

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิทยานิพนธ์

ของ

ภาณิชา ศรีรัตน์

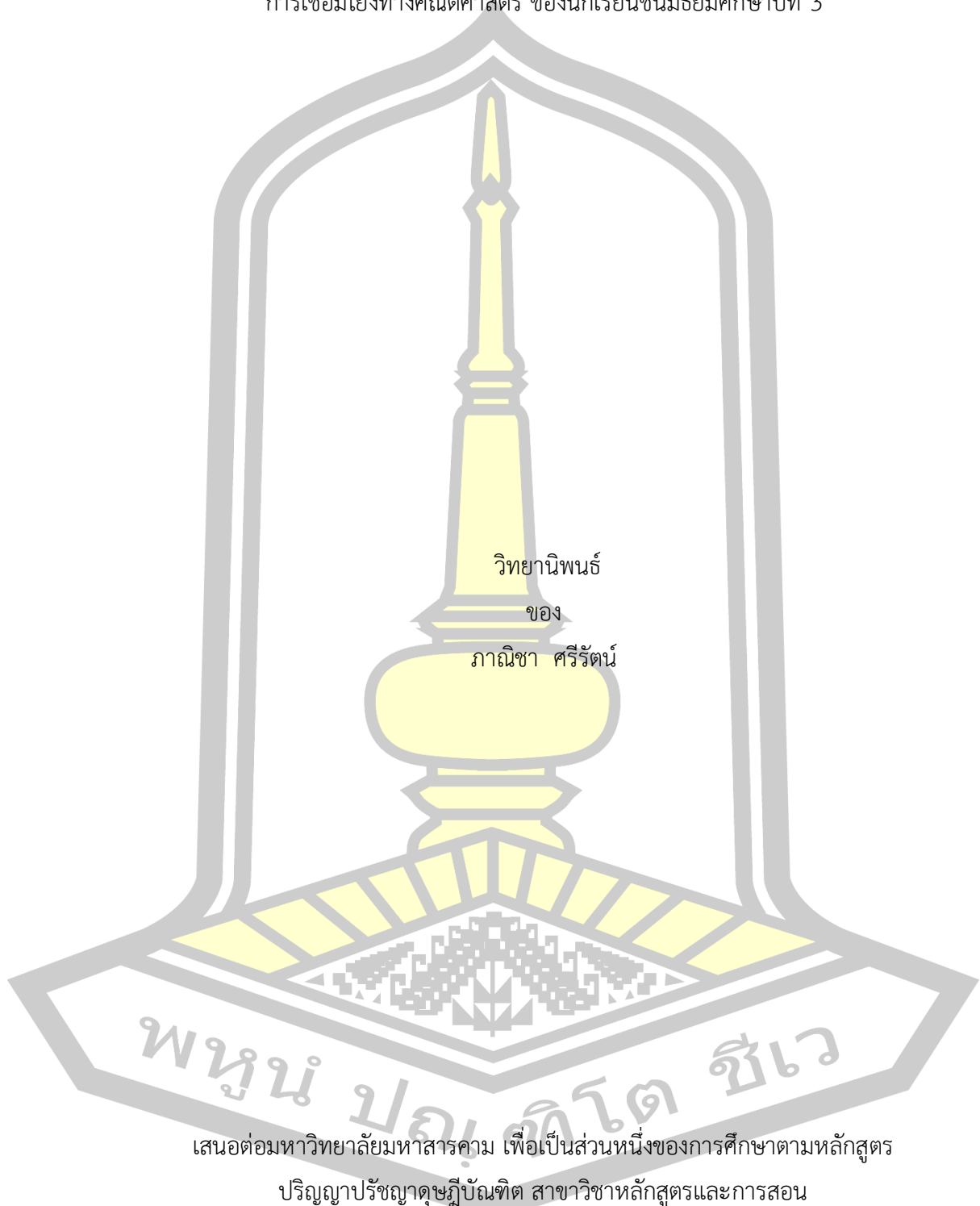
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กุมภาพันธ์ 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



