหาสาระสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เรียนรู้โดยการปฏิบัติ (Learning by Doing) หรือวิธีแก้ปัญหา

2.2 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ยึดหลักการสำคัญที่ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่พบเห็นหรือความรู้ใหม่ เกิดเป็นโครงสร้างใหม่ทางปัญญา การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้นเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนเอง รากฐานความเชื่อของทฤษฎีนี้มาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเซอว์ปัญญาของเพียเจต์ และของวิกทอทสกี ดังนั้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (สิทธิพล อาจอินทร์, 2563: 133-134; สุมาลี ชัยเจริญ, 2547) คือ

1. กลุ่มที่เน้นกระบวนการคิดในตัวบุคคล (Cognitive Constructivism)

เป็นกลุ่มที่นำแนวคิดมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเซอว์ปัญญาของเพียเจต์ โดยเน้นการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นรายบุคคล มีแนวคิดที่มนุษย์อาศัยประสบการณ์แล้วนำมาสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structuring) แล้วปรับให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึมความรู้ (Assimilation) เพื่อรับความรู้หรือข้อมูลใหม่จากสภาพแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญา แล้วสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมา โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมและสิ่งที่ต้องเรียนใหม่หรือเกิดการเรียนรู้

นั่นเอง ดังนั้นในการพัฒนาผู้เรียนให้รู้วิธีคิดเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้น ผู้สอนจึงมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา โดยการจัดสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

2. กลุ่มที่เน้นการสร้างความรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Constructivism)

เป็นกลุ่มที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของวิกโกทสกี โดยเชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา การทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นจะช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้ของผู้เรียนให้ซับซ้อนและหลากหลายมากขึ้น การจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นจากความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริงในบริบทที่มีความหมาย ตามแนวความคิดสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของกลุ่มนี้ที่เชื่อว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน ผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองคือมีพื้นฐานความรู้อยู่ในระดับ Zone of Proximal Development แต่ผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ต่ำกว่า Zone of Proximal Development จะไม่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ (Assisted learning) เพื่อช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้ถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของผู้เรียนได้ จะพบว่าการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกัน คือ เพียเจต์ อธิบายถึงการเรียนรู้ที่เกิดภายในตัวบุคคล เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือสิ่งแวดล้อมแล้วบุคคลนั้นจะเกิดการเรียนรู้ ส่วนวิกโกทสกี อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยอาศัยสื่อกลางทางวัฒนธรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น การช่วยเหลือด้วยการชี้แนะและการทำงานร่วมกับผู้อื่นจะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ แม้ทั้งสองกลุ่มจะเห็นแตกต่างกันในเรื่องการอธิบายว่าผู้เรียนจะสร้างความรู้ได้อย่างไร แต่ก็มีความเห็นร่วมกันดังนี้ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554: 211) ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และการจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไปใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายประการดังนี้ (ทิตินา แชมมณี, 2559: 94-95)

1. ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนต้องเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเห็น จุดประสงค์การเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริงผลของการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น

2. จุดประสงค์ของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่ตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ ต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาได้จริง

3. ผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว ต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน

3. ผู้สอนสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการสื่อสารร่วมมือ การแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายมากขึ้น

4. บทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนเป็นให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ ผู้สอนมีหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน

5. การประเมินผลการเรียนการสอน (Jonassen, 1992: 137-147) มีลักษณะเป็น “Goal Free Evaluation” เป็นการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย การวัดผลใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบทหรือกิจกรรมที่เป็นจริง

แนวทางที่ผู้วิจัยนำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ ผู้วิจัยจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ให้ได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสืบเสาะ เลือกรูปวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพของตนเอง รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอสื่อสาร แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาร่วมกับเพื่อนในระหว่างการเรียนรู้ด้วย

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ (Information Processing Model of Learning)

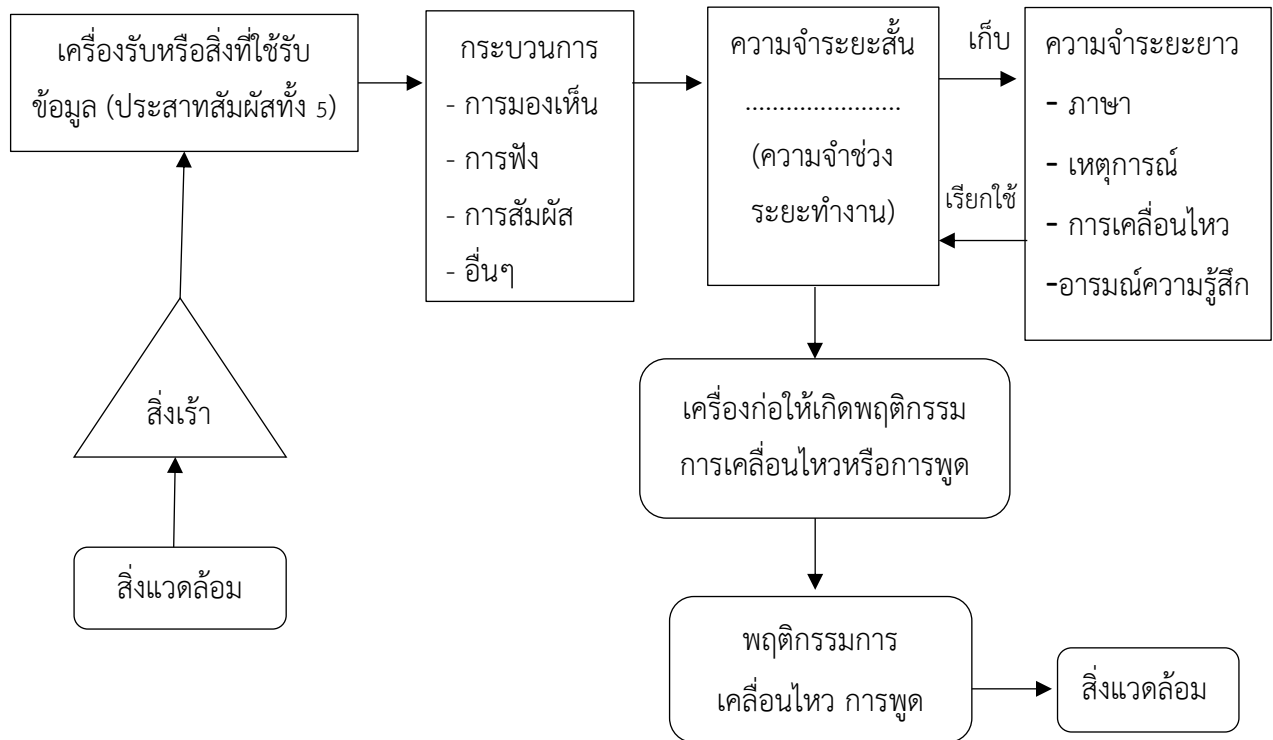
ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ เป็นทฤษฎีที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ซึ่งการเรียนรู้นั้นเกิดจากความต้องการของผู้เรียน และเป็นผลเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าที่มาจากสิ่งแวดล้อม ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องการเรียนกับตัวผู้เรียน (กษมา เกิดประสงค์. 2560: 87)

คลอสเมียร์ (Klausmeier, 1985: 105) กล่าวถึงกระบวนการประมวลข้อมูลซึ่งเริ่มจากมนุษย์ได้รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยสิ่งเร้าที่รับเข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น (Short-term memory) ซึ่งการบันทึกนี้จะขึ้นอยู่กับ 2 องค์ประกอบ คือ การรู้จัก (Recognition) และความใส่ใจ (Attention) ของผู้ที่รับสิ่งเร้า ประสิทธิภาพของกระบวนการของการรู้จัก ขึ้นกับความสามารถของผู้เรียนที่จะนำข้อมูลที่ตนเองมีอยู่มาใช้ได้มากน้อยเพียงใด ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนต้องมีกระบวนการที่มีความหมาย มีสื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม ซึ่งจะเป็นสิ่งช่วยให้ผู้เรียนสร้างสะพานเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมเข้ากับข้อมูลใหม่ที่ได้รับมา อันจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต่อไป เมื่อผู้เรียนต้องการเรียกข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในความจำระยะสั้นนั้นออกมาใช้ในภายหลังได้นั้น ข้อมูลต้องผ่านกระบวนการประมวลผลและเปลี่ยนแปลงจากความจำระยะสั้น ไปสู่ความจำระยะยาว (Long-term Memory) สามารถทำได้โดยผ่านวิธีการดังต่อไปนี้

1. การเข้ารหัส (Encoding) เกิดจากการท่องซ้ำ ๆ เช่นการท่องสูตรคูณ ซึ่งเป็น การท่องจำที่ไม่ต้องใช้ความคิด หลังจากที่ข้อมูลสูตรคูณได้บันทึกไว้ในความจำระยะสั้นแล้ว

2. กระบวนการขยายความคิด (Elaborative Process) คือการสร้างความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียนที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaning Learning) ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

สามารถอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศของคลอสเมียร์ ได้ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศของคลอสมeyer

ที่มา : คลอสมeyer (Klausmeier, 1985: 105)

องค์ประกอบของการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ มี 4 ประการ คือ

- 1.คุณลักษณะของผู้เรียน (Learner Characteristics) คือ สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน เช่น ความรู้เดิม ทักษะคิด แรงจูงใจ รูปแบบความคิด เป็นต้น
- 2.กิจกรรมของผู้เรียน (Learner Activities) คือ การพิจารณาว่าผู้เรียนทำกิจกรรมอะไร เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี เป็นขบวนการใช้สมองของผู้เรียนในขณะที่เกิดการเรียนรู้
- 3.ธรรมชาติของสิ่งที่เรียน (Nature of the Learning Material) คือ เนื้อหาของข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาดีมาน้อยเพียงใด
- 4.วิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน (Nature of the Criterion) คือ ลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนแสดงออกมาเมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว เช่น ตอบข้อเขียนได้ถูกต้อง สอบปากเปล่าได้แสดงทักษะต่าง ๆ ให้ปรากฏ

แนวทางที่ผู้วิจัยนำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach)

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลากหลายวิธี เน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง ลักษณะของปัญหาปลายเปิดนั้นจะนำพาให้ผู้เรียนไปสู่การค้นพบวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา แสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้วนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Inprasitha (2010) (อ้างถึงใน วิชชุดา มาลาสาย. 2561: 40) ได้นำเสนอขั้นตอนของลำดับวิธีการสอนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาคด้วยวิธีแบบเปิด ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

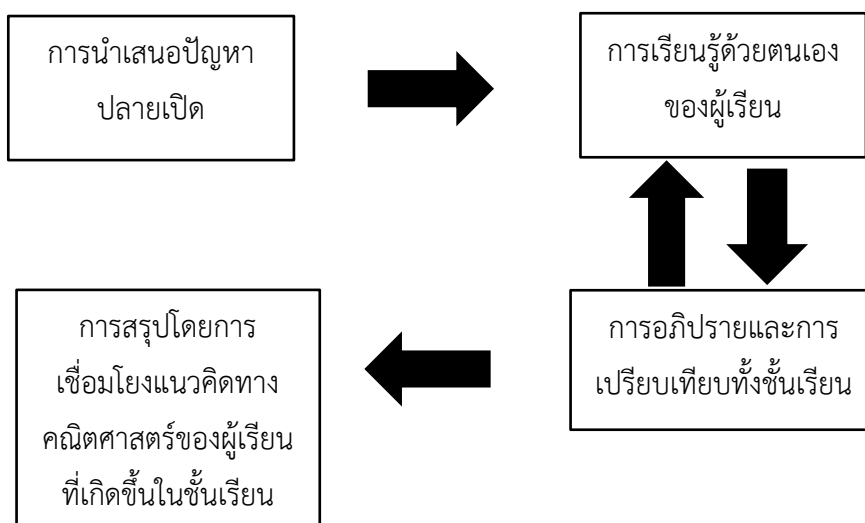
ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดพร้อมสื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาปลายเปิดนั้น

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ผ่านการแก้ปัญหาในขณะที่ผู้สอนบันทึกแนวคิดของผู้เรียน เพื่อใช้ในการอภิปราย (Students' self-learning through problem solving while the teacher take notes students' idea for later discussion)

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) โดยผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาลายเปิดจากขั้นที่ 1 และผู้สอนพยายามให้ความสำคัญกับทุกแนวคิดแก้ปัญหาคของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through connecting students' mathematical ideas emerged in the classroom)

ขั้นตอนของลำดับวิธีการสอนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาคด้วยวิธีแบบเปิดข้างต้นสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 วิธีการแบบเปิด 4 ชั้นของลำดับวิธีการสอนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา

ที่มา : วิชุดา มาลาสาย. (2561). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23. โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเปลี่ยน สพฐ. ปีงบประมาณ 2561. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. น. 40.

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้คิดวางแผนและแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างหลากหลาย อีกทั้งอาจจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการพัฒนาทักษะอื่น ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งทักษะเหล่านี้สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในข้อที่ 2 คือ ความสามารถในการคิด และข้อที่ 3 คือความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถนี้ถือเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ ดังที่ Charles and Lester (1977) กล่าวว่า "คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ และมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันอย่างแยกออกจากกันไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหา ถือเป็นหัวใจสำคัญของคณิตศาสตร์" (ณัฐกุล นินนานนท์ และปริญ ทนันทชัยบุตร.2564: 22) เช่นเดียวกับ อริษา คำโหมด และสิทธิพล อาจอินทร์ (2562) ได้ศึกษาการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา

ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนภูวิทยา จำนวน 29 คน โดยรูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครู แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบท้ายวงจร และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แนวทางที่ผู้วิจัยนำการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ บริบทส่วนตัว เนื้อหาปริมาณ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริภูมิและรูปทรง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา เกิดการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน เกิดการสื่อสารและอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

2.5 การจัดการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs)

การจัดการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) ซึ่งอิงจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยกระตุ้นผู้เรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและเป็นปัญหาในชีวิตจริง การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ เริ่มจากการให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง ผู้เรียนต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องสามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการคิดของตนเอง ตลอดจนประเมินกระบวนการคิดของตนเองและผู้อื่นได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสัมพันธ์กับชีวิตจริง และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น MEAs จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยการแก้ปัญหาจากโลกแห่งความจริง แสดงให้เห็นกระบวนการทั้งหมดของผู้เรียนเสมือนเปิดหน้าต่างเข้าไปในกระบวนการคิดที่ผู้เรียนใช้ในการพัฒนาการแก้ปัญหา (ทีฆทัตน์ ญาณะทวี. 2564: 105, ขวัญหทัย พิกุลทอง.

2562:345) ซึ่งหลักการที่ใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities มี 6 หลักการ (Lesh, Hoover, Hole, Kelly, & Post, 2000) ดังนี้

1) หลักการสร้างแบบจำลอง (Model-construction principle) เป็นขั้นตอนการอธิบายลักษณะสำคัญของสถานการณ์ปัญหา ผู้เรียนต้องสามารถตีความสถานการณ์ให้ได้มาซึ่งข้อมูลด้านปริมาณ ความสัมพันธ์ การดำเนินการ และรูปแบบที่เป็นไปได้

2) หลักการตามความเป็นจริง (Reality principle) เป็นหลักการกำหนดปัญหาที่ควรเป็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับผู้เรียน และสามารถเกิดในชีวิตจริง ทั้งนี้ผู้เรียนต้องตัดสินใจเลือกข้อมูลที่มีแนวโน้มที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

3) หลักการประเมินตนเอง (Self-assessment principle) เป็นหลักการที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาประเมินผลและปรับเปลี่ยนรูปแบบโมเดลที่ตนเองสร้างขึ้นได้ และขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถทบทวนวิธีคิดเพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องและประเมินตนเองได้

4) หลักการจัดการเอกสาร (Model-documentation principle) เป็นหลักการที่ผู้เรียนสร้างงานหรือเอกสารที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถระบุนิยามความคิด ตีความสถานการณ์ ปัญหาที่กำหนดให้ได้ สามารถอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้

5) หลักการการปรับเปลี่ยนและนำมาใช้ใหม่ (Shared-ability and Reusability principle) วิธีแก้ปัญหาหรือโมเดลที่ผู้เรียนสร้างขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงได้

6) หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) เป็นหลักการที่ผู้เรียนสามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบหรือโมเดลที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาแนวทางของคำตอบให้เป็นต้นแบบสำหรับการตีความสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

วุฒิพงษ์ ประทุมมา (2561: 59-60) ได้เสนอขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities มี 6 ขั้นตอน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา ผู้สอนต้องมีการนำเสนอปัญหาที่ชัดเจน ครอบคลุม มีข้อมูลด้านปริมาณ ความสัมพันธ์ การดำเนินการ และรูปแบบ เพื่อให้ผู้เรียนนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา จากปัญหาที่ใกล้เคียงในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหา แนวทางแก้ปัญหา แล้วตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน ร่วมกันประเมินการแก้ปัญหาว่ามีแนวทางในการแก้ปัญหาใดที่มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ พร้อมอธิบายเหตุผล ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาจากแหล่งเรียนรู้ แล้วร่วมกันวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วสรุปเป็นวิธีการแก้ปัญหากลุ่มตนเองในรูปแบบใบงาน ใบกิจกรรมหรือแบบทดสอบ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการนำเสนอ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา แล้วร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์ถึงความแตกต่างของวิธีการแก้ปัญหา และหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการปรับปรุง ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหาให้ได้ผลดีที่สุด แล้วร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา พร้อมทั้งนำวิธีการที่ได้ไปแก้ปัญหาอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

ชนน คันทาว์ตร (2561, น. 40-44) ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหา 3 กระบวนการ เพื่อสร้างการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
1. ระบุปัญหา ใช้ปัญหาในชีวิตจริงที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน และให้นักเรียนตัดสินใจว่าจะสามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหานี้ได้หรือไม่ แล้วระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำ ซึ่งนำไปสู่การสร้างข้อคำถามของนักเรียน	1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ - ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง

ตาราง 13 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
<p>2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปรให้นักเรียนเลือกประเด็นสำคัญในสถานการณ์และกำหนดความสัมพันธ์แล้วตัดสินใจที่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับความสัมพันธ์นั้นที่กำหนดไว้ เพื่อสร้างข้อความสำหรับสถานการณ์ โดยครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำ</p>	<p>1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่าย เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น - แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของภาษาคณิตศาสตร์
<p>3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนทำการแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์ในรูปแบบของตัวแปร รูปแบบของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์</p>	<p>1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของภาษาคณิตศาสตร์ <p>2. การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - หาวิธีหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม - นำข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา

ตาราง 13 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
<p>4.วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ ครูให้นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง</p>	<p>2.การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม - นำข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา <p>3.การตีความ การประยุกต์ใช้ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทโลกชีวิตจริง - การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง - อธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา

ตาราง 13 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
<p>5.ทำซ้ำ ครูให้นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้งเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือเป็นการขยายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสอดคล้องของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ทำการสร้างและวิเคราะห์แล้ว</p>	<p>1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่าย เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น - แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของภาษาคณิตศาสตร์ <p>2.การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม - นำข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา <p>3.การตีความ การประยุกต์ใช้ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทโลกชีวิตจริง - การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง - อธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา

ตาราง 13 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
6. ใช้ตัวแบบในสถานการณ์จริง ครูให้นักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ พร้อมทั้งรายงานผลของการใช้และผลลัพธ์ที่ได้รวมไปถึงตัดสินใจในการนำไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง	3.การตีความ การประยุกต์ใช้ และ ประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ - การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง - อธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนว MEAs หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์นั้น สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์ การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของงานวิจัยนี้ ทั้งนี้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ยังสามารถนำปัญหาในชีวิตจริงมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ คັນสนีย์ เณรเทียน (2560) ที่ได้นำเสนอวงจรของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง ดังต่อไปนี้ สถานการณ์ปัญหาที่ 1 การส่งจดหมายของบุรุษไปรษณีย์ สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ระบบนิเวศของแมลงในป่า โดยที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในการแก้ปัญหา เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับบริบทของไทย

นอกจากนั้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนดงงานวิจัยของ ขวัญหทัย พิกุลทอง (2562:342) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนว MEAs เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้คิดค้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถเชื่อมโยงระหว่างปัญหาในโลกแห่งความจริงสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการของตนเองได้ ทั้งยังสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของผู้เรียน ดงงานวิจัยของ เชิดพงศ์ ชาชุมวงศ์, มาลี ศรีพรหม และ สมเกียรติ พละจิตต์ (2557) ที่ได้ร่วมกันศึกษาหาข้อนี้

ประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 ขึ้นไป พร้อมทั้งเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์ต่างกัน หลังการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดนครพนม จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 4) แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ผลการวิจัยพบว่า โดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

แนวทางที่ผู้วิจัยนำการจัดการเรียนรู้ตามแนว MEAs มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ บริบทอาชีพ เนื้อหาปริมาณ ความไม่แน่นอนและข้อมูล ปริภูมิและรูปทรง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงความสัมพันธ์ของปัญหาในชีวิตจริงในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการสร้างแบบจำลองดังกล่าวได้ด้วย

2.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (CBL) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยใช้สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวของผู้เรียนมาสร้างเป็นบริบทที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยจะบูรณาการเนื้อหาสาระหลักเข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่อยู่รอบตัวมาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาความรู้ด้วยตนเอง สร้างองค์ความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยตนเองและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (กัลยรัตน์ แก้วแสนสาย. 2564: 43; พิมพิชา เอกพันธ์. 2563: 113; รุ่งทิวา บุญมาโตน. 2561: 53) จากงานวิจัยต่าง ๆ แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดังตาราง 14

ตาราง 14 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน				
ศักดิ์ชาย ขวัญสิน (2553)	Crawford, Michael; & Witte (1999)	De Jong (2006)	Gillbert (2006)	Warren (2006)
ขั้นตอนที่ 1 ครูให้นักเรียนอภิปรายสถานการณ์ที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน	ขั้นที่ 1 ขั้นสัมพันธ์ (Relating) เป็นขั้นตอนที่เป็นการเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิต นำประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน มาสร้างความสัมพันธ์กับความรู้	ขั้นที่ 1 นำเสนอและแนะนำบริบทให้นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้ (Need to know) โดยให้นักเรียนตั้งคำถาม	ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ (Setting focal event) ในขั้นตอนนี้ผู้สอนนำเสนอบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียน โรงเรียน หรือชุมชนที่ผู้เรียนสนใจ	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บริบท ครูผู้สอนนำเสนอบริบทแก่นักเรียนและให้นักเรียนทำการอภิปรายเกี่ยวกับบริบท
ขั้นตอนที่ 2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	ขั้นที่ 2 ขั้นประสบการณ์ (Experiencing) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนจะนำประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนมาสู่ห้องเรียน ช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง	ขั้นที่ 2 รวบรวมและปรับปรุงคำถามของนักเรียน โดยการเตรียมนักเรียนสำหรับการค้นหาคำตอบโดยการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ (Learning task) ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น	ขั้นที่ 2 ขั้นขยายบริบท นักเรียนเขียนแผนผังแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับบริบท

ตาราง 14 (ต่อ)

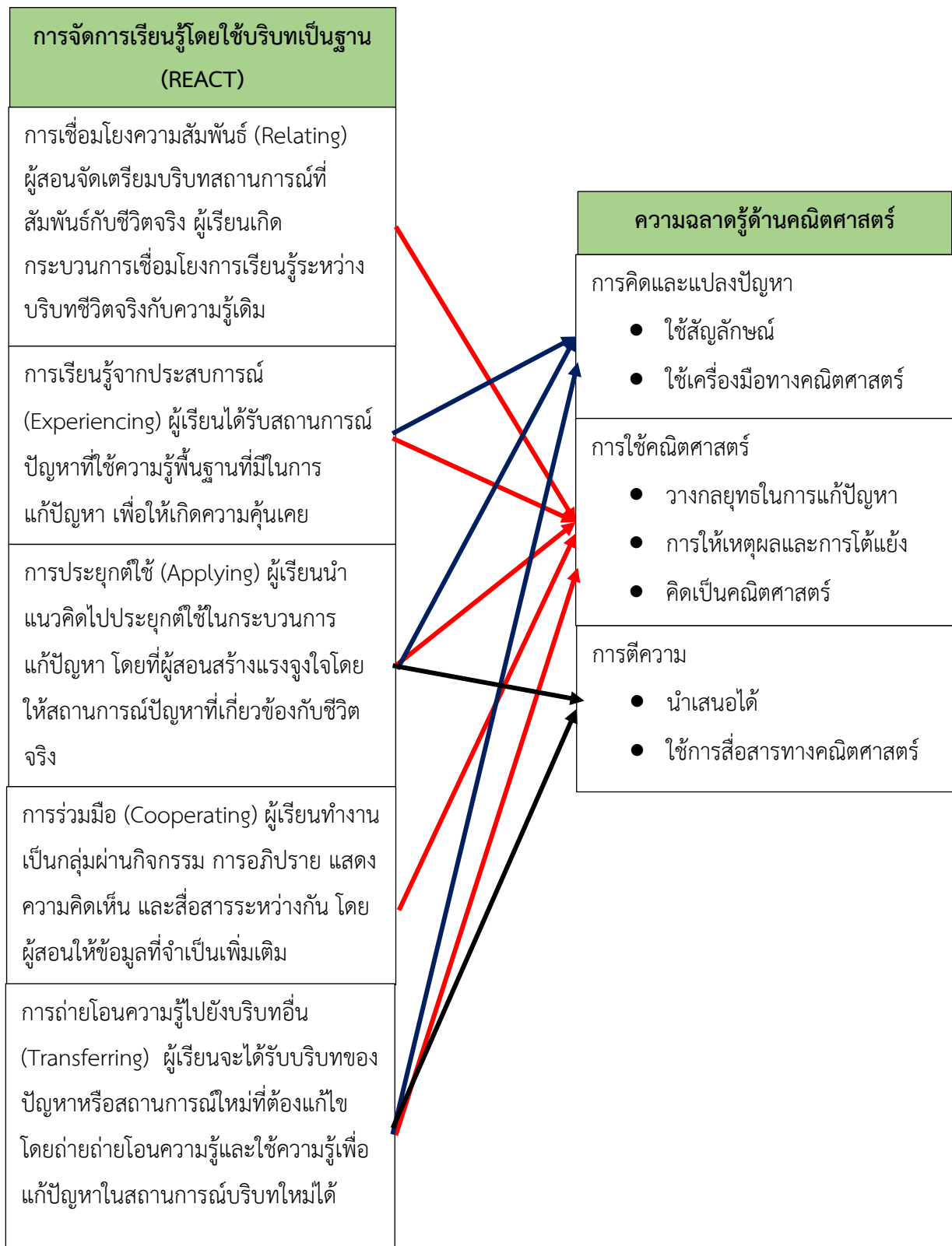
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน				
ศักดิ์ชาย ขวัญสิน (2553)	Crawford, Michael; & Witte (1999)	De Jong (2006)	Gillbert (2006)	Warren (2006)
<p>ขั้นตอนที่ 3 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มอีกครั้งเพื่อแลกเปลี่ยนแบ่งปันข้อมูลและความคิดเห็นตลอดจนนำข้อมูลที่ได้ออกมาแก้ไขสถานการณ์โดยครูจะคอยชี้แนะ</p>	<p>ขั้นที่ 3 ขั้นประยุกต์ (Applying) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้ นำความรู้ที่ ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่ต่างไปจากเดิม</p>	<p>ขั้นที่ 3 ทบทวนเนื้อหาจากหนังสือหรือจากการสืบค้นข้อมูล โดยการสร้าง ความเชื่อมโยงระหว่างคำถามและข้อมูลที่อยู่ในหนังสือหรือข้อมูลจากการสืบค้น</p>	<p>ขั้นที่ 3 เรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดที่เกี่ยวข้อง โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อค้นพบต่าง ๆ เพื่อร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้ จากการเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนควรจะคำนึงถึงความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนด้วย</p>	<p>ขั้นที่ 3 ชั้นระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานนักเรียนพิจารณาบริบทเพื่อระบุปัญหาตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาจากบริบทนั้น ๆ</p>

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน				
ศักดิ์ชาย ขวัญสิน (2553)	Crawford, Michael; & Witte (1999)	De Jong (2006)	Gillbert (2006)	Warren (2006)
<p>ขั้นตอนที่ 4 ครูให้นักเรียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้และวิพากษ์วิจารณ์กระบวนการทำงานกลุ่ม</p>	<p>ขั้นที่ 4 ขั้นร่วมมือ (Cooperating) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากการทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างนักเรียน</p>	<p>ขั้นที่ 4 นำเสนอบริบทสืบค้น (Inquiry context) โดยการกระตุ้นนักเรียน ให้มีการประยุกต์ใช้ความรู้ (Need to apply)</p>	<p>ขั้นที่ 4 นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Recontextualizes) ครูผู้สอน และผู้เรียน ร่วมกันอภิปราย เชื่อมโยงเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์อื่น ๆ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน</p>	<p>ขั้นที่ 4 ขั้นค้นหาความรู้ นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้ ด้วยวิธีการต่าง ๆ</p>
	<p>ขั้นที่ 5 ขั้นถ่ายโอนความรู้ (Transferring) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำ สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในบริบทหรือสถานการณ์ที่แปลกใหม่</p>			<p>ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ นักเรียนนำเสนอข้อค้นพบต่าง ๆ โดยครูและนักเรียนในห้อง ร่วมอภิปราย</p>
				<p>ขั้นที่ 6 ขั้นออกจากบริบท นักเรียนร่วมกันสะท้อนความรู้ที่ได้รับ</p>

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยเลือกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานตามแนวคิดของ Crawford, Michael; & Witte (1999) มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (N Maryani, 2020: 6) ดังภาพประกอบ 16





ภาพประกอบ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 16 แสดงให้เห็นว่าในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ โดยแนวทางที่ผู้วิจัยนำการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ บริบทสังคม เนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูล การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริภูมิและรูปทรง

2.7 การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ Inquiry-Based Instruction

การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และให้ผู้เรียนลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่นให้แก่ผู้เรียน ตัวอย่างของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ มีดังนี้ (ทศนา เขมมณี, 2559: 141)

1. ผู้สอนมีกระบวนการหรือกิจกรรมการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด วิเคราะห์ในเรื่องที่เรียน จนผู้เรียนสามารถตั้งคำถามที่ต้องการจะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองได้
2. ผู้สอนมีสื่อการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถใช้ประกอบการคิดวิเคราะห์ หรือการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องที่เรียน
3. ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่เหมาะสม
4. ผู้สอนมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในการศึกษา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล หรือสร้างความรู้ที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียน
5. ผู้สอนมีการวัดประเมินผลการเรียนทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการสืบสอบหาความรู้

เบล (Bell, 1978: 240-258) ได้แบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบในวิชาคณิตศาสตร์เป็น 4 ชั้น คือ

1. ชั้นสังเกต ผู้สอนจัดสถานการณ์ปัญหา ให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย หรือพยายามค้นพบหลักการโดยการสังเกต วิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์และตั้งคำถาม ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามที่ดีเพื่อนำไปสู่หลักการที่มีประโยชน์และคำถามที่ดีจะมีผลในการแก้ปัญหาที่ยาก การหาสิ่งที่ เป็นประโยชน์และน่าสนใจในการสืบสอบทางคณิตศาสตร์จะต้องดูว่าสิ่งที่กำหนดให้คืออะไร และสืบสอบโดยพิจารณาตามสิ่งที่กำหนดให้นั้น

2. **ชั้นอธิบาย** ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบเพื่อขจัดความสงสัยโดยการ ใช้เหตุผล เป็นการวิเคราะห์การแก้ปัญหาไปสู่เหตุ เป็นขั้นรวบรวมความรู้และข้อมูลเพื่อนำมา แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหานั้นผู้แก้ปัญหามีเทคนิคในการแก้ปัญหาและเรียนรู้กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ รู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ นั้น รู้จักรวบรวมข้อมูลและเรียงความรู้ให้เป็น ระบบ

3. **ชั้นพยากรณ์และทดสอบ** นำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายปัญหาหรือข้อสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ และพยากรณ์ผลหรือทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นำไปสู่ข้อสรุป เป็นขั้นที่ เกิดการค้นพบการแก้ปัญหา เป็นการสร้างหลักการและความสัมพันธ์ต่าง ๆ แยกแยะโครงสร้าง และนำไปสู่ข้อสรุป ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องรู้จักจัดข้อมูลเป็นหมวดหมู่ มองหาความสัมพันธ์ ค้นหา รูปแบบ และสรุปเป็นนัยทั่วไป

4. **ชั้นนำไปใช้** เป็นขั้นที่นำเอาความรู้ที่ค้นพบไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ในขั้นนี้เป็นการ พิจารณากระบวนการสืบสอบ เพื่อปรับปรุงกลวิธีการสืบสอบที่กระทำอยู่และรวบรวม กระบวนการสืบสอบเพื่อนำไปพัฒนาและใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งการถามและพยายามหา คำตอบเป็นวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการที่จะวิเคราะห์และประเมินกระบวนการสืบสอบ

ลอว์สัน (Lawson. 1995: 121-133) กล่าวว่า Bybee และคณะนักพัฒนาหลักสูตร จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการทำหลักสูตรและการจัดทำหลักสูตรที่วิทยาของประเทศไทย สหรัฐอเมริกา ได้เสนอวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ดังนี้

1. **ชั้นสร้างความสนใจ (Engage)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนที่สร้างความสนใจให้ ผู้เรียน ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองตามความสงสัย หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม โดยมีผู้สอนเป็นผู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา

2. **ชั้นสำรวจค้นหา (Explore)** เป็นการตรวจสอบปัญหาโดยดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือก ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นใน การนำไปช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะดำเนินการขั้นต่อไป

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)** เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และจัดกระทำ ข้อมูลที่ผู้เรียนได้มาจากการสำรวจ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภาพ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อการอภิปรายและช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ได้

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaborate)** เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำแบบจำลองที่ได้ใช้อธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ถ้าใช้อธิบาย

ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อยทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ คำอธิบาย และทักษะต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่สถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้อะไร อย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยผู้สอนและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft. 2003) ได้เสนอวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ซึ่งมีการพัฒนามาจาก 5E มีรายละเอียดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

1. ตรวจสอบความรู้เดิมหรือ Elicitation Phase เป็นขั้นตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เป็นอย่างไร โดยใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าควรเติมเต็มส่วนใดให้ผู้เรียน และนำข้อมูลไปวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน

2. สร้างความสนใจหรือ Engagement Phase เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้เรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของผู้เรียน หรืออาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นมาเป็นตัวเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับปัจจุบัน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน

3. สำรวจและค้นหาหรือ Exploration Phase เป็นขั้นที่ผู้เรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบปัญหา รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง โดยมีผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและตรวจสอบวิธีดำเนินการ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

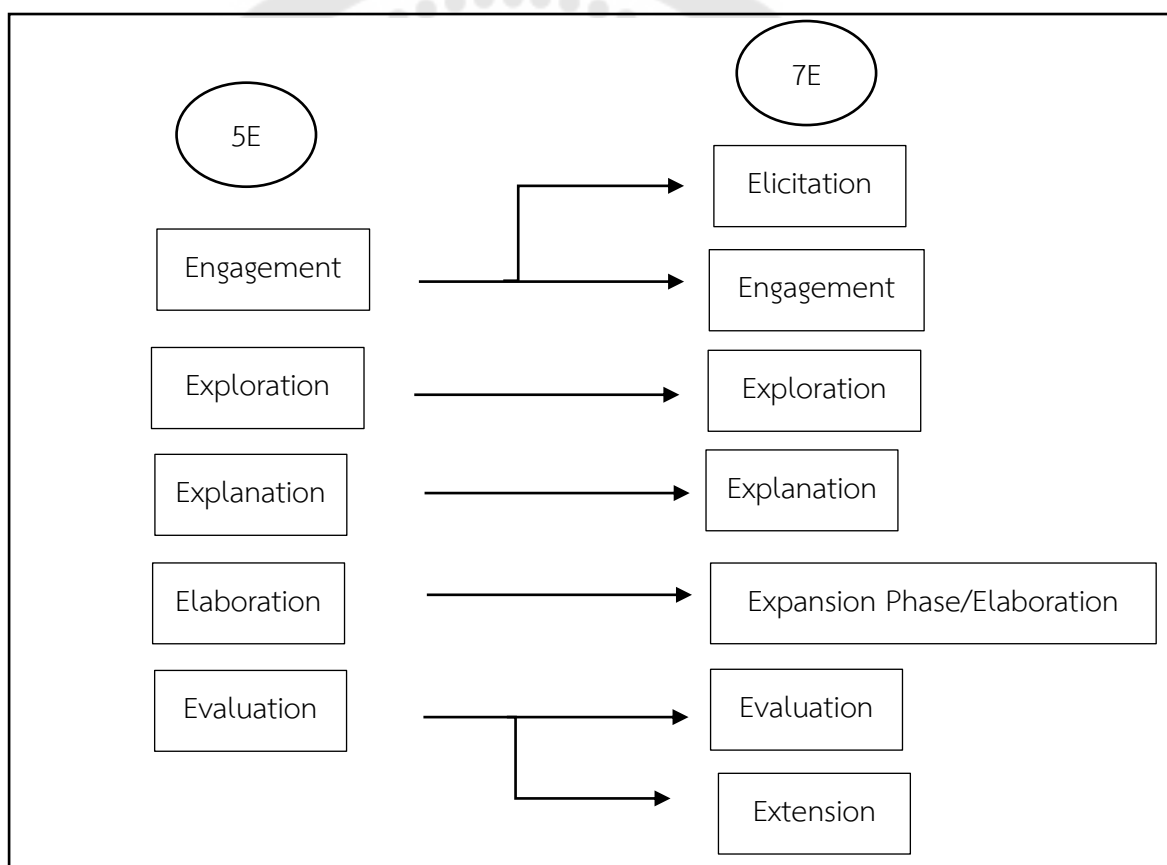
4. อธิบายหรือ Explanation Phase ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทักษะ กระบวนการ การปฏิบัติจากการนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผล ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุปสร้างแบบจำลอง ตาราง กราฟ