วิทยานิพนธ์
ของ
ภาณิชา ศรีรัตน์

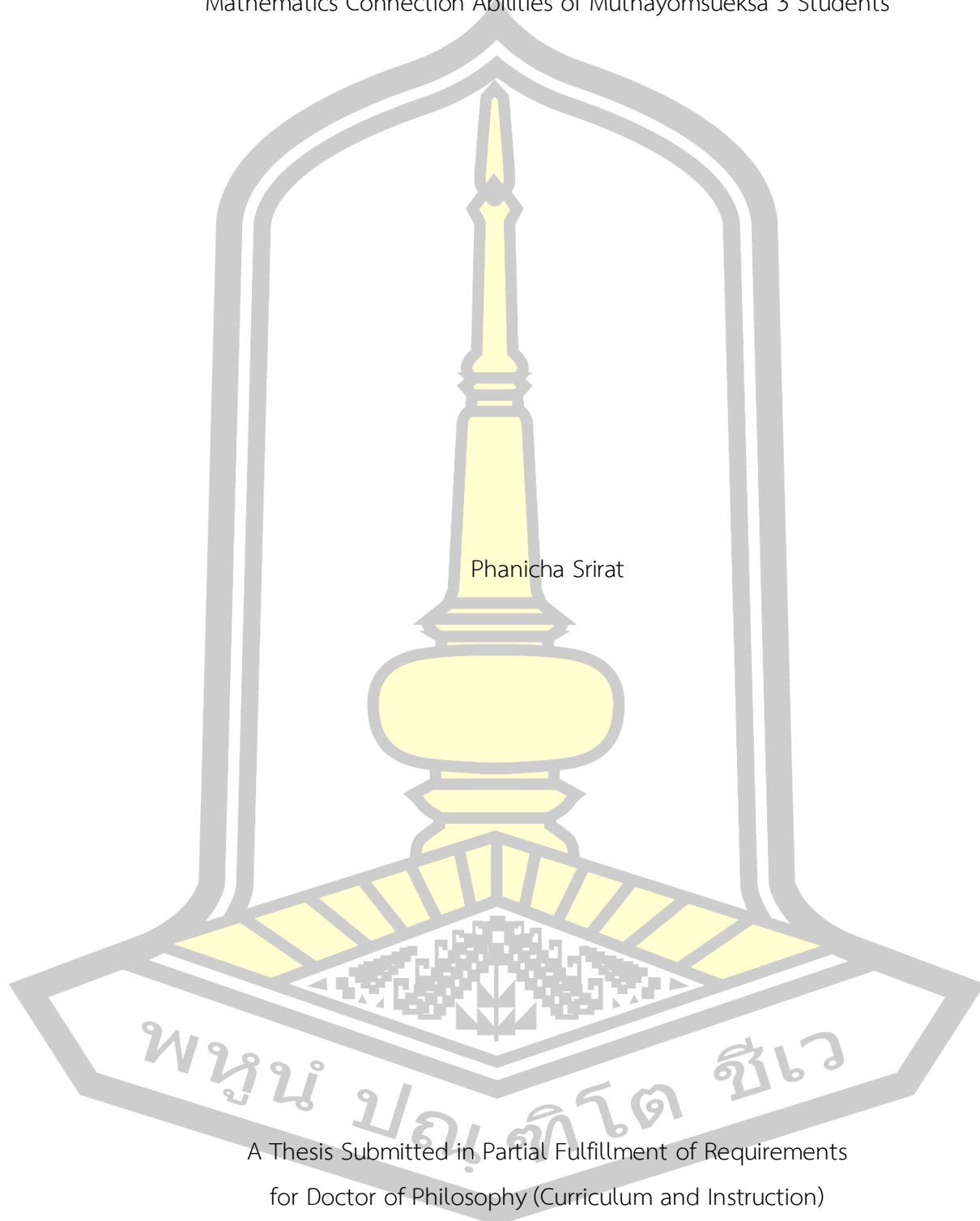
พูน ปรุคิต ชีเว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กุมภาพันธ์ 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Learning Management Model to Support Reasoning Abilities and
Mathematics Connection Abilities of Muthayomsueksa 3 Students



Phanicha Srirat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Doctor of Philosophy (Curriculum and Instruction)

February 2019

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวภาณิชา ศรีรัตน์
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. จิระพร ชะโน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รศ. ดร. นีราศ จันทระจิตร)

กรรมการ

(ผศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมาน เอกพิมพ์)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทศิริสิริ)