5. ขยายความรู้หรือ Elaboration Phase เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้กว้างขึ้น โดยผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับปัจจุบัน ไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีความคล้ายคลึงกัน ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อขยายความคิดของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นให้ลึกซึ้งและชัดเจนมากขึ้น

6. ประเมินผลหรือ Evaluation Phase เป็นขั้นที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกัน ประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินตามที่ตั้งไว้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ประเมินความเข้าใจ และความสามารถของตนเองและผู้สอนได้ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้

7. นำความรู้ไปใช้หรือ Extension Phase ในขั้นนี้ผู้สอนจัดเตรียมโอกาสหรือ กระตุ้นให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบเชื่อมโยง สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่และปรับประยุกต์ใช้ความรู้ ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

วงจรการเรียนรู้แบบ 7E สามารถแสดงดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 วงจรการเรียนรู้แบบ 7E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 7E สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ ดังงานวิจัยของ สุสิริยา อธิรากุลนันท์ ชัย. 2562 ที่ได้นำวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาแยกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ด้านที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ด้านที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา และด้านที่ 4 การสรุปและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

แนวทางที่ผู้วิจัยนำการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูล การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริภูมิและรูปทรง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดอย่างมีเหตุผล และนำความรู้ที่สร้างขึ้นจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับปัจจุบัน ไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีความคล้ายคลึงกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้กว้างขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มาใช้ในหลักสูตร ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบใดที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้ โดยมีรายละเอียดดังตาราง 15

ตาราง 15 การสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้	องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้	ความสัมพันธ์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด	1.1 การให้เหตุผล	การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ใช้สถานการณ์ปัญหา
	1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	ปลายเปิดเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาและหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลากหลายวิธี เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้นในการเริ่มต้นหลักสูตรผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ เพื่อให้นักเรียนได้เริ่มเรียนรู้
	1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์	สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหา
	1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	ร่วมกัน ทั้งนี้บริบทส่วนตัวเป็นสถานการณ์ที่ใกล้
	1.7 การสื่อสาร	
	2.1 บริบทส่วนตัว	

		ตัวชองนักเรียนมากที่สุดจึงเป็นหน่วยการเรียนรู้ลำดับแรกของหลักสูตร
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities	<p>1.1 การให้เหตุผล</p> <p>1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์</p> <p>1.6 การสร้างแบบจำลอง</p> <p>1.7 การสื่อสาร</p> <p>2.2 บริบททางการงานอาชีพ</p>	<p>การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง ซึ่งบริบททางการงานอาชีพ เน้นสถานการณ์การทำงานในโลกจริงที่เกี่ยวข้องกับ การออกแบบสถาปัตยกรรม และการทำงานที่มีความซับซ้อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ในการตอบสนององค์ประกอบย่อยที่ 2.2 และเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ลำดับที่สองของหลักสูตร เนื่องด้วยบริบทอาชีพมีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน เมื่อนักเรียนต้องไปประกอบอาชีพจริงต่อไปในอนาคต</p>
การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	<p>1.1 การให้เหตุผล</p> <p>1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์</p> <p>1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <p>1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์</p> <p>1.7 การสื่อสาร</p> <p>2.3 บริบทสังคม</p>	<p>การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ ผู้วิจัยจึงนำบริบทสังคมมาเป็นสถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายให้มากขึ้นกว่าบริบทที่ผ่านมา ซึ่งบริบทสังคมเป็นสถานการณ์ระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก แม้บริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่มีผลกระทบต่อสังคมในภาพรวม</p>

ตาราง 15 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้	องค์ประกอบของความฉลาด รู้ด้านคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์ กับการจัดการเรียนรู้	ความสัมพันธ์กับความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์
การจัดการกิจกรรมการ เรียนรู้กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้	1.1 การให้เหตุผล 1.5 การคิดเชิงคำนวณ 1.7 การสื่อสาร 2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์	การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้มีขั้นตอนหนึ่งให้ นักเรียนได้สำรวจและค้นหา กำหนดแนวทาง การสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็น ขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เพื่อ ตอบสนองกับองค์ประกอบย่อยที่ 2.4 บริบททาง วิทยาศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ ไปใช้ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี เพื่อให้ผู้สอนใช้ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้ที่คล้ายคลึงกับกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ มาแก้ปัญหาสถานการณ์ในบริบท ทางวิทยาศาสตร์

3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร

3.1 ความหมายของหลักสูตร

นักการศึกษาไทยหลายท่านได้ให้ความหมายของหลักสูตรที่สอดคล้องกันไว้ว่า หลักสูตร หมายถึง โครงสร้างของเนื้อหาวิชาและมวลประสบการณ์กิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งหมดที่โรงเรียนจัดให้แก่ผู้เรียน ประกอบด้วยจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาสาระ แนวการจัดการเรียนการสอน การวัดประเมินผลการเรียนรู้ ทักษะ ทศนคติ แบบพฤติกรรม กิจวัตร และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ การจัดการกิจกรรมควรจัดให้สนองความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งในด้านร่างกาย จิตใจอารมณ์ สังคม และสติปัญญาซึ่งเมื่อประมวลเข้าด้วยกันแล้วจะเป็นสื่อกลางของประสบการณ์ที่ผ่านเข้าไปในการรับรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านต่าง ๆ ตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ (สังัด อุทรานันท์, อ่าง บัวศรี, เอกวิทย์ ณ ถลาง. 2551: 108, สิทธิพล อาจอินทร์. 2563: 5-6)

โอลิวา (Oliva, 2009: 3) ได้แบ่งการนิยามความหมายของหลักสูตรไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การให้นิยามโดยยึดจุดประสงค์ ในแนวคิดนี้มีความหมายในลักษณะที่เป็นวิธีการที่นำไปสู่ความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายนั้น ว่าต้องการให้ผู้เรียนเป็นอย่างไร หรือมีลักษณะอย่างไร

2. การให้นิยามโดยยึดบริบทหรือสภาพแวดล้อม นิยามของหลักสูตรนี้เป็นการอธิบายถึงลักษณะทั่วไปของหลักสูตรซึ่งแล้วแต่ว่าเนื้อหาสาระของหลักสูตรนั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร

นอกจากนี้ โอลิวา (Oliva, 2009: 3) ได้ให้นิยามคำว่าหลักสูตรไว้หลากหลาย ดังนี้

1. หลักสูตรคือสิ่งที่ได้สอนในโรงเรียน
2. หลักสูตรคือรายวิชา
3. หลักสูตรคือเนื้อหาสาระ
4. หลักสูตรคือโปรแกรมการศึกษา
5. หลักสูตรคือชุดของวัสดุอุปกรณ์
6. หลักสูตรคือลำดับรายวิชา
7. หลักสูตรคือกลุ่มของวัตถุประสงค์เชิงปฏิบัติ
8. หลักสูตรคือรายวิชาที่ศึกษา
9. หลักสูตรคือทุกสิ่งทุกอย่างที่ดำเนินการอยู่ในโรงเรียน
10. หลักสูตรคือสิ่งที่โรงเรียนกำหนดให้สอนทั้งในและนอกโรงเรียน
11. หลักสูตรคือทุกสิ่งทุกอย่างที่วางแผนโดยบุคลากรของโรงเรียน
12. หลักสูตรคือชุดของประสบการณ์ในโรงเรียนซึ่งจัดขึ้นเพื่อผู้เรียน
13. หลักสูตรคือประสบการณ์ที่ผู้เรียนแต่ละคนได้รับ

จากความหมายของหลักสูตรของนักวิชาการต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ กล่าวโดยสรุปว่าหลักสูตร หมายถึง แผนการจัดมวลงประสบการณ์ทางการศึกษาทั้งหมดที่สถานศึกษาวางแผนและจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งตอบสนองความต้องการและความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

3.2 องค์ประกอบของหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตร (Curriculum Component) หมายถึง การจัดระบบโครงสร้างภายในของหลักสูตร ว่ามี ส่วนประกอบสำคัญอะไรบ้าง ซึ่งในหลักสูตรหนึ่งๆ จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลายๆ ส่วน ในแต่ละส่วนล้วนแต่มีความสำคัญต่อหลักสูตรทั้งสิ้น ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหลักสูตรไว้ดังนี้

ไทเลอร์ (1949) ได้เสนอแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน (Basic principles of Curriculum and instruction) หรือที่เรียกว่า หลักการและเหตุผลของไทเลอร์ (Tyler's Rationale) ซึ่งได้กำหนดคำถามพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน 4 ข้อ ที่แสดงถึงองค์ประกอบของหลักสูตร ดังตาราง 16

ตาราง 16 องค์ประกอบของหลักสูตรตามแนวคิดของไทเลอร์

หลักการและเหตุผลของ Tyler	องค์ประกอบของหลักสูตร
1. มีจุดมุ่งหมายทางการจัดการเรียนรู้อะไรบ้างที่สถานศึกษาจะต้องให้ผู้เรียนได้รับ	1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
2. มีประสบการณ์ทางการจัดการเรียนรู้อะไรบ้างที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเหล่านั้น	2. เนื้อหาสาระ
3. จะจัดประสบการณ์ทางการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพได้อย่างไร	3. แนวทางการจัดการเรียนการสอน
4. จะพิจารณาได้อย่างไรว่าประสิทธิภาพจุดมุ่งหมายทางการจัดการเรียนรู้เหล่านั้นได้บรรลุแล้ว	4. การประเมินผลการเรียนรู้

สำหรับรายละเอียดขององค์ประกอบของหลักสูตรตามแนวคิดของไทเลอร์ มีดังนี้ (Tyler. 1949: 1-10)

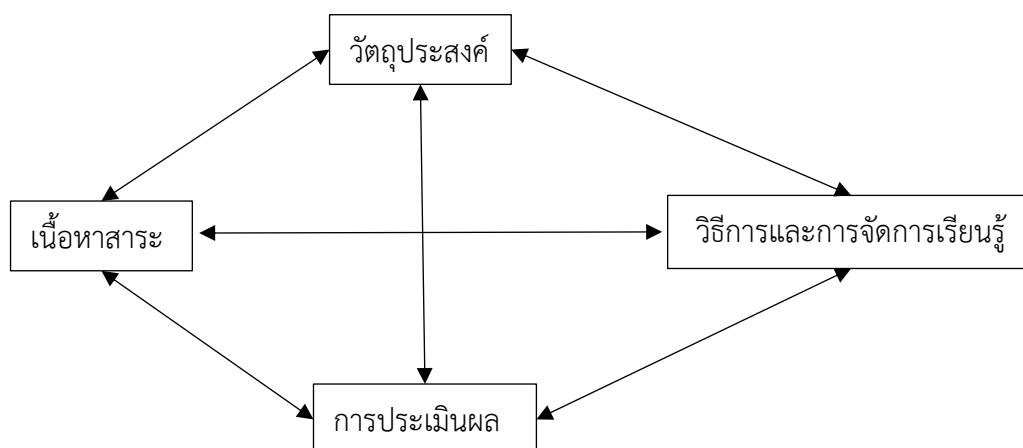
1. วัตถุประสงค์ (Objectives) เป็นการเลือกเป้าหมายที่ต้องการให้หลักสูตรทำให้ผู้เรียนเกิด โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐาน 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาวิชา ด้านตัวผู้เรียน และด้านสังคม โดยขั้นแรกของการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ชั่วคราว แล้วนำมาพิจารณาอีกครั้งโดยคัดเลือกจากปรัชญาและทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อกลั่นกรองวัตถุประสงค์นั้นให้มีลักษณะที่เจาะจงมากขึ้น

2. ประสบการณ์ในการเรียนรู้ (Learning Experience) เป็นการเลือกขอบเขตประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และต้องเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนพึงพอใจที่จะปฏิบัติพฤติกรรมตามที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ โดยประสบการณ์นั้นควรเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย และอยู่ในขอบเขตที่ผู้เรียนจะสามารถปฏิบัติได้

3. การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ (Organizing Learning Experience) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่บรรจุในหลักสูตรต้องจัดอย่างเป็นระบบ มีความต่อเนื่อง เรียงตามลำดับขั้นตอน มีการบูรณาการ และมีเนื้อหาสาระการเรียนรู้ครบทุกด้าน สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน และลักษณะเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกัน

4. การประเมินผลการจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ (Evaluation) เป็นวิธีการตรวจสอบและประเมินผลว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ กระบวนการทั้งหมดของหลักสูตรมีประสิทธิภาพเพียงใด ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการพัฒนาหลักสูตร

ทาบ่า (Hilda Taba, 1962: 422-424) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหลักสูตรว่าประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ (objectives) 2) เนื้อหาสาระ (subject matter) 3) วิธีการและการจัดการเรียนรู้ (method and organization) และ 4) การประเมินผล (evaluation) สามารถแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 14 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักสูตร ตามแนวคิดของทาบ

จากภาพประกอบ 18 ได้แสดงความสัมพันธ์กันขององค์ประกอบของหลักสูตร 6 คู่ คือ 1) วัตถุประสงค์กับเนื้อหาสาระ 2) วัตถุประสงค์กับวิธีการและการจัดการเรียนรู้ 3) วัตถุประสงค์กับการประเมินผล 4) เนื้อหาสาระกับวิธีการและการจัดการเรียนรู้ 5) เนื้อหาสาระกับการประเมินผล 6) วิธีการและการจัดการเรียนรู้กับการประเมินผล

อ้าง บัณฑิต (2542: 8-9) กล่าวถึง องค์ประกอบของหลักสูตร ไว้ 9 ข้อดังนี้

1. เป้าประสงค์และนโยบายการศึกษา คือสิ่งที่รัฐต้องการตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2. จุดหมายของหลักสูตร คือ ผลลัพธ์โดยภาพรวมที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากเรียนจบหลักสูตรไปแล้ว

3. รูปแบบและโครงสร้างหลักสูตร คือ ลักษณะและแผนผังที่แสดงการแจกแจงวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์

4. จุดประสงค์ของวิชา คือ ผลที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน หลังจากที่ได้เรียนวิชานั้นไปแล้ว

5. เนื้อหา คือ สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ทักษะและความสามารถที่ต้องการให้ผู้เรียนมี รวมทั้งประสบการณ์ที่ต้องการให้ได้รับ

6. จุดประสงค์ของการเรียนรู้ คือ สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้มีทักษะและความสามารถ หลังจากที่ได้เรียนรู้นั้นเนื้อหาที่กำหนดไว้

7. ยุทธศาสตร์การเรียนการสอน คือ วิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและมีหลักเกณฑ์ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้

8. การประเมินผล คือ การประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและหลักสูตร

9. วัตถุประสงค์หลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน คือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพและประสิทธิภาพการเรียนการสอน

นักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหลักสูตรที่มีรายละเอียดแตกต่างกัน (ไทเลอร์. 1949, ทาบา.1962, อังกร บัวศรี. 2542) แต่มีองค์ประกอบที่สำคัญอย่างน้อย 4 องค์ประกอบ ดังที่ทาบากกล่าวไว้ คือ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร ขอบเขตเนื้อหาสาระของหลักสูตร วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร ดังนั้นในการพัฒนาหลักสูตรของผู้วิจัยจึงยึดตามองค์ประกอบทั้ง 4 ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคาดหวังของหลักสูตร ว่าผู้เรียนที่เรียนจบหลักสูตรนั้น ๆ จะมีคุณลักษณะทั้งในด้านความรู้ ทักษะ พฤติกรรม และเจตคติอย่างไรบ้าง

2. เนื้อหาสาระของหลักสูตร เป็นส่วนที่หลักสูตรต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้เกิดทักษะ ได้ประสบการณ์ โดยเนื้อหาสาระที่เลือกมานั้นมีความจำเป็นสำหรับผู้เรียน มีความถูกต้อง เชื่อถือได้ มีการกำหนดหน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ผู้สร้างหลักสูตรหรือผู้สอนจัดวิธีการและการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นระบบ มีความต่อเนื่อง เรียงตามลำดับขั้นตอน โดยผู้สอนคัดเลือกการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน ถือเป็นกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอนผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

4. การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ผู้สอนใช้ประเมินผู้เรียนว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรหรือไม่ เพื่อนำผลการประเมินที่ได้รับไปปรับปรุงหลักสูตรต่อไป

3.3 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตร เป็นการจัดทำหลักสูตรที่ยังไม่เคยมีขึ้นมาใหม่ หรืออาจเป็นการจัดทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีกว่าเดิม ซึ่งในการพัฒนาหลักสูตรมีผู้ออกแบบการพัฒนาหลักสูตรในหลายรูปแบบ เช่น รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของ Hilda Taba, Ralph W. Tyler, Malcolm Skilbeck, Saylor & Alexander รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของ สัจด์ อุทรานันท์ และ รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร วิชัย วงษ์ใหญ่ แต่ละรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรมีขั้นตอน แสดงดังตาราง

17



ตาราง 17 ตารางแสดงขั้นตอนของแต่ละรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของ Hilda Taba	ขั้นที่ 1 การวินิจฉัยความต้องการจำเป็น	ขั้นที่ 2 การกำหนดจุดประสงค์	ขั้นที่ 3 การคัดเลือกเนื้อหาสาระ	ขั้นที่ 4 การจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระ	ขั้นที่ 5 การคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้	ขั้นที่ 6 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้	ขั้นที่ 7 การกำหนดสิ่งที่จะประเมินและวิธีการประเมินผล
รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของ สจ๊วต อุทรานันท์	ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ข้อ มูลพื้นฐาน	ขั้นที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	ขั้นที่ 3 การคัดเลือกและจัดเนื้อหาสาระและประสบการณ์การเรียนรู้	ขั้นที่ 4 การกำหนดมาตรฐานการวัดและประเมินผล	ขั้นที่ 5 การนำหลักสูตรไปใช้	ขั้นที่ 6 การประเมินผลการใช้หลักสูตร	ขั้นที่ 7 การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร
รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของ Malcolm Skilbeck	ขั้นที่ 1 วิเคราะห์สถานการณ์	ขั้นที่ 2 การกำหนดวัตถุประสงค์	ขั้นที่ 3 ออกแบบการจัดการเรียนการสอน			ขั้นที่ 5 ประเมินผลการเรียนรู้และการประเมินหลักสูตร	
รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของ Saylor & Alexander	ขั้นที่ 1 เป้าหมายและวัตถุประสงค์	ขั้นที่ 2 การออกแบบหลักสูตร			ขั้นที่ 3 การใช้หลักสูตร	ขั้นที่ 4 การประเมินผลหลักสูตร	
รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของ Ralph W. Tyler	ขั้นที่ 1 การกำหนดจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของหลักสูตร		ขั้นที่ 2 การคัดเลือกและจัดโครงสร้างประสบการณ์การเรียนรู้		ขั้นที่ 3 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้		
รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของ วิจัย วงษ์ใหญ่	ระบบร่างหลักสูตร	ระบบการใช้หลักสูตร	ระบบการใช้หลักสูตร			ระบบการประเมินหลักสูตร	

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่าแต่ละรูปแบบมีขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรที่ใกล้เคียงกัน มีความแตกต่างในแต่ละรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน กระบวนการพัฒนาหลักสูตรมีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันอย่างเป็นวัฏจักร โดยรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ สจ๊วต อุทรานันท์ มีขั้นตอนการพัฒนา 7 ขั้น (สจ๊วต อุทรานันท์, 2532) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของหลักสูตร เช่น ข้อมูลทางด้านปรัชญาทางการศึกษา ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนและทฤษฎีการเรียนรู้ ข้อมูลทางสังคม และข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชา เพื่อให้ทราบปัญหาและความต้องการของสังคมและผู้เรียน

ขั้นที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรให้ชัดเจน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการของสังคมและผู้เรียน หลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลและได้ทราบปัญหาและความต้องการของสังคมและผู้เรียนแล้ว

ขั้นที่ 3 การคัดเลือกและจัดเนื้อหาสาระและประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นการคัดเลือกและจัดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ซึ่งเสมือนเป็นสื่อกลางที่จะพาผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 4 การกำหนดมาตรการวัดและประเมินผล เป็นการกำหนดมาตรการวัดและประเมินผลเพื่อให้ทราบว่าควรจะวัดและประเมินอะไรบ้างจึงจะสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ ในขั้นนี้ควรประกอบด้วยการทดลองใช้หลักสูตร การประเมินหลักสูตรที่ร่างเสร็จและการปรับปรุงหลักสูตรก่อนที่จะนำไปใช้จริง

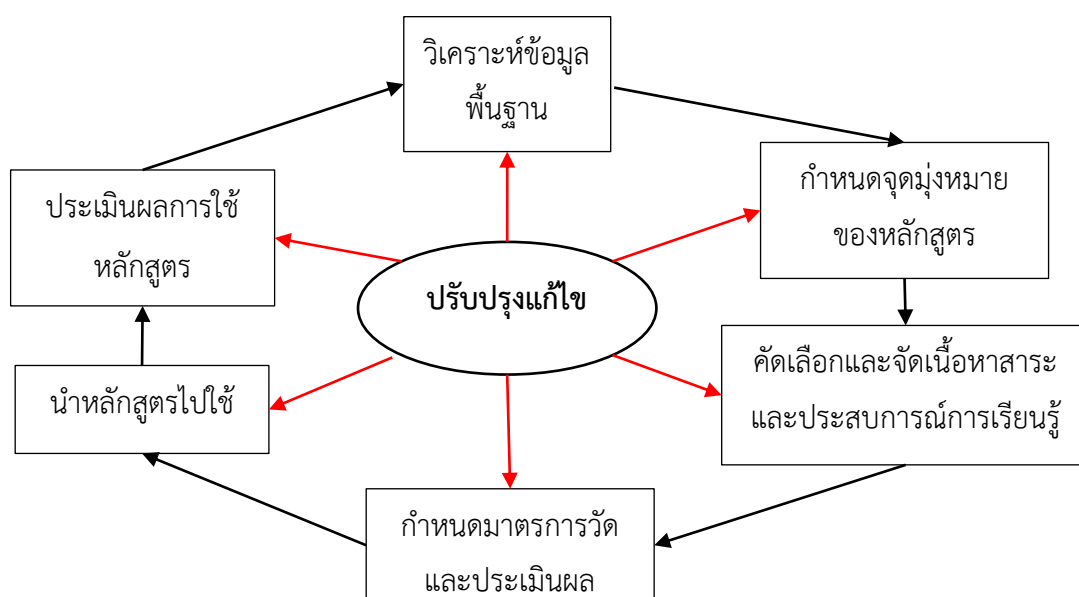
ขั้นที่ 5 การนำหลักสูตรไปใช้ เป็นขั้นตอนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติจริง ในขั้นนี้ต้องอาศัยกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้หลักสูตรเกิดประสิทธิภาพ เช่น การจัดทำคู่มือการใช้หลักสูตร การเตรียมบุคลากร การบริหารและบริการหลักสูตร การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร การนิเทศและติดตามผล การใช้หลักสูตร

ขั้นที่ 6 การประเมินผลการใช้หลักสูตร เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการใช้หลักสูตร เพื่อให้ทราบว่าผลผลิตที่ได้จากหลักสูตรเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และความมุ่งหวังของสังคมและผู้เรียนเพียงใด ถ้าผลการประเมินหลักสูตรมีข้อบกพร่องอย่างไรก็จะส่งผลให้มีการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรที่ใช้อยู่ให้มีความเหมาะสม หรือให้สอดคล้องกับสภาพสังคมมากขึ้น ซึ่งสามารถปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรในขั้นตอนใดของกระบวนการพัฒนาหลักสูตรก็ได้ แต่เมื่อเริ่มตรงขั้นตอนไหนก็ต้องดำเนินการต่อจนครบวัฏจักรกระบวนการของการพัฒนาหลักสูตร

จากกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของ สจัด อุทรานันท์ สามารถแสดงดังภาพประกอบ

15



ภาพประกอบ 15 วัฏจักรกระบวนการการพัฒนาหลักสูตรของ สจัด อุทรานันท์

ที่มา : สิทธิพล อาจอินทร์, 2563. น. 85

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler Raph, 1964) ได้วางรูปแบบโดยมีแหล่งข้อมูล จาก 3 แหล่งคือ ผู้เรียน สังคม และเนื้อหาวิชา ซึ่งในการจัดหลักสูตรและการสอนนั้นควรตอบคำถาม 4 ประการคือ

1. ความมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรแสวงหา
2. ประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรจัดขึ้นเพื่อช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
3. จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาอย่างไรให้การสอนมีประสิทธิภาพ
4. จะประเมินประสิทธิผลของประสบการณ์ในการเรียนอย่างไร

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทยเลอร์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยก่อนที่จะกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตรจะต้องอาศัยแหล่งข้อมูลจาก 3 แหล่ง คือ นักเรียน สังคม และเนื้อหาวิชา มากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ชั่วคราว (Tentative objectives) จากนั้นนำวัตถุประสงค์ชั่วคราวมาถ่วงน้ำหนักด้วยปรัชญาการศึกษาและจิตวิทยาการเรียนรู้ จนทำให้ได้วัตถุประสงค์ที่แท้จริงของหลักสูตร

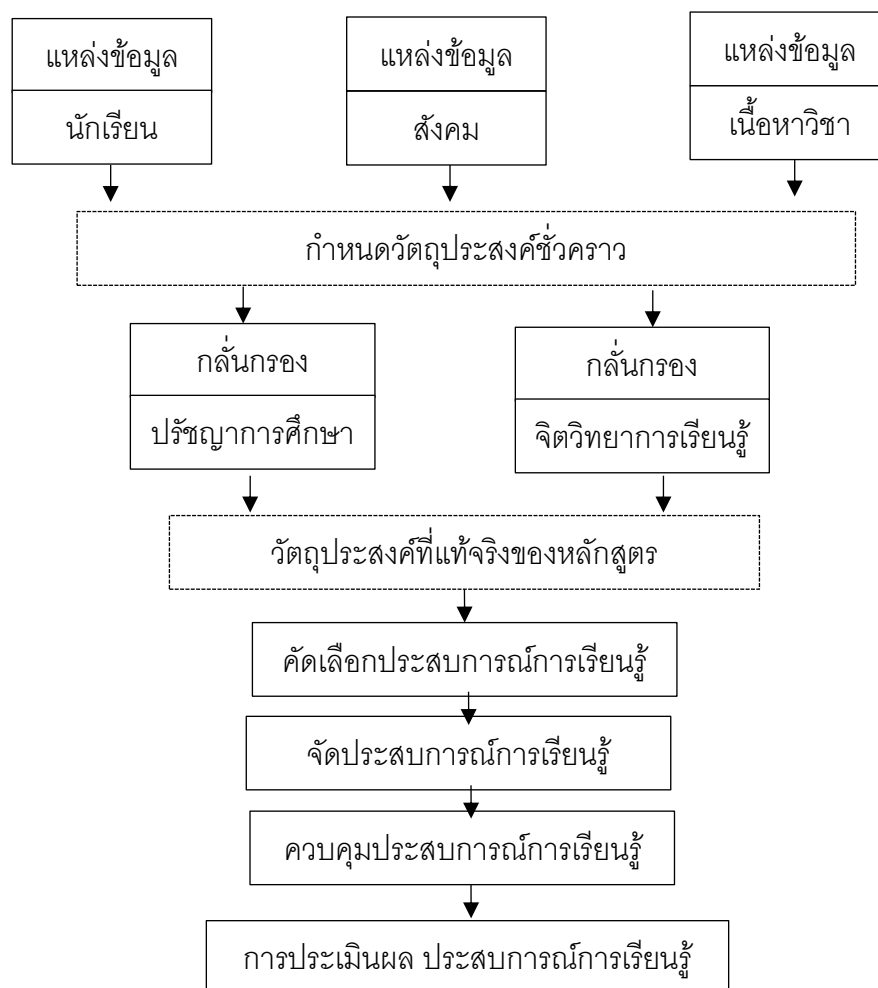
ขั้นตอนที่ 2 การเลือกและจัดโครงสร้างประสบการณ์เรียนรู้ เป็นการดำเนินการเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนได้ฝึกกิจกรรมและเรียนรู้เนื้อหาตามที่ระบุในวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
- 2) กิจกรรมและประสบการณ์ควรทำให้ผู้เรียนพอใจที่จะปฏิบัติและปฏิบัติได้
- 3) กิจกรรมและประสบการณ์หลาย ๆ ด้านของการเรียนรู้ อาจนำไปสู่วัตถุประสงค์ที่กำหนดเพียงข้อเดียวหรือหลายข้อก็ได้

ขั้นตอนที่ 3 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ โดยควรจัดให้มีความต่อเนื่อง (Continuity) จากระดับหนึ่งไปยังระดับที่สูงขึ้น และจัดตามช่วงลำดับ (Sequence) จากสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนไปยังสิ่งที่เกิดขึ้นภายหลัง จากง่ายไปยาก นอกจากนี้ยังควรจัดให้มีการบูรณาการ (Integration) องค์ประกอบของตัวหลักสูตรจากหัวข้อหนึ่งไปหาหัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่าการจัดการเรียนรู้นั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรหรือไม่ ต้องปรับปรุงแก้ไขอะไรบ้าง

โดยรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทยเลอร์ ปรากฏดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทยเลอร์

ที่มา Oliva, Peter. F; Gordon, William. (2012). Developing the Curriculum. 8thed.

p.110

จากขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรของไทยเลอร์ ผู้วิจัยจึงได้กระบวนการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 4 ระยะเวลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งเริ่มต้นด้วย กระบวนการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัญหา เพื่อนำไปสู่การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิต ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาหลักสูตรในสถานศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร

ระยะที่ 2 การยกร่างหลักสูตร เป็นการยกร่างหลักสูตรให้สอดคล้องกับความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คัดเลือกเนื้อหาสาระ จัดโครงสร้างเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดทำร่างหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 หาประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 4 นำร่างหลักสูตรไปศึกษานำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตรแล้วจึงนำหลักสูตรที่พัฒนาแล้วไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

ระยะที่ 3 การใช้หลักสูตรและประเมินผลหลักสูตร เป็นการนำร่างหลักสูตรในระยะที่ 2 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design มาใช้ประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรหลังการใช้หลักสูตร

ระยะที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตร เป็นการนำผลการทดลองใช้หลักสูตรจากระยะที่ 3 มาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรเพื่อให้ได้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสมบูรณ์ พร้อมเผยแพร่และนำไปใช้จริง

3.4 รูปแบบการประเมินหลักสูตร

การประเมินหลักสูตรมีหลายประเภท พิธิต ฤทธิจุญ (2558) กำหนดประเภทการประเมินหลักสูตรที่สำคัญๆ ได้เป็น 4 ประเภท คือ 1) การประเมินก่อนเริ่มพัฒนาหลักสูตรโดยมุ่งศึกษาความต้องการจำเป็นที่ต้องพัฒนาหลักสูตร 2) การประเมินความพร้อมก่อนการใช้หลักสูตรโดยมุ่งประเมินปัจจัยเบื้องต้นหรือทรัพยากรในการใช้หลักสูตร 3) การประเมินความก้าวหน้าและศึกษาปัญหา อุปสรรคในระหว่างการใช้หลักสูตร และ 4) การประเมินผลสัมฤทธิ์ของการใช้หลักสูตร โดยมุ่งตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของหลักสูตร

ศิริชัย กาญจนวาสี (2558) แบ่งกลุ่มการประเมินหลักสูตรเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 รูปแบบการประเมินที่เน้นจุดมุ่งหมายเป็นสำคัญ เน้นการนำวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมาเป็นประเด็นการประเมิน เช่น รูปแบบการประเมินของไทเลอร์, แฮมมอนด์ และ ครอนบาค เป็นต้น กลุ่มที่ 2 รูปแบบการประเมินที่เน้นเกณฑ์เป็นสำคัญ มีรูปแบบที่ใช้เกณฑ์ภายในโดยประเมินกระบวนการต่างๆ ที่ช่วยในการดำเนินการใช้หลักสูตรให้บรรลุวัตถุประสงค์และรูปแบบที่ใช้เกณฑ์ภายนอกเป็นหลัก เช่น รูปแบบการประเมินของสแตค และสวินเวน กลุ่มที่ 3 รูปแบบการประเมินที่เน้นการตัดสินใจเป็นสำคัญ เป็นรูปแบบการประเมินที่เน้นการตรวจสอบเปรียบเทียบข้อมูลจากการใช้หลักสูตรกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ก่อน เช่น รูปแบบการประเมินของของสตัฟเฟิลบีม

ในงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตัฟเฟิลบีม เนื่องด้วยเป็นรูปแบบการประเมินที่แต่ละมิติของการประเมินสามารถส่งผลไปถึงแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรที่สร้างขึ้นมาได้ โดยรูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตัฟเฟิลบีม (Stufflebeam, 2006) เรียกโดยทั่วไปว่า “ชิปโมเดล” (CIPP Model) ย่อมาจากตัวอักษรตัวแรกจากคำศัพท์ของแนวคิดของรูปแบบประเมินหลักสูตรของสตัฟเฟิลบีม ทั้ง 4 ด้าน คือ Context (การประเมินสภาพแวดล้อม) Input (การประเมินปัจจัยนำเข้า) Process (การประเมินกระบวนการ) Product (การประเมินผลผลิต) โดยมีรายละเอียดแนวทางการประเมินแต่ละด้านดังนี้

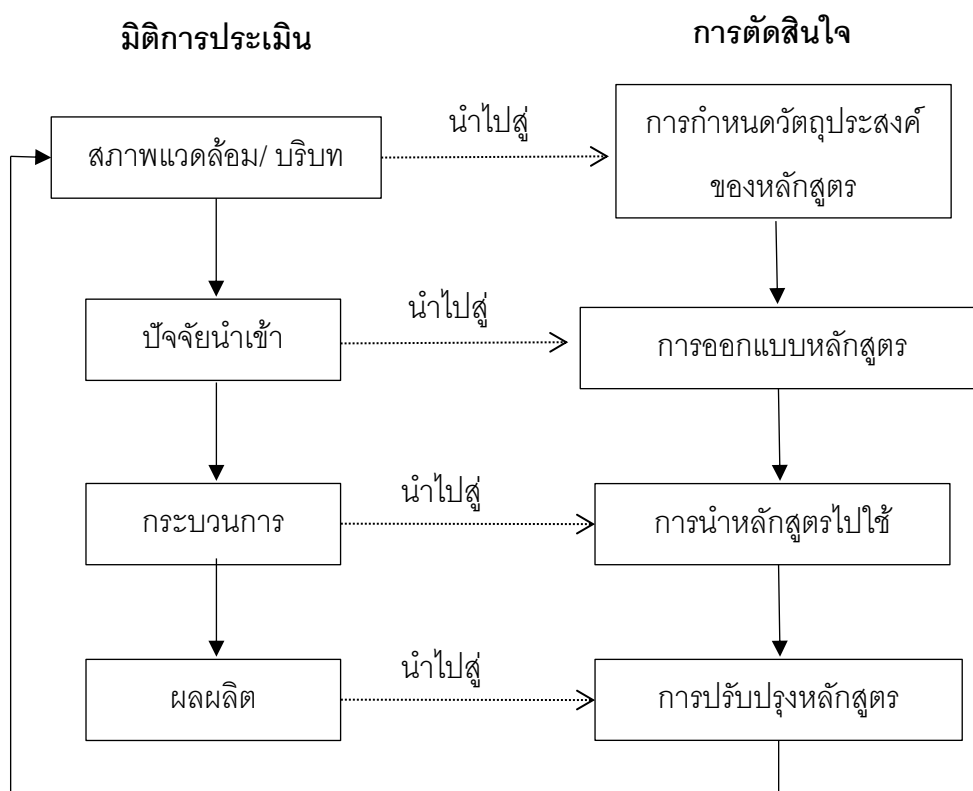
1. การประเมินสภาพแวดล้อม เป็นการประเมินสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร รวมถึงความเป็นไปได้และความเหมาะสม ความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม การประเมินสภาพแวดล้อมจะช่วยให้ผู้พัฒนาหลักสูตรทราบว่า สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษามีอะไรบ้าง มีปัญหาอะไรบ้างที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข ในการประเมินสภาพแวดล้อมนี้

2. การประเมินปัจจัยนำเข้า เป็นการประเมินปัจจัยที่เอื้อต่อการใช้หลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ มีจุดมุ่งหมายในการประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลมาช่วยในการตัดสินใจว่า จะใช้ทรัพยากรใด หรือวิธีการเรียนการสอนแบบใดดี เพื่อให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรได้อย่างไร

3. การประเมินกระบวนการ เป็นการประเมินที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาปัญหาหรือจุดอ่อนของการดำเนินงานในชั้นทดลองใช้หลักสูตรที่จะต้องปรับปรุงและพัฒนาให้การดำเนินการใช้หลักสูตรมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

4. การประเมินผลผลิต เป็นการประเมินที่มีจุดมุ่งหมายที่มุ่งเน้นคุณภาพของผู้เรียนว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมากเพียงใด เป็นการตรวจสอบว่าเมื่อเสร็จสิ้นการใช้หลักสูตรแล้วเกิดผลผลิตคือคุณภาพของผู้เรียนอย่างไร

ประเภทการประเมินทั้ง 4 ด้านแสดงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติการประเมินกับการตัดสินใจสำหรับขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร ดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตีฟเฟิลบีม