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ที่ 3		
ผู้วิจัย	ภาณิชา ศรีรัตน์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล รองศาสตราจารย์ ดร. นิราศ จันทระจิต		
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานการปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 3) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นการวิจัยแบบผสมผสานวิธี โดยวิธีการศึกษาเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูคณิตศาสตร์ที่สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสกลนคร จำนวน 86 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน และการศึกษาเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกกับครูคณิตศาสตร์ที่มีผลงานการปฏิบัติที่เป็นเลิศ จำนวน 3 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง ระยะที่ 2 การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการสัมมนาผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้มาโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม ได้แก่ โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย จำนวน 2 ห้อง จำแนกเป็นห้องทดลอง 22 คน ห้องควบคุม 20 คน และโรงเรียนกุดเรือคำพิทยาคาร จำนวน 2 ห้อง จำแนกเป็นห้องทดลอง 35 คน ห้องควบคุม 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบสอบถามสำหรับครูคณิตศาสตร์ 4) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง 5) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมุติฐานด้วย t-test (Dependent Samples) และ F-test สำหรับการวิเคราะห์ความ

แปรปรวนพหุคูณ ทางเดียว (One-way MANOVA)

ผลการวิจัยปรากฏผลดังนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานการปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายข้อการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน รองลงมา คือ สอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ และสื่อเพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน ตามลำดับ ส่วนความต้องการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยความต้องการในการพัฒนา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การวัดและประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาวิชา รองลงมา คือ จัดบรรยากาศภายในห้องเรียน เอื้อต่อการเรียนรู้การสอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ การใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน และการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ที่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายตามลำดับ

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามี 6 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนอง และ 6) ระบบสนับสนุน โดยใช้แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานที่สนับสนุน ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) แนวคิดการสะท้อนคิด (Reflection) และแนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มี 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 เเชิญและวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 2 ประมวลผลความคิดค้นหาคำตอบ ขั้นที่ 3 เรียนรู้จากการปฏิบัติ ขั้นที่ 4 อภิปราย สรุปผล โดยผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการประเมินความเหมาะสมโดยรวมในระดับมากที่สุด

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า

3.1 นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2 นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์, การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



TITLE	The Development of Learning Management Model to Support Reasoning Abilities and Mathematics Connection Abilities of Muthayomsueksa 3 Students		
AUTHOR	Phanicha Srirat		
ADVISORS	Assistant Professor Yannapat Sihamongkhon , Ed.D. Associate Professor Nirat Jantharajit , Ph.D.		
DEGREE	Doctor of Philosophy	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2019

ABSTRACT

The purposes of this study were: 1) to study the prior information and current state of learning management for reasoning and connection abilities in mathematics learning of Muthayomsueksa 3 Student, 2) to develop learning management model for reasoning abilities and mathematics connection abilities, 3) to study for the results of implementing of that learning management model. In this study was provided by Research and Development methodology, which composed of three phases, for the first phase was studying of prior information and current state in learning management to promote the student's reasoning and connection abilities in mathematics learning. The second phase, developing the learning management model. and for the third phase was implementing the effectiveness of model. The samples in studying for the effectiveness of model were consisted of two groups of the students in Muthayomsueksa 3 from Bannongweangnoi school, and two groups of students from Kutruetakhamphitthayakhan school, those were the experimental and control groups with 22,20,35 and 35 students respectively. The instruments used in this study were: 1) questionnaire, 2) structured interview, 3) lesson plan assessment, 4) the learning management model for reasoning abilities and mathematics connection abilities, 5) lesson plan for reasoning and connection abilities in mathematics learning, and 6) reasoning and connection abilities test. The

statistics were used in this study consisted of percentage, mean, standard deviation, and using t-test (Dependent-sample), F-test (One-way MANOVA) to employ in testing hypotheses.

The research results were as follows:

1. The result of studying the prior information and current state of learning management for reasoning and connection abilities in mathematics learning of Muthayomsueksa 3 Student are at the high level. The current state of learning management at the high level were appropriate instructional media and most students see the importance of mathematics learning. Including more of needed to engage for reasoning and connection abilities in mathematics learning are at the high level were measurement and evaluation, climate of learning, importance of mathematics learning, appropriate instruction media, and modern technology.