ที่มา มาเรุต พัฒนาผล. การประเมินหลักสูตรเพื่อการเรียนรู้และพัฒนา

จากการศึกษารูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตีฟเฟิลปีม ผู้วิจัยมีแนวคิดในการประเมินหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นโดยเริ่มจากการประเมินสภาพแวดล้อมสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจากการให้ครู อาจารย์จำนวนรวมทั้งสิ้น 12 ท่าน ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อหลักสูตรสถานศึกษาในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำแบบทดสอบที่เป็นแนวทางเดียวกันกับแบบทดสอบของ PISA เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร จากนั้นประเมินปัจจัยนำเข้าจากการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร และแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตร เมื่อนำหลักสูตรไปใช้ประเมินมิติกระบวนการจากการประเมินประสิทธิผลของหลักสูตร ทำการประเมินผลตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ทั้งก่อนและหลังการนำหลักสูตรไปใช้กับกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อได้ผลจากการนำหลักสูตรไปใช้จึงประเมินมิติผลผลิตเพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้สมบูรณ์ต่อไป

3.5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศไทยและประกาศใช้โดยกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีข้อดีในหลายประการ เช่น มีการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาไว้ชัดเจน มีความยืดหยุ่นเพียงพอให้สถานศึกษาบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษาได้ แต่ปัญหาที่พบส่วนใหญ่เกิดจากการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติในสถานศึกษาและในห้องเรียน ทั้งนี้เพื่อเตรียมความพร้อมของคนให้สามารถปรับตัวรองรับผลจากการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว และเพื่อขับเคลื่อนตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดให้มีการปรับปรุงหลักสูตร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) สาระสำคัญของ การปรับปรุงหลักสูตร ในส่วนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. จัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะในศตวรรษที่ 21

2. กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้น

3. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กำหนดตัวชี้วัดเป็นขั้นปี เพื่อเป็นแนวทางให้สถานศึกษาจัดตามลำดับการเรียนรู้

ในงานวิจัยนี้มีหัวข้อที่จะนำหลักสูตรแกนกลางมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรในงานวิจัย ดังนี้

3.5.1 เป้าหมายหลักสูตร

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร ดังนี้ ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหลักการ ทฤษฎีในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถนำไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ สามารถสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล มีความคิดสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น จนสามารถนำไปประกอบอาชีพได้ และมีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้เนื้อหาของสาระของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จัดเป็น 3 สาระ มีรายละเอียดดังนี้

1. จำนวนและพีชคณิต เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. การวัดและเรขาคณิต เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ หน่วยวัดระบบต่าง ๆ เงินและเวลา การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนี้ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต การนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. สถิติและความน่าจะเป็น เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าทางสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและ

เชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

จาก 3 สาระข้างต้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น คือ เนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูลสอดคล้องกับสาระสถิติและความน่าจะเป็น เนื้อหาปริมาณ สอดคล้องกับสาระจำนวนและพีชคณิต เนื้อหาปริภูมิและรูปทรงสอดคล้องกับสาระการวัดและ เรขาคณิต เนื้อหาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์สอดคล้องกับสาระจำนวนและพีชคณิต จึงถือ ได้ว่าหลักสูตรที่จะพัฒนาขึ้นมีขอบเขตเนื้อหาสาระของหลักสูตรสอดคล้องกับสาระในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.5.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่าง มีประสิทธิภาพ ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้ (ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถใน การใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็น เครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผล สนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือ สร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

จากทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับองค์ประกอบย่อยของ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้ ดังนี้

การให้เหตุผล โดยผู้วิจัยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นี้เป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในการให้เหตุผล คือ RC. 4 ผู้เรียนสามารถให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

การสื่อสาร โดยผู้วิจัยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นี้เป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในการสื่อสาร คือ CC.4 ผู้เรียนใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

การแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นี้เป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ E.2 ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

จึงถือได้ว่าหลักสูตรที่จะพัฒนาขึ้นมีตัวบ่งชี้ที่สอดคล้องตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.5.3 แนวทางการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีแนวทางที่สำคัญดังนี้

1. การวัดผลประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนใช้การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิด ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหาได้อย่างไร” “ใครมีวิธีแก้ปัญหานอกเหนือไปจากนี้บ้าง” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีแก้ปัญหานั้นเพื่อนเสนอ” ผู้สอนสามารถใช้คำตอบของผู้เรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ดีอีกด้วย

2. การวัดผลประเมินผลต้องสอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ระบุไว้ในตัวชี้วัดซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรที่สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

3. การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ เชื้ออำนาจให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ โดยผู้สอนใช้สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่

4. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องใช้วิธีการที่หลากหลายเหมาะสม และใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพอาจใช้ การทดสอบ การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบกิจกรรม หรือ การทดสอบย่อย เมื่อต้องการตรวจสอบพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อาจใช้การสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้การสัมภาษณ์การจัดทำแฟ้มสะสมงาน หรือการทำโครงการ

5. การวัดผลประเมินผลต้องเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถนำ ผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงควรวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

จากแนวทางการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง ผู้วิจัยจึงนำแนวทางการประเมินมาใช้ในการสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น นั่นคือ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเป็นแบบวัดอัตนัย ที่มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ใช้สถานการณ์ปัญหาและวิธีการที่หลากหลายในการประเมินผล ผู้สอนจะใช้การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิด ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา รวมทั้งเป็นแบบวัดที่ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.6 หลักสูตรฐานสมรรถนะ

นอกจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้วหลักสูตรฐานสมรรถนะได้ถูกนำมาพิจารณาอย่างกว้างขวางในช่วงเวลาที่ผ่านมา สมรรถนะเป็นความสามารถของบุคคลในระดับที่สามารถปฏิบัติงานใดงานหนึ่งได้สำเร็จ โดยใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ/คุณลักษณะ ที่ตนเองมีอยู่ สมรรถนะเป็นผลรวมของความรู้ ทักษะ เจตคติหรือคุณลักษณะ ที่บุคคลแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมทำให้ประสบความสำเร็จในการทำงาน การแก้ปัญหา และการดำรงชีวิต หลักสูตรฐานสมรรถนะ จึงยึดความสามารถ ของผู้เรียนเป็นหลัก มีการกำหนดเกณฑ์ความสามารถที่ผู้เรียนพึงปฏิบัติได้ โดยฐานคิดของหลักสูตรฐานสมรรถนะ มีดังนี้ (สุวัฒนา, 2564)

1. ส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนรายบุคคล (Personalization) การเป็นเจ้าของการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

2. พัฒนาให้ผู้เรียนเกิดสุขภาวะ (Well-being) ทั้งในด้านสุขภาพ ความสำเร็จ สันติสุข และอารมณ์อย่างสมดุล รอบด้านและเป็นองค์รวม

3. พัฒนาสมรรถนะที่จำเป็นเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและการสร้างประโยชน์ต่อสังคม

4. พัฒนาผู้เรียนให้รู้เท่าทันและสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคมและความก้าวหน้าทางวิทยาการ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการศึกษาของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงได้ดำเนินการวางกรอบหลักสูตรฐานสมรรถนะ เพื่อตอบสนองต่อโจทย์และสะท้อนความต้องการจัดการศึกษาและพัฒนาคุณภาพผู้เรียนโดยการจัดการเรียนการสอนที่ใช้สมรรถนะเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นเนื้อหาวิชา (Subject-based) ไปสู่การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ (Competence-based Curriculum) ซึ่งสมรรถนะใน ความฉลาดรู้พื้นฐาน (Competencies in Basic Literacy) ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ ที่จะต้องพัฒนาให้เกิดแก่ผู้เรียนให้ถึงระดับที่เรียกได้ว่าเป็น “สมรรถนะ” โดยสมรรถนะใน ความฉลาดรู้พื้นฐาน จะประกอบด้วย 4 สมรรถนะ ได้แก่ (1) สมรรถนะหลักด้านภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร (2) สมรรถนะหลักด้านภาษาอังกฤษ/ภาษาต่างประเทศเพื่อการสื่อสาร (3) สมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (4) สมรรถนะหลักด้านการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ (กรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2564: 4-5)

จากกรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564: 24) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Mathematics in Everyday Life) ไว้ว่าเป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับปัญหา สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนพบ เป็นการประยุกต์เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการบูรณาการสาระของคณิตศาสตร์กับอีกหลาย ๆ สาขาวิชาเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับในงานวิจัยนี้จะพิจารณาระดับสมรรถนะ ของสมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ระดับ 3 หมายถึง ระดับสมรรถนะของผู้เรียนวัยรุ่นตอนต้น อายุ 13-15 ปี (เทียบเท่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ซึ่งในระดับนี้ ผู้เรียนต้องมีทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและการสื่อความหมาย การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม นำความรู้ความสามารถ เจตคติ ทักษะที่มีไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในสภาพการณ์ใหม่ เพื่อให้

ได้มาซึ่งความรู้ใหม่และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยสมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์
ในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย 5 สมรรถนะ ดังนี้

สมรรถนะที่ 1 การแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดย
ประยุกต์ความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยเลือกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่
เหมาะสมในการแก้ปัญหาและดำเนินการจนได้คำตอบที่สมเหตุ สมผล

สมรรถนะที่ 2 การให้เหตุผล ผู้เรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อ
ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์นั้น ๆ อย่างสมเหตุสมผล หรือใช้เหตุผลแบบ
อุปนัยในการสร้างความสัมพันธ์ข้อความคาดการณ์ หรือใช้เหตุผลแบบนิรนัย ในการตรวจสอบ
ข้อสรุปและสร้างเหตุผลสนับสนุนที่ชัดเจน

สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร ผู้เรียนสามารถนำเสนอและอธิบายข้อมูลที่สื่อ
ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ตามวัตถุประสงค์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุ รูปภาพ กราฟ
สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และตัวแทนอื่น ๆ

สมรรถนะที่ 4 การเชื่อมโยง ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือปัญหาทาง
คณิตศาสตร์กับสิ่งที่ตนเองพบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

สมรรถนะที่ 5 การคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนสามารถใช้ความคิดคล่อง ความคิด
ยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความละเอียดลออในการคิดแก้ปัญหาและขยายความคิดที่มีอยู่เดิมเพื่อ
สร้างแนวคิดใหม่โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นฐานเพื่อให้รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใน
สังคม

จากสมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ทั้ง 5 สมรรถนะ ผู้วิจัยได้นำไป
พิจารณาเป็นองค์ประกอบย่อยของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังนี้ สมรรถนะที่ 1 การ
แก้ปัญหา (องค์ประกอบย่อยที่ 1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบย่อย
ที่ 1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบย่อยที่ 1.4 การตีความและ
ประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์) สมรรถนะที่ 2 การให้เหตุผล (องค์ประกอบย่อยที่ 1.1 การให้
เหตุผล) สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (องค์ประกอบย่อยที่ 1.7 การสื่อสาร) สมรรถนะที่ 4 การ
เชื่อมโยง และสมรรถนะที่ 5 การคิดสร้างสรรค์ บูรณาการเป็นองค์ประกอบย่อยที่ 1.5 การคิดเชิง
คำนวณ และองค์ประกอบย่อยที่ 1.6 การสร้างแบบจำลอง

การวัดและประเมินผลฐานสมรรถนะ (Competency-based assessment)

การวัดและประเมินผลฐานสมรรถนะมุ่งเน้นการประเมินความสามารถที่เป็นองค์
รวมของการใช้ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ มักเกิดขึ้นในลักษณะของการประเมินผลรวม/การ

ประเมินผลรวบยอด (Summative assessment) ในช่วงท้ายหน่วยการเรียนรู้ ภายหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญที่เป็นพื้นฐานของสมรรถนะนั้น ๆ แล้ว ทั้งนี้ผู้สอนสามารถออกแบบการประเมินสมรรถนะในระหว่างการเรียนรู้การสอน โดยใช้การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) จากสิ่งที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง และความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานได้ (แนวทางการพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในช่วงเปลี่ยนผ่านสู่หลักสูตรฐานสมรรถนะ. 2564: 61)

สุวัทธนา สงวนรัตน์ และชวน ภาวังกุล (2564: 359) ได้เสนอวิธีการประเมินผลแบบฐานสมรรถนะ ดังนี้

1. เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning process) ให้มีความสำคัญกับการประเมินแบบย่อย อย่างต่อเนื่อง เพื่อติดตามดูความก้าวหน้า วิจัยจุดด้อย จุดเด่นของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับ ในขณะที่เดียวกันต้องมีการสอบสรุป การประเมินแบบผลรวม เพื่อวัดและตัดสินกระบวนการเรียนรู้ตอนเรียนจบรายวิชา

2. ใช้การอิงเกณฑ์ (Criterion referenced) วัดความสำเร็จในการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนา ใช้ศักยภาพตามความสามารถ โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับผู้อื่นและตัดสินแบบอิงกลุ่ม

3. ประเมินสมรรถนะที่สำคัญ (Crucial outcomes) ก่อนเพราะการปฏิบัติของทุกสมรรถนะมีความสำคัญไม่เท่ากัน บางสมรรถนะอาจมีความสำคัญกว่าอีกสมรรถนะ ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องตั้งข้อจำกัดในการเรียนรู้และการประเมินผล

4. บูรณาการสมรรถนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน ไม่ประเมินแยกตามหน่วยสมรรถนะ แม้ว่าการอบมาตรฐานสมรรถนะจะกำหนดแยกเป็นหน่วยสมรรถนะ ผู้สอนไม่จำเป็นต้องสอนหรือประเมินผลแยกแต่ละสมรรถนะ เพราะในการจัดเนื้อหาการสอนแต่ละหน่วยอาจต้องเกี่ยวข้องกับสมรรถนะต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องหรือต่อเนื่องกัน

5. ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ได้แก่

- การสังเกต
- การสาธิตและการตั้งคำถาม
- แบบทดสอบและข้อสอบอัตนัย
- การสอบปากเปล่า
- การทำโครงการ

- สถานการณ์จำลอง ใช้สถานการณ์เป็นฐาน เพื่อให้บริบทการวัดและประเมินเป็นสภาพจริงมากขึ้น

- แฟ้มผลงาน

- การประเมินโดยการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบทดสอบและบันทึกผลได้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดขั้นตอนการประเมินสมรรถนะ ไว้ดังนี้ (แนวทางการพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในช่วงเปลี่ยนผ่านสู่หลักสูตรฐานสมรรถนะ. 2564: 63)

1. กำหนดสมรรถนะให้มีความชัดเจนในระดับพฤติกรรมที่สังเกตได้ กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติที่มีความชัดเจน (Performance criterion) โดยประเมินผ่านกระบวนการ (Process) ผลงาน (Product) กำหนดลักษณะกลุ่มเป้าหมายในการประเมินทั้งใน ระดับรายบุคคล หรือรายกลุ่ม

2. ออกแบบกิจกรรมเพื่อประเมินสมรรถนะ ออกแบบกิจกรรมที่พัฒนาสมรรถนะและสามารถประเมินสมรรถนะขณะทำกิจกรรม หรือกำหนดสถานการณ์ในการประเมินสมรรถนะจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นแบบองค์รวม

3. กำหนดลักษณะการประเมิน (Assessment specification) กำหนดวิธีการประเมิน เกณฑ์การให้คะแนน และกำหนดน้ำหนักคะแนน โดยกรอบการประเมินต้องเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ใช้ในการวัดสมรรถนะได้อย่างครบถ้วน

4. ดำเนินการประเมินตามสถานการณ์การประเมินที่กำหนด ดำเนินการประเมินตามสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อใช้เป็นหลักฐาน (Evidence) ในการสะท้อนระดับพัฒนาของสมรรถนะที่ต้องการประเมิน

5. แปลผลการให้คะแนนรวมถึงการสะท้อนข้อมูล แปลผลการให้คะแนน และการสะท้อนข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาผู้เรียน และพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินนั้น เช่น การสะท้อนผลถึงความรู้ ความจำเป็นในการลงมือปฏิบัติการนั้น ทั้ง ความรู้พื้นฐานและการดำเนินการ การนำความรู้ไปใช้โดยปรับให้เหมาะกับสถานการณ์ รวมถึง การลงมือปฏิบัติ บูรณาการความรู้ ทักษะความสามารถ และคุณลักษณะที่ดีในการปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้ เป็นต้น

จากการวัดและประเมินผลฐานสมรรถนะ ในงานวิจัยนี้จึงใช้การประเมินผลรวบยอด และบูรณาการสมรรถนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

ดนิตา ดวงวิไล, สุชีรินทร์ อามาตย์บัณฑิต และอัฐพล อินตะเสนา (2562) พัฒนาหลักสูตรสาระเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา สังกัดกลุ่มศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาท่าสองคอน-แก่งเลิงจาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้ได้ตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการคิดวิเคราะห์ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยหลักสูตรสาระเพิ่มเติมที่สร้างขึ้น กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 โรงเรียนสังกัดกลุ่มศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาท่าสองคอน-แก่งเลิงจาน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1. คุณภาพของหลักสูตรสาระเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา สังกัดกลุ่มศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาท่าสองคอน-แก่งเลิงจาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.72 จากคะแนนเต็ม 3 แสดงว่าหลักสูตรมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 2. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 สังกัดกลุ่มศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาท่าสองคอน-แก่งเลิงจาน ที่เรียนด้วยหลักสูตรสาระเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.67 และ 72.92 ตามลำดับ เป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ 3. ค่าดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการเรียนด้วยหลักสูตรสาระเพิ่มเติม เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ สังกัดกลุ่มศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาท่าสองคอน-แก่งเลิงจาน มีค่าเท่ากับ 0.55 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 55 และค่าดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.54 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 54 และ 4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ที่มีต่อการเรียนด้วยหลักสูตรสาระเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ มีความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 2.58 อยู่ในระดับมากที่สุด

พันทิวา กุมภีโร สำราญ กำจัดภัย และพจมาน ชำนาญกิจ (2561) ได้พัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดการเรียนรู้แบบอิงบริบทโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพ ความคาดหวัง และความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของครูวิชาคณิตศาสตร์ 2) พัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดการเรียนรู้แบบอิงบริบทโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองการใช้หลักสูตร

เสริม 4) เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลอง และ 5) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยหลักสูตรเสริม การพัฒนาหลักสูตรเริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาสร้างหลักสูตร และทดลองใช้หลักสูตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองชัยวาน ผลการศึกษาสภาพ ความคาดหวัง และความต้องกรจำเป็นเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์พบว่า สภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 2.91$) ความคาดหวังโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.40$) และมีความต้องกรจำเป็นเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยรวมมีค่าเท่ากับ 0.57 2. รูปแบบของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ 8 ประการ คือ ที่มาและความสำคัญ แนวคิดพื้นฐาน หลักการจุดมุ่งหมาย โครงสร้างเนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ 3. นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4. นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมด้วยหลักสูตรอยู่ในระดับมากที่สุด

เมธาสิทธิ์ ธีธวัชรินทร์สกุล (2563) ได้พัฒนาหลักสูตรรายวิชา ค30295 โครงการคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการชี้นำตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2) พัฒนาหลักสูตร 3) ทดลองใช้และทดสอบประสิทธิผลของหลักสูตร และ 4) ปรับปรุงหลักสูตรรายวิชา ค30295 โครงการคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการชี้นำตนเอง กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 1 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความเห็นสอดคล้องกันและต้องการให้พัฒนาหลักสูตรรายวิชา ค30295 โครงการคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) ผลการพัฒนาหลักสูตร พบว่าหลักสูตรรายวิชา ค30295 โครงการคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการชี้นำตนเอง มีองค์ประกอบที่สำคัญ จำนวน 6 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ, วัดดูประสงค์, สาระการเรียนรู้, กระบวนการ, สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล 3) ผลการทดลองใช้และทดสอบประสิทธิผลของหลักสูตร พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และ 4) ผลการปรับปรุงหลักสูตร พบว่าหลักสูตรมีข้อควรปรับปรุงด้านสาระการเรียนรู้ กระบวนการ และสื่อการเรียนรู้

สุจินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2559) ได้พัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตร โดยโครงสร้างของหลักสูตรประกอบด้วย 4 องค์ประกอบคือ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล เนื้อหาในหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 6 หน่วย ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา 2) จำนวนและการดำเนินการ 3) การวัด 4) เรขาคณิต 5) พีชคณิต และ 6) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 32 คาบ ด้วยกระบวนการจัดการเรียนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นความคิด เร้าความสนใจ 2) ขั้นเสนอและทำความเข้าใจปัญหา 3) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 4) ขั้นนำเสนอแผนที่วางไว้ 5) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา 6) ขั้นตรวจสอบคำตอบและสรุปแนวคิด และ 7) ขั้นขยายความคิด ผลการประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ข้างต้น พบว่ามีองค์ประกอบของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นแตกต่างกัน แต่องค์ประกอบที่มีร่วมกันคือ 1) จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ของหลักสูตร 2) เนื้อหาของหลักสูตร 3) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 4) การวัดและประเมินผล ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงพัฒนาหลักสูตรโดยมีองค์ประกอบทั้ง 4 ตามที่กล่าวมาข้างต้น นอกจากนี้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังมีการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยหลักสูตรเพื่อประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรด้วย งานวิจัยนี้จึงพิจารณาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรเพื่อประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรด้วยเช่นกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ผู้วิจัยดำเนินการตามกระบวนการการพัฒนาหลักสูตร และสอดคล้องตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) โดยแบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาข้อมูลที่เป็นเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร โดยศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับ ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย มากำหนดเป็นองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้โดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 การยกร่างหลักสูตร เป็นการยกร่างหลักสูตรให้สอดคล้องกับ ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คัดเลือกเนื้อหาสาระ จัดโครงสร้างเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดทำร่างหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 หาประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้อง

ระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 4 นำร่างหลักสูตรไปศึกษานำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตรแล้วจึงนำหลักสูตรที่พัฒนาแล้วไปใช้
 กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ระยะที่ 3 การใช้หลักสูตรและประเมินผลหลักสูตร เป็นการนำหลักสูตรในระยะที่
 2 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยใช้
 แบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design ประเมินประสิทธิผลของหลักสูตร
 โดยใช้คะแนนจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่
 สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ทดสอบก่อนและหลังการใช้หลักสูตรรายวิชา
 เพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการ
 จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรหลังการใช้หลักสูตร

ระยะที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตร เป็นการนำผลการทดลองใช้หลักสูตรจากระยะที่
 3 มาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรเพื่อให้ได้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้
 ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เหมาะสมและสมบูรณ์ พร้อมเผยแพร่และ
 นำไปใช้จริง

กระบวนการพัฒนาหลักสูตร ทั้ง 4 ระยะ แสดงรายละเอียดดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงระยะการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน
 คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ระยะการพัฒนา หลักสูตร	วิธีดำเนินการ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ ข้อมูล	ผลที่ได้
ระยะที่ 1 การศึกษาและ วิเคราะห์ข้อมูล พื้นฐาน	<p>ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูล พื้นฐาน ได้แก่ ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการ เรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่ นำมาใช้ในกระบวนการจัดการ เรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาด รู้ด้านคณิตศาสตร์ หลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และแนวทางในการพัฒนา หลักสูตร</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3</p>	<p>- การวิเคราะห์ เอกสาร</p> <p>- การใช้แบบ ประเมินความ เหมาะสมและ ความสอดคล้อง</p>	<p>-การวิเคราะห์ เนื้อหา</p> <p>- การวิเคราะห์ เชิงบรรยาย ด้วยค่าเฉลี่ย และค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน</p>	องค์ประกอบและ ตัวบ่งชี้ของความ ฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3

ตาราง 18 (ต่อ)

ระยะการพัฒนา หลักสูตร	วิธีดำเนินการ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ ข้อมูล	ผลที่ได้
ระยะที่ 2 การยก ร่างหลักสูตร	ยกร่างหลักสูตรให้สอดคล้อง กับความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ มีขั้นตอน ดำเนินการดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 จัดทำร่าง หลักสูตรและเอกสารประกอบ หลักสูตร ขั้นตอนที่ 2 หาประสิทธิภาพ ของร่างหลักสูตรโดย ผู้เชี่ยวชาญ ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขร่าง หลักสูตร ขั้นตอนที่ 4 นำร่างหลักสูตร ไปศึกษานำร่อง ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขร่าง หลักสูตรแล้วนำไปใช้	- การใช้แบบ ประเมินความ เหมาะสมและ ความสอดคล้อง - การใช้แบบวัด ความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์	-การวิเคราะห์ เชิงบรรยาย ด้วยค่าเฉลี่ย และค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน -ค่าความ เชื่อมั่น (Reliability)	(ร่าง) หลักสูตรที่ มีประสิทธิภาพ
ระยะที่ 3 การใช้ หลักสูตรและ ประเมินผล หลักสูตร	นำร่างหลักสูตรที่ได้จากระยะ ที่ 2 ไปใช้กับนักเรียนกลุ่ม ตัวอย่าง	- จัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตร - การใช้แบบวัด ความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ - การใช้แบบ ประเมินความพึง พอใจ	-การวิเคราะห์ เชิงบรรยาย ด้วยค่าเฉลี่ย และค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐานและ การทดสอบค่า t	ประสิทธิผลของ หลักสูตร

ตาราง 18 (ต่อ)

ระยะการพัฒนา หลักสูตร	วิธีดำเนินการ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ ข้อมูล	ผลที่ได้
ระยะที่ 4 การ ปรับปรุงหลักสูตร	นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข หลักสูตรให้สมบูรณ์	สังเกต/บันทึก	การวิเคราะห์ เนื้อหา	หลักสูตรรายวิชา เพิ่มเติมเพื่อ ส่งเสริมความ ฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3

กระบวนการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 4 ระยะ มีรายละเอียด ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ระยะนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นและสร้างองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตร แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์ ในระยะนี้ เพื่อ

1. สังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. พัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ รวมไปถึงแนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรฐานสมรรถนะ

2. วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาออกมาเป็นองค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งศึกษาปรัชญา ทฤษฎีการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. นำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และกระบวนการพัฒนาหลักสูตร ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

2. คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญโดยผู้เชี่ยวชาญที่ร่วมการวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ใช้หาคุณภาพของเครื่องมือจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรหรือด้านการทำวิจัยด้านหลักสูตร จำนวน 1 ท่าน โดยผู้วิจัยได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญให้เป็นผู้มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาหรือระดับอุดมศึกษามากกว่า 7 ปีขึ้นไป โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อหาคุณภาพของแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่เป็นผู้ให้ข้อมูลหลัก จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรหรือด้านการทำวิจัยด้านหลักสูตร จำนวน 2 ท่าน โดยผู้วิจัยได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญให้เป็นผู้มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาหรือ

ระดับอุดมศึกษามากกว่า 7 ปีขึ้นไป โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และความสอดคล้องขององค์ประกอบกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบประเมินนี้จะสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ว่ามีความเป็นไปได้และเหมาะสมในการนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนและการพัฒนาหลักสูตรหรือไม่ อย่างไร โดยมีจำนวน 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลัก

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย

ตอนที่ 3 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้

ทั้งนี้แบบประเมินความเหมาะสมเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยแต่ละระดับมีคะแนนดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ตัวอย่าง แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย

คำชี้แจง หลังจากพิจารณาองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว ท่านคิดว่าองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยที่กำหนดให้มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย		ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	1.1 การให้เหตุผล					
	1.2 การคิดและแก้ปัญหาในทางคณิตศาสตร์					
	1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์					
	1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์					
	1.5 การคิดเชิงคำนวณ					
	1.6 การสร้างแบบจำลอง					
	1.7 การสื่อสาร					
2. เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง	2.1 บริบทส่วนตัว					
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ					
	2.3 บริบทสังคม					
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์					

จากนั้นสร้างแบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวน 2 ตอน คือ
 ตอนที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย
 ตอนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้
 โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน + 1 สำหรับองค์ประกอบหรือตัวบ่งชี้ที่ผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่าสอดคล้องกัน
 คะแนน 0 สำหรับองค์ประกอบหรือตัวบ่งชี้ที่ผู้ทรงคุณวุฒิไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกัน
 คะแนน - 1 สำหรับองค์ประกอบหรือตัวบ่งชี้ที่ผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่าไม่สอดคล้องกัน

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย

ตอนที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย

คำชี้แจง หลังจากพิจารณาองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว ท่านคิดว่าองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยที่
 กำหนดให้มีความสอดคล้องกันหรือไม่

ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง +1	ไม่ แน่ใจ 0	ไม่ สอดคล้อง -1	
1.	องค์ประกอบหลัก สมรรถนะทางคณิตศาสตร์				
	องค์ประกอบย่อย				
	1.1 การให้เหตุผล				
	1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทาง คณิตศาสตร์				
	1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์				
	1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์				
	1.5 การคิดเชิงคำนวณ				
	1.6 การสร้างแบบจำลอง				
	1.7 การสื่อสาร				
2.	องค์ประกอบหลัก เนื้อหาที่สัมพันธ์กับ บริบทโลกจริง				

	2.1 บริบทส่วนตัว				
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ				
	2.3 บริบทสังคม				
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์				

4. นำแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หาคุณภาพ โดยพิจารณาหาค่าความตรง (Validity) จากการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) (Rovinelli .1977) ที่ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 ประเมิน ซึ่งแปลผลจากข้อมูลที่ได้มาเป็นคะแนน ดังนี้

+ 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อความที่ประเมินสอดคล้องกัน

0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อความที่ประเมินสอดคล้องกัน

-1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อความที่ประเมินไม่สอดคล้องกัน

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

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

R หมายถึง คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสิน ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้ในแต่ละข้อมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่ามีความสอดคล้อง ไม่ต้องดำเนินการปรับปรุง แต่ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องในแต่ละข้อมีค่าน้อยกว่า 0.5 ถือว่าไม่มีความสอดคล้อง ดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ส่วนข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหากมีความคิดเห็นตรงกันของผู้เชี่ยวชาญมากกว่าร้อยละ 50 จะดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากการให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพ พบว่า มีค่าความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 แล้วนำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่เป็นผู้ให้ข้อมูลหลัก พิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องของ

องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประเมินอีกครั้ง

5. ดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่เป็นผู้ให้ข้อมูลหลัก จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วนำผลการประเมินมาตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554: 103)

ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยคะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยคะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ จะต้องมียุทธศาสตร์ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป หรือมีความเหมาะสมระดับมากขึ้นไป จึงจะถือว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสม จากการให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินพบว่าความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.7 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5

การประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ใช้เกณฑ์การพิจารณาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่มีความสอดคล้องกัน จากการให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบหลักกับองค์ประกอบย่อย และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบย่อย กับตัวบ่งชี้ที่มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00

ระยะที่ 2 การยกร่างหลักสูตร

เป็นการยกร่างหลักสูตรให้สอดคล้องกับความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คัดเลือกเนื้อหาสาระ จัดโครงสร้างเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดทำร่างหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร รายละเอียดขั้นตอนเป็นดังนี้

1. การจัดทำร่างหลักสูตร เป็นการกำหนดรายละเอียดหลักสูตร โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในระยะที่ 1 โดยมีรายละเอียดและองค์ประกอบของหลักสูตรดังนี้

1.1 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

กำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ตามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากระยะที่ 1

1.2 เนื้อหาสาระของหลักสูตร

กำหนดเนื้อหาสาระของหลักสูตร โดยอาศัยเนื้อหาสาระจากกรอบการประเมิน PISA และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยแบ่งหน่วยการเรียนรู้เป็น 4 หน่วย มีรายละเอียดดังตาราง 19

ตาราง 19 รายละเอียดเนื้อหาสาระของหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้	บริบท	ตัวบ่งชี้	วิธีการจัดการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ : เนื้อหา	เวลาเรียน (คาบ)
1	ส่วนตัวและครอบครัว	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2 E.1, E.2, E.3, E.4, IE.1, IE.2, IE.3 CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.1	การจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีแบบเปิด	1: ความไม่แน่นอนและข้อมูล 2: ปริมาณ 3: ปริภูมิและรูปทรง	2 2 2

ตาราง 19 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	บริบท	ตัวบ่งชี้	วิธีการจัดการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ : เนื้อหา	เวลา เรียน (คาบ) [*]
2	อาชีพ	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2, MC. 1, MC. 2, MC. 3, MC. 4 CC. 1, CC. 2, CC. 3 C.2	การจัดการเรียนรู้ ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs)	1: ปริมาณ 2: การเปลี่ยนแปลงและ ความสัมพันธ์ 3: ปฏิภูมิและ รูปทรง	2 2 2
3	สังคม	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2, E.1, E.2, E.3, E.4, IE.1, IE.2, IE.3 CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.3	การจัดการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็น ฐาน	1: ความไม่แน่นอนและ ข้อมูล 2: การเปลี่ยนแปลงและ ความสัมพันธ์ 3: ปฏิภูมิและ รูปทรง	2 2 2
4	วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	RC.1 RC.2, RC.3, CT. 1, CT. 2, CT. 3, CT. 4, CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.4	การจัดการเรียนรู้ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้	1: ความไม่แน่นอนและ ข้อมูล 2: การเปลี่ยนแปลงและ ความสัมพันธ์ 3: ปฏิภูมิและ รูปทรง	2 2 2
				รวม	24

* 1 คาบ เท่ากับ 45 นาที

เนื้อหาสาระที่ใช้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เป็นสถานการณ์หรือบริบทในโลกจริง ใน 4 บริบท คือ บริบทส่วนตัว บริบทอาชีพ บริบทสังคม และบริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้เวลาเรียนหน่วยการเรียนรู้ละ 6 คาบ คิดเป็นเวลาทั้งหมด 24 คาบ ซึ่ง (ร่าง) หลักสูตร มีเอกสารประกอบหลักสูตร ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องตามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากระยะที่ 1 และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนได้มาซึ่งตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด การจัดการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มาออกแบบหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ใช้การจัดการเรียนรู้ที่ต่างกันตามเนื้อหาสาระของหลักสูตรและบริบทการประเมินของ PISA ได้แก่ บริบทส่วนตัวและครอบครัว บริบทอาชีพ บริบทสังคมและบริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้นักเรียนบรรลุตามแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ได้แสดงตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทส่วนตัว โดยหน่วยการเรียนรู้นี้จะใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด ดังตาราง

ตัวอย่าง แนวทางการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ปริบทส่วนตัว โดยหน่วยการเรียนรู้นี้จะใช้การจัดการ

แผน	ชื่อแผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การจัดและประเมินผลการเรียนรู้						
1	การชื่อของ	<p>สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต</p> <p>สอดคล้องกับเนื้อหาปริมาณ</p>	<p>1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล</p> <p>2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง</p> <p>3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและเขียนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล</p> <p>4. ผู้เรียนสามารถระบุเหตุ/ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้</p> <p>5. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพเพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาที่จริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้</p>	<p>1. ครูสร้างสภาพแวดล้อมให้นักเรียนพร้อมสำหรับการเรียนรู้</p> <p>2. ครูนำเสนอประเด็นโจทย์ รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง</p> <p>3. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างสรรคิภายใต้อุปกรณ์ของตนเอง</p> <p>4. นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน</p> <p>แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อเปรียบเทียบและประเมินผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน</p> <p>5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นร่วมกันตั้งคำถาม และยกประเด็นความรู้ใหม่ที่สามารถเชื่อมโยงและสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหาเดิมได้</p>	<p>ใบกิจกรรม การชื่อของ</p>	<p>ประเมินจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม โดยมีเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ผ่าน</th> <th>ไม่ผ่าน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. สามารถระบุเหตุ/ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้</td> <td>1. สามารถระบุเหตุ/ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้</td> </tr> <tr> <td>ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมน้อยกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</td> <td>ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมน้อยกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</td> </tr> </tbody> </table>	ผ่าน	ไม่ผ่าน	1. สามารถระบุเหตุ/ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	1. สามารถระบุเหตุ/ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมน้อยกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม	ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมน้อยกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
ผ่าน	ไม่ผ่าน											
1. สามารถระบุเหตุ/ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	1. สามารถระบุเหตุ/ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้											
ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมน้อยกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม	ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมน้อยกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม											

แผน	ชื่อแผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
1			<p>6. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ</p> <p>7. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า</p> <p>8. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p> <p>9. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p>			<p>ประเมินจากคำตอบคำถามในใบกิจกรรม โดยมีเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ผ่าน</th> <th>ไม่ผ่าน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>3. สามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยได้ผลลัพธ์ถูกต้อง โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</p> </td> <td> <p>3. สามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</p> </td> </tr> <tr> <td> <p>4. แสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า อธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน โดยได้คะแนนร้อยละ 60</p> </td> <td> <p>4. แสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า อธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60</p> </td> </tr> </tbody> </table>	ผ่าน	ไม่ผ่าน	<p>3. สามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยได้ผลลัพธ์ถูกต้อง โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</p>	<p>3. สามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</p>	<p>4. แสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า อธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน โดยได้คะแนนร้อยละ 60</p>	<p>4. แสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า อธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60</p>
ผ่าน	ไม่ผ่าน											
<p>3. สามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยได้ผลลัพธ์ถูกต้อง โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</p>	<p>3. สามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</p>											
<p>4. แสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า อธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน โดยได้คะแนนร้อยละ 60</p>	<p>4. แสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า อธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน โดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60</p>											

1.4 การประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินผลการเรียนรู้ใช้การประเมินที่หลากหลาย ได้แก่ แบบวัด ไบโก็จกรรม การสังเกตโดยประเมินก่อนเรียนด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างเรียนประเมินจากไบโก็จกรรมประกอบการสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วจึงประเมินหลังเรียนด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อีกครั้ง

2. จัดทำเอกสารประกอบหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร โดยรายละเอียดการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยในขั้นตอนนี้ มีดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1.1 จัดทำโครงสร้างเวลาเรียนและหน่วยการเรียนรู้โดยกำหนดกรอบของกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วย โดยอิงสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และเป็นเนื้อหาที่สามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความครอบคลุมองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และให้ข้อเสนอแนะ

2.1.2 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 แผน แผนละ 2 คาบ รวมทั้งสิ้น 24 คาบ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้, สาระสำคัญ, สาระการเรียนรู้, สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้, การจัดการเรียนรู้, การวัดประเมินผลการเรียนรู้ และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ โดยลักษณะกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบใช้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงตามบริบทเป็นตัวนำให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วนตามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากผลการวิจัยระยะที่ 1

2.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม และที่แนะข้อบกพร่อง แล้วดำเนินการแก้ไข

2.2 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA

2.2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สังเคราะห์มาจากองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อใช้ในการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2.3 สร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA โดยเป็นแบบอัตนัยจำนวน 16 ข้อ ให้ครบตามบริบท ของกรอบการประเมิน PISA บริบทละ 4 ข้อ ซึ่งมากกว่าที่ต้องการใช้จริง 6 ข้อ

2.2.4 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA และครอบคลุมทุกองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 การวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ข้อที่																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1.สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	RC.1	RC.1	√		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
	RC.2	RC.2			√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	RC.3	RC.3			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	F.1	1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	√		√		√		√		√		√		√		√		√	
1.สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	E.1	1.3 การให้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	E.2	1.3 การให้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	E.3	1.3 การให้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	E.4	1.3 การให้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	IE.1	1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	IE.2	1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	IE.3	1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	CT.1	1.5 การคิดเชิงคำนวณ			√		√		√		√		√		√		√		√	
1.6 การสร้างแบบจำลอง	CT.2	1.5 การคิดเชิงคำนวณ			√		√		√		√		√		√		√		√	
	CT.3	1.5 การคิดเชิงคำนวณ			√		√		√		√		√		√		√		√	
	CT.4	1.5 การคิดเชิงคำนวณ			√		√		√		√		√		√		√		√	
	MC.1	1.6 การสร้างแบบจำลอง															√		√	
MC.2	1.6 การสร้างแบบจำลอง															√		√		

2.2.5 สร้างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (scoring rubrics) ซึ่งปรับปรุงจาก กษมา เกิดประสงค์ (2560: 152-153) สุณิสา สุมิรัตน์ 2555: 104-106) ชนน คันทาวัตร (2561: 65-68) Tran Viet Cuong. (2020. :6231) จากลักษณะของความสามารถทางคณิตศาสตร์ 6 ระดับ ใน PISA 2018 รวมถึงสอดคล้องกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากผลระยะที่ 1 แล้วนำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA และเกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบวัดและเกณฑ์การประเมิน

2.2.6 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดประเมินผลด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบวัดที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน + 1 สำหรับข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน - 1 สำหรับข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำแบบวัดที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) (Rovinelli .1977) ใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้

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

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

R หมายถึง คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

คัดเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ปรากฏว่าได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00 จำนวน 16 ข้อ พบว่าสามารถวัดได้ครบทุกองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่มี 3 ข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำว่ามีความซ้ำซ้อนกันจึงตัดทิ้งไปคงเหลือเป็นแบบวัดที่มีข้อคำถามทั้งสิ้น 13 ข้อ โดยแบบวัดยังคงครอบคลุมทุกบริบทที่ PISA กำหนด

2.2.6 นำแบบวัดที่ผ่านการคัดเลือกไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งหมด โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient; α) พิจารณาจากเกณฑ์การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544)

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α)	การแปลความหมายระดับความเที่ยง
มากกว่า .9	ดีมาก
มากกว่า .8	ดี
มากกว่า .7	พอใช้
มากกว่า .6	ค่อนข้างพอใช้
มากกว่า .5	ต่ำ
น้อยกว่า หรือเท่ากับ .5	ไม่สามารถรับได้

เมื่อนำข้อสอบทั้งหมดไปหาค่าความเชื่อมั่นพบว่าได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.62 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างพอใช้ ผู้วิจัยจึงตั้งข้อสังเกตว่ามีข้อคำถามที่นักเรียนไม่ตอบเลยจำนวน 3 ข้อ จึงได้ตัดทิ้งแล้วนำแบบวัดจำนวน 10 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยแบบวัดในบริบทส่วนตัวจำนวน 3 ข้อ บริบททางการงานอาชีพ จำนวน 2 ข้อ บริบทสังคม จำนวน 3 ข้อ และบริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 2 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งหมดอีกครั้ง โดยได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.74 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ซึ่งเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้

2.2.7 จัดเตรียมแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3.1 ศึกษาหนังสือ วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร แล้วจัดทำแบบประเมินตามแบบของลิเคิร์ต จำนวน 25 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

โดยใช้เกณฑ์การตัดสิน ระดับความพึงพอใจ ค่าคะแนนเฉลี่ยมีเกณฑ์

ดังนี้

คะแนนค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

คะแนนค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

คะแนนค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

คะแนนค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

คะแนนค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

2.3.2 นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

2.3.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ที่ปรับปรุงแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบประเมินซึ่งได้ค่า IOC อยู่ในช่วง 0.60-1.00

2.3.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วจัดทำแบบประเมินฉบับสมบูรณ์

ตัวอย่าง แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประเด็นคำถาม	5	4	3	2	1
3. สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้					
3.1 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
3.2 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้นำมาใช้ตรวจสอบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้หรือเข้าใจสิ่งที่ได้					
3.3 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์และเสริมสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน					
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 การวัดและประเมินผลมีหลักเกณฑ์ที่ชัดเจน					

ขั้นตอนที่ 2 หาประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของหลักสูตร ส่วนที่ 2 การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตร โดยผู้เชี่ยวชาญ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำหลักสูตรฉบับร่างให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบและเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข

2. นำหลักสูตรฉบับร่างที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านคณิตศาสตร์ศึกษาหรือด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่มีประสบการณ์ในการพัฒนาหลักสูตรหรือการทำวิจัยด้านหลักสูตร ไม่ต่ำกว่า 5 ปี โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 5 ท่านเพื่อประเมินประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรและตรวจสอบเอกสารประกอบหลักสูตรที่จัดทำขึ้น มีวิธีดำเนินการดังนี้

2.1 กำหนดประเด็นในการประเมินหลักสูตร โดยวิเคราะห์จาก การศึกษารายละเอียดของหลักสูตร

2.2 จัดทำแบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด และแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบใน

หลักสูตร เป็นข้อคำถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องกันระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตร เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่น่าใจ และไม่สอดคล้อง และที่ว่างให้ผู้เชี่ยวชาญเขียนข้อเสนอแนะ

ตัวอย่าง แบบประเมินความเหมาะสมของร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง หลังจากที่ท่านได้พิจารณาร่างหลักสูตรแล้ว ขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรในแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
1.วัตถุประสงค์ของหลักสูตร					
1.1 เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ด้านคณิตศาสตร์					
1.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว บริบททางการงานอาชีพ บริบทสังคม บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
1.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์					

ได้					
1.4 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ คิดและแปลงปัญหาในทาง คณิตศาสตร์					
1.5 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ ใช้หลักการ และ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์					
1.6 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ ตีความและประเมินผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์					

ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญนำมาวิเคราะห์การประเมินหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่า
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสมของร่างหลักสูตรและนำมาแปล
ความหมายตามเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554: 103)

ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยคะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยคะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ความเหมาะสมของร่างหลักสูตร จากผลการประเมินของ
ผู้เชี่ยวชาญ จะต้องมียุทธศาสตร์ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป หรือมีความเหมาะสมระดับมากขึ้นไป จึงจะถือว่า
ร่างหลักสูตร มีความเหมาะสม

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องของร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้
ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง หลังจากที่ท่านได้พิจารณาร่างหลักสูตรแล้ว ขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร

(วัตถุประสงค์ของหลักสูตร, เนื้อหาสาระของหลักสูตร, การจัดการเรียนรู้, แผนการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร) มีความสอดคล้องกันหรือไม่

ประเด็นการประเมิน	สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1
1. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับเนื้อหาสาระของหลักสูตร			
2. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
3. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับการประเมินผลหลักสูตร			
4. เนื้อหาสาระของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5. เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			

ความหมายของคะแนนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

+ 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าองค์ประกอบของหลักสูตรสอดคล้องกัน

0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบของหลักสูตรสอดคล้องกัน

-1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าองค์ประกอบของหลักสูตรไม่สอดคล้องกัน

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

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

R หมายถึง คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสิน ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้ในแต่ละข้อมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าองค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกัน ไม่ต้องดำเนินการปรับปรุงหรือเพิ่มเติม แต่ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องในแต่ละข้อมีค่าน้อยกว่า 0.5 ถือว่าไม่มีความถูกต้องเหมาะสมจะดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.3 หาประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผลการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบของหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตร นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตรมาปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรฉบับร่าง

ขั้นตอนที่ 4 นำร่างหลักสูตรไปศึกษานำร่องโดยนำแผนการจัดการเรียนรู้จากแต่ละหน่วยการเรียนรู้ 1 แผนไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

ขั้นตอนที่ 5 หลังดำเนินการใช้ ร่างหลักสูตร ผู้วิจัยนำข้อค้นพบและปัญหาที่ได้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อขอข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตรแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในระยะต่อไป

ระยะที่ 3 การใช้หลักสูตรและประเมินผลหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในระบะนี้้นำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกใช้แบบแผนการทดลองเป็น one group pretest-posttest design มีแบบแผนดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544)

$$O_1 X O_2$$

เมื่อ	X	แทน การใช้หลักสูตรเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
	O_1	แทน การทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ก่อนการใช้หลักสูตร
	O_2	แทน การทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หลังการใช้หลักสูตร

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 10 ห้อง เป็นนักเรียนทั้งสิ้น 391 คน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยให้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit)

การนำหลักสูตรไปทดลองใช้ ดำเนินการดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ใช้เวลา 70 นาที
2. ดำเนินการใช้หลักสูตรโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ใช้เวลา 24 คาบ คาบละ 45 นาที
3. หลังดำเนินการใช้หลักสูตรกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) วัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ

ทดสอบค่า t (t-test dependent samples) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการใช้หลักสูตร

4. หลังนักเรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แล้วจึงนำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างประเมิน แล้วจึงนำผลคะแนนมาคำนวณคะแนนเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

5.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ก่อนกับหลังการใช้หลักสูตร โดยใช้สถิติคือค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่า t (t-test dependent samples)

5.2 ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรวมว่ามีค่ามากกว่า 4.51 โดยใช้การทดสอบค่า t (one sample t-test)

ระยะที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นำผลการประเมินประสิทธิผลของการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และรวบรวมข้อสังเกต ข้อเสนอแนะต่าง ๆ มาปรับปรุงหลักสูตรให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรว่ามีข้อควรปรับปรุงอย่างไร รวมทั้งปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท แล้วจึงจัดทำเป็นหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับสมบูรณ์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 2 ร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผลการศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 4 หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สมบูรณ์

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 ผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก 11 องค์ประกอบย่อยและ 28 ตัวบ่งชี้ มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 21 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามกรอบแนวคิดการวิจัย

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้
1.สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	1.1 การให้เหตุผล	RC. 1 จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล RC. 2 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง RC. 3 ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล
	1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	F.1 ผู้เรียนสามารถระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ F.2 ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้
	1.3 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	E.1 แสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง E.2 ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง E.3 มีความเข้าใจเรื่องของการแสดงแทนของสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข หรือปริมาณทางเรขาคณิต เข้าใจความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างปริมาณ และรูปแบบของสถิติ E.4 ผู้เรียนสามารถระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสม

		E.5 ผู้เรียนประเมินความสำคัญของรูปแบบ หรือแบบจำลองที่สังเกตได้อย่างเหมาะสม
1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์		IE.1 ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง IE.2 ผู้เรียนสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง IE.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง
1.5 การคิดเชิงคำนวณ		CT. 1 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา CT. 2 ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาว่าปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ CT. 3 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้ CT. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้
1.6 การสร้างแบบจำลอง		MC. 1 ผู้เรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันสามารถแปลงข้อความทางคณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ MC. 2 ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

		<p>มาเป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพได้</p> <p>MC. 3 ผู้เรียนสามารถวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา</p> <p>MC. 4 สามารถประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองได้</p>
	1.7 การสื่อสาร	<p>CC. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าและแบบเขียน</p> <p>CC. 2 ผู้เรียนสามารถเข้าใจ ดีความ และประเมินผลหรือตอบสนองต่อความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p> <p>CC. 3 ผู้เรียนสามารถใช้เงื่อนไข สัญกรณ์ และสัญลักษณ์นำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าและแบบเขียน</p>
2. เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง	2.1 บริบทส่วนตัว	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริง
	2.3 บริบทสังคม	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2.1 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรหรือด้านการทำวิจัยด้านหลักสูตร จำนวน 2 ท่าน เพื่อให้ข้อมูลในการวิจัยการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ดังตาราง 22, 23 และ 24

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบหลัก	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2. เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 22 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าองค์ประกอบหลัก มีความเหมาะสมมากที่สุดทั้ง 2 องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบหลักที่ 1 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 องค์ประกอบหลักที่ 2 เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45

ตาราง 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยความ
ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
1.1 การให้เหตุผล	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
1.2 การคิดและแปลงปัญหา ในทางคณิตศาสตร์	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
1.3 การใช้หลักการ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
1.4 การตีความและประเมินผล ลัพท์ทางคณิตศาสตร์	4.60	0.89	เหมาะสม มากที่สุด
1.5 การคิดเชิงคำนวณ	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
1.6 การสร้างแบบจำลอง	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
1.7 การสื่อสาร	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด

ตาราง 23 (ต่อ)

องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
2. เนื้อหาที่ สัมพันธ์กับบริบท โลกจริง	2.1 บริบทส่วนตัว	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
	2.3 บริบทสังคม	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด

จากตาราง 23 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย มีความเหมาะสมมากที่สุดทั้ง 11 องค์ประกอบย่อย (ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.60 ถึง 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.89)

ตาราง 24 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลัก องค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	1.1 การให้เหตุผล	RC. 1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
		RC. 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาแล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
		RC. 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 การคิดและแก้ปัญหาในทางคณิตศาสตร์		F.1. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
		F.2. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาที่จริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์		E.1. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
		E.2. ผู้เรียนสามารถไขกฏ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

<p>E.3. ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอน</p>	<p>4.00</p>	<p>0.71</p>	<p>เหมาะสมมาก</p>
<p>E.4. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องเหมาะสม</p>	<p>4.80</p>	<p>0.45</p>	<p>เหมาะสมมากที่สุด</p>
<p>1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์</p>	<p>4.00</p>	<p>0.71</p>	<p>เหมาะสมมาก</p>
<p>IE.1. ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง</p>	<p>4.80</p>	<p>0.45</p>	<p>เหมาะสมมากที่สุด</p>
<p>IE.2. ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง</p>	<p>4.80</p>	<p>0.45</p>	<p>เหมาะสมมากที่สุด</p>
<p>1.5 การคิดเชิงคำนวณ</p>	<p>4.80</p>	<p>0.45</p>	<p>เหมาะสมมากที่สุด</p>
<p>CT. 1. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหาย่อย</p>	<p>4.80</p>	<p>0.45</p>	<p>เหมาะสมมากที่สุด</p>
<p>CT. 2. ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณา รูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้</p>	<p>4.80</p>	<p>0.45</p>	<p>เหมาะสมมากที่สุด</p>
<p>CT. 3. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้</p>	<p>4.80</p>	<p>0.45</p>	<p>เหมาะสมมากที่สุด</p>

CT. 4. ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกัน					4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
1.6 การสร้างแบบจำลอง							
MC.1. ผู้เรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทางตรงกันสามารถแปลงข้อความทางคณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์							
MC.2. ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นประสิทธิภาพได้					4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.7 การสื่อสาร							
MC.3. ผู้เรียนสามารถวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา					4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
MC.4. สามารถประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองได้					4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
CC.1. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า/เขียน					4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 24 (ต่อ)

	CC.2. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด	
	CC.3. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	4.40	0.55	เหมาะสมมาก	
2. เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง	2.1 บริบทส่วนตัว	C. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ	C. 2 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริง	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	2.3 บริบทสังคม	C. 3 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น หรือระดับชาติ	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	C. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 24 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้ที่ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด จำนวน 24 ตัวบ่งชี้ (ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.60 ถึง 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.55) และมีความเหมาะสมมากจำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ตัวบ่งชี้ E.3, IE.1 และ CC.3 (ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.00 ถึง 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.71)

1.2.2 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรหรือด้านการทำวิจัยด้านหลักสูตร จำนวน 2 ท่าน เพื่อให้ข้อมูลในการวิจัยการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ดังตาราง 25 และ 26

ตาราง 25 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	แปลผล
1.1 การให้เหตุผล	1.00	สอดคล้อง
1.2 การคิดและแปลงปัญหา ในทางคณิตศาสตร์	1.00	สอดคล้อง
1.3 การใช้หลักการ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์	1.00	สอดคล้อง
1.4 การตีความและตรวจสอบ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 25 (ต่อ)

องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	แปลผล
1.5 การคิดเชิงคำนวณ	1.00	สอดคล้อง
1.6 การสร้างแบบจำลอง	1.00	สอดคล้อง
1.7 การสื่อสาร	1.00	สอดคล้อง
2.1 บริบทส่วนตัว	1.00	สอดคล้อง
2.2 บริบททางการงานอาชีพ	1.00	สอดคล้อง
2.3 บริบทสังคม	1.00	สอดคล้อง
2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์	0.80	สอดคล้อง

จากตาราง 25 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องกันทั้ง 11 องค์ประกอบย่อย

ตาราง 26 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบย่อยกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ค่าดัชนี	แปลผล
		ความ สอดคล้อง	
1.1 การให้เหตุผล	RC. 1.จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 26 (ต่อ)

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	แปลผล
	RC. 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง	1.00	สอดคล้อง
	RC. 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล	1.00	สอดคล้อง
1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	F.1. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้	1.00	สอดคล้อง
	F.2. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	1.00	สอดคล้อง
	E.1. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง	1.00	สอดคล้อง
1.3 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	E.2. ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	1.00	สอดคล้อง
	E.3. ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอน	0.80	สอดคล้อง
	E.4. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องเหมาะสม	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 26 (ต่อ)

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ค่าดัชนี	แปลผล
		ความ สอดคล้อง	
1.4 การตีความและ ตรวจสอบผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์	IE.1. ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง	1.00	สอดคล้อง
	IE.2. ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง	1.00	สอดคล้อง
	IE.3. ผู้เรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง	1.00	สอดคล้อง
1.5 การคิดเชิง คำนวณ	CT. 1. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา	1.00	สอดคล้อง
	CT. 2. ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้	1.00	สอดคล้อง
	CT. 3. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้	1.00	สอดคล้อง
	CT. 4. ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 26 (ต่อ)

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	แปลผล
1.6 การสร้าง แบบจำลอง	MC.1. ผู้เรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันสามารถแปลงข้อความทางคณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์	1.00	สอดคล้อง
	MC.2. ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาเป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพได้	1.00	สอดคล้อง
	MC.3. ผู้เรียนสามารถวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา	1.00	สอดคล้อง
	MC.4. สามารถประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองได้	1.00	สอดคล้อง
1.7 การสื่อสาร	CC.1. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า/เขียน	1.00	สอดคล้อง
	CC.2. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	1.00	สอดคล้อง
	CC.3. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	1.00	สอดคล้อง
2.1 บริบทส่วนตัว	C. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 26 (ต่อ)

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ค่าดัชนี	แปลผล
		ความ สอดคล้อง	
2.2 บริบททางการ งานอาชีพ	C. 2 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่าน บริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ กิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริง	1.00	สอดคล้อง
2.3 บริบทสังคม	C. 3 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่าน บริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น หรือระดับชาติ	1.00	สอดคล้อง
2.4 บริบททาง วิทยาศาสตร์	C. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่าน บริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1.00	สอดคล้อง

จากตาราง 26 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าองค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องกันทั้ง 27
ตัวบ่งชี้ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00

1.3 ผลการปรับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้
ข้อเสนอแนะและข้อปรับปรุง สรุปได้ดังตาราง

ตาราง 27 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้ตามกรอบแนวคิดการวิจัย	ข้อเสนอแนะหรือการปรับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้
1.สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	1.1 การให้เหตุผล	RC. 1 จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล RC. 2 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง RC. 3 ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผลพร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล	ไม่มีการปรับเนื่องจากองค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้มีผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและสอดคล้องกันตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	F.1 ผู้เรียนสามารถระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ F.2 ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปรสัญลักษณ์ แผนภาพ และการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	F.1 ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ F.2 ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้

ตาราง 27 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้ตามกรอบแนวคิดการวิจัย	ข้อเสนอแนะหรือการปรับปรุงองค์ประกอบและตัวบ่งชี้
	1.3 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	<p>E.1 ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง</p> <p>E.2 ผู้เรียนสามารถใช้กฎข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง</p> <p>E.3 ผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องของการแสดงแทนของสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข หรือปริมาณทางเรขาคณิต เข้าใจความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างปริมาณ และรูปแบบของสถิติ</p> <p>E.4 ผู้เรียนสามารถระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสม</p> <p>E.5 ผู้เรียนประเมินความสำคัญของรูปแบบ หรือแบบจำลองที่สังเกตได้อย่างเหมาะสม</p>	<p>E.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายสื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอน</p> <p>E.4 ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องเหมาะสม</p> <p>ตัดตัวบ่งชี้ E.5 ออก</p>

ตาราง 27 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้ตามกรอบแนวคิดการวิจัย	ข้อเสนอแนะหรือการปรับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้
	1.4 การตีความและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	IE.1 ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง IE.2 ผู้เรียนสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง IE.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง	ปรับแก้ไขตัวองค์ประกอบย่อย เป็นการตีความและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ IE.2 ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง
	1.5 การคิดเชิงคำนวณ	CT. 1 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา CT. 2 ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณา รูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ CT. 3 ผู้เรียนสามารถสังเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้ CT. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้	CT. 3 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้

ตาราง 27 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้ตามกรอบแนวคิดการวิจัย	ข้อเสนอแนะหรือการปรับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้
	1.6 การสร้างแบบจำลอง	<p>MC. 1 ผู้เรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันสามารถแปลงข้อความทางคณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>MC. 2 ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ ตัวเลข หรือเรขาคณิตมาเป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพได้</p> <p>MC. 3 ผู้เรียนสามารถวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา</p> <p>MC. 4 สามารถประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองได้</p>	<p>MC. 2 ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาเป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพได้</p>

ตาราง 27 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้ตามกรอบแนวคิดการวิจัย	ข้อเสนอแนะหรือการปรับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้
	1.7 การสื่อสาร	<p>CC. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าและแบบเขียน</p> <p>CC. 2 ผู้เรียนสามารถเข้าใจตีความ และประเมินผลหรือตอบสนองต่อความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p> <p>CC. 3 ผู้เรียนสามารถใช้เงื่อนไขสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์นำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าและแบบเขียน</p>	<p>CC. 2 ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p> <p>CC. 3 ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p>

ตาราง 27 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้ตามกรอบแนวคิดการวิจัย	ข้อเสนอแนะหรือการปรับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้
2. เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง	2.1 บริบทส่วนตัวและครอบครัว	C. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว	ปรับองค์ประกอบย่อย 2.1 เป็นบริบทส่วนตัวและครอบครัว ไม่มีการปรับตัวบ่งชี้
	2.2 บริบททางกรงานอาชีพ	C. 2 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริง	เนื่องจากตัวบ่งชี้มีผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและสอดคล้องกันตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	2.3 บริบทสังคม	C. 3 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก	
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	C. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ปรับองค์ประกอบย่อย 2.4 เป็นบริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากตาราง 27 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าควรมีการปรับคำอธิบายบางตัวบ่งชี้ให้มีความชัดเจน และตัดบางตัวบ่งชี้ออก ด้านองค์ประกอบย่อย ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้เพิ่มคำให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น ปรับองค์ประกอบย่อย 2.1 เป็นบริบทส่วนตัวและครอบครัว และปรับองค์ประกอบย่อย 2.4 เป็นบริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาประมวล วิเคราะห์ และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ๓ คนได้

องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก 11 องค์ประกอบย่อย และ 27 ตัวบ่งชี้

ตอนที่ 2 ร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผลการศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียด 2 ข้อ ดังนี้

1. ผลการร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบของร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย

1.1 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

โดยผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ผ่านการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญแล้วในตอนที่ 1 ร่วมกับ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัวและครอบครัว บริบททางงานอาชีพ บริบทสังคม บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์
5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
6. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

7. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดเชิงคำนวณและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้

8. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้

1.2 เนื้อหาสาระของหลักสูตร

ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาสาระของหลักสูตร โดยอาศัยเนื้อหาสาระจากกรอบการประเมิน PISA และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยแบ่งหน่วยการเรียนรู้เป็น 4 หน่วย มีรายละเอียดดังตาราง 28

ตาราง 28 รายละเอียดเนื้อหาสาระของหลักสูตรแสดงบริบท สาระการเรียนรู้ เวลาเรียน และตัวบ่งชี้ที่วัดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่	บริบท	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ :เนื้อหา	สาระการเรียนรู้	เวลาเรียน/ คาบ	ตัวบ่งชี้
1	ส่วนตัวและครอบครัว	1: ปริมาณ	จำนวนและพีชคณิต	2	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2 E.1, E.2, E.3, E.4, IE.1, IE.2, IE.3 CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.1
		2: ปริภูมิและรูปทรง	การวัดและเรขาคณิต	2	
		3: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์		2	
2	อาชีพ	1: ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	จำนวนและพีชคณิต	2	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2, MC.1, MC. 2, MC. 3, MC. 4 CC. 1, CC. 2, CC. 3 C.2
		2: ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	การวัดและเรขาคณิต	2	
		3: ปริภูมิและรูปทรง		2	
3	สังคม	1: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	จำนวนและพีชคณิต	2	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2, E.1, E.2, E.3, E.4, IE.1, IE.2, IE.3 CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.3
		2: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	สถิติและ	2	
		3: ความไม่แน่นอนและข้อมูล	ความน่าจะเป็น	2	
4	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	จำนวนและพีชคณิต	2	RC.1 RC.2, RC.3, CT. 1, CT. 2, CT. 3, CT. 4, CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.4
		2: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์		2	
		3: ความไม่แน่นอนและข้อมูล		2	
รวม				24	

1.3 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำเนื้อหาสาระของหลักสูตรมากำหนดการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดังตาราง 29

ตาราง 29 แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อแผน	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
1 บริบทส่วนตัวและครอบครัว	1. การชื่อของ 2. การเดินทาง 3. การวิเคราะห์ข้อมูล	1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล 4. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ 5. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ 6. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ 7. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า 8. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน 9. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลากหลายวิธี ลักษณะของปัญหาปลายเปิดนั้นจะนำพาให้ผู้เรียนไปสู่การค้นพบวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา แสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้วนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตาราง 29 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ ที่	ชื่อแผน	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2 บริบทอาชีพ	1. สถานการณ์สร้าง แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ 1 2. สถานการณ์สร้าง แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ 2 3. สถานการณ์สร้าง แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ 3	1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใด ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึง สมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของ ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียน ข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและ สมเหตุสมผล 4. ผู้เรียนสามารถระบุเหตุ/ ความรู้ แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ 5. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ใน ขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ 6. ผู้เรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันสามารถแปลงข้อความทาง คณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหา ทางคณิตศาสตร์ 7. ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มา เป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพได้ 8. ผู้เรียนสามารถวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของ แบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา 9. ผู้เรียนสามารถประเมินความเหมาะสมและ ความถูกต้องของแบบจำลองได้ 10. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทาง คณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า 11. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลง ความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน 12. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความ คิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) เป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วย กระตุ้นนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใน การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและเป็นปัญหาใน ชีวิตจริง การสร้างแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการ แก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในชีวิต จริงโดยใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์

ตาราง 29 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ ที่	ชื่อแผน	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3 บริบทสังคม	1. ประชากร 2. สถิติเบื้องต้น 1 3. สถิติเบื้องต้น 2	<p>1. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้</p> <p>2. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้</p> <p>3. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์</p> <p>4. ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา</p> <p>5. ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอน</p> <p>6. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริง</p> <p>7. ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง</p> <p>8. ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง</p> <p>9. ผู้เรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง</p>	<p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นกระบวนการการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยใช้สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวของผู้เรียนมาสร้างเป็นบริบทที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยจะบูรณาการเนื้อหาสาระหลักเข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่อยู่รอบตัวมาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาความรู้ด้วยตนเอง สร้างองค์ความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยตนเองและนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน</p>

ตาราง 29 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อแผน	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4 บริบท วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1.การคิดเชิง คำนวณกับ คณิตศาสตร์ 1 2. การคิดเชิง คำนวณกับ คณิตศาสตร์ 23. การคิดเชิง คำนวณกับ คณิตศาสตร์ 3	1.จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบาย ได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทาง คณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่ สมเหตุสมผล 2.ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจาก สถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียน แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่าง ถูกต้อง 3.ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อม ทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้ อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล 4.ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหา ใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อ การจัดการกับปัญหา 5.ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญห ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมา ประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยัง สามารถ พิจารณารูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วน ใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญห เดียวกันได้ 6.ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียด ที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วน สำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่ สำคัญได้ 7.ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการ แก้ปัญห โดยมึลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ในการแก้ปัญหที่มีลักษณะแบบ เดียวกันได้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็น การดำเนินการเรียนการสอน โดย ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิด ความคิด และลงมือเสาะแสวงหา ความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอน ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

1.4 การประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินผลการเรียนรู้ใช้การประเมินที่หลากหลาย ได้แก่ แบบวัด ไบกิจกรม การสังเกตโดยประเมินก่อนเรียนด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างเรียนประเมินจากไบกิจกรมประกอบการสังเกตเพื่อพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วจึงประเมินหลังเรียนด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อีกครั้ง

จากนั้นผู้วิจัยนำร่างหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรโดยได้นำเสนอผลการประเมินในหัวข้อถัดไป ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะในแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรแสดงดังตาราง 30

ตาราง 30 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตร	ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ	แนวทางการปรับปรุง
วัตถุประสงค์ของหลักสูตร	วัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีความครอบคลุม และสอดคล้องกับความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์	
เนื้อหาสาระของหลักสูตร	- การลำดับเนื้อหา น่าจะเริ่มจากใกล้ตัวนักเรียนก่อน (บริบทส่วนตัว) - เนื้อหาเหมาะสมกับวัยในบางกิจกรรม แต่บางสถานการณ์ยากและต้องใช้การอธิบายเพิ่มเติม	ปรับลำดับหน่วยการเรียนรู้โดยเริ่มจากบริบทส่วนตัวก่อน บริบทอาชีพ

ตาราง 30 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของหลักสูตร	ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ	แนวทางการปรับปรุง
<p>การจัดกิจกรรม การเรียนรู้</p>	<ul style="list-style-type: none"> - สถานการณ์ที่นำมาใช้มีความน่าสนใจ สอดคล้องกับชีวิตจริง - ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ มีให้นักเรียนระบุประเด็นสำคัญ นักเรียนจะเขียนได้หรือไม่ - ใช้รูปแบบการจัดการกิจกรรม 4 แบบ ซึ่งไม่พบเหตุผลว่าทำไมบริบทนั้นๆ ต้องใช้รูปแบบนั้นๆ เพราะแต่ละรูปแบบมีลักษณะเด่นและข้อจำกัดที่ต่างกัน - บางสถานการณ์ยาวไป - ตรวจสอบรูปแบบการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เป็นรูปแบบเดียวกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - เมื่อนำหลักสูตรไปทดลองใช้นำร่อง ให้ตั้งข้อสังเกตว่านักเรียนสามารถระบุประเด็นสำคัญได้เองหรือไม่ - ปรับเพิ่มบทที่ 2 ของงานวิจัยให้เห็นว่าเหตุใดจึงต้องใช้ 4 รูปแบบนั้น พร้อมทั้งนำไปเป็นข้อเสนอแนะในการใช้หลักสูตรต่อไป - ปรับคำอธิบายบางสถานการณ์ให้กระชับชัดเจน - ปรับรูปแบบการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เป็นรูปแบบเดียวกัน
<p>การประเมินผล การเรียนรู้</p>	<p>มีรายละเอียดดี</p>	

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร ในด้านความเหมาะสมของหลักสูตร และ ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตร โดยผู้วิจัยตรวจสอบโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรหรือด้านการทำวิจัยด้านหลักสูตร จำนวน 5 ท่าน โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตาราง 31 และ 32

ตาราง 31 ผลการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประเด็นการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.วัตถุประสงค์ของหลักสูตร			
1.1 เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	4.40	0.55	มาก
1.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัวและครอบครัว บริบททางการงานอาชีพ บริบทสังคม บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	4.80	0.45	มากที่สุด
1.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้	4.40	0.55	มาก
1.4 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	4.40	0.55	มาก
1.5 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.60	0.55	มากที่สุด
1.6 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	4.40	0.55	มาก
1.7 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดเชิงคำนวณและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้	4.40	0.55	มาก
1.8 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 31 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2. เนื้อหาสาระของหลักสูตร			
2.1 การกำหนดหัวข้อของเนื้อหาของหลักสูตรมีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาแต่ละหน่วยเป็นสาระสำคัญของความรู้คณิตศาสตร์	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาแต่ละหน่วยช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	4.80	0.45	มากที่สุด
2.4 จัดเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเหมาะสม	4.40	0.89	มาก
2.5 เนื้อหาแต่ละหน่วยนำไปปฏิบัติได้จริง และเหมาะสมกับวัยนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
3. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้			
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย	4.60	0.55	มากที่สุด
3.4 เหมาะสมกับเนื้อหาแต่ละหน่วย	4.60	0.55	มากที่สุด
4. แผนการจัดการเรียนรู้			
4.1 ส่วนประกอบ (จุดประสงค์การเรียนรู้, ตัวบ่งชี้, สาระการเรียนรู้สำคัญ, ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้, สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล) ในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	4.76	0.50	มากที่สุด
4.2 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	4.71	0.51	มากที่สุด
4.3 แผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยเหมาะกับการนำไปใช้จริง	4.76	0.50	มากที่สุด

ตาราง 31 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
5. การประเมินผลการเรียนรู้			
5.1 เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาสาระของหลักสูตร	4.40	0.55	มาก
5.3 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
5.4 เหมาะสมกับการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	4.20	0.45	มาก
เฉลี่ยรวม	4.62	0.52	มากที่สุด

จากตาราง 31 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมากถึงระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.20 ถึง 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.89) และในภาพรวมความเหมาะสมของร่างหลักสูตรอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.62 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52

ตาราง 32 ผลการประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประเด็นในการประเมิน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ผลการประเมิน
1. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับเนื้อหาสาระของหลักสูตร	1	สอดคล้อง
2. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	สอดคล้อง
3. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับการประเมินผลการเรียนรู้	1	สอดคล้อง
4. เนื้อหาสาระของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	สอดคล้อง

ตาราง 32 (ต่อ)

ประเด็นในการประเมิน	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
5.เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทส่วนตัวและครอบครัว	1	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทอาชีพ	0.8	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม	0.8	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	0.8	สอดคล้อง
6.เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการวัดผลและประเมินผล		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทส่วนตัวและครอบครัว	1	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทอาชีพ	0.8	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม	0.8	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	0.8	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้กับการประเมินผลการเรียนรู้	1	สอดคล้อง
รวม	0.91	สอดคล้อง

จากตาราง 32 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับเนื้อหาสาระของหลักสูตร วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับการประเมินผลการเรียนรู้ เนื้อหาสาระของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการวัดผลและประเมินผล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้กับการประเมินผลการเรียนรู้ แต่ละองค์ประกอบของร่างหลักสูตร มีความสอดคล้อง โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00

จากนั้นผู้วิจัยจึงนำร่างหลักสูตรที่ผ่านการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรแล้วไปศึกษานำร่องโดยนำแผนการจัดการเรียนรู้จากแต่ละหน่วยการเรียนรู้ 1 แผนไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ผลการนำร่องพบว่าบางสถานการณ์ยาวเกินไปทำให้ไม่ทันเวลาสอน และจำนวนข้อในบางหน่วยการเรียนรู้มีมากเกินไปนักเรียนไม่สามารถเขียนให้เหตุผลและระบุประเด็นสำคัญในบางสถานการณ์ได้ ดังนั้น ก่อนนำหลักสูตรไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงปรับลดบางสถานการณ์ ลดข้อคำถามบางคำถาม ปรับการจัดการเรียนรู้จากให้นักเรียนทำด้วยคนเดียวหรือกลุ่มใหญ่เกินไป เปลี่ยนเป็นให้นักเรียนทำเป็นคู่ จัดกลุ่มนักเรียนให้เล็กลง ให้ความสำคัญในการให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพิ่มมากขึ้น

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยนำหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เพื่อศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA

จากการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA จำนวน 10 ข้อ คิดเป็นข้อละ 10 คะแนน รวมเป็นคะแนนเต็ม 50 คะแนน เปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ได้ผลดังตาราง 33

ตาราง 33 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	n	\bar{x} (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	S.D.	t-test	sig
ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร	34	12.09	1.42	9.50*	.000
หลังการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร	34	30.47	11.26		