2. The development of learning management model for reasoning abilities and mathematics connection abilities of muthayomsueksa 3 student composed of : 1) Principles, approaches, and concerned theories, 2) The purpose of model, 3) Learning process, 4) Social system, 5) The principle of responding and, 6) Support system. Whereas, learning management model was created based on Constructivism psychology, Heuristics, Reflection, and Open approach. Which learning process composed of four steps and those were: 1) Coping and analyzing problem, 2) Idea Finding, 3) Conduction, and 4) Discussing and summarizing. The results of model evaluation were met the requirement.

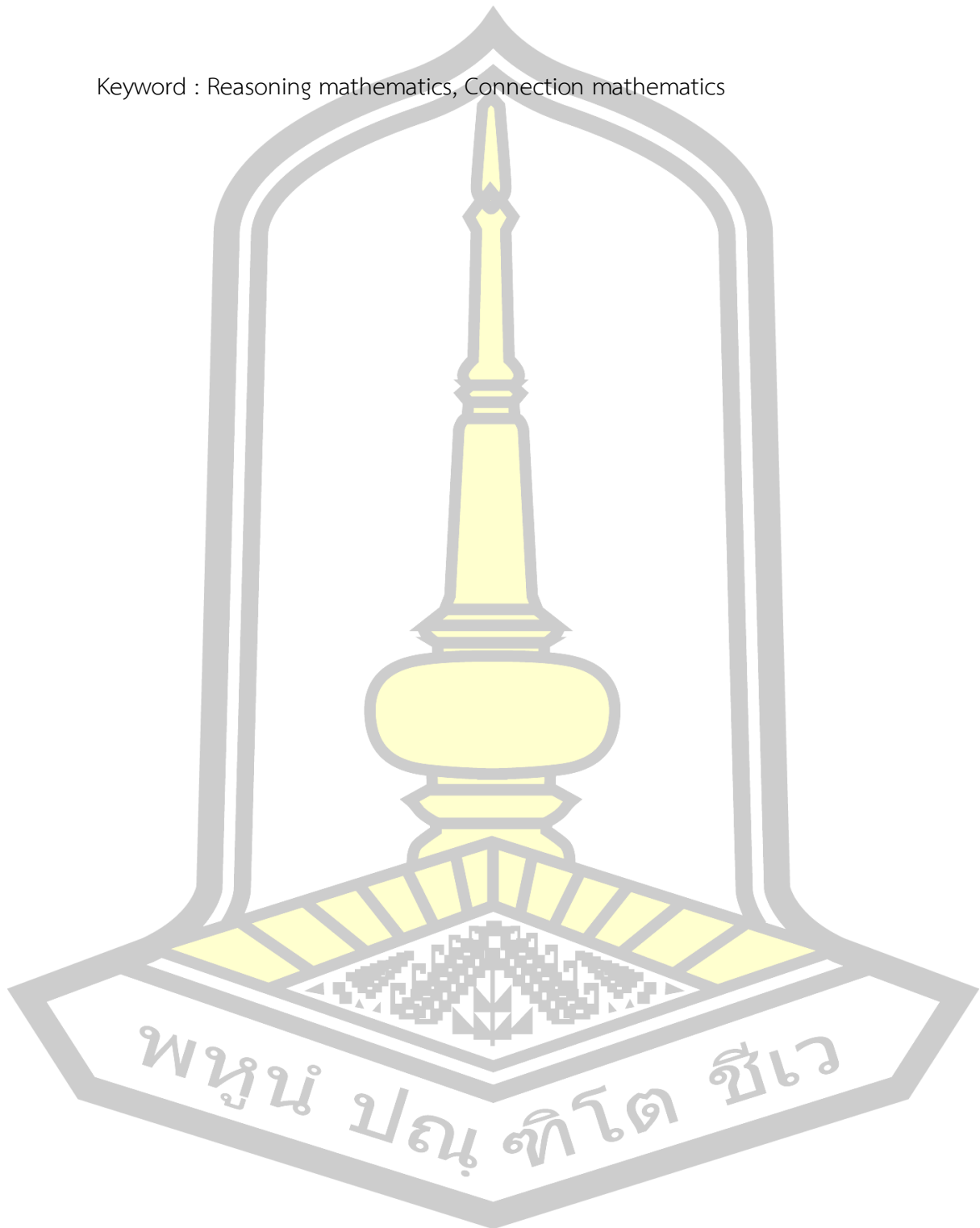
3. For the results of implementing model, were found that :

3.1 The students who learned based on learning management model revealed higher of reasoning and connection in mathematics learning than before learning at the 0.05 level of significance.