* $p < .05$

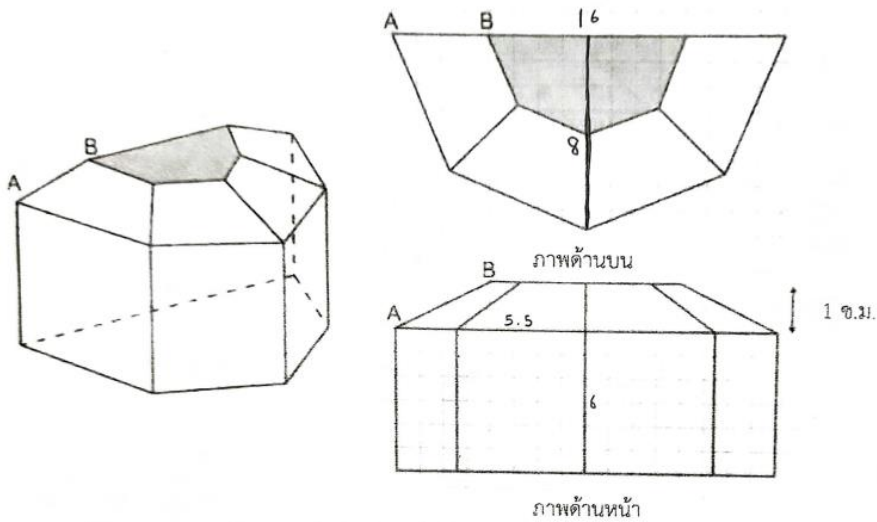
จากตารางพบว่า คะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของการประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร จากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ตัวอย่างการตอบคำถามจากสถานการณ์ปัญหาในบริบทอาชีพ ดังภาพประกอบ 22

สถานการณ์ ห้องกระจก

ข้อ 3. แผนภาพแสดงแปลนออกแบบสำหรับห้องอบแดด โดยผนังทั้งสี่ด้านของห้องอบแดดเป็นแผ่นกระจกใสรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก หลังจากใช้แผ่นกระจกใสรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 4 แผ่น ที่มีขนาดเท่ากันทั้งหมด และด้านบนเป็นแผงกระจกสี่บานหนึ่งรูปห้าเหลี่ยม ดังภาพด้านล่าง



อยากทราบว่าขอบของแผงหลังคา AB ด้านใดด้านหนึ่งที่แสดงอยู่ในรูปภาพมีความยาวจริงประมาณกี่เมตร
เมื่อกำหนดมาตราส่วน 1 ซม. = 1 เมตร

อยากทราบว่าขอบของแผงหลังคา AB ด้านใดด้านหนึ่งที่แสดงอยู่ในรูปภาพมีความยาวจริงประมาณกี่เมตร
เมื่อกำหนดมาตราส่วน 1 ซม. = 1 เมตร

$$\begin{aligned} & \dots\dots\dots (5.5 \times 4) + 16 \\ & \dots\dots\dots = 22 + 16 \\ & \dots\dots\dots = 38 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

นักเรียนไม่ได้นำข้อมูลที่ให้ในแผนภาพมาพิจารณาในการแก้ปัญหา และนักเรียนไม่ได้ใช้ทฤษฎีความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา

นักเรียนมีความคิดเห็นว่ามีผลลัพท์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไรจงอธิบาย

..... สมเหตุสมผล เพราะเมื่อเทียบกับความเป็นจริงแล้วสอดคล้องกัน

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการตอบแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนด้วยหลักสูตร

จากภาพประกอบ 22 พบว่านักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาใช้เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ ไม่สามารถระบุทฤษฎี/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ไม่สามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ และนักเรียนไม่สามารถแสดงเหตุผล หรือเขียนข้อสรุปได้ถูกต้องและสมเหตุสมผล

2. การประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร เมื่อนักเรียนเริ่มเรียนด้วยหลักสูตรซึ่งหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ครอบคลุมตัวและครอบครัว ซึ่งผู้สอนใช้ใบกิจกรรมในการประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้วยหลักสูตรนั้น พบว่าเบื้องต้นนักเรียนยังไม่สามารถระบุทฤษฎี/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนยังจำเป็นต้องคอยให้คำชี้แนะนักเรียนในการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 23 ซึ่งเป็นตัวอย่างการตอบคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งครูได้ชี้แนะให้นักเรียนสังเกตความสูงของแต่ละภาพว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง ทั้งนี้ นักเรียนยังไม่สามารถระบุแนวคิดที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ รวมทั้งไม่สามารถแสดงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้อย่างเหมาะสม

สถานการณ์ จิตรกรรม

นำทัพยัดเดินทางไปดูประติมากรรมที่ศูนย์ศิลปะแห่งหนึ่ง โดยพบจิตรกรรมที่ล่องจากรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปหกเหลี่ยม ที่มีขนาดสูงต่างกัน 3 แบบดังภาพ เมื่อกำหนดให้รูปสี่เหลี่ยมและรูปหกเหลี่ยมแต่ละรูปมีขนาดเท่ากันทุกประการ

นำทัพยัดอยากทราบความสูงของจิตรกรรมรูปสุดท้าย

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ความสูงของจิตรกรรม

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ความสูงของจิตรกรรมรูปสุดท้าย

แนวคิดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา การทำมุมฐาน เพื่อหาอัตรา

ความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ เกือบแล้วตรงกันฮุ้ยฮั้ว

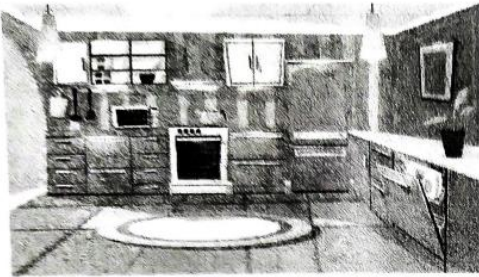
นักเรียนไม่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้

ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างการตอบใบกิจกรรมในบริบทส่วนตัวและครอบครัว
ระหว่างเรียนด้วยหลักสูตร

จากนั้นเมื่อนักเรียนได้เรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ในบริบทอาชีพ นักเรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นได้ และนักเรียนเริ่มเขียนข้อสรุปเพื่อยืนยันความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้มากขึ้น ดังภาพประกอบ 24

สถานการณ์ปัญหา ช่างปูกระเบื้อง

ถ้าต้องการปูกระเบื้องห้องครัวโดยห้องครัวมีความยาวยาว 6 เมตร และความกว้าง 5 เมตร ช่างต้องการปูพื้นห้องครัวด้วยกระเบื้องโมเสกสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 30 เซนติเมตร ช่างต้องใช้กระเบื้องกี่แผ่น

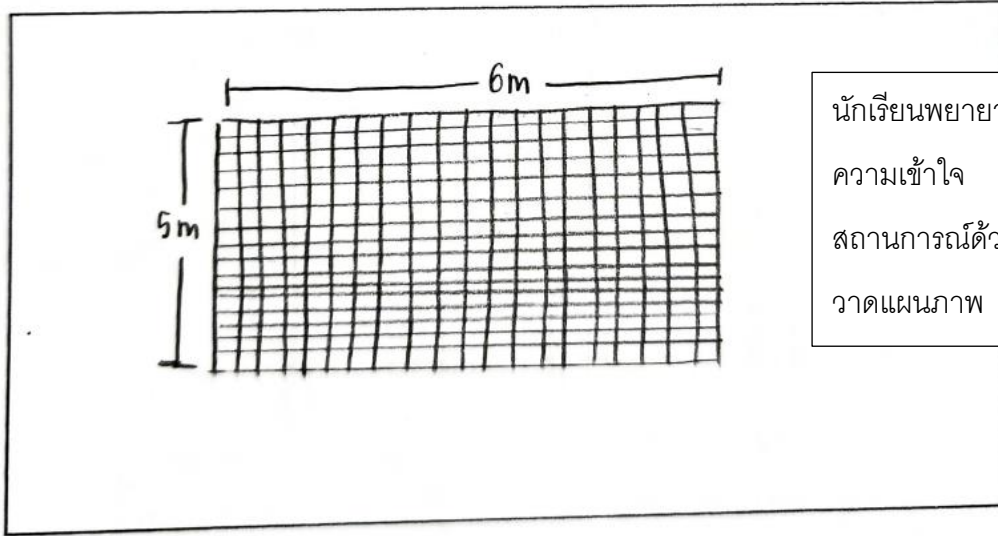


ระบุประเด็นสำคัญทางคณิตศาสตร์

.....ห้องครัวยาว 6 เมตร กว้าง 5 เมตร
กระเบื้องยาวด้านละ 30 เซนติเมตร

แปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

.....จำนวนกระเบื้องที่ใช้
 = (จำนวนกระเบื้องที่ใช้ตามความยาว \times จำนวนกระเบื้องตาม ค. กว้าง)
 + จำนวนกระเบื้องที่เน่สี่
 = $(20 \times 16) + 20 = 340$ แผ่น



นักเรียนพยายามทำความเข้าใจสถานการณ์ด้วยการวาดแผนภาพ

ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

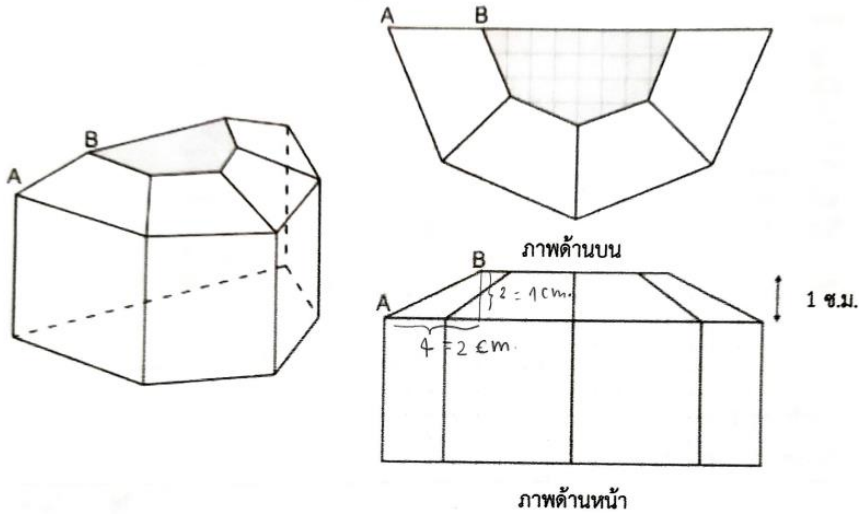
.....สมเหตุสมผล เพราะกระเบื้องพอดีกับห้อง และเป็น จำนวนกระเบื้องที่น้อยที่สุด
 ตั้งใจ โดยคิด พท. ที่เหลือแล้ว

หลังจากนักเรียนได้เรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทอาชีพ ซึ่งในหน่วยนี้จากการสังเกตพฤติกรรมในห้องเรียนพบว่านักเรียนสามารถสื่อสารและร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาได้มากขึ้น เมื่อผู้สอนใช้กระบวนการกลุ่มในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมด้วย และในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนได้ลงมือทดลองด้วยตนเองในการหาคำตอบของปัญหา โดยนักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้ถูกต้อง

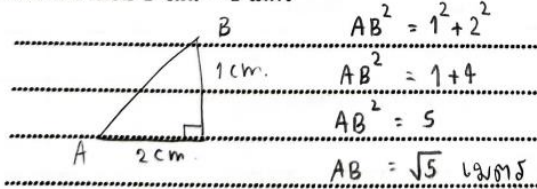
3. การประเมินผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร โดยให้นักเรียนได้ทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า สถานการณ์ปัญหาข้อเดิมนักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ สามารถระบุทฤษฎี/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ สามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ และนักเรียนสามารถแสดงเหตุผล หรือเขียนข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และสมเหตุสมผลดังภาพประกอบ 25

สถานการณ์ ห้องกระจก

ข้อ 3. แผนภาพแสดงแปลนออกแบบสำหรับห้องอบแดด โดยผนังทั้งสี่ด้านของห้องอบแดดเป็นแผ่นกระจกใสรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก หลังคาใช้แผ่นกระจกใสรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 4 แผ่น ที่มีขนาดเท่ากันทั้งหมด และด้านบนเป็นแผงกระจกสีบานหนึ่งรูปห้าเหลี่ยม ดังภาพด้านล่าง



อยากทราบว่าขอบของแผงหลังคา AB ด้านใดด้านหนึ่งที่แสดงอยู่ในรูปภาพมีความยาวจริงประมาณกี่เมตร
เมื่อกำหนดมาตราส่วน 1 ซม. = 1 เมตร



$$AB^2 = 1^2 + 2^2$$

$$AB^2 = 1 + 4$$

$$AB^2 = 5$$

$$AB = \sqrt{5} \text{ เมตร}$$

นักเรียนแสดงแนวคิดที่ใช้
ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้
ถูกต้องและชัดเจน

มีการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนผลลัพธ์ที่ได้มากขึ้น

นักเรียนมีความคิดเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไรขออธิบาย

สมเหตุสมผล เพราะดูจากรูป มีความสูง = 2 ซม.
และ ๒๐๑ คัดลอก ตาม พีทาโกรัส

ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างการตอบแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยหลักสูตร

จากข้อมูลเชิงคุณภาพข้างต้น พบว่าผลการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนยังไม่สามารถแสดงเหตุผลหรือแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ และระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรด้วยใบกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ช่วงแรกนักเรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารระหว่างกัน จนนักเรียนเริ่มมีพัฒนาการกล้าสื่อสารและแสดงความคิดเห็นมากขึ้นในหน่วยการเรียนรู้ถัดมา รวมทั้งสามารถแสดงแนวคิดและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นตามลำดับ เมื่อนักเรียนได้เรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้วนั้น จึงประเมินผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อีกครั้งทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนมากขึ้น ซึ่งทำให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนในด้านความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เมื่อได้เรียนด้วยหลักสูตรที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา แสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของหลักสูตรซึ่งสามารถนำไปใช้จริงต่อไปได้

3.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 34

ตาราง 34 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประเด็นคำถาม	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.เนื้อหาสาระการเรียนรู้			
1.1 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการให้เหตุผล	4.26	0.82	มาก
1.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการคิดและแก้ปัญหาในทางคณิตศาสตร์	4.15	0.84	มาก
1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.18	0.82	มาก
1.4 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	4.26	0.70	มาก

ตาราง 34 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.5 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนให้มีความคิดเชิงคำนวณ	4.29	0.75	มาก
1.6 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนให้มีความสร้างแบบจำลอง	4.26	0.70	มาก
1.7 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนให้มีการสื่อสาร	4.21	0.76	มาก
1.8 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง	4.24	0.91	มาก
1.9 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน	4.18	0.78	มาก
1.10 เนื้อหาสาระการเรียนรู้กับระยะเวลาเรียนที่กำหนดในแต่ละคาบ	4.26	0.66	มาก
2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน	4.29	0.82	มาก
2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ	4.44	0.77	มาก
2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	4.56	0.74	มากที่สุด
2.4 สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เชื่อมโยงกับบริบทโลกจริง	4.15	0.94	มาก
2.5 บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายร่วมกัน	4.18	0.89	มาก
2.6 บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสื่อสาร	4.35	0.80	มาก
2.7 เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	4.41	0.60	มาก
2.8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตอบสนองความต้องการของนักเรียน	4.24	0.88	มาก
2.9 นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้	4.03	0.89	มาก
2.10 ความพึงพอใจในภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.56	0.65	มากที่สุด

ตาราง 34 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3. สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
3.1 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.56	0.65	มากที่สุด
3.2 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้นำมาใช้ตรวจสอบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้หรือเข้าใจสิ่งที่ได้	4.44	0.74	มาก
3.3 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์และเสริมสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน	4.41	0.77	มาก
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 การวัดและประเมินผลมีหลักเกณฑ์ที่ชัดเจน	4.41	0.81	มาก
4.2 นักเรียนพึงพอใจต่อวิธีการวัดและประเมินผล	4.47	0.70	มาก
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	4.31	0.14	มาก

จากตาราง 35 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.15-4.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตั้งแต่ 0.65-0.94

ทั้งนี้เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านของความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดสอบค่า t พบว่าคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยในภาพรวมมากกว่า 4.51 โดยได้ผลดังตาราง 35

ตาราง 35 แสดงผลคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยในภาพรวมมากกว่า 4.51

ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	t-test	sig
คะแนนจากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	-6.548*	.000

* p < .05

จากตาราง 36 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมสูงกว่า 4.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่ 4 หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สมบูรณ์

หลังจากผ่านการประเมินประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปนำร่อง จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แล้วนำหลักสูตรไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง นำผลที่ได้จากการใช้หลักสูตรมาหาประสิทธิผลของหลักสูตรและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรให้สมบูรณ์ พร้อมนำไปเผยแพร่ โดยประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร ดังนี้

หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัวและครอบครัว บริบททางการงานอาชีพ บริบทสังคม บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์

5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

6. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
7. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดเชิงคำนวณและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้
8. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้

เนื้อหาสาระของหลักสูตร

เนื้อหาสาระที่ใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาหรือบริบทในชีวิตจริง ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทส่วนตัวและครอบครัว

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทอาชีพ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ผู้สร้างหลักสูตรหรือผู้สอนจัดวิธีการและการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นระบบ มีความต่อเนื่อง เรียงตามลำดับขั้นตอน โดยผู้สอนคัดเลือกการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน ถือเป็นกำหนดยุทธศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนผ่านแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการ จากปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลผลสารสนเทศ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning, CBL) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) 7 ชั้น

การประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินผลการเรียนรู้เป็นการประเมินที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการประเมินตามสภาพจริงที่เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ประกอบด้วย

1. การประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนจากคะแนนแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA

2. การประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร หลังจบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงการเรียนของนักเรียนและการสอนของครู จากไปกิจกรรมและการสังเกตการณ์มีส่วนร่วมของนักเรียน

3. การประเมินผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร เพื่อสรุปผลการเรียนรู้จากคะแนนแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนำคะแนนไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยในการวิจัยครั้งนี้มีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เป็นเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร โดยศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับ ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย มากำหนดเป็นองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมและสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้โดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 การยกร่างหลักสูตร เป็นการยกร่างหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คัดเลือกเนื้อหาสาระ จัดโครงสร้างเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดทำร่างหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 หาประสิทธิภาพของร่างหลักสูตรในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 4 นำร่างหลักสูตรไปศึกษานำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตรแล้วจึงนำหลักสูตรที่พัฒนาแล้วไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

ระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตรและประเมินผลหลักสูตร เป็นการนำหลักสูตรใน ระยะที่ 2 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design มาใช้ประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยใช้คะแนนจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ทดสอบก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร รายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรหลังการใช้หลักสูตร

ระยะที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตร เป็นการนำผลการใช้หลักสูตรจากระยะที่ 3 มาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรเพื่อให้ได้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เหมาะสมและสมบูรณ์ พร้อมเผยแพร่และนำไปใช้จริง

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัยดังนี้

จากผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตรวจสอบความเหมาะสมและสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 2 องค์ประกอบหลัก 11 องค์ประกอบย่อย

และ 27 ตัวบ่งชี้ ผลการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้จากการประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และค่าเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ 4.00 ถึง 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.71 และผลการตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่มีความสอดคล้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย 0.91 แสดงว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมและสอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปลผลการวิจัยดังนี้

หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีเนื้อหาทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยที่ 1 บริบทส่วนตัวและครอบครัว หน่วยที่ 2 บริบทอาชีพ หน่วยที่ 3 บริบทสังคม และหน่วยที่ 4 บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้เวลาเรียนหน่วยการเรียนรู้ละ 6 คาบ คิดเป็นเวลาทั้งหมด 24 คาบ ซึ่งหลักสูตร มีเอกสารประกอบหลักสูตร ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร แนวทางการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ผลการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า หลักสูตรโดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.62 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 และมีความสอดคล้องกันระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.91 และเมื่อพิจารณาระหว่างองค์ประกอบพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตรอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 แสดงว่า หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ นั่นคือ หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.1 หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ คะแนนจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ในภาพรวมมีความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย 4.31 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.78 นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มาก

การอภิปรายผล

จากการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ตลอดจนนักเรียนที่เรียนหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรอยู่ในเกณฑ์มาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1. ด้านองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลัก องค์ประกอบย่อย และตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด และองค์ประกอบและตัวบ่งชี้รายข้อมีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด อีกทั้งองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้มีความสอดคล้องกัน ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดกรอบขององค์ประกอบหลักจากการศึกษาค้นคว้าในเอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นได้ทำการแยกออกมาเป็นองค์ประกอบย่อยอีกครั้งของในแต่ละองค์ประกอบหลัก จนได้เป็นองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์และเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง และมี 11 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การให้เหตุผล 2) การคิด

และแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์ 3) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4) การตีความและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ 5) การคิดเชิงคำนวณ 6) การสร้างแบบจำลอง 7) การสื่อสาร 8) บริบทส่วนตัวและครอบครัว 9) บริบททางการงานอาชีพ 10) บริบทสังคม และ 11) บริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยทั้ง 2 องค์ประกอบหลักรวมมี 27 ตัวบ่งชี้ ซึ่งสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับบริษัท (Rizki, L. M. & Priatna, N., 2018) ที่ได้นำสมรรถนะทางคณิตศาสตร์มาเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบหลักที่สองเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง สอดคล้องกับองค์ประกอบหลักของ มะลิวรรณ งามยิ่ง (2563: 85) ที่นำเนื้อหาคณิตศาสตร์และสถานการณ์/บริบท มาเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

นอกจากนั้น จากองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของเฟออดอร์ส (Firdaus, M. F. et al., 2017) ผู้เรียนควรมีความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์ ตีความ การให้เหตุผล และมีความเข้าใจในมิติสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์ สนใจในการประยุกต์ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลอง เพื่อทำความเข้าใจด้านจำนวนสัญลักษณ์ และมีความเข้าใจในมิติสัมพันธ์พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ การให้เหตุผลตามจุดเน้นการประเมินของ PISA 2022 ผู้วิจัยจึงนำการให้เหตุผล การคิดเชิงคำนวณและการสร้างแบบจำลองมาเป็นองค์ประกอบย่อยหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วย จึงส่งผลให้องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ได้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดและมีความสอดคล้องกันสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพัฒนาหลักสูตรต่อไป

2. ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและมีความสอดคล้องกันระหว่างองค์ประกอบในหลักสูตร

โดยหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พัฒนาหลักสูตรตามรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ โดยแบ่งเป็น 4 ระยะเวลา คือ ระยะเวลาที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ระยะเวลาที่ 2 การยกร่างหลักสูตร ระยะเวลาที่ 3 การใช้หลักสูตรและประเมินผลหลักสูตร และระยะเวลาที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตร จนได้

หลักสูตรที่ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลหลักสูตร สอดคล้องกับการพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ สุทินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2559) ที่มี 4 องค์ประกอบ คือ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล ซึ่งหลักสูตรดังกล่าวประเมินประสิทธิภาพด้านความเหมาะสมและสอดคล้องเมื่อนำไปใช้แล้วทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดเชิงคณิตศาสตร์ดีขึ้น และเป็นไปในแนวทางเดียวกับงานวิจัยของเพ็ญลดา ทุ์ไพเราะ (2564:189-194) ที่พัฒนาหลักสูตรที่เสริมสร้างสมรรถนะความเป็นผู้ประกอบการที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยโครงสร้างหลักสูตรประกอบด้วย 1. หลักการของหลักสูตร 2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร 3. โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียนของหลักสูตร 4. แนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยมีผลการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรในด้านความเหมาะสมโดยภาพรวมมีความเหมาะสมมาก และมีความสอดคล้องของหลักสูตร การดำเนินการในการพัฒนาหลักสูตรอย่างเป็นระบบเริ่มต้นด้วยการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับ องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วนำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ มากำหนดรายละเอียดของหลักสูตร และกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตร ผลจากการพัฒนาหลักสูตรอย่างเป็นระบบนี้ ทำให้เมื่อนำหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จึงพบว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ คือในภาพรวมหลักสูตรมีความเหมาะสมและแต่ละองค์ประกอบในหลักสูตรมีความสอดคล้องกัน สามารถนำไปส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ โดยมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาในบริบทชีวิตจริงนำเข้าสู่บทเรียน โดยเริ่มจากบริบทปัญหาที่มีความใกล้ตัวของนักเรียน นั่นคือ บริบทส่วนตัวและครอบครัว เป็นหน่วยการเรียนรู้แรก จากนั้นหน่วยการเรียนรู้ต่อไปจะเริ่มมีความซับซ้อนของปัญหามากขึ้นตามลำดับ นั่นคือ บริบทอาชีพ บริบทสังคม และ บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งหน่วยการเรียนรู้สุดท้ายเป็นบริบทที่ต้องใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และอัลกอริทึม มาใช้ในการ

แก้ปัญหาร่วมด้วย ซึ่งการใช้ปัญหาบริบทในโลกจริงหรือเสมือนจริงที่สร้างปัญหาค้นคว้ากับแนวทางของ PISA ซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง แต่สถานการณ์อาจมีหลายคำถามและหลากหลายรูปแบบส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Vida. M. K. และ Tatjana. H. (2020: 477) ที่แสดงให้เห็นว่าหากนักเรียนได้ทำโจทย์ปัญหาที่ใช้แนวคิดและทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันในระดับความยากง่ายที่ต่างกันอย่างชัดเจน จะช่วยพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ รวมทั้งการเลือกปัญหาของแต่ละบริบทที่เหมาะสมจะสามารถกระตุ้นและพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนสำหรับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมมากขึ้นได้ด้วย

2.2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตรนี้ยังเน้นให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในรูปแบบการสื่อสาร อธิบายหรืออภิปรายกลุ่ม ทำให้นักเรียนเห็นมุมมองในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลที่แตกต่างและหลากหลายจากเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน นับเป็นแนวทางหนึ่งที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียน (เกษมา เกิดประสงค์. 2560) ซึ่งการให้เหตุผล เป็นองค์ประกอบย่อยหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรนี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้

2.3 การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลายทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยหลักสูตรโดยใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA และใบกิจกรรมที่ใช้สถานการณ์ปัญหาจากบริบทโลกจริงที่หลากหลาย เนื่องด้วยใบกิจกรรมเหล่านี้ให้นักเรียนระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหา แปลงปัญหาในโลกจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เขียนแผนภาพอย่างง่ายในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ตีความผลลัพธ์ที่ได้และให้แสดงเหตุผลสนับสนุนผลลัพธ์ที่ได้ ทำให้ผลการเรียนรู้หลังเรียนด้วยหลักสูตรของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐดนัย โสทะ (2564: 66) ที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงทำให้นักเรียนร้อยละ 75.76 มีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

3. ผลการประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากคะแนนที่ได้จากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยก่อนการใช้หลักสูตรอยู่ที่ 9.89 คะแนน แต่คะแนนเฉลี่ยหลังการใช้หลักสูตรเท่ากับ 30.47 คะแนน เพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากก่อนใช้หลักสูตรนักเรียนไม่เคยทำโจทย์ปัญหาในรูปแบบสถานการณ์ตามบริบทโลกจริงหรือเขียนอธิบายประเด็นสำคัญ เขียนให้เหตุผลมาก่อนทำให้ได้คะแนนจากแบบทดสอบน้อย แต่เมื่อผู้สอนได้เริ่มจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรที่สร้างขึ้นซึ่งหลักสูตรนี้ได้ผ่านการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการนำหลักสูตรไปนำร่องและปรับปรุงแล้ว นักเรียนทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นพร้อมให้เหตุผลออกมาผ่านการเขียนบรรยายได้ดีขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ (2551) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนรับข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีระบบ ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดี โดยสามารถเขียนบรรยายข้อมูลตามสิ่งที่โจทย์กำหนดและถามได้อย่างถูกต้องครบถ้วนเป็นภาษาของตนเอง และเมื่อจบหลักสูตรแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบเดิมอีกครั้ง จึงทำให้นักเรียนสามารถทำคะแนนได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ในภาพรวมมีความพึงพอใจมาก ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านบริบทปัญหาในชีวิตจริง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น อภิปรายแลกเปลี่ยนและร่วมมือกันแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในหลักสูตรเป็นสถานการณ์ในบริบทโลกจริง ทำให้นักเรียนเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถนำมาแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ เมื่อนักเรียนเห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ ผลที่แสดงออกมาก็อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับที่ อัมพร ม้าคนอง (2546, 94) กล่าวไว้ว่า ผู้สอนมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ด้วยการสร้างทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่งเสริมและสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนแต่ละคนได้สื่อสารกันในทางคณิตศาสตร์

จากผลการประเมิน PISA 2022 ล่าสุดนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์เพียง 394 คะแนน ส่วนประเทศสมาชิก OECD มีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 472 ซึ่งผลคะแนนด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD ถึง 78 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ของไทยใน PISA 2018 พบว่า คณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ทั้งนี้ ผลการประเมินของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์มีแนวโน้มลดลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ,2567) ดังนั้นหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งในการช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษาของไทยต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการนำหลักสูตรไปใช้

1. ผู้สอนที่นำหลักสูตรไปใช้สามารถปรับเวลายืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม เนื่องจากเวลา 1 คาบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 45 นาที และแต่ละหน่วยการเรียนรู้ใช้เวลา 6 คาบ รวมทั้งสิ้น 24 คาบ สามารถสอนได้สัปดาห์ละ 2 คาบ (1 หน่วยกิต) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ หากเวลาแต่ละคาบของผู้ที่นำหลักสูตรไปใช้มีเวลามากกว่าสามารถเพิ่มเติมโจทย์สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้หรือขยายเวลาที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันให้มากขึ้น

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่นำเสนอไว้เป็นเพียงแนวทางที่ช่วยให้สามารถจัดประสบการณ์เรียนรู้ต่างๆ ให้กับผู้เรียน ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนได้ เช่น อาจสลับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย หรือสลับลำดับของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้

3. ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น ให้เหตุผลโดยใช้ข้อมูลทางคณิตศาสตร์ระหว่างการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยกับนักเรียนในโรงเรียนอื่น ๆ เพื่อเป็นการเผยแพร่การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

2. ควรมีการวิจัยในเรื่องความสัมพันธ์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์กับการอ่านว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการพัฒนาสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะอย่างไร

3. ขอบเขตเนื้อหาสาระในหลักสูตรยังจำกัดอยู่ที่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หากมีการปรับขอบเขตเนื้อหาให้มากขึ้นไปถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแล้วนั้น ลักษณะของหลักสูตรจะยังสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้หรือไม่ และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้หลักสูตรนี้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำเป็นต้องจำกัดเฉพาะนักเรียนที่เป็นสายวิทย์หรือศิลป์คำนวณเท่านั้นหรือไม่ อย่างไร

4. ศึกษาการจัดทำคู่มือประกอบหลักสูตรว่าควรมีลักษณะอย่างไร

5. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

6. ศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมและอุปสรรคในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน



บรรณานุกรม

- An Nguyen, Duyen Nguyen, Phuong Ta, Toan Tran. (2019). Preservice Teachers Engage in a Project-based Task: Elucidate Mathematical Literacy in a Reformed Teacher Education Program. *INTERNATIONAL ELECTRONIC JOURNAL OF MATHEMATICS EDUCATION*. 14(3): 657-666.
- A R Taufik, S L Pagiling and O Dadi. (2019). The process of formulating in mathematical literacy in solving Pisa-like problems viewed from cognitive style. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 343: 1-11.
- Aulia Nurutami, Riyadh, Sri Subanti. (2018). The Analysis of Students' Mathematical Literacy Based on Mathematical Ability. *Advances in Intelligent Systems Research (AISR)*. 157.
- Ch. Erlin Disasmitowati and Anisa Suba Utami. (2017). Analysis of Students' Mathematical Communication Skill for Algebraic Factorization Using Algebra Block. *The 2017 International Conference on Research in Education*. 72-84.
- De lange, J. (2003). Mathematics for Literacy. In Madison, B.L. and Steen, L.A. (editors). *Quantitative Literacy: Why Numeracy Matters for School and Colleges*. New Jersey: National Council on Education and the Disciplines. 75-89.
- Fery Muhamad Firdaus, Wahyudin and Tatang Herman. (2017). Improving primary students' mathematical literacy through problem based learning and direct instruction. *Academic Journals Educational Research and Reviews*. 12(4): 212-219.
- France Masilo Machaba. (2018). Pedagogical Demands in Mathematics and Mathematical Literacy: A Case of Mathematics and Mathematical Literacy Teachers and Facilitators. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 14(1): 95-108.
- Geok Hwa Khoo. (2018). Designing Self-directed Learning in Mathematics for High Ability Learners in Dunman High School, Singapore. *International Journal for Cross-*

- Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*. 9(3): 3877-3885.
- Genc, M. & Erbas, A. K. (2019). Secondary Mathematics Teachers' Conceptions of Mathematical Literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 7(3), 222-237.
- Goodrich, H. (1997). Understanding Rubrics: The dictionary may define "rubric," but these models provide more clarity. *Educational leadership*, 54(4); 14-17.
- Hafizh Nizham, Suhendra and Bambang Avis P. (2017). Improving ability mathematic literacy, self-efficacy and reducing mathematical anxiety with learning Treffinger model at senior high school students. *International Conference on Science and Applied Science*. 2(1): 130-138.
- Hongki Julie, Febi Sanjaya, and Ant. Yudhi Anggoro. (2017). The students' ability in the mathematical literacy for uncertainty problems on the PISA adaptation test. AIP Conference Proceedings
- Jan de Lange. (2006). Mathematical Literacy for Living from OECD-PISA Perspective. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*. Vol.25.
- Jinfa Cai, Mary S. Jakabcsin and Suzanne Lane. (1996). Assessing Students' Mathematical Communication. *School Science and Mathematics*. 96(5): 238-246
- Klausmeier, H. (1985). Educational psychology. (5th ed). New York, NY: Harper & Row.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. R. (2000). *Principles for Developing Thought- Revealing Activities for Students and Teachers*. In A. Kelly, & R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics and Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 591-646.
- L M Rizki and N Priatna. (2018). Mathematical literacy as the 21st century skill. *International Conference on Mathematics and Science Education (ICNScE 2018)*. 1-5.
- Marai Kallia, Sylvia Patricia van Borkulo, Paul Drijvers, Erik Barendsen and Jos Tolboom. (2021). Characterising computational thinking in mathematics education: a literature-informed Delphi study. *Research in Mathematic Education*. 3-29.
- Morten Blomhøj and Tomas Højgaard Jensen. (2003). Developing mathematical

- modelling competence: conceptual clarification and educational planning.
Teaching Mathematics and its Applications. 22(3): 23-39
- Murat Genc and Ayhan Kursat Erbas. (2019). Secondary Mathematics Teacher' Conceptions of Mathematical Literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*. 7(3): 222-237.
- N D S Lestari, D Juniati and S Suwarsono. (2019). Integrating mathematical literacy toward mathematics teaching: pedagogical content knowledge (PCK) of prospective math teacher in designing the learning task. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 243: 1-12.
- N Maryani and D B Widjajanti. (2020). Mathematical literacy: How to improve it using contextual teaching and learning method? *Journal of Physics: Conference Series*. 1581 (2020): 1-7.
- OECD (2018), PISA 2022 Mathematics Framework (Second Draft), PISA, OECD Publishing, Paris, (Online),
 Available: <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2022-mathematics-framework.pdf>, Retrieved October 16, 2020.
- Oliva, Peter F. (2009). *Developing the Curriculum*. 7th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Peter Weng and Uffe Thomas Jankvist. (2018). Communication competency as an indicator for mathematical giftedness. *ResearchGate*. 1-12.
- PISA 2021 MATHEMATICS FRAMEWORK. Retrieved May 12, 2021, from <https://pisa2021-maths.oecd.org/#top>
- Siti Lailiyah. (2017). Mathematical Literacy Skills of Students' In Term of Gender Differences. *AIP Conference Proceedings*. 1-12.
- Tran Viet Cuong, Le Homg Quang. (2020). Math Modeling and Case Solving in Real Context: Case Study at Xuan Giang High School, Soc Son District, Hanoi City, Vietnam. *Universal Journal of Educational Research*. 8(11B): 6229-6238.
- Tyler, Ralph W. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Vida Manfreda Kolar and Tatjana Hodnik. (2020). Mathematical Literacy from the

Perspective of Solving Contextual Problems. *European Journal of Educational Research*. 10(1): 467-483.

- กชพรรณ เขมเกื้อกุล และ ปริญญภาส สีทอง. (2563). การพัฒนาหลักสูตรเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ*. 10(1): 109-122.
- กษมา เกิดประสงค์. (2560). *การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กฤตญู วิเศษประสิทธิ์. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กัลยรัตน์ แก้วแสนสาย และสิรินภา กิจเกื้อกุล. (2564). การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*. 16(1): 42-51.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียน โครงการ PISA 2015. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- (2564). กรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- (2564). แนวทางการพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในช่วงเปลี่ยนผ่านสู่หลักสูตรฐานสมรรถนะ. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- กิตติมา ปัทมาวิไล. (2559). *การพัฒนาแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปริญญานิพนธ์ (สาขาหลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กิติโรจน์ ปัญทรนนทกะ วิชัย เสวกงาม และอัมพร ม้าคนอง. (2563). การพัฒนาแบบการเรียนการ

สอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.

วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 48(3): 21-40.

เขมกร อนุภาพ. (2560). *การใช้การเรียนรู้แบบนำตนเอง เพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์. ศศ.ม.(หลักสูตรและการสอน).

วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

เขมณัฐ มิ่งศิริธรรม. (2552). *การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองบนเครือข่าย*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 32(1).

ขวัญหทัย พิกุลทอง และชนิศวรา เลิศอมรพงษ์. (2562). MODEL ELICITING ACTIVITIES (MEAs): การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนไทยในยุคการศึกษา 4.0. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 21(3): 342-355.

จารุวรรณ เขียวน้ำชุม, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิพร อนุศาสนนันท์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม. (2560). รูปแบบแนวคิดทางทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุของการเรียนรู้แบบนำตนเอง. *Journal of HRintelligence*. 12(1).

ชนน คันธวัตร. (2561). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์. กศ.ม.(คณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชวลิต ชุกาแพง. (2561). *การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เชิดพงศ์ ชาชุมวงศ์, มาลี ศรีพรหม และ สมเกียรติ พลจะจิตต์. (2557). *การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์*. *วารสารบัณฑิตศึกษา*. 11(54): 51-62.