3.2 The students who learned based on learning management model revealed higher of reasoning and connection in mathematics learning than group of

students who learned using traditional approach, at the 0.05 level of significance.

Keyword : Reasoning mathematics, Connection mathematics



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.นิราศ จันทระจิตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตลอดจนประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี สารรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณิ อึ้งปัญ สัตวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรุณ ชูยกระเดื่อง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี จันทศิริลา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุคตประไพ บุษศิริ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม ดร.ชรินทร์ เจริญไชย และ ดร.อรุณรุ่ง โยธสิงห์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.ทงเกียรติ พลไชยา คุณครูสุระชัย คำภีหนู และคุณครูธารดร วงษ์จันทร์ ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลผลงานการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best practice) ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของจังหวัดสกลนคร ตลอดจนคณะผู้บริหาร ครู และนักเรียนจากโรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย และโรงเรียนกุศเรือคำพิทยาคาร ที่สนับสนุนและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณครอบครัวศรีรัตน์ และ ดร.อนุพงษ์ ชุมแวงวาปี ที่สนับสนุนให้ผู้วิจัยพัฒนาตนเองตามศักยภาพ ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชา พระคุณบิดามารดา บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่มีส่วนในการอบรมสั่งสอนจนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตและหน้าที่การงาน

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ภาณิชา ศรีรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ช
กิตติกรรมประกาศ.....	ญ
สารบัญ.....	ฎ
สารบัญตาราง.....	ต
สารบัญภาพประกอบ.....	ด
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามของการวิจัย.....	6
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
ความสำคัญในการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	13
แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	16
ความสามารถของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	18
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	36
ทฤษฎีการสร้างความรู้.....	46
แนวคิดการเรียนรู้การคิดแบบฮิวริสติกส์.....	52

แนวคิดการเรียนรู้แบบการสะท้อนคิด	59
แนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์.....	63
รูปแบบการจัดการเรียนรู้และการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	75
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	85
งานวิจัยในประเทศ.....	85
งานวิจัยต่างประเทศ	92
กรอบแนวคิดการวิจัย	95
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	98
ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	101
ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	108
ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	122
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	125
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	129
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	129
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	129
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	130
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	156
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	156
สรุปผล.....	157
อภิปรายผล	158
ข้อเสนอแนะ	167

บรรณานุกรม.....	169
ภาคผนวก	180
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	181
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	184
ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือวิจัย.....	242
ภาคผนวก ง คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	247
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	256
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้รูปแบบฯ และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	271
ภาคผนวก ช ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้.....	297
ประวัติผู้เขียน.....	300