โชติกา สงคราม, จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม และวรินทร์ สุภาพ. (2563). *การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 12(1): 203-217.

ณัฐกุล นินนานนท์ และปริญ ทนันทชัยบุตร. (2564). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด*.

วารสาร มจร อุบลปริทรรศน์. 6(1): 20-32.

ณัฐดนัย โสทะ และวณินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2564). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด การศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 15(1): 66-77.

ดนิตา ดวงวิไล, สุทธิณณ์ อามาตย์บัณฑิต และอัฐพล อินตะเสนา. (2562). การพัฒนาหลักสูตร สาระเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา สังกัดกลุ่มศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษา ท่าสองคอน-แก่งเลิงจาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. 21(1).

ทิสนา เขมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 20. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทีฆทัศน์ ญาณะทวี, จักรกฤษ กลิ่นเยี่ยม และวณินทร สุภาพ. (2564). ผลการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต. 15(1): 103-117.

ธำรง บัวศรี. (2542). ทฤษฎีหลักสูตร. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.

----- (2564). แนวพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในช่วงเปลี่ยนผ่าน สู่หลักสูตรฐานสมรรถนะ. กรุงเทพฯ: กลุ่มมาตรฐานการศึกษา สำนักมาตรฐานการศึกษา และพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา

----- . แผนการปฏิรูปประเทศด้านการศึกษา โดย คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา.

----- . แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็น การพัฒนาการเรียนรู้ (พ.ศ. 2561-2580)

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). หลักการวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่9. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ. (2551). การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

พรทิพย์ อ้นเกษม, อังคณา กุลนภาดล, ประภาพร ชนะจันะศักดิ์, ธารทิพย์ ชุนทอง และทิพย์วิมล วังแก้ว

หิรัญ. (2566). ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม ในรายวิชาการพัฒนาหลักสูตรสังคมศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราช นครินทร์. วารสารราชนครินทร์. 20(2): 121-136.

- พิชิต ฤทธิจัญญ. (2558). การประเมินหลักสูตร : แนวคิด กระบวนการและการใช้ผลการประเมิน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.* 8(1): 1- 15.
- พิมพ์ิชา เอกพันธ์ และ มนต์รี ทองมูล. (2563). การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารมหาวิทยาลัยพณิชยการนครพนม.* 7(9): 111-125.
- เพ็ญลดา ทัพไพเราะ (2564). *การพัฒนาหลักสูตรที่เสริมสร้างสมรรถนะความเป็นผู้ประกอบการที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ปริญญาโท ปร.ด. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พัทธยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์).* ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พันทิวา กุมภีโร, สำราญ กำจัดภัย และพจมาน ชำนาญกิจ (2561). การพัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดการเรียนรู้แบบอิงบริบทโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารบัณฑิตวิทยาลัย พิษณุพนธ์.* 13(2): 127-135.
- มะลิวรรณ งามยิ่ง. (2563). *การพัฒนาหลักสูตรความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา.* ปริญญาโท ปร.ด. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มารุต พัฒผล. (2561). การประเมินหลักสูตรเพื่อการเรียนรู้และพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์. 239.
- เมธาสิทธิ์ ธีธวัชรัตนศรีสกุล. (2563). การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา ค30295 โครงการคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการชี้นำตนเอง. *ว.มทรส. (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)* 5(2): 249-268.
- ไมตรี มั่นทรัพย์, พัชราวัลย์ มีทรัพย์ และยุพร วิมลการ. (2564). การศึกษาสภาพความต้องการจากเป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แบบรวมพลังร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.

- วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 15(2): 468-482.
- รุ่งทิศา บุญมาโตน, วรินทร์ สุภาพ และ รัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 29(2): 51-61.
- รสสุคนธ์ แสงแก้ว. (2562). การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิชุดา มาลาสาย. (2561). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23. โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สฟฐ. ปีงบประมาณ 2561. สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- วุฒิพงษ์ ประทุมมา. (2561). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตาม Model-*Eliciting Activities* สำหรับนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษด้าน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการ ปัญญา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศิริดา กันอ่ำ. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ทฤษฎีการประเมิน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริมา วงษ์สกุลดี, พรพรรณทิพา พรหมรักษ์ และเวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร. (2558). ผลการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *Veridian E-Journal, Slipakorn University*. 8(2): 1265-1281.
- ศิวพร ศรีจรัญ. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วท.ม. (สาขาวิชา ชีววิทยาศึกษา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

- ศุภมาศ แก้วมณี. (2561). การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. (สาขาวิชาการ
วิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- คันสนีย์ เณรเทียน. (2560). การเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านปัญหาในชีวิตจริงที่เน้นการสร้างแบบจำลอง
ทางคณิตศาสตร์. *วารสารครุศาสตร์*. 45(2): 238-253.
- คันสนีย์ เลียงพานิช. (2561). รูปแบบการเรียนแบบดิจิทัลโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในยุคไทยแลนด์
4.0. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*. 10(ฉบับพิเศษ): 208-224.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). การวัดผลประเมินผล
คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สสวท.
- . ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2565, จาก
<https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/mathematical-literacy/>
- . ผลการประเมิน PISA 2018: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร ชื่อผู้แต่ง ศูนย์ดำเนินงาน PISA
แห่งชาติ. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่จัดทำ 2562 จัดพิมพ์และ
เผยแพร่โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).
- . ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ชื่อผู้แต่ง ศูนย์
ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่จัดทำ
2564 จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท).
- . การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022. สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2567, จาก
<https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>
- สงัด อุทรานันท์. (2532). *พื้นฐานและหลักการพัฒนาหลักสูตร*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชา
บริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ, กาญจนา จิตกังวัน, วัชรพงษ์ ราคาแพง. (2559). การพัฒนาการรู้คณิตศาสตร์
ด้วยวิธีการสอนแบบบูรณาการ. *วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมและชุมชน มหาวิทยาลัยราช
ภัฏมหาสารคาม*. 3(7).
- สิทธิพล อาจอินทร์. (2563). การพัฒนาหลักสูตร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุไทย์ ลิมาน, ศุภลักษณ์ สินธนา และวรพจน์ แซ่หลี. (2562). การพัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่อง
ทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการประเมินของ PISA สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย*

ทักษิณ. 19(1): 27-39.

สุนิสา สุมิรัตนะ. (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวความคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุธาวิณี วงศ์โครา และ นัฐจิรา บุศยดี. (2563). การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. 12(2): 324-342.

สุนันท์ บุญพัฒนาภรณ์. (2559). การพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. (วิทยการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2558). การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย การพัฒนา-ผลกระทบ-ภาวะถดถอยในปัจจุบัน. กรุงเทพฯ: ชัคเซสพับลิเคชั่น.

สุนันทา บ้านกล้วย (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal. 6(3): 193-210.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2547). ชุดการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์. ขอนแก่น : คลังน่านวิทยา.

สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2554). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุสิริยา ธิรากุลนันท์ชัย. (2562). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. (สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อริษา คำโหมด และสิทธิพล อาจอินทร์. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya). วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา. 13(2): 95-105.

อัมพร ม้าคองง. (2546). คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทาง

วิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
เอกวิทย์ ณ ถลาง. (2551). *ข้อคิดเรื่องหลักสูตร: คู่มือนิเทศการศึกษ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ราชภัฏสวนสุนันทา.







ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความรู้ด้าน
คณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผศ.ดร.ขวัญ เพ็ญชัย

อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผศ.ดร.สุธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์

อาจารย์สาขาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่าย
มัธยม)

3. ผศ.ดร.สุกัญญา หะยีสำ

อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. ผศ.ดร.บุญญาธิสา แซ่หล่อ

อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5. ผศ.ดร.อรอุมา เจริญสุข

อาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

6. อาจารย์ ดร.มะลิวรรณ งามยิ่ง

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน
มิตร (ฝ่ายประถม)

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA

1. รศ.ดร.จินดิษฐ์ ลออปักษิณ

อาจารย์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผศ.ดร.อรอุมา เจริญสุข

อาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผศ. ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์

อาจารย์ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

3. อาจารย์จรรยาศรี แจบไธสง

รองผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

4. อาจารย์ ดร.มะลิวรรณ งามยิ่ง

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน
มิตร (ฝ่ายประถม)

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. รศ.ดร.จินดิษฐ์ ลออปักษิณ

อาจารย์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผศ.ดร.อรอุมา เจริญสุข

อาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. ผศ.ดร.บุญญาธิสา แซ่หล่อ

อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4. อาจารย์ ดร.มะลิวรรณ งามยิ่ง

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

5. อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตน์

อาจารย์สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินหาคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผศ.ดร.ขวัญ เพ็ญชัย

อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผศ.ดร.สุธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์

อาจารย์สาขาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

3. อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตน์

อาจารย์สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. อ.ดร.กฤษมา ยกชู

อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

5. อ.ดร.บุญสม ศรีศักดิ์

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี



ภาคผนวก ข

เอกสารหลักสูตร

เอกสารประกอบหลักสูตร



หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
สำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Extra Curriculum to Enhance Mathematical Literacy For

Mathayomsuksa 3 Students

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้นักเรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว (บริบทส่วนตัว) บริบททางการงานอาชีพ บริบทสังคม และบริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัวและครอบครัว บริบททางการงานอาชีพ บริบทสังคม บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์
5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
6. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
7. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดเชิงคำนวณและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้
8. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้

เนื้อหา สาระของหลักสูตร

หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีเนื้อหาทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาสาระที่ใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาหรือบริบทในชีวิตจริง ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แต่ละหน่วยใช้เวลาในการเรียน 6 คาบ มีรายละเอียดดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่	บริบท	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ : เนื้อหา	สาระ	เวลาเรียน/ คาบ	ตัวบ่งชี้
1	ส่วนตัวและครอบครัว	1: ปริมาณ 2: ปริภูมิและรูปทรง 3: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต	2 2 2	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2 E.1, E.2, E.3, E.4, IE.1, IE.2, IE.3 CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.1
2	อาชีพ	1: ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง 2: ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง 3: ปริภูมิและรูปทรง	จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต	2 2 2	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2, MC. 1, MC. 2, MC. 3, MC. 4 CC. 1, CC. 2, CC. 3 C.2
3	สังคม	1: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ 2: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ 3: ความไม่แน่นอนและข้อมูล	จำนวนและพีชคณิต สถิติและความน่าจะเป็น	2 2 2	RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2, E.1, E.2, E.3, E.4, IE.1, IE.2, IE.3 CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.3
4	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ 2: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ 3: ความไม่แน่นอนและข้อมูล	จำนวนและพีชคณิต	2 2 2	RC.1 RC.2, RC.3, CT. 1, CT. 2, CT. 3, CT. 4, CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.4
		รวม		24	

ตัวอย่างการจักระกรรมการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทส่วนตัวและครอบครัว ประจําปีการศึกษา 2561

แผน	ชื่อแผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
1	การสื่อของ	สาระที่ 1 จำนวน และที่ติดกัน สอดคล้องกับ เนื้อหาปริมาณ	1. จากบริบทของปัญหาเรียนรู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใด ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผล หรือไม่สมเหตุสมผล 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หรืออนุมานจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ได้อย่างถูกต้อง 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล 4. ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาที่ ความรู้ แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ 5. ผู้เรียนสามารถตั้งตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อ แปลงสถานการณ์ปัญหาที่จริงให้อยู่ในรูปของชุด ของคณิตศาสตร์ได้ 6. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 7. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ ในรูปแบบปากเปล่า 8. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลง ความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์เป็นรูปแบบการพูดและการเขียน 9. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	1. ครูสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนพร้อม สำหรับการเรียนรู้ 2. ครูนำเสนอประเด็นปัญหา พร้อมกิจกรรมที่ เกี่ยวข้องในชีวิตจริง 3. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ ภายใต้เงื่อนไขของปัญหาที่ได้มาด้วย วิธีการของตนเอง 4. นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการ แก้ปัญหาอย่างชัดเจน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิธีการและผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อ เปรียบเทียบ และประเมินผลลัพธ์ที่ แตกต่างกัน 5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการ แก้ปัญหา จากนั้นร่วมกันสังเคราะห์ และ ยกระดับความรู้ใหม่ สามารถเชื่อมโยงและ สร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่มีความ คล้ายคลึงกับปัญหาเดิมได้	ใบกิจกรรม การ สื่อของ	ประเมินจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม โดยมีเกณฑ์การประเมิน ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้
					ผ่าน	ไม่ผ่าน
						1. สามารถระบุปัญหา/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และ ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ใน ขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมิน โดยอิสระและแจ่มแจ้งกว่า ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม
						2. อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือ ข้อสรุปสมเหตุสมผลหรือไม่ และแสดงเหตุผล เขียน ข้อสรุปได้ถูกต้องตามเกณฑ์ การประเมินโดยอิสระและแจ่ม จากการทำใบกิจกรรมอย่าง น้อย ร้อยละ 60
						2. อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือ ข้อสรุปสมเหตุสมผลหรือไม่ และแสดงเหตุผล เขียน ข้อสรุปได้ถูกต้องตามเกณฑ์ การประเมินโดยอิสระและแจ่ม จากการทำใบกิจกรรมอย่าง น้อย ร้อยละ 60

แผน	ชื่อแผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล						
2	การเดินทาง	<p>สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต</p> <p>สอดคล้องกับเนื้อหาบริเวณที่มีและรูปทรง</p>	<p>1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล</p> <p>2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง</p> <p>3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล หรือข้อสันนิษฐาน ข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล</p> <p>4. ผู้เรียนสามารถระบุเหตุชนวน/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้</p> <p>5. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ หรือแผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้</p>	<p>1. ครูสร้างสภาพแวดล้อมให้นักเรียนพร้อมแล้วสำหรับการเรียนรู้</p> <p>2. ครูนำเสนอบริบทปัญหาที่เกี่ยวข้อง</p> <p>3. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างสมการที่เชื่อมโยงของปัญหาที่ได้มาด้วยวิธีการของตนเอง</p> <p>4. นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน</p> <p>5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นร่วมกันสังเคราะห์ และยกประเด็นความรู้ใหม่ที่สามารถเชื่อมโยงและสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหาเดิมได้</p>	<p>ใบกิจกรรม การเดินทาง</p>	<p>ประเมินจากคำตอบคำถามในใบกิจกรรม โดยมีเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้</p> <table border="1"> <tr> <td>ผ่าน</td> <td>ไม่ผ่าน</td> </tr> <tr> <td>1. สามารถระบุเหตุชนวน แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้</td> <td>1. สามารถระบุเหตุชนวน/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้</td> </tr> <tr> <td>เกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากทำใบกิจกรรมอย่างน้อย 60 คะแนน</td> <td>เกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากทำใบกิจกรรมต่ำกว่า 60 คะแนน</td> </tr> </table>	ผ่าน	ไม่ผ่าน	1. สามารถระบุเหตุชนวน แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	1. สามารถระบุเหตุชนวน/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	เกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากทำใบกิจกรรมอย่างน้อย 60 คะแนน	เกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากทำใบกิจกรรมต่ำกว่า 60 คะแนน
ผ่าน	ไม่ผ่าน											
1. สามารถระบุเหตุชนวน แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	1. สามารถระบุเหตุชนวน/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้											
เกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากทำใบกิจกรรมอย่างน้อย 60 คะแนน	เกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากทำใบกิจกรรมต่ำกว่า 60 คะแนน											

แผน	ชื่อแผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การจัดและประเมินผล
2 (ต่อ)	การเดินทาง	สาระที่ 2 การวัดและรูปร่างคณิตศาสตร์สอดคล้องกับเนื้อหาปฏิกิริยาและรูปทรง	<p>6. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีทำในการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง</p> <p>7. ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหา โจทย์จริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง</p> <p>8. ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอน</p> <p>9. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือปัญหาโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องเหมาะสม</p> <p>10. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า</p> <p>11. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p> <p>12. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอ ความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p>			<p>ผ่าน</p> <p>5. สามารถอธิบาย สื่อสาร โดยได้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นตอน และเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือปัญหาโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</p> <p>4. ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตจริง ได้ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60</p> <p>5. ตรวจสอบอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ ได้ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อยร้อยละ 60</p>
						<p>ไม่ผ่าน</p> <p>1. สามารถอธิบาย สื่อสาร โดยได้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นตอน และเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือปัญหาโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</p> <p>4. ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตจริง ได้ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60</p> <p>5. ตรวจสอบอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ ได้ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อยร้อยละ 60</p>

แผน	ชื่อแผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล				
3	การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น	<p>สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต</p> <p>สอดคล้องกับเนื้อหาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล 4. ผู้เรียนสามารถระบุเหตุ/ผล/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ 5. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูสร้างสภาพแวดล้อมให้นักเรียนพร้อมสำหรับการเรียนรู้ 2. ครูนำเสนอประเด็นโจทย์ รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง 3. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างตรรกะภายใต้เงื่อนไขของปัญหาที่ได้มาด้วยวิธีการของตนเอง 4. นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน 5. แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อเปรียบเทียบ และประเมินผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน 6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นร่วมกันสังเคราะห์ และยกประเด็นความรู้นี้ใหม่สามารถเชื่อมโยงและสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหาเดิมได้ 	<p>ใบกิจกรรม การวิเคราะห์ข้อมูล</p>	<p>ประเมินผลการตอบคำถามในใบกิจกรรม โดยมีเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้</p> <table border="1"> <tr> <td>ผ่าน</td> <td>ไม่ผ่าน</td> </tr> <tr> <td>1. สามารถระบุเหตุ/ผล/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</td> <td>1. สามารถระบุเหตุ/ผล/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม</td> </tr> </table>	ผ่าน	ไม่ผ่าน	1. สามารถระบุเหตุ/ผล/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม	1. สามารถระบุเหตุ/ผล/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
ผ่าน	ไม่ผ่าน									
1. สามารถระบุเหตุ/ผล/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม	1. สามารถระบุเหตุ/ผล/ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม									
				<ol style="list-style-type: none"> 2. แสดงวิธีทำเป็นตารางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เห็นผลลัพธ์ได้ถูกต้อง และใช้ข้อมูลแท้จริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ได้ถูกต้อง ตามเกณฑ์การประเมินโดยได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมรวมต่ำกว่า ร้อยละ 60 						

แผน	ชื่อแผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
3 (ต่อ)	การจัดการ ทางการเงิน	สาระที่ 1 จำนวน และพีชคณิต สอดคล้องกับ เนื้อหาการ เปลี่ยนแปลงและ ความสัมพันธ์	6. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีทำเป็นทางการทาง คณิตศาสตร์ เพื่อให้เห็นผลลัพธ์ได้ถูกต้อง 7. ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือ ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 8. ผู้เรียนสามารถอธิบายสื่อสารโดยใช้ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรือ อธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็น ลำดับขั้นตอน 9. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือปัญหาโลก ชีวิตจริงได้ถูกต้องเหมาะสม 10. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทาง คณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า 11. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือ แปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูด และการเขียน 12. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอ ความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูด และการเขียน			ผ่าน ไม่ผ่าน 1. สามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายกระบวนการคิด เป็นลำดับขั้นตอน และ เชื่อมโยงองค์ความรู้ คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ หรือปัญหาโลกชีวิตจริงได้ ถูกต้องตามเกณฑ์การ ประเมินโดยได้คะแนนจากการ ทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม 4. มีความผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์ที่นำไปสู่บริบท ในชีวิตจริง ได้ถูกต้องตาม เกณฑ์การประเมินโดยได้ คะแนนจากการทำใบ กิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 5. ตรวจสอบอธิบายความ สมเหตุสมผลของผลลัพธ์ ได้ ถูกต้องตามเกณฑ์การ ประเมินโดยได้คะแนนจาก การทำใบกิจกรรมอย่างน้อย

บทบาทครูและนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ผู้สร้างหลักสูตรหรือผู้สอนจัดวิธีการและการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นระบบ มีความต่อเนื่อง เรียงตามลำดับขั้นตอน โดยผู้สอนคัดเลือกการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน ถือเป็นกำหนัดแนวทางในการจัดการเรียนการสอนผ่านแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการ จากปรัชญาการศึกษาที่พัฒนาการนิยม ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ การจัดการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning, CBL) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) 7 ขั้น (7E) โดยบทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรมีรายละเอียดดังนี้

บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ครูกระตุ้นความสนใจ เตรียมความพร้อมของผู้เรียน โดยนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ บริบทในชีวิตจริง ครูกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา	1. นักเรียนร่วมกันระบุประเด็นสำคัญ ความรู้พื้นฐานที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ เพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้พื้นฐานของตนเอง
2. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนหาแนวทางในการแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงความรู้ที่จำเป็นในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	2. นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่สนใจอย่างถ่องแท้แล้วกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน ใช้ตัวแปรสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดความสัมพันธ์หรือสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3. ครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา	3. นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการคณิตศาสตร์ตามที่วางแผนไว้ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริง
4. ครูกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจข้อมูล ตรวจสอบปัญหา การดำเนินการ สืบค้นและรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม	4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตีความผลลัพธ์ ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อเปรียบเทียบ และประเมินผลลัพธ์ที่แตกต่างกันพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล
	5. นักเรียนนำเสนอผลการดำเนินงาน และอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
5. ครูสร้างแรงจูงใจโดยให้สถานการณ์ปัญหาอื่นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง มีการใช้คำถามให้นักเรียนได้อภิปรายความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหากับวิธีการที่เลือกไว้ว่ามีความสอดคล้องกันอย่างไร	6. นักเรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความรอบคอบในการทำงาน พร้อมทั้งสามารถนำวิธีการที่ได้ไปแก้ปัญหาอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยถ่ายโอนความรู้และใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์บริบทใหม่ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

บริบทส่วนตัวและครอบครัว

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

“ร้อยละ” หรือ “เปอร์เซ็นต์” คือ การเปรียบเทียบของปริมาณใดปริมาณหนึ่ง ต่อหนึ่งร้อย ถ้าเขียนเป็นเศษส่วนก็คือเศษส่วนที่มีส่วนเป็น 100 เสมอ และใช้ตัวสัญลักษณ์ % หรือเรียกอีกอย่างว่า “เปอร์เซ็นต์”

ร้อยละ

Percent = per 100



$$\frac{0}{100}$$



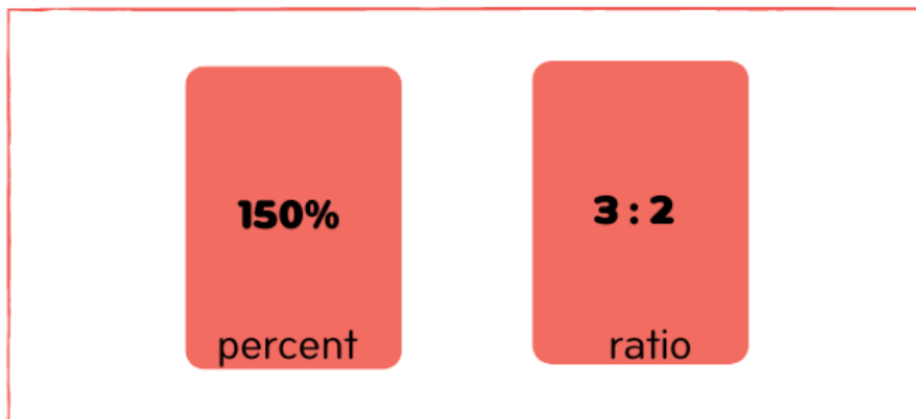
$$\frac{25}{100}$$



$$\frac{50}{100}$$



$$\frac{100}{100}$$



ที่มา <https://www.athometh.com/math/finding-percentage/>

การคำนวณหาร้อยละในชีวิตประจำวัน



ถ้านายแสนดีซื้อเสื้อผ้ามาในราคาต้นทุน ชิ้นละ 200 บาท นำไปขายในราคา 250 บาท แสนดีได้กำไรกี่เปอร์เซ็นต์

ต้นทุน คือ

ราคาขาย คือ

กำไร =

ขาดทุน =

ใบกิจกรรม

การซื้อของ

สถานการณ์ บัตรเครดิต

ตรัยฉัตรวางแผนการใช้จ่ายบัตรเครดิตของเขาในช่วงโปรโมชั่นที่ห้างสรรพสินค้า โดยเขารวบรวมข้อมูลบัตรเครดิตที่มีดังนี้

บัตรเครดิตที่ร่วมรายการ	เงื่อนไขส่งเสริมการขาย	
	ยอดใช้จ่าย	ส่วนลดเพิ่ม
บัตร KBC	ทุก 1,000 บาท	30 บาท
	ทุก 5,000 บาท	200 บาท
	ทุก 10,000 บาท	500 บาท
บัตร VIFA	ตั้งแต่ 5,000 บาท ขึ้นไป	2%
	ตั้งแต่ 10,000 บาท ขึ้นไป	3%
	ตั้งแต่ 15,000 บาท ขึ้นไป	5%

คำถามที่ 1 ร้านค้าแห่งหนึ่งได้ติดป้ายราคาของรองเท้ากีฬาไว้ 12,000 บาท ตรัยฉัตรต้องการซื้อรองเท้ากีฬา 1 คู่โดยร้านนี้ได้ลดราคารองเท้าให้ 40% จากราคาป้าย



ถ้าบัตรเครดิตใช้บัตรเครดิต VIFA ชื้อรองเท้าที่ได้ลดราคาจากป้ายแล้ว ครึ่งบัตรจะซื้อรองเท้าคู่นี้ใน
ราคาเท่าไหร่ จงแสดงวิธีคิดและให้เหตุผลประกอบผลลัพธ์ที่ได้

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

.....

แนวคิดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

.....

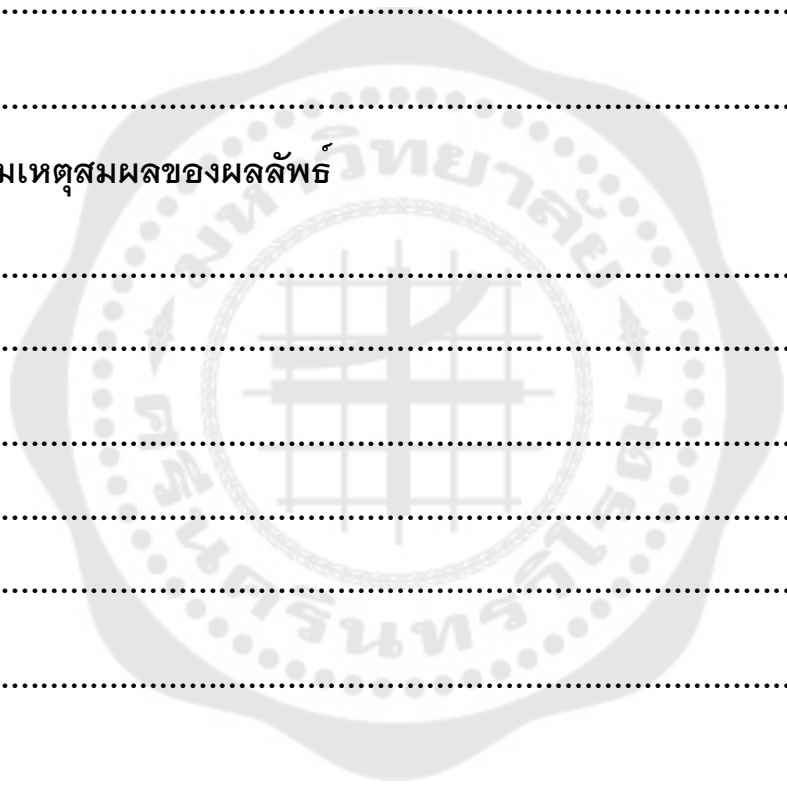
.....

.....

.....

.....

.....



สถานการณ์ ซื้อสเก็ตบอร์ด

สมชายเป็นนักกีฬาสเก็ตบอร์ด ต้องการซื้อสเก็ตบอร์ดใหม่ที่ร้าน SKATERS โดยที่ร้านนี้ขายสเก็ตบอร์ดที่ประกอบสำเร็จแล้ว กับอุปกรณ์สเก็ตบอร์ดที่สามารถนำไปประกอบสเก็ตบอร์ดด้วยตัวเองได้ โดยมีตารางราคา ดังนี้

สินค้า	ราคา (บาท)	รูปภาพ
สเก็ตบอร์ดสำเร็จรูป	2,500	
แผ่นบอร์ด	800, 900 หรือ 1,000	
ล้อ 4 ล้อ	500 หรือ 650	
แกนล้อ 2 ชิ้น	650	
ลูกปืน, น็อต และสกรู	150 หรือ 250	

คำถามที่ 1 ถ้าสมชายซื้อส่วนประกอบของสเก็ตบอร์ดมาประกอบเองโดยใช้อุปกรณ์ที่ราคาต่ำที่สุด จะได้สเก็ตบอร์ดที่ราคาถูกกว่าราคาสเก็ตบอร์ดที่ประกอบสมบูรณ์มาแล้ว คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

.....

แนวคิดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 ถ้าสมชายมีงบประมาณสำหรับซื้อสเก็ตบอร์ด 2,300 บาทเท่านั้น สมชายควรเลือกซื้อ แต่ละส่วนประกอบของสเก็ตบอร์ด อย่างไร (ต้องใช้เงินให้หมด) ให้เติมคำตอบลงในตาราง ด้านล่าง

ส่วนประกอบ	ราคา (บาท)
แผ่นบอร์ด	
ล้อ 4 ล้อ	
แกนล้อ 2 ชิ้น	
ลูกปืน, น๊อต และสกรู	

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

.....

แนวคิดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

ความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

.....

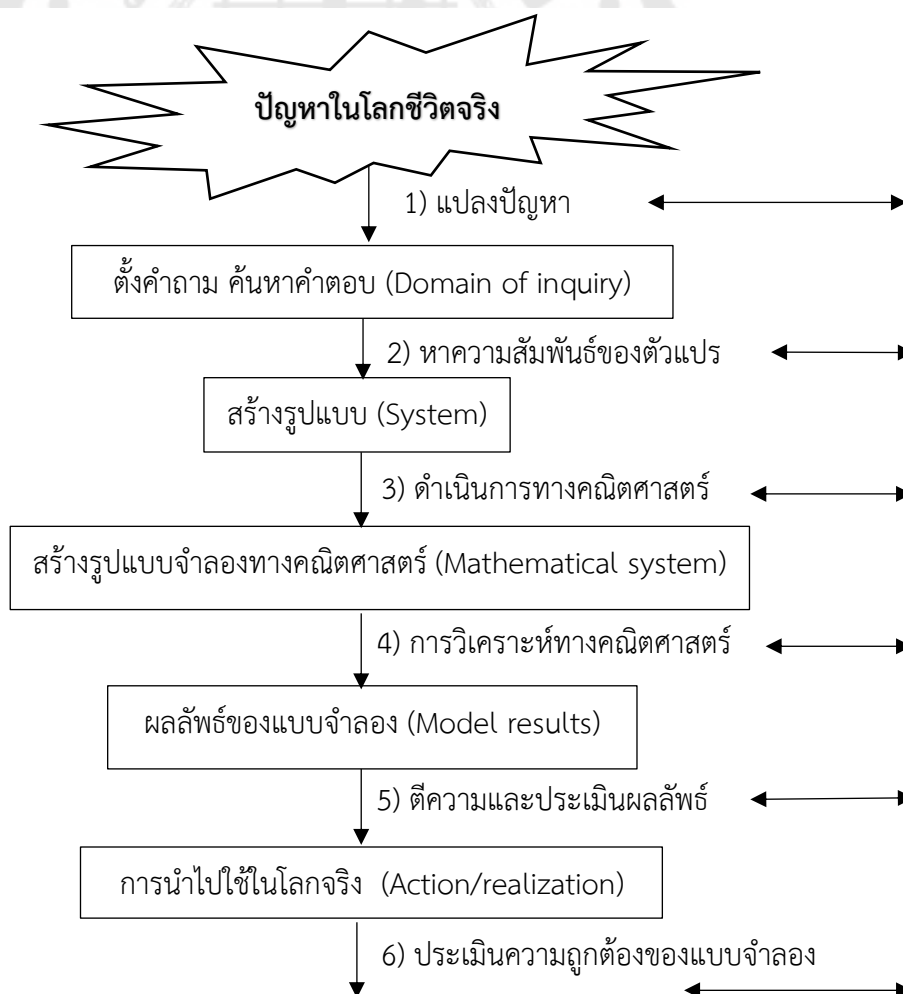
.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

บริบทอาชีพ

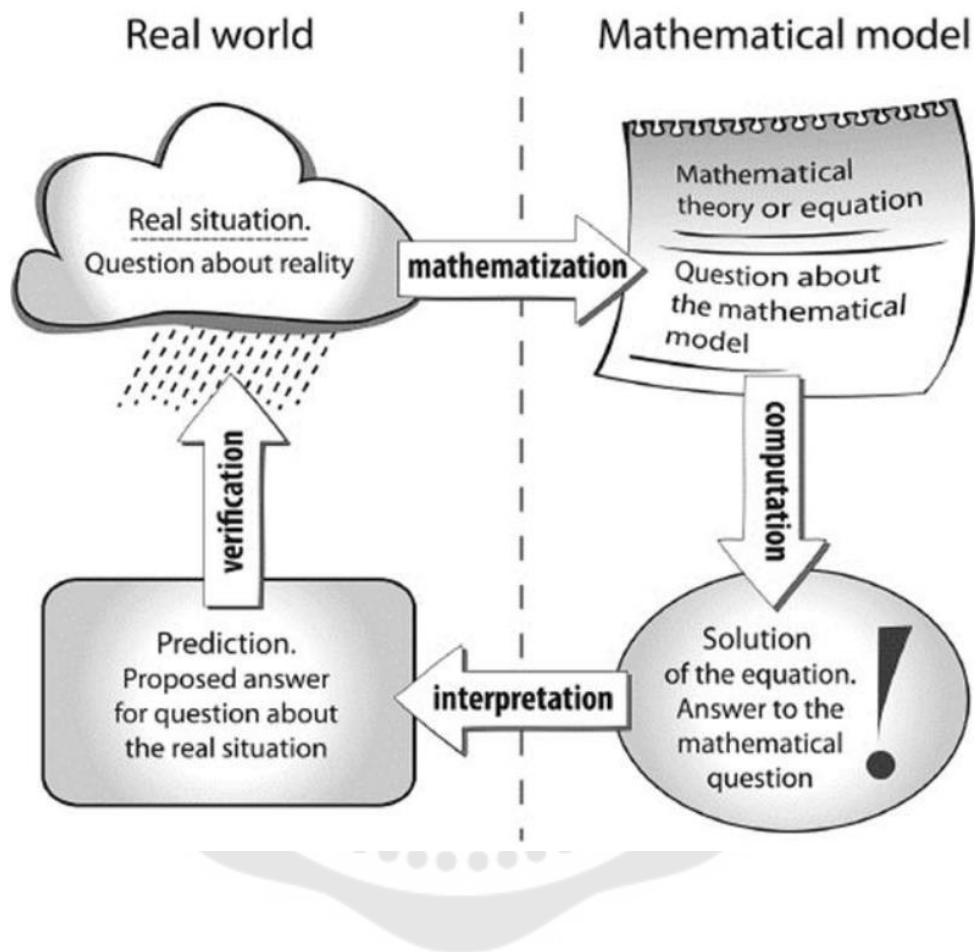
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical modeling)

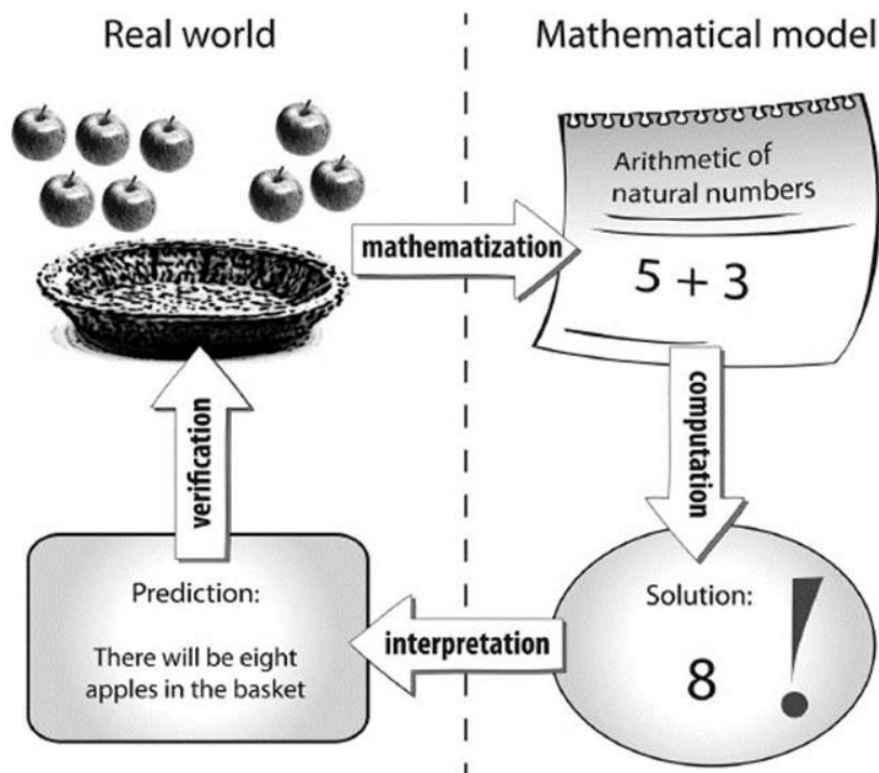
คือ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายลักษณะสถานการณ์ที่สนใจศึกษา เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเกิดสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจนำไปสู่การหาทางเลือกที่เหมาะสมในการหาคำตอบสำหรับแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่สนใจ โดยกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย กระบวนการย่อย ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ ฝั่งงานแสดงกระบวนการสร้างแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์

ที่มา สสวท. (2555) และ Morten Blomhøj and Tomas Højgaard Jensen (2003)





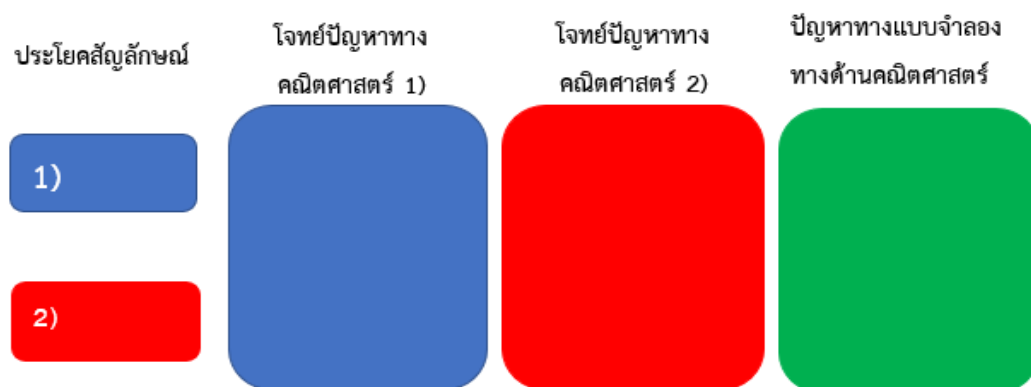
ที่มา <https://schoolbag.info/mathematics/numbers/103.html>

ตัวอย่างการแปลงโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาทางแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์

ประโยคสัญลักษณ์	โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1)	โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2)	ปัญหาทางแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์
1) $300 \div 25$	โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียน 300 คน รถบัสหนึ่งคันมีที่นั่ง 25 ที่ โรงเรียนต้องใช้รถบัสกี่คันในการพานักเรียนไปทัศนศึกษา	โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียน 295 คน รถบัสหนึ่งคันมีที่นั่ง 25 ที่ โรงเรียนต้องใช้รถบัสกี่คันในการพานักเรียนไปทัศนศึกษา	โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียน 295 คน วิธีที่ดีที่สุดในการพานักเรียนเดินทางไปทัศนศึกษาควรเป็นอย่างไร
2) $295 \div 25$			

ที่มา <https://www.competitionsciences.org/2020/01/27/how-to-use-math-modeling-to-engage-students/>

ให้นักเรียนยกตัวอย่างการแปลงโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาทางแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์



จากปัญหาทางแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์ มีเงื่อนไข/ข้อจำกัดอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรม

สถานการณ์สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 1

สถานการณ์ปัญหา ช่างปูกระเบื้อง

ถ้าต้องการปูกระเบื้องห้องครัวโดยห้องครัวมีความยาวยาว 6 เมตร และความกว้าง 5 เมตร ช่างต้องการปูพื้นห้องครัวด้วยกระเบื้องโมเสกสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวด้านละ 30 เซนติเมตร ช่างต้องใช้กระเบื้องกี่แผ่น



ระบุประเด็นสำคัญทางคณิตศาสตร์

แปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

สถานการณ์ปัญหา ประภาคาร

ประภาคารแห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย มีความสูง 30.7 เมตร ประภาคารแห่งนี้จะส่งสัญญาณ (แสงไฟ) เพื่อเตือนเรือชาวประมงที่กำลังเข้าใกล้ชายฝั่ง เรือประมงออกจากชายฝั่งไกลแค่ไหนจึงสามารถเห็นประภาคารเป็นครั้งแรก ให้นักเรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหา

ระบุประเด็นสำคัญทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

แปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

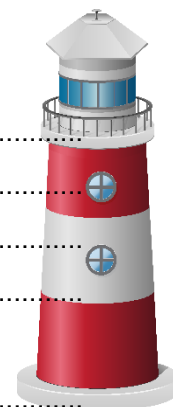
.....

.....

ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....



สถานการณ์ปัญหา บริษัทผลิตกล่องกระดาษ

บริษัท กล่องแข็ง จำกัด เป็นบริษัทผลิตกล่องกระดาษแข็ง ทำการผลิตกล่องกระดาษขนาด $200 \times 300 \times 400$ มิลลิเมตร โดยกระดาษแข็งมีความหนา 5 มิลลิเมตร ถ้าบริษัทเปลี่ยนมาผลิตกล่องกระดาษที่มีความหนา 4 มิลลิเมตร นักเรียนคิดว่าความจุของกล่องกระดาษจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

ระบุประเด็นสำคัญทางคณิตศาสตร์



แปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ถ้าบริษัทต้องการผลิตกล่องกระดาษฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีความจุ 0.02 ลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าใช้จ่ายของกระดาษแข็งตารางเมตรละ 11.1 บาท นักเรียนมีวิธีการเลือกขนาดกล่องอย่างไรให้บริษัทเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

แปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

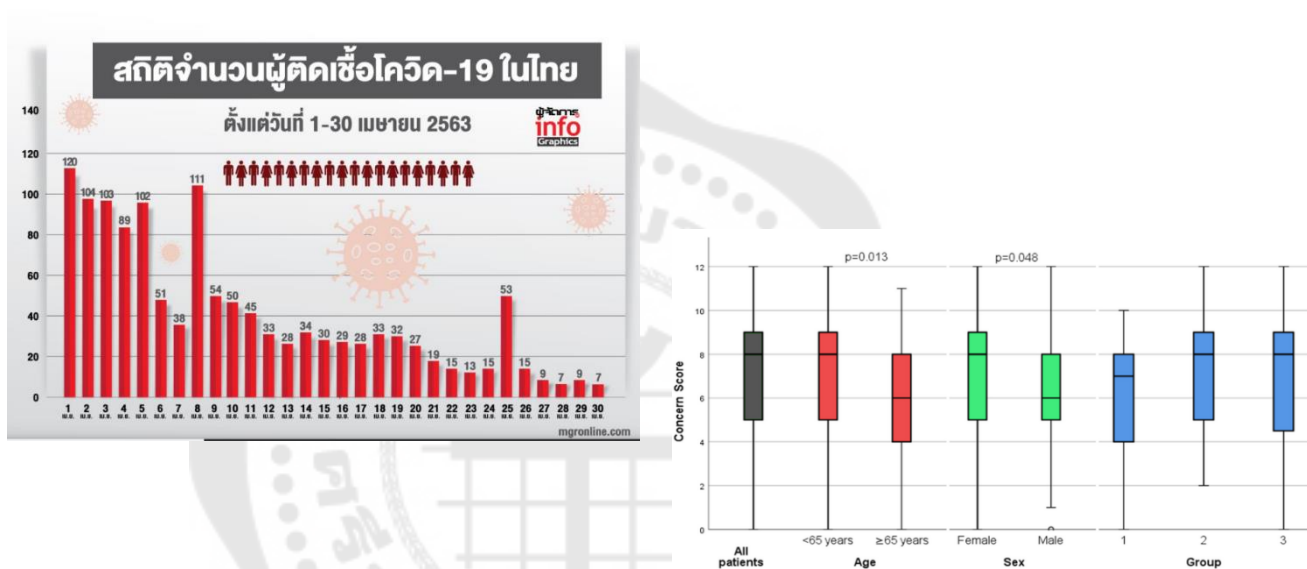
.....

.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

บริบทสังคม

การนำเสนอข้อมูล หมายถึง การนำเสนอผลการจัดเรียงลำดับข้อมูลให้เป็นระบบ เพื่อให้ผู้รับข้อมูลสามารถ พิจารณารายละเอียดที่ต้องการทราบได้ง่าย ถูกต้อง และรวดเร็ว



ค่ากลางของข้อมูล เป็นค่าที่ใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งชุด ซึ่งต้องเป็นค่าที่สามารถสื่อสารและ สร้างความเข้าใจโดยรวมได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งสามารถนำไปอ้างอิง หรือใช้ประโยชน์อื่น ๆ ในทางสถิติได้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เป็นค่าที่ได้จากการนำค่าของข้อมูลทุกค่า มาบวกกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

มัธยฐาน

มัธยฐาน เป็นค่าที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางของข้อมูลที่จัดเรียงข้อมูลจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อย ในกรณีที่จำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคู่ จะหามัธยฐานได้จากค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่อยู่ตรงกลาง

ฐานนิยม

ฐานนิยม เป็นค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นซ้ำกันมากที่สุดหรือมีความถี่สูงสุดในข้อมูลชุดนั้น หากข้อมูลชุดนั้นมีความถี่สูงสุดเท่ากันมากกว่า 2 ค่า หรือมีความถี่เท่ากันทั้งหมด หรือไม่มีข้อมูลซ้ำกัน จะถือว่าข้อมูลชุดนั้นไม่มีฐานนิยม

ใบกิจกรรม

ประชากร

สถานการณ์ จำนวนผู้ใช้สมาร์ทโฟน

ตารางแสดงจำนวนประชากร (ล้านคน) และจำนวนผู้ใช้สมาร์ทโฟน (ล้านคน) สำหรับประเทศต่างๆ ในเอเชีย

ประเทศ	จำนวนประชากร (ล้านคน)	จำนวนผู้ใช้สมาร์ทโฟน (ล้านคน)	สัดส่วนผู้ใช้สมาร์ทโฟน (ร้อยละ)
บังคลาเทศ	166.735	8.921	
อินโดนีเซีย	266.357	67.57	
ญี่ปุ่น	125.738	65.282	
มาเลเซีย	31.571	20.98	
ปากีสถาน	200.663	23.228	
ฟิลิปปินส์	105.341	28.627	
ไทย	68.416	30.486	
ตุรกี	81.086	44.771	
เวียดนาม	96.357	29.043	

จากตารางจงตอบคำถามต่อไปนี้ว่าถูกหรือผิด เพราะเหตุใด

ข้อ 1. ประเทศที่มีประชากรมากที่สุดก็มีผู้ใช้สมาร์ทโฟนจำนวนมากที่สุด

.....

.....

.....

ข้อ 2. ประเทศที่มีผู้ใช้สมาร์ทโฟนน้อยที่สุดก็มีประชากรน้อยที่สุดเช่นกัน

.....

.....

.....

ข้อ 3. ประเทศที่มีสัดส่วนผู้ใช้สมาร์ทโฟนสูงสุดมีประชากรน้อยที่สุด

.....

.....

.....

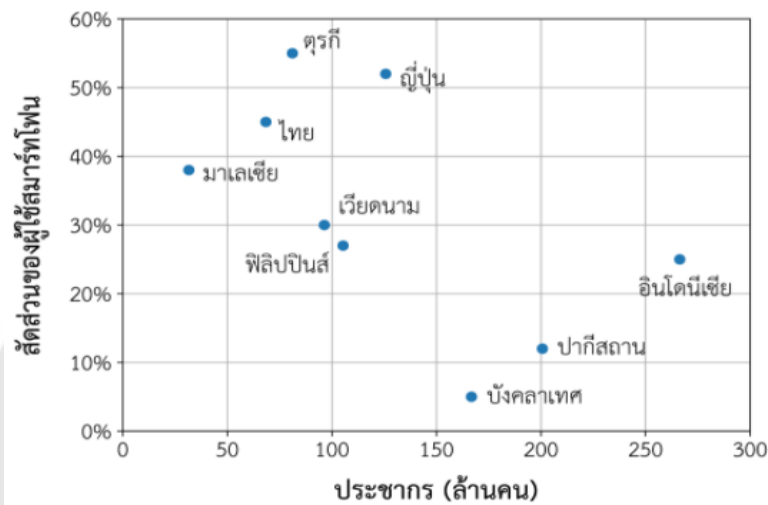
ข้อ 4. ประเทศที่มีสัดส่วนของผู้ใช้สมาร์ทโฟนอยู่ที่ตำแหน่งมัธยฐานจะมีจำนวนของผู้ใช้สมาร์ทโฟนอยู่ที่ตำแหน่งมัธยฐานด้วย

.....

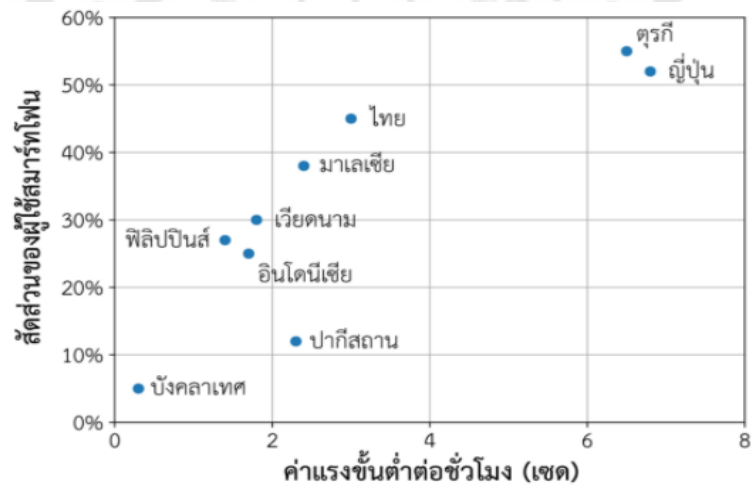
.....

.....

กราฟแสดงสัดส่วนของผู้ใช้สมาร์ทโฟนของแต่ละประเทศในรูปของประชากร (ล้านคน)



กราฟแสดงสัดส่วนของผู้ใช้สมาร์ทโฟนของแต่ละประเทศในรูปของค่าแรงขั้นต่ำต่อชั่วโมง



(บาท)

ศึกษาความแตกต่างของกราฟและตอบคำถาม

สำหรับตัวแปรใด (ประชากรหรือค่าจ้างรายชั่วโมงขั้นต่ำ) ที่สัดส่วนของผู้ใช้สมาร์ทโฟนในประเทศเพิ่มขึ้นตามค่าตัวแปรเพิ่มขึ้น พร้อมอธิบายเหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทส่วนตัว

จำนวน 2 คาบ (90 นาที)

เรื่อง การซื้อของ

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล
2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล
4. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้
5. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้
6. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ
7. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า
8. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน
9. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน

2. ตัวบ่งชี้ RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2, E.1, CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.1

3.สาระสำคัญ

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

“ร้อยละ” หรือ “เปอร์เซ็นต์” คือ การเปรียบเทียบของปริมาณใดปริมาณหนึ่ง ต่อหนึ่งร้อย ถ้าเขียนเป็นเศษส่วนก็คือเศษส่วนที่มีส่วนเป็น 100 เสมอ และใช้ตัวสัญลักษณ์ % หรือเรียกอีกอย่างว่า “เปอร์เซ็นต์”

ต้นทุน คือ ราคาที่ซื้อสินค้านั้นๆ มา หรือเงินลงทุนในการผลิตสินค้านั้นๆ

ราคาขาย คือ ราคาที่ผู้ขายขายสินค้านั้นไป

กำไร = ราคาขาย - ต้นทุน

ขาดทุน = ราคาต้นทุน - ราคาขาย

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูสร้างสภาพแวดล้อมให้นักเรียนพร้อมสำหรับการเรียนรู้ โดยยกตัวอย่างป้ายราคาสินค้าที่อยู่ในรูปถ่าย
2. ครูทบทวนความหมายของอัตราส่วน
3. ครูนำเสนอประเด็นโจทย์ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับร้อยละเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง

“ถ้านายแสนดีซื้อเสื้อมาในราคาต้นทุน ชิ้นละ 200 บาท นำไปขายในราคา 250 บาท แสนดีได้กำไรกี่เปอร์เซ็นต์”

4. ครูตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้น ดังนี้

- ต้นทุนของสินค้าคืออะไร

(นักเรียนควรตอบได้ว่า ต้นทุน คือ ราคาที่ซื้อสินค้านั้นๆ มา นั่นคือ 200 บาท)

- กำไรของสินค้าเป็นเท่าใด

(นักเรียนควรตอบได้ว่า $250 - 200 = 50$ บาท)

- นักเรียนสามารถคำนวณกำไรให้อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ได้อย่างไร

(นักเรียนควรตอบได้ว่า $\frac{50}{200} \times 100 = 25\%$)

ขั้นสอน

1. ครูนำเสนอประเด็นโจทย์ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับร้อยละ
สถานการณ์ บัตรเครดิต

ตรัยจัดวางแผนการใช้จ่ายบัตรเครดิตของเขาในช่วงโปรโมชั่นที่ห้างสรรพสินค้า โดยเขารวบรวมข้อมูลบัตรเครดิตที่มีดังนี้

บัตรเครดิตที่ร่วมรายการ	เงื่อนไขส่งเสริมการขาย	
	ยอดใช้จ่าย	ส่วนลดเพิ่ม
บัตร KBC	ทุก 1,000 บาท	30 บาท
	ทุก 5,000 บาท	200 บาท
	ทุก 10,000 บาท	500 บาท
บัตร VIFA	ตั้งแต่ 5,000 บาท ขึ้นไป	2%
	ตั้งแต่ 10,000 บาท ขึ้นไป	3%
	ตั้งแต่ 15,000 บาท ขึ้นไป	5%

คำถามที่ 1 ร้านค้าแห่งหนึ่งได้ติดป้ายราคาของรองเท้ากีฬาราคา 12,000 บาท ตรัยจัดต้องการซื้อรองเท้ากีฬา 1 คู่โดยร้านนี้ได้ลดราคารองเท้าให้ 40% จากราคาป้าย ถ้าตรัยจัดใช้บัตรเครดิต VIFA ซื้อรองเท้าที่ได้ลดราคาจากป้ายแล้ว ตรัยจัดจะซื้อรองเท้าคู่นี้ในราคากี่บาท จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง
(นักเรียนควรตอบได้ว่า เงื่อนไขการใช้ บัตร VIFA, ราคาของรองเท้ากีฬา, ร้านลดราคา 40% จากราคาป้าย)
 - สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร
(นักเรียนควรตอบได้ว่า ถ้าตรัยจัดใช้บัตรเครดิต VIFA ซื้อรองเท้าที่ได้ลดราคาจากป้ายแล้ว)ตรัยจัดจะซื้อรองเท้าคู่นี้ในราคากี่บาท
2. ครูจัดกลุ่มนักเรียน 4-5 คน โดยละความสามารถ
 3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาจากคำถามที่ 1 โดยมีครูเป็นผู้คอยสนับสนุนและตั้งข้อคำถามดังนี้
 - นักเรียนคิดว่าควรใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ใดในการแก้ปัญหา
(นักเรียนควรตอบได้ว่า การหาค่าร้อยละ)
 - นักเรียนมีวิธีดำเนินการในการแก้ปัญหาอย่างไร

(นักเรียนควรตอบได้ว่า ใช้การหาค่าร้อยละของราคาที่ลด แล้วนำไปพิจารณากับเงื่อนไขการใช้บัตรเครดิต)

4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของปัญหาที่ได้มาด้วยวิธีการของตนเอง

(นักเรียนควรตอบได้ว่า ร้านค้าลดราคา $\frac{40}{100} \times 12000 = 4800$ บาท

ราคาของแท็บเล็ตแล้ว เท่ากับ $12000 - 4800 = 7200$ บาท

ถ้าตรัยฉัตรใช้บัตรเครดิต VIFA ชื้อของแท็บเล็ตลดราคาจากป้ายแล้ว จะได้ส่วนลด 2%

ตรัยฉัตรจะซื้อของแท็บเล็ตนี้ในราคา $\frac{98}{100} \times 7200 = 7056$ บาท

5. นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อเปรียบเทียบ และประเมินผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา และเชื่อมโยงปัญหาใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหาเดิม โดยครูถามคำถามที่ 2 จากสถานการณ์เดิม

คำถามที่ 2 ตรัยฉัตรกำลังสนใจคอมพิวเตอร์ Notebook เครื่องหนึ่งราคา 35,000 บาท ร้านค้าลดราคา 10% จากราคาป้าย และได้รับส่วนลดเพิ่มตามโปรโมชั่นของทางห้างสรรพสินค้า ตรัยฉัตรควรเลือกชำระเงินค่าคอมพิวเตอร์เครื่องนี้ด้วยบัตรเครดิตใด จึงจะจ่ายเงินน้อยที่สุด

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาจากคำถามที่ 2 โดยมีครูเป็นผู้คอยสนับสนุนและตั้งข้อความดังนี้

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบได้ว่า คอมพิวเตอร์ Notebook เครื่องหนึ่งราคา 35,000 บาท

ร้านค้าลดราคา 10% จากราคาป้าย)

- สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร

(นักเรียนควรตอบได้ว่า ตรัยฉัตรควรเลือกชำระเงินค่าคอมพิวเตอร์เครื่องนี้ด้วยบัตรเครดิตใด จึงจะจ่ายเงินน้อยที่สุด)

8. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของปัญหาที่ได้มาด้วยวิธีการของตนเอง

- (นักเรียนควรตอบได้ว่า Notebook ราคาที่ลดแล้ว คือ $\frac{90}{100} \times 35000 = 31500$

บาท)

- (นักเรียนควรตอบได้ว่า ถ้าใช้บัตร KBC ทุก 10,000 บาท ส่วนลดเพิ่ม 500 บาท
ดังนั้น 30,000 บาทแรกตรียัตรจ่ายเงินเพียง $30,000 - 1,500 = 28,500$ บาท
และทุก 1,000 บาท ส่วนลดเพิ่ม 30 บาท

ดังนั้น 1,500 บาท ถัดมาตรียัตรจ่ายเงินเพียง $1,500 - 30 = 1,470$ บาท

รวมตรียัตรจ่ายเงินค่าคอมพิวเตอร์ $28,500 + 1,470 = 29,970$ บาท

ในกรณี ถ้าใช้บัตร VIFA ตั้งแต่ 15,000 บาท ขึ้นไป ส่วนลดเพิ่ม 5%

$$\frac{95}{100} \times 31500 = 29925 \text{ บาท}$$

9. นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการ และผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อเปรียบเทียบ และประเมินผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน
10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา และเชื่อมโยงปัญหาใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหาเดิมได้ โดยครูนำเสนอประเด็นโจทย์ สถานการณ์ซื้อสเก็ตบอร์ด สมชายเป็นนักกีฬาสเก็ตบอร์ด ต้องการซื้อสเก็ตบอร์ดใหม่ที่ร้าน SKATERS โดยที่ร้านนี้ขายสเก็ตบอร์ดที่ประกอบสำเร็จแล้ว กับอุปกรณ์สเก็ตบอร์ดที่สามารถนำไปประกอบสเก็ตบอร์ดด้วยตัวเองได้ โดยมีตารางราคา ดังนี้

สินค้า	ราคา (บาท)	รูปภาพ
สเก็ตบอร์ดสำเร็จรูป	2,500	
แผ่นบอร์ด	800, 900 หรือ 1,000	
ล้อ 4 ล้อ	500 หรือ 650	
แกนล้อ 2 ชิ้น	650	
ลูกปืน, น็อต และ สกรู	150 หรือ 200	

คำถามที่ 1 ถ้าสมชายซื้อส่วนประกอบของสเก็ตบอร์ดมาประกอบเองโดยใช้อุปกรณ์ที่ราคาต่ำที่สุด จะได้สเก็ตบอร์ดที่ราคาถูกกว่าราคาสเก็ตบอร์ดที่ประกอบสมบูรณ์มาแล้ว คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง
(นักเรียนควรตอบได้ว่า ราคาของส่วนประกอบสเก็ตบอร์ด)
- สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร
(นักเรียนควรตอบได้ว่า ถ้าสมชายซื้อส่วนประกอบของสเก็ตบอร์ดมาประกอบเองโดยใช้อุปกรณ์ที่ราคาต่ำที่สุด จะได้สเก็ตบอร์ดที่ราคาถูกกว่าราคาสเก็ตบอร์ดที่ประกอบสมบูรณ์มาแล้ว คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์)

11. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของปัญหาที่ได้มาด้วยวิธีการของตนเอง

(นักเรียนควรตอบได้ว่า เลือกแผ่นบอร์ดราคา 800 บาท ล้อ 4 ล้อ ราคา 500 บาท แกนล้อ 2 ชิ้น ราคา 650 บาท ลูกปืน, น็อต และสกรู ราคา 150 บาท คิดเป็นราคารวม 2100 บาท ถูกว่าสเก็ตบอร์ดสำเร็จรูป คิดเป็น $2500 - 2100 = 400$ บาท

$$\frac{400}{2100} \times 100 = 19.05\% \text{ บาท)}$$

12. นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อเปรียบเทียบ และประเมินผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา และเชื่อมโยงปัญหาใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหาเดิมได้ โดยครูนำเสนอประเด็นโจทย์ คำถามที่ 2 ถ้าสมชายมีงบประมาณสำหรับซื้อสเก็ตบอร์ด 2,300 บาทเท่านั้น สมชายควรเลือกซื้อแต่ละส่วนประกอบของสเก็ตบอร์ด อย่างไร จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบได้ว่า ราคาของส่วนประกอบสเก็ตบอร์ด, สมชายมีงบประมาณซื้อสเก็ตบอร์ด 2,300 บาท)

- สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร

(นักเรียนควรตอบได้ว่า สมชายควรเลือกซื้อแต่ละส่วนประกอบของสเก็ตบอร์ดอย่างไร)

14. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของปัญหาที่ได้มาด้วยวิธีการของตนเอง

(นักเรียนควรตอบได้ว่า

กรณี	แผ่นบอร์ด ราคา	ล้อ 4 ล้อ ราคา	แกนล้อ 2 ชิ้น ราคา	ลูกปืน, น็อต และสกรู ราคา	ราคารวม
1	1000	500	650	150	2300
2	800	650	650	200	2300

15. นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการ และผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อเปรียบเทียบ และประเมินผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน
16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา และเชื่อมโยงปัญหาใหม่ที่มีความ คล้ายคลึงกับปัญหาเดิมได้ โดยครูนำเสนอประเด็นโจทย์ ในข้อที่ 3 ของใบกิจกรรม การ ชี้ของ

ขั้นสรุป

ให้นักเรียนร่วมกันบอกความหมายของต้นทุน กำไร ขาดทุน และวิธีการคำนวณหาค่าร้อยละ

5. สื่อการเรียนรู้

ใบกิจกรรม การชี้ของ

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. จากบริบทของปัญหาอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือ ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล	การถามตอบ	ผ่าน : สามารถอธิบายเหตุผลให้คนอื่น เข้าใจได้ ไม่ผ่าน : ไม่สามารถอธิบายเหตุผลให้คนอื่นเข้าใจได้
2. สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมา เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรม อย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบ กิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนน เต็ม
3. สามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยัน ข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรม อย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบ กิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนน เต็ม
4. สามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ ในการแก้ปัญหาได้	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรม อย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบ กิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนน เต็ม

5. สามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
6. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
7. สามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า	การถามตอบ	ผ่าน : สามารถสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้ ไม่ผ่าน : ไม่สามารถสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้
8. สามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
9. สามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

7. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ด้านนักเรียน

.....

.....

.....

ด้านผู้สอน

.....

.....

.....

ด้านอื่น ๆ

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทอาชีพ

เรื่อง สถานการณ์สร้างแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ 1 จำนวน 2 คาบ (90 นาที)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล
2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล
4. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้
5. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้
6. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า
7. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน
8. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน

2. ตัวบ่งชี้ RC.1 RC.2, RC.3, F.1, F.2, CC. 1, CC. 2, CC. 3, C.2

3.สาระสำคัญ

สถานการณ์สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในหน่วยการเรียนรู้บริบทอาชีพ กระบวนการสร้างแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย กระบวนการย่อยดังนี้

- 1) กระบวนการแปลงปัญหา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถระบุลักษณะความเป็นจริงของปัญหาในโลกชีวิตจริง แล้วสามารถแปลงเป็นแบบจำลองได้

- 2) กระบวนการหาความสัมพันธ์ของตัวแปร ผ่านผลลัพธ์จากที่ผู้เรียนตั้งคำถาม ค้นหาคำตอบ (Domain of inquiry) และการระดมความคิด เพื่อที่จะสามารถสร้างความเป็นไปได้ทางคณิตศาสตร์
- 3) กระบวนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ แปลงความสัมพันธ์ของตัวแปร เพื่อสร้างระบบหรือแบบจำลองเพื่อสร้างรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical system)
- 4) กระบวนการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์และข้อสรุปของแบบจำลองที่ได้มา
- 5) กระบวนการตีความและประเมินผลลัพธ์ ผู้เรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นว่าสามารถตอบปัญหาในโลกจริงได้หรือไม่ อย่างไร
- 6) กระบวนการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง ผู้เรียนสามารถประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลหรือทฤษฎีความรู้เบื้องต้น

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ

ครูอธิบายขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พร้อมเปิดคลิปประโยชน์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างการแปลงโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาทางแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์

ขั้นสอน

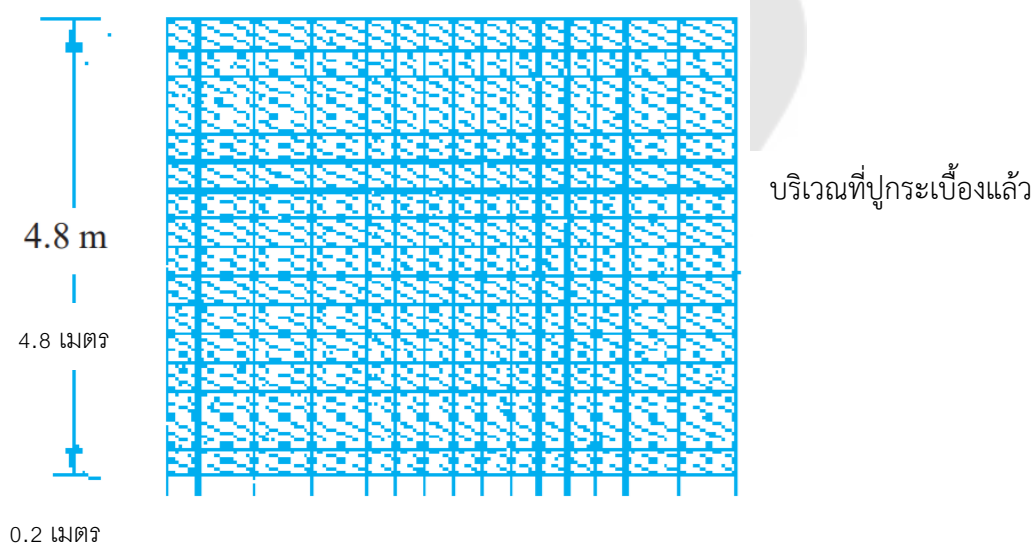
1. ครูยกสถานการณ์ปัญหา ช่างปูกระเบื้อง

“ถ้าต้องการปูกระเบื้องห้องครัวโดยห้องครัวมีความยาวยาว 6 เมตร และความกว้าง 5 เมตร ช่างต้องการปูพื้นห้องครัวด้วยกระเบื้องโมเสกสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวด้านละ 30 เซนติเมตร ช่างต้องใช้กระเบื้องกี่แผ่น” ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุประเด็นสำคัญทางคณิตศาสตร์

 - นักเรียนต้องทราบอะไรบ้างจึงจะสามารถตอบประเด็นปัญหาได้ (พื้นที่ห้องครัวและพื้นที่กระเบื้อง)
 - เราจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดในการแก้ปัญหา (การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม, การหาร)

2. ให้นักเรียนร่วมกันหาแนวทางในการแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน เพื่อให้นักเรียนระดมความคิดสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือตัวแทนของสถานการณ์ ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

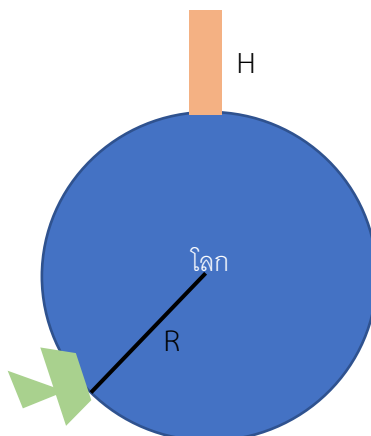
- ถ้านักเรียนหาพื้นที่ห้องครัวและพื้นที่กระเบื้องแล้วดำเนินการอย่างไรต่อ (นำมาหารกัน)
- นักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นในการแก้ปัญหาอีกหรือไม่ (ห้องครัวมีความยาวยาว 6 เมตร และกระเบื้องโมเสกสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวด้านละ 0.3 เมตร ด้านยาวของครัวใส่กระเบื้องได้ $\frac{6}{0.3} = 20$ แถว ด้านกว้างของครัวใส่กระเบื้องได้ $\frac{5}{0.3} = 16.67$ แถว ถ้าใส่ 16 แถวจะเหลือพื้นที่ห้องครัว $5 - (16 \times 0.3) = 0.2$ เมตร)
- ครูให้นักเรียนลองวาดภาพประกอบ



- นักเรียนจะมีวิธีอย่างไรในการหาจำนวนกระเบื้องสำหรับพื้นที่ห้องครัวที่เหลือ (ความกว้างของพื้นที่ที่เหลือคือ 0.2 เมตร มากกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวของกระเบื้อง ดังนั้นเราจึงไม่สามารถแบ่งกระเบื้องออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กันและใช้ทั้งสองส่วนเพื่อปูพื้นที่ส่วนที่เหลือ)

- นักเรียนสามารถสร้างสมการความสัมพันธ์ของจำนวนกระเบื้องทั้งหมดที่ต้องการได้อย่างไร (จำนวนกระเบื้องทั้งหมดที่ต้องการ= (จำนวนกระเบื้องตลอดความยาว× จำนวนกระเบื้องตามความกว้าง) + จำนวนกระเบื้องตามพื้นที่ที่เหลือ)
3. ให้นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาและร่วมกันตีความผลลัพธ์ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหา
- จากสมการความสัมพันธ์ของจำนวนกระเบื้องทั้งหมดนักเรียนสามารถแทนค่าได้อย่างไร (จำนวนของกระเบื้องตามความยาวคือ 20 และจำนวนกระเบื้องตามความกว้างคือ 16 เราต้องการกระเบื้องอีก 20 แผ่นสำหรับแถวสุดท้าย แทนค่าเหล่านี้ในสมการความสัมพันธ์ของจำนวนกระเบื้องทั้งหมดจะได้ $(20 \times 16) + 20 = 320 + 20 = 340$)
4. ครูให้นักเรียนนำเสนอ/อธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
5. ให้นักเรียนวิเคราะห์เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีแก้ปัญหของตนเองกับผู้อื่น
6. ครูยกสถานการณ์ปัญหา ประภาคาร
- “ประภาคารแห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย มีความสูง 30.7 เมตร ประภาคารแห่งนี้จะส่งสัญญาณเพื่อเตือนเรือชาวประมงที่กำลังเข้าใกล้ชายฝั่ง เรือประมงออกจากชายฝั่งไกลแค่ไหนจึงสามารถเห็นประภาคารเป็นครั้งแรก ให้นักเรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหา”
- ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุประเด็นสำคัญทางคณิตศาสตร์
- นักเรียนต้องทราบอะไรบ้างจึงจะสามารถตอบประเด็นปัญหาได้ (รัศมีของโลก)
 - เราจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดในการแก้ปัญหา (ทฤษฎีบทพีทาโกรัส)
7. ให้นักเรียนร่วมกันหาแนวทางในการแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน เพื่อให้นักเรียนระดมความคิดสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือตัวแทนของสถานการณ์ ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเรือลอยอยู่บนพื้นผิวของโลกซึ่งเป็นทรงกลม (ต้องนำรัศมีและความโค้งของโลกมาคำนวณ)
 - นักเรียนจะกำหนดตัวแปรแทนปัญหาอย่างไร (H แทนความสูงของประภาคาร S แทนระยะห่างจากเรือถึงประภาคาร และ R แทนความยาวรัศมีของโลก)

- ครูให้นักเรียนลองวาดภาพประกอบ



- นักเรียนสามารถสร้างสมการความสัมพันธ์เพื่อหาระยะห่างจากเรือถึงประภาคารได้อย่างไร

$$(S^2 + R^2 = (R + H)^2)$$

8. ให้นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาและร่วมกันตีความผลลัพธ์
9. ให้นักเรียนนำเสนอ/อธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
10. ให้นักเรียนวิเคราะห์เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีแก้ปัญหของตนเองกับผู้อื่น
11. ให้นักเรียนลองแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหา “บริษัทผลิตกล่องกระดาษ”

ขั้นสรุป

ให้นักเรียนร่วมกันปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา และนำวิธีการแก้ปัญหานั้นไปแก้ปัญหาค่าอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

5. สื่อการเรียนรู้

ใบกิจกรรม สถานการณ์สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 1

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. จากบริบทของปัญหาอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล	การถามตอบ	ผ่าน : สามารถอธิบายเหตุผลให้คนอื่นเข้าใจได้ ไม่ผ่าน : ไม่สามารถอธิบายเหตุผลให้คนอื่นเข้าใจได้
2. สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
3. สามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
4. สามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
5. สามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
6. สามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า	การถามตอบ	ผ่าน : สามารถสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้ ไม่ผ่าน : ไม่สามารถสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้
7. สามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
8. สามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน	การทำใบกิจกรรม	ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ไม่ผ่าน : ได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมต่ำกว่า ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

7. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ด้านนักเรียน

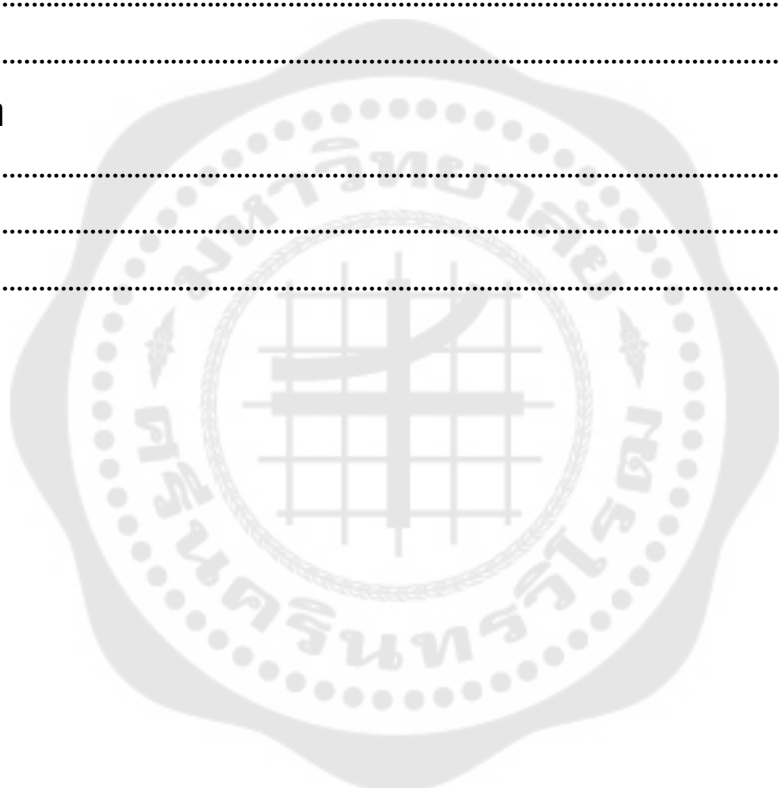
.....
.....
.....