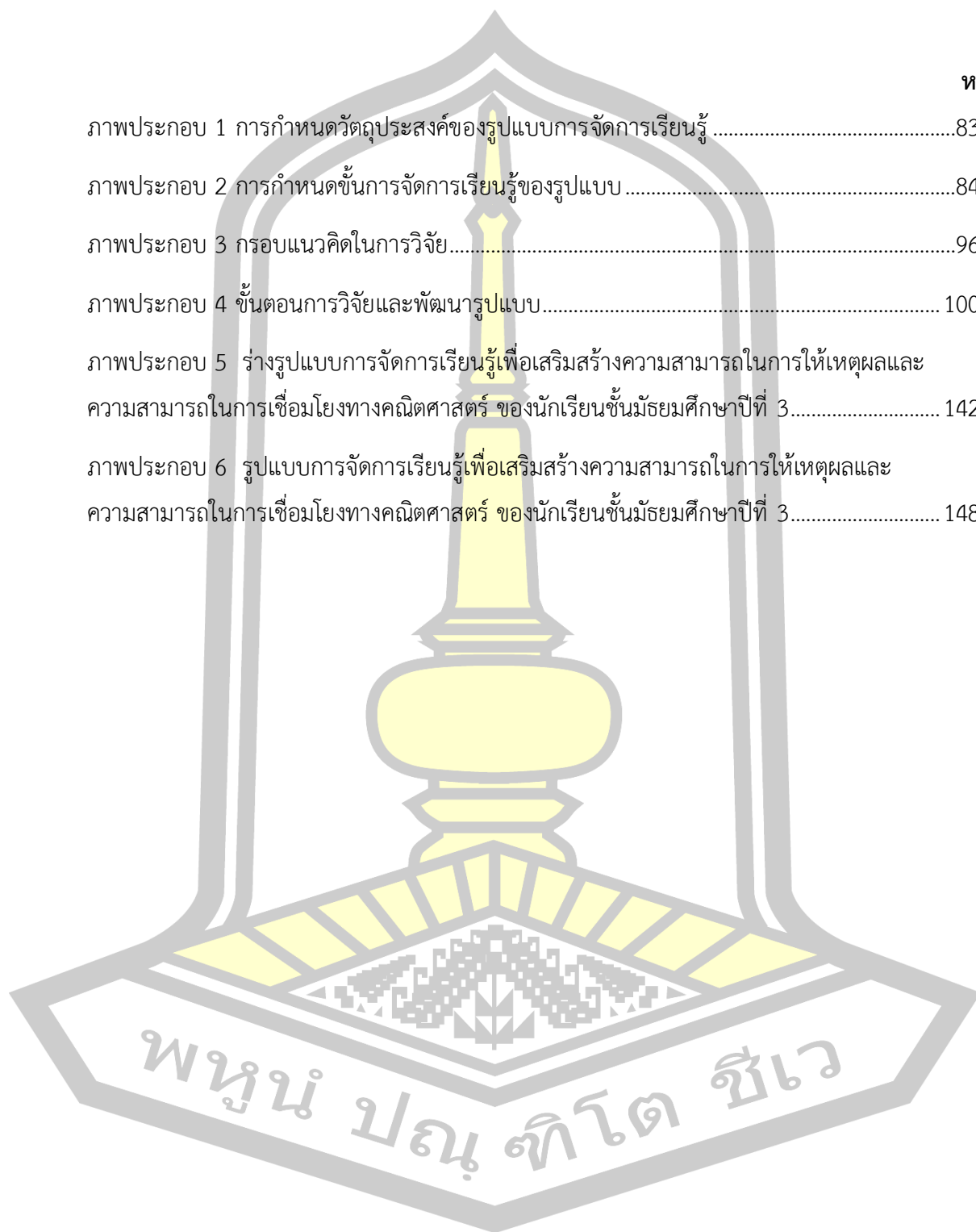
สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงลักษณะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	26
ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	33
ตาราง 3 แสดงแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	35
ตาราง 4 แบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3.....	36
ตาราง 5 แสดงลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	41
ตาราง 6 แบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	45
ตาราง 7 การสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	82
ตาราง 8 จำนวนครูคณิตศาสตร์ที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	102
ตาราง 9 จำนวนโรงเรียนมัธยมศึกษาและโรงเรียนขยายโอกาส ทั้ง 9 อำเภอ.....	103
ตาราง 10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างแผนการ จัดการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอน.....	111
ตาราง 11 แผนการวิจัยแบบ Pretest-Posttest with Control Groups Design.....	123
ตาราง 12 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	131
ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคิดเห็นของครูต่อการปฏิบัติในการจัดการ เรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	132
ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคิดเห็นของครูถึงความต้องการพัฒนาการ จัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	134

ตาราง 15 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญ	143
ตาราง 16 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	146
ตาราง 17 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	149
ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Test of Normality) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง	152
ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Test of Normality) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง	152
ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง	153
ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง	153
ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ (โรงเรียนมัธยมศึกษา)	155
ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเกี่ยวกับการปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	243

สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	83
ภาพประกอบ 2 การกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ.....	84
ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	96
ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนารูปแบบ.....	100
ภาพประกอบ 5 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	142
ภาพประกอบ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	148