ด้านผู้สอน

.....
.....
.....

ด้านอื่น ๆ

.....
.....
.....



การประเมินผลหลักสูตร

การประเมินผลหลักสูตร ซึ่งถือเป็นผลผลิตที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประเมินผลจาก 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ประเมินจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยนักเรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว บริบททางงานอาชีพ บริบทสังคม บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิจารณาจากผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดอัตโนมัติที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA ก่อนการทดลองใช้หลักสูตรและหลังการทดลองใช้หลักสูตร

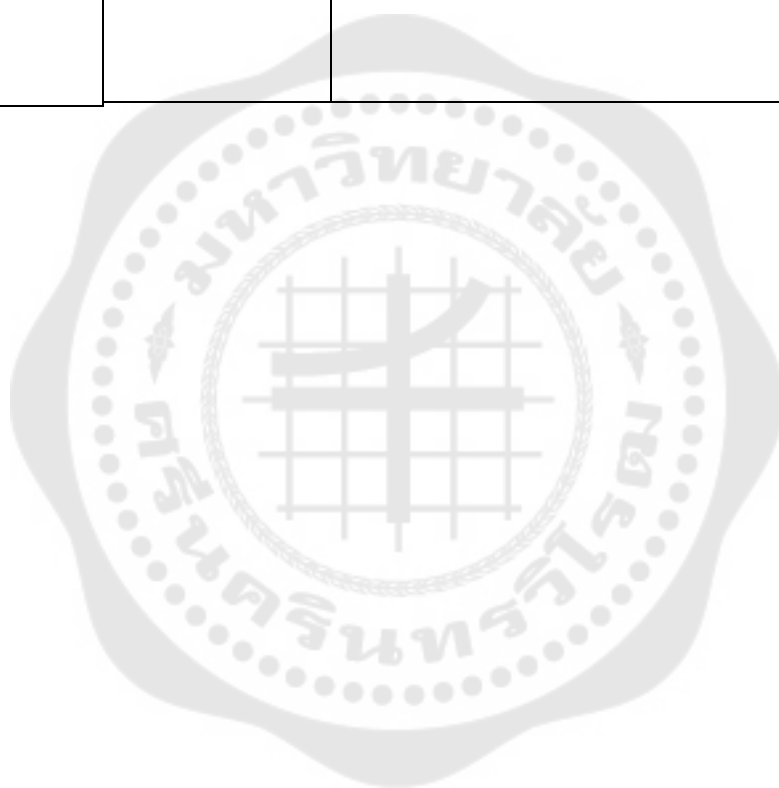
ส่วนที่ 2 ประเมินจากความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร โดยประเมินจาก แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 4: พึงพอใจมากที่สุด 3: พึงพอใจมาก 2: พึงพอใจน้อย 1: พึงพอใจน้อยที่สุด 0: ไม่พึงพอใจเลย

ในการประเมินผลส่วนที่ 1 นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ตามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมี 2 องค์ประกอบหลัก 11 องค์ประกอบย่อย และ 27 ตัวบ่งชี้ ดังตาราง โดยมีเกณฑ์การประเมินแต่ละตัวบ่งชี้ตามที่กำหนดไว้ดังตารางที่ 1-11

ตาราง องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้
1.สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	1.1 การให้เหตุผล	RC.1 จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล RC.2 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง RC.3 ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล
	1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	F.1 ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ F.2 ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้
	1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์	E.1 ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง E.2 ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง E.3 ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอน E.4 ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องเหมาะสม

1.4 การตีความ และประเมินผล ผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์	IE.1 ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่ บริบทในชีวิตจริง IE.2 ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิต จริง IE.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือ ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง
---	--



องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้
1.สมรรถนะทาง คณิตศาสตร์	1.5 การคิดเชิงคำนวณ	<p>CT. 1 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา</p> <p>CT. 2 ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณา รูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้</p> <p>CT. 3 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้</p> <p>CT. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับ ขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้</p>
	1.6 การสร้าง แบบจำลอง	<p>MC. 1 ผู้เรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันสามารถแปลงข้อความทางคณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>MC. 2 ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาเป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพได้</p> <p>MC. 3 ผู้เรียนสามารถวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา</p> <p>MC. 4 สามารถประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองได้</p>
	1.7 การสื่อสาร	<p>CC. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่า</p> <p>CC. 2 ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p> <p>CC. 3 ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p>

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้
2. เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง	2.1 บริบทส่วนตัวและครอบครัว	C. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ	C. 2 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริง
	2.3 บริบทสังคม	C. 3 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	C. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนการให้เหตุผล

คะแนน	พฤติกรรม
3 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล
2 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วนและสมเหตุสมผล
1 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ไม่ชัดเจนว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่ชัดเจน 3. ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วนแต่ไม่สมเหตุสมผล
0 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายไม่ได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล 2. ผู้เรียนสามารถไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล 3. ผู้เรียนไม่สามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปไม่ได้

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนการคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์

คะแนน	พฤติกรรม
3 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์ 2. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน
2 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์ 2. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องบางส่วน แต่ไม่ครบถ้วน
1 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์ 2. ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องบางส่วน แต่ไม่ครบถ้วน
0 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนไม่สามารถระบุทฤษฎี/ ความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 2. ผู้เรียนไม่สามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนการใช้หลักการ และกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์

คะแนน	พฤติกรรม
3 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง 2. ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3. ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน 4. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องเหมาะสม
2 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง 2. ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน 3. ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอนแต่ยังไม่ชัดเจน 4. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสม
1 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้องบางส่วน 2. ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน 3. ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอนแต่ยังไม่ชัดเจน 4. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วนแต่ยังไม่เหมาะสม
0 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนไม่สามารถแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ 2. ผู้เรียนไม่สามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3. ผู้เรียนไม่สามารถอธิบาย สื่อสารโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอหรืออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ 4. ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทโลกชีวิตจริง

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนการตีความและประเมินผลลัพธ์ทาง
คณิตศาสตร์

คะแนน	พฤติกรรม
3 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ ถูกต้อง ครบถ้วน 2. ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้อง และชัดเจน 3. ผู้เรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้อง และชัดเจน
2 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ ถูกต้อง ครบถ้วน 2. ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน 3. ผู้เรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน
1 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ ถูกต้องบางส่วน 2. ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน 3. ผู้เรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนไม่สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ 2. ผู้เรียนไม่สามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง 3. ผู้เรียนไม่สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนการคิดเชิงคำนวณ

คะแนน	พฤติกรรม
3 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน 2. ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ถูกต้อง 3. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้ถูกต้อง 4. ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้ถูกต้อง
2 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน 2. ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ถูกต้อง บางส่วน นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ถูกต้องบางส่วน 3. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้ถูกต้องบางส่วน 4. ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้ถูกต้อง
1 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน 2. ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ถูกต้อง บางส่วน นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ถูกต้องบางส่วน 3. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้ถูกต้องบางส่วน 4. ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา 2. ผู้เรียนไม่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหา ของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังไม่สามารถพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ 3. ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้ไม่ถูกต้อง 4. ผู้เรียนไม่สามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนการสื่อสาร

คะแนน	พฤติกรรม
3 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าได้ถูกต้อง เหมาะสม 2. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียนได้ถูกต้อง เหมาะสม 3. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียนได้ถูกต้อง เหมาะสม
2 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าได้ถูกต้อง เหมาะสม 2. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียนได้ถูกต้อง เหมาะสม 3. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียนได้ถูกต้อง และเหมาะสมบางส่วน
1 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าได้ถูกต้อง เหมาะสม 2. ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียนได้ถูกต้อง และเหมาะสมบางส่วน 3. ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียนได้ถูกต้อง และเหมาะสมบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าได้ 2. ผู้เรียนไม่สามารถอธิบาย หรือตีความ หรือแปลงความคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียนได้ 3. ผู้เรียนไม่สามารถเขียนแสดงหรือนำเสนอความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียนได้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทส่วนตัว

คะแนน	พฤติกรรม
2 (ดีมาก)	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบคลุมได้เหมาะสมและถูกต้อง
1 (ดี)	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบคลุมได้เหมาะสมแต่ไม่ถูกต้อง
0 (ปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่สามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบคลุมไม่ได้

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบททางการงานอาชีพ

คะแนน	พฤติกรรม
2 (ดีมาก)	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริงได้เหมาะสมและถูกต้อง
1 (ดี)	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริงได้เหมาะสมแต่ไม่ถูกต้อง
0 (ปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่สามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริง

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทสังคม

คะแนน	พฤติกรรม
2 (ดีมาก)	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลกได้เหมาะสมและถูกต้อง
1 (ดี)	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลกได้เหมาะสมแต่ไม่ถูกต้อง
0 (ปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่สามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมิน/ให้คะแนนเนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คะแนน	พฤติกรรม
2 (ดีมาก)	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เหมาะสมและถูกต้อง
1 (ดี)	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เหมาะสมแต่ไม่ถูกต้อง
0 (ปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่สามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวอย่างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องตามบริบทการประเมินของ PISA สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ
2. ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด ใช้เวลาในการทำ 70 นาที

สถานการณ์ สายการบิน “ยิ้มสบาย”

ข้อ 1.

ตารางเวลาเที่ยวบินระหว่างประเทศ A และประเทศ B
สายการบิน “ยิ้มสบาย”

เที่ยวบิน	วันอังคารที่ 20 พฤษภาคม 2557	วันอังคารที่ 25 พฤษภาคม 2557
ขาไป : จากประเทศ A ไปประเทศ B	ออกจากประเทศ A เวลา 07.35 น. (ตามเวลาท้องถิ่น) ถึงประเทศ B เวลา 12.35 น. (ตามเวลาท้องถิ่น) ระยะเวลาในการเดินทาง 6 ชั่วโมง 30 นาที	ออกจากประเทศ B เวลา 05.25 น. (ตามเวลาท้องถิ่น) ถึงประเทศ A เวลา 13.25 น. (ตามเวลาท้องถิ่น) ระยะเวลาในการเดินทาง 6 ชั่วโมง 30 นาที

1.1 เวลาของประเทศ A ช้ากว่าหรือเร็วกว่าประเทศ B เป็นระยะเวลาเท่าใด (แสดงวิธีคิด)

ตอบ.....

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

1.2 กำหนดสูตรการคำนวณอัตราเร็วเฉลี่ยดังนี้

อัตราเร็วเฉลี่ย =	ระยะทางที่เคลื่อนที่
	เวลาที่ใช้เคลื่อนที่

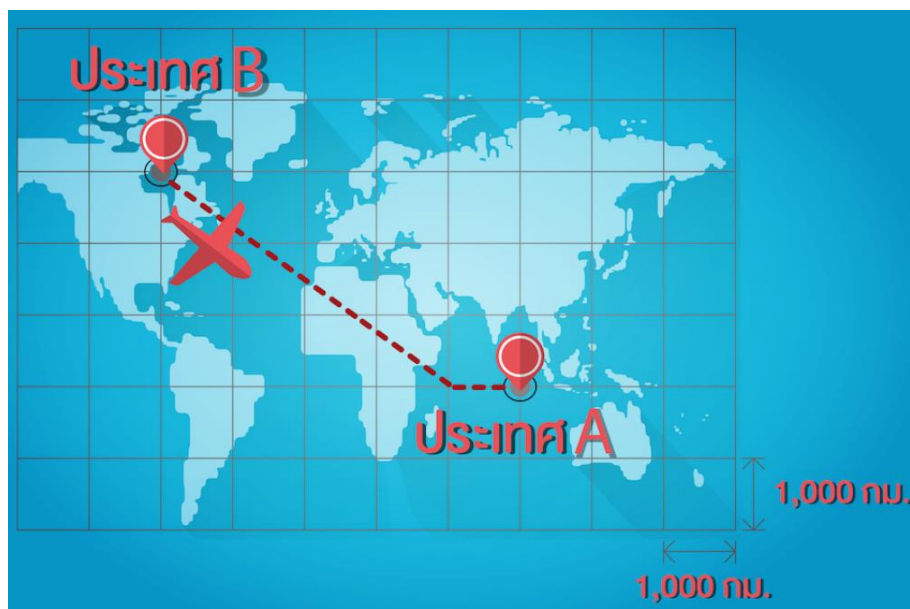
จากข้อมูลข้างต้น ถ้าเครื่องบินเดินทางจากประเทศ A ไปประเทศ B โดยใช้อัตราเร็วเฉลี่ย 900 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แล้วเครื่องบินลำนี้เดินทางได้ระยะทางกี่กิโลเมตร

ตอบ.....

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

1.3 หากเที่ยวบินกลับจากประเทศ B มาประเทศ A สายการบินยิ้มสบายได้กำหนดเส้นทางการบินดังแผนที่นี้



จากแผนที่ เส้นทางการเที่ยวบินกลับจากประเทศ B มาถึงประเทศ A มีระยะทางกี่กิโลเมตร จงแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

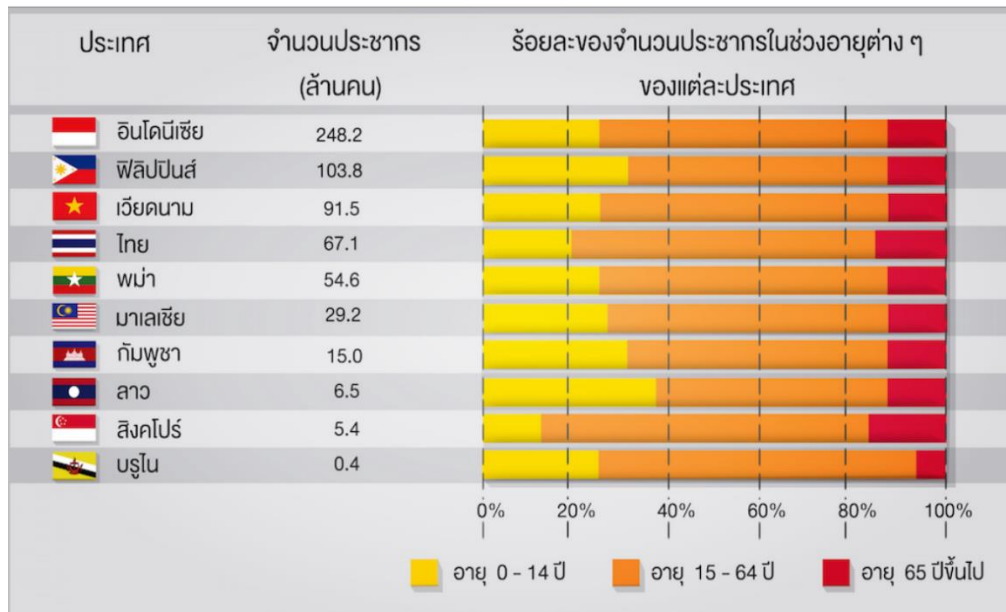
นักเรียนมีความคิดเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไรจงอธิบาย

.....

.....

สถานการณ์ จำนวนประชากร

ข้อ 2. ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2554 หน่วยงานหนึ่งได้รายงานจำนวนประชากรและร้อยละของจำนวนประชากรในช่วงอายุต่าง ๆ ในกลุ่มประเทศอาเซียนดังนี้



ที่มา : ข้อมูลจาก CIA World Factbook

2.1 จากข้อมูลให้ใส่ ✓ ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
1) ประเทศสิงคโปร์มีจำนวนประชากรน้อยที่สุดในกลุ่มประเทศอาเซียน		
2) ประเทศมาเลเซียและประเทศกัมพูชามีประชากรรวมกันมากกว่าประเทศพม่า		
3) ประเทศไทยมีประชากรในช่วงอายุ 0-14 ปี อยู่ 20% ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ		
4) ประเทศลาวมีร้อยละของจำนวนประชากรในช่วงอายุ 15-64 ปี น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ		

2.2 ประเทศเวียดนามมีร้อยละของจำนวนประชากรในช่วงอายุ 15 – 64 ปี ประมาณเท่าใด

ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดอย่างละเอียดประกอบคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

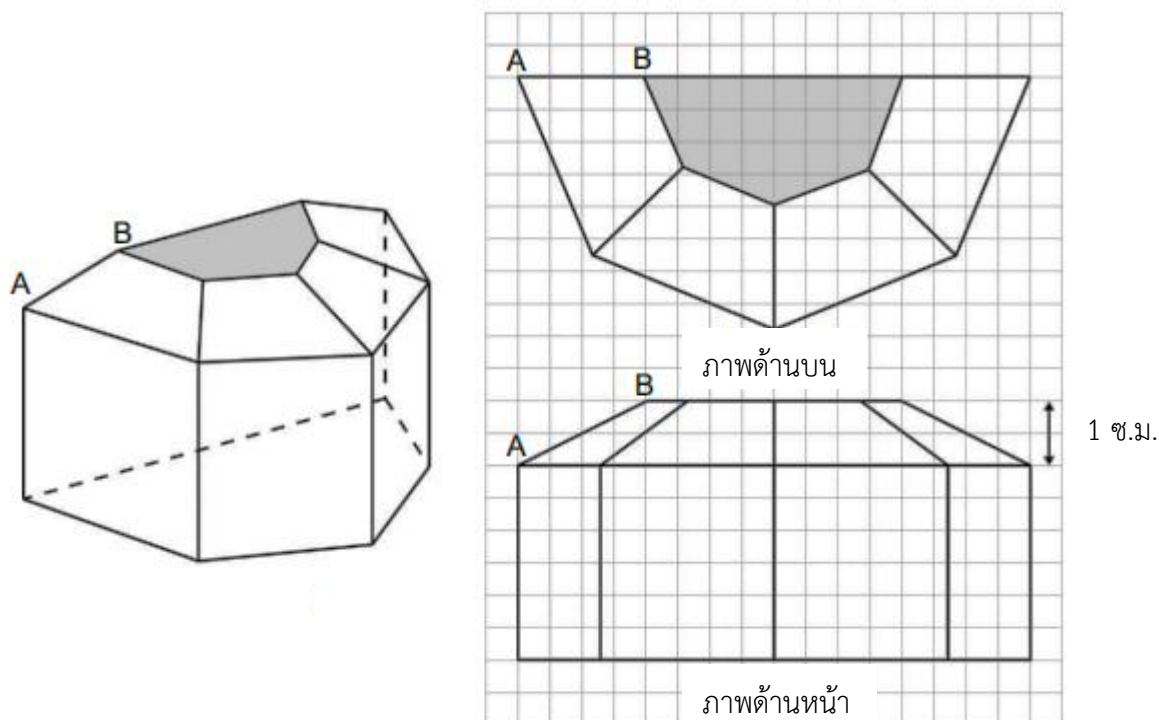
.....

แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2.3 ถ้ากล่าวว่ “ประชากรของประเทศอินโดนีเซียและประเทศฟิลิปปินส์ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป มีจำนวนเท่ากัน” แล้วคำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

สถานการณ์ ห้องกระจก

ข้อ 3. แผนภาพแสดงแปลนออกแบบสำหรับห้องอบแดด โดยผนังทั้งสี่ด้านของห้องอบแดดเป็นแผ่นกระจกใสรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก หลังคาใช้แผ่นกระจกใสรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 4 แผ่น ที่มีขนาดเท่ากันทั้งหมด และด้านบนเป็นแผงกระจกสีบานหนึ่งรูปห้าเหลี่ยม ดังภาพด้านล่าง



อยากทราบว่าขอบของแผงหลังคา AB ด้านใดด้านหนึ่งที่แสดงอยู่ในรูปภาพมีความยาวจริงประมาณกี่เมตรเมื่อกำหนดมาตราส่วน 1 ซม. = 1 เมตร

นักเรียนมีความคิดเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไรจงอธิบาย

.....

.....

.....



ภาคนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล

- แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- แบบประเมินร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบประเมินนี้ สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นภายใต้แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องว่ามีความเป็นไปได้และเหมาะสมในการนำไปใช้ในการพัฒนานักเรียนในหลักสูตร ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานทางการศึกษาที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป
3. โปรดทำเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดของท่านมากที่สุด
แบบประเมิน มีจำนวน 3 ตอน คือ
ตอนที่ 1.1 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลัก
ตอนที่ 1.2 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย
ตอนที่ 1.3 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้
ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยเกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	มีค่าเท่ากับ	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	มีค่าเท่ากับ	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1	คะแนน
4. ข้อมูลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์และนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น ผู้วิจัยจะถือเป็นความลับ และจะไม่นำไปเผยแพร่แต่ประการใด ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมินมา ณ โอกาสนี้

นางสาวเกษชฎา เพียรनुเคราะห์ชน

นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ข้อมูลส่วนตัวผู้ประเมิน

1. ผู้เชี่ยวชาญสาขา
 2. ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี
 3. วุฒิการศึกษา.....
 4. ตำแหน่งปัจจุบัน.....
 5. สถานที่ทำงาน.....
-



ตอนที่ 1.1 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลัก

คำชี้แจง หลังจากพิจารณาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาแล้ว ท่านคิดว่าองค์ประกอบหลักที่กำหนดให้มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

องค์ประกอบหลัก	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
1. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์					
2. เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 1.2 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักและ
องค์ประกอบย่อย

คำชี้แจง หลังจากพิจารณาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาแล้ว ท่านคิดว่าองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยที่กำหนดให้มีความ
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด

องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย		ระดับความคิดเห็น				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
1. สมรรถนะทาง คณิตศาสตร์	1.1 การให้เหตุผล					
	1.2 การคิดและแปลงปัญหา ในทางคณิตศาสตร์					
	1.3 การใช้หลักการ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์					
	1.4 การตีความและประเมินผล ลัพธ์ทางคณิตศาสตร์					
	1.5 การคิดเชิงคำนวณ					
	1.6 การสร้างแบบจำลอง					
	1.7 การสื่อสาร					
2. เนื้อหาที่สัมพันธ์กับ บริบทโลกจริง	2.1 บริบทส่วนตัว					
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ					
	2.3 บริบทสังคม					
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม



ตอนที่ 1.3 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้

คำชี้แจง หลังจากพิจารณาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาแล้ว ท่านคิดว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น			
			๒.00 ไม่เหมาะสมเลย	๓.00 ไม่เหมาะสม	๔.00 พอเหมาะสม	๕.00 เหมาะสมเลย
1.สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	1.1 การให้เหตุผล	RC. 1 จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล				
		RC. 2 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง				
		RC. 3 ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล				
	1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	F.1 ผู้เรียนสามารถระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้				
		F.2 ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้				

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
			๒๕/๒๕ คะแนน	๒๔/๒๕ คะแนน	๒๓/๒๕ คะแนน	๒๒/๒๕ คะแนน	๒๑/๒๕ คะแนน
	1.3 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	<p>E.1 ผู้เรียนสามารถแสดงวิธีทำเป็นการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง</p> <p>E.2 ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง</p> <p>E.3 ผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องของการแสดงแทนของสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข หรือปริมาณทางเรขาคณิต เข้าใจความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างปริมาณ และรูปแบบของสถิติ</p> <p>E.4 ผู้เรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสม</p> <p>E.5 ผู้เรียนประเมินความสำคัญของรูปแบบ หรือแบบจำลองที่สังเกตได้อย่างเหมาะสม</p>					

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ระดับความเกิดขึ้น				
			อยู่ในเกณฑ์สูง	อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง	อยู่ในเกณฑ์ต่ำ	อยู่ในเกณฑ์สูง	อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง
องค์ประกอบหลัก	1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	IE.1 ผู้เรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง					
		IE.2 ผู้เรียนสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง					
		IE.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาชีวิตจริง					
องค์ประกอบหลัก	1.5 การคิดเชิงคำนวณ	CT. 1 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา					
		CT. 2 ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหามาใช้กับปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาปัญหาที่ยากกว่าที่มีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้					
		CT. 3 ผู้เรียนสามารถสังเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้					
		CT. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้					

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวปั้งชี้	ระดับความคิดเห็น				
			๒๕/๒๕ คะแนน	๒๐/๒๕ คะแนน	๑๕/๒๕ คะแนน	๑๐/๒๕ คะแนน	๕/๒๕ คะแนน
	1.6 การสร้างแบบจำลอง	<p>MC. 1 ผู้เรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันสามารถแปลงข้อความทางคณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>MC. 2 ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ ตัวเลข หรือเรขาคณิต มาเป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพได้</p> <p>MC. 3 ผู้เรียนสามารถวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา</p> <p>MC. 4 สามารถประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองได้</p>					
	1.7 การสื่อสาร	<p>CC. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าและแบบเขียน</p> <p>CC. 2 ผู้เรียนสามารถเข้าใจ ดีความ และประเมินผลหรือตอบสนองต่อความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูดและการเขียน</p> <p>CC. 3 ผู้เรียนสามารถใช้เงื่อนไข สัญลักษณ์ และสัญลักษณ์นำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าและแบบเขียน</p>					

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ระดับความถี่				
			อยู่บ่อย	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก	ไม่มีเลย
2.เนื้อหาที่สัมพันธ์กับ บริบทโลกจริง	2.1 บริบทส่วนตัว	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบคลุม					
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงานในโลกชีวิตจริง					
	2.3 บริบทสังคม	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่นระดับชาติ หรือระดับโลก					
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบประเมินนี้ สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้น ภายใต้แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องว่าความเป็นไปได้และเหมาะสมในการนำไปใช้ในการพัฒนานักเรียนในหลักสูตร ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานทางการศึกษาที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป
3. โปรดทำเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดของท่านมากที่สุด
แบบประเมิน มีจำนวน 2 ตอน คือ
ตอนที่ 2.1 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย
ตอนที่ 2.2 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้
แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จะนำมาใช้ทดลองในหลักสูตร โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้
คะแนน + 1 สำหรับองค์ประกอบหรือตัวบ่งชี้ที่ผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่าสอดคล้องกัน
คะแนน 0 สำหรับองค์ประกอบหรือตัวบ่งชี้ที่ผู้ทรงคุณวุฒิไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกัน
คะแนน - 1 สำหรับองค์ประกอบหรือตัวบ่งชี้ที่ผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่าไม่สอดคล้องกัน
4. ข้อมูลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์และนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น ผู้วิจัยจะถือเป็นความลับ และจะไม่นำไปเผยแพร่แต่ประการใด ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมินมา ณ โอกาสนี้

นางสาวเกษชุตดา เพ็ชรนุ

เคราะห์ชน

นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตอนที่ 2.1 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย
คำชี้แจง หลังจากพิจารณาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว ท่านคิดว่าองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยที่กำหนดให้มีความ
 ความสอดคล้องกันหรือไม่

ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่ สอดคล้อง -1	
1.	องค์ประกอบหลัก สมรรถนะทางคณิตศาสตร์				
	องค์ประกอบย่อย				
	1.1 การให้เหตุผล				
	1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์				
	1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์				
	1.4 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์				
	1.5 การคิดเชิงคำนวณ				
	1.6 การสร้างแบบจำลอง				
	1.7 การสื่อสาร				
2.	องค์ประกอบหลัก เนื้อหาที่สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง				
	2.1 บริบทส่วนตัว				
	2.2 บริบททางการงานอาชีพ				
	2.3 บริบทสังคม				
	2.4 บริบททางวิทยาศาสตร์				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ตอนที่ 2.2 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบย่อยและตัวบ่งชี้

คำชี้แจง หลังจากพิจารณาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว ท่านคิดว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่กำหนดให้มีความสอดคล้องหรือไม่

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
1.1 การให้เหตุผล	RC. 1 จากบริบทของปัญหาผู้เรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล				
	RC. 2 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง				
	RC. 3 ผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล				
1.2 การคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์	F.1 ผู้เรียนสามารถระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้				
	F.2 ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแปรสัญลักษณ์ แผนภาพ และการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม เพื่อแปลงสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ได้				

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์	E.1 ผู้เรียนสามารถแสดง วิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ได้ถูกต้อง				
	E.2 ผู้เรียนสามารถใช้กฎ ข้อเท็จจริง เครื่องมือทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง				
	E.3 ผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องของการ แสดงแทนของสัญลักษณ์ที่ เกี่ยวข้องกับตัวเลข หรือปริมาณ ทางเรขาคณิต เข้าใจความสัมพันธ์ เชิงฟังก์ชันระหว่างปริมาณ และ รูปแบบของสถิติ				
	E.4 ผู้เรียนสามารถระบุความ เชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสม				
	E.5 ผู้เรียนประเมินความสำคัญ ของรูปแบบ หรือแบบจำลองที่ สังเกตได้อย่างเหมาะสม				
1.4 การตีความและ ประเมินผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์	IE.1 ผู้เรียนสามารถตีความ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่ บริบทในชีวิตจริง				
	IE.2 ผู้เรียนสามารถประเมินความ เป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของ ปัญหาชีวิตจริง				
	IE.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายความ สมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือ ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบท ของปัญหาชีวิตจริง				

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
1.5 การคิดเชิงคำนวณ	CT. 1 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา				
	CT. 2 ผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาของรูปแบบปัญหาที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้				
	CT. 3 ผู้เรียนสามารถสังเคราะห์รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกย่อยส่วนสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญได้				
	CT. 4 ผู้เรียนสามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้				
1.6 การสร้างแบบจำลอง	MC. 1 ผู้เรียนสามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันไปเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันสามารถแปลงข้อความทางคณิตศาสตร์กลับไปเป็นข้อความในชีวิตประจำวัน เพื่อจำลองปัญหาในสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์				
	MC. 2 ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ ตัวเลข หรือเรขาคณิต มาเป็นตัวแทนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพได้				
	MC. 3 ผู้เรียนสามารถวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา				
	MC. 4 สามารถประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองได้				
1.7 การสื่อสาร	CC. 1 ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบปากเปล่าและแบบเขียน				

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
1.7 การสื่อสาร	CC. 2 ผู้เรียนสามารถเข้าใจ ดีความ และประเมินผลหรือ ตอบสนองต่อความคิดทาง คณิตศาสตร์ในรูปแบบการพูด และการเขียน				
	CC. 3 ผู้เรียนสามารถใช้เงื่อนไข สัญญาณ และสัญลักษณ์นำเสนอ ความคิดทางคณิตศาสตร์ใน รูปแบบปากเปล่าและแบบเขียน				
2.1 บริบทส่วนตัว	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะ ทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลก ชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่ เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว				
2.2 บริบททางการ งานอาชีพ	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะ ทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลก ชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่ เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำงาน ในโลกชีวิตจริง				
2.3 บริบทสังคม	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะ ทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลก ชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่ เกี่ยวข้องกับชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก				
2.4 บริบททาง วิทยาศาสตร์	ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะ ทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลก ชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม



แบบประเมินร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินร่างหลักสูตร จัดทำขึ้นเพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้กรุณา
ประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรโดยทำ
เครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด และเขียนข้อเสนอแนะอื่น ๆ

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของร่างหลักสูตร

ตอนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องของร่างหลักสูตร

ตอนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของร่างหลักสูตร

คำชี้แจง หลังจากที่ท่านได้พิจารณาร่างหลักสูตรแล้ว ขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรในแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นการประเมิน	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
1.วัตถุประสงค์ของหลักสูตร					
1.1 เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ด้านคณิตศาสตร์					
1.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านบริบทโลกชีวิตจริงในประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคล ครอบครัว บริบททางการงาน อาชีพ บริบทสังคม บริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
1.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้					
1.4 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดและแปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์					
1.5 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์					
1.6 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์					
1.7 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดเชิงคำนวณและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้					
1.8 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้					
2.เนื้อหาสาระของหลักสูตร					
2.1 การกำหนดหัวข้อของเนื้อหาของหลักสูตรมีความเหมาะสม					
2.2 เนื้อหาแต่ละหน่วยเป็นสาระสำคัญของความรู้คณิตศาสตร์					
2.3 เนื้อหาแต่ละหน่วยช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์					

ประเด็นการประเมิน	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
2.4 จัดเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเหมาะสม					
2.5 เนื้อหาแต่ละหน่วยนำไปปฏิบัติได้จริง และเหมาะสมกับวัยนักเรียน					
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์					
3.3 เหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย					
3.4 เหมาะสมกับเนื้อหาแต่ละหน่วย					
<ul style="list-style-type: none"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทอาชีพ นำการจัดการเรียนรู้ตามแนว Model Eliciting Activities มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม 					
<ul style="list-style-type: none"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทส่วนตัว นำการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม 					
<ul style="list-style-type: none"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม 					
<ul style="list-style-type: none"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบทวิทยาศาสตร์ นำการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม 					

9ประเด็นการประเมิน	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม น้อยที่สุด
4. แผนการจัดการเรียนรู้					
4.1 ส่วนประกอบ (จุดประสงค์การเรียนรู้, ตัวบ่งชี้, สารการเรียนรู้สำคัญ, ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้, สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล) ในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทอาชีพ					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทส่วนตัว					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบท วิทยาศาสตร์					
4.2 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทอาชีพ					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทส่วนตัว					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบท วิทยาศาสตร์					
4.3 แผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย เหมาะกับการนำไปใช้จริง					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทอาชีพ					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทส่วนตัว					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม					
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบท วิทยาศาสตร์					
5.การประเมินผลการเรียนรู้					
5.1 เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร					
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาสาระของหลักสูตร					
5.3 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
5.4 เหมาะสมกับการวัดความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์					

**ตอนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องของร่างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้
ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

คำชี้แจง หลังจากที่ท่านได้พิจารณาร่างหลักสูตรแล้ว ขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร

(วัตถุประสงค์ของหลักสูตร, เนื้อหาสาระของหลักสูตร, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร) มีความสอดคล้องกันหรือไม่

ประเด็นการประเมิน	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
1. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับเนื้อหาสาระของหลักสูตร			
2. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
3. วัตถุประสงค์ของหลักสูตรกับการประเมินผลการเรียนรู้			
4. เนื้อหาสาระของหลักสูตรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5. เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทอาชีพ			
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทส่วนตัว			
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม			
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบทวิทยาศาสตร์			
6. เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการวัดผลและประเมินผล			
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บริบทอาชีพ			
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บริบทส่วนตัว			
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บริบทสังคม			
• หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 บริบทวิทยาศาสตร์			
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้กับการประเมินผลการเรียนรู้			

ตอนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติม

คำชี้แจง หลังจากที่ท่านได้พิจารณาร่างหลักสูตรแล้ว ขอให้ท่านแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือข้อเสนอแนะอื่น ๆ ในประเด็นต่าง ๆ เพื่อผู้วิจัยจะได้ปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตรให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้จริง

1. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไร หรือมีจุดใดบ้างที่ควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....

2. เนื้อหาสาระของหลักสูตร ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไร หรือมีจุดใดบ้างที่ควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไร หรือมีจุดใดบ้างที่ควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....

4. แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไร หรือมีจุดใดบ้างที่ควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....

5. การประเมินผลการเรียนรู้ ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไร หรือมีจุดใดบ้างที่ควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....



**แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชา
เพิ่มเติม**

เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดของนักเรียนมากที่สุด โดยใช้
เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1.เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
1.1 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการให้เหตุผล					
1.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการคิดและ แปลงปัญหาในทางคณิตศาสตร์					
1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการใช้ หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์					
1.4 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการตีความ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์					
1.5 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการคิดเชิงคำนวณ					
1.6 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการสร้าง แบบจำลอง					
1.7 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้มีการสื่อสาร					
1.8 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้สัมพันธ์กับบริบทโลกจริง					
1.9 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับระดับความรู้ความสามารถของ นักเรียน					
1.10 เนื้อหาสาระการเรียนรู้กับระยะเวลาเรียนที่กำหนดในแต่ละคาบ					

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน					
2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ					
2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่					
2.4 สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เชื่อมโยงกับบริบทโลกจริง					
2.5 บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายร่วมกัน					
2.6 บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสื่อสาร					
2.7 เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้					
2.8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตอบสนองความต้องการของนักเรียน					
2.9 นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้					
2.10 ความพึงพอใจในภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3. สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้					
3.1 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
3.2 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้นำมาใช้ตรวจสอบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้หรือเข้าใจสิ่งที่ได้					
3.3 สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์และเสริมสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน					
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 การวัดและประเมินผลมีหลักเกณฑ์ที่ชัดเจน					
4.2 นักเรียนพึงพอใจต่อวิธีการวัดและประเมินผล					

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวเกษชуда เพ็ชรนุเคราะห์ชน
วัน เดือน ปี เกิด	30 มกราคม 2530
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2552 ครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาการสอนคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2560 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ (หลักสูตรนานาชาติ) มหาวิทยาลัยมหิดล
ที่อยู่ปัจจุบัน	89/1 ถนนสุขุมวิท ซอย 89/1 แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10260