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ เป็นศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ทำงานอย่างเป็นระบบ มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาคนและการพัฒนาประเทศ ช่วยให้ผู้สามารถแก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างมีเหตุมีผล และยังเป็นพื้นฐานในการพัฒนากระบวนการคิดเพื่อนำไปสู่ความเจริญในด้านต่างๆ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ระบุว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการคิดของมนุษย์ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ ช่วยในการวางแผน ตัดสินใจ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะต่างๆ แต่การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร การจัดการเรียนการสอนยังมีปัญหาหรือไม่ประสบความสำเร็จตามที่มุ่งหวัง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จากสภาพปัญหาดังกล่าว การที่วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานนั้น อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งอาจมาจากตัวครูผู้สอน ดังเช่นที่ เกวลิน ชัยณรงค์ (2555) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนเป็นการบรรยาย ครูยังมีปัญหาในเรื่องการจัดการเรียนรู้ไม่เป็นไปตามหลักสูตร ครูมีภาระงานมาก ทำให้ไม่มีเวลาเตรียมการสอน และโรงเรียนมีกิจกรรมมาก ทำให้มีเวลาเรียนไม่พอ และ ครูส่วนใหญ่ใช้การสอนแบบบรรยายเป็นเพราะเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม และบางคาบเรียนไม่สามารถเรียนเต็มชั่วโมงได้ เพราะโรงเรียนมีกิจกรรมอื่นมาแทรกเสมอ ทั้งนี้ วชิร กาญจนเกียรติ (2554) กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้เด็กไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ไม่เทียบเท่ากับชาติอื่นๆ เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอน

ไม่เอื้อต่อการทำให้เด็กๆ ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อาทิ การเริ่มต้นยาก แบบฝึกหัดยาก มีการค้นคว้าทดลองน้อย ทำแบบฝึกหัดไม่เหมาะสม สื่อการเรียนการสอนมีน้อยการประเมินผล ส่วนหนึ่งใช้การสอบข้อสอบปรนัยเป็นหลัก ปกติในชีวิตประจำวันเราจะพบเรื่องต่างๆ ความสามารถในการบูรณาการ คือ ประสมประสาน เชื่อมโยงวิชาความรู้ ประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2557, 2558 และ 2559 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ร้อยละ 29.65, 32.40 และ 29.31 ตามลำดับ ซึ่งสาระที่โรงเรียนควรพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการประเมินผล การศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) เปิดเผยผลการวิจัย การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2554 ดำเนินการโดย IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement) โดยผลประเทศไทยได้เข้าร่วมประเมินในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ ประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในส่วนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้น มีประเทศที่เข้าร่วมประเมิน 45 ประเทศ โดยไทยมีผลคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 427 คะแนน ซึ่งมีค่ากลางของการประเมินอยู่ที่ 500 คะแนน จัดอยู่ในลำดับที่ 28 ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยในปี 2007 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ลดลง เมื่อพิจารณาในภาพรวมประเทศไทยแล้วระดับคะแนนในวิชาคณิตศาสตร์ ถูกจัดกลุ่มให้อยู่ในระดับแย่มาก (Poor) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 (2559) ได้สรุปผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยข้อสอบมาตรฐานกลาง ปีการศึกษา 2559 พบว่า การให้เหตุผล การเชื่อมโยงและการแก้ปัญหา มีผลการประเมินคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ

จากผลการติดตามและประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำ ปีการศึกษา 2558 คะแนนเฉลี่ย 59.86 ปีการศึกษา 2559 คะแนนเฉลี่ย 62.88 (โรงเรียนบ้านหนอง แวงน้อย, 2559) จะเห็นได้ว่าผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนทางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อยพบปัญหาและอุปสรรคทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ด้านการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนา อีกทั้งการจัดการเรียนรู้โดยการมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า หรือการทำแบบฝึกหัดที่เป็นการแสดงเหตุผลส่วนใหญ่ นักเรียนใช้วิธีการลอกขั้นตอน มาเรียงต่อกัน ขาดการเชื่อมโยงความรู้เรื่องต่างๆ และไม่สามารถให้เหตุผล ในสิ่งที่ทำได้ รวมถึงสิ่งที่ นำเสนออยู่นั้นไม่ได้เป็นสิ่งที่นักเรียนมีความเข้าใจอย่างแท้จริง สังกัดได้จากการซักถามผู้เรียนเกี่ยวกับ

งานที่ปฏิบัติ พบว่าหลายครั้งผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักเรียนค้นคว้าวิธีการต่างๆ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตลอดจนมีการสะท้อนผลในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงานจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ครูจะต้องส่งเสริม ให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเดิม และนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ (พจนา มะกรูดอินทร์, 2551) ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูควรเพิ่มกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ค้นหาข้อมูล สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

สำหรับทักษะที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และมีส่วนทำให้นักเรียนก้าวทันในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต (อัมพร ม้าคนอง, 2559) คือ การให้เหตุผล เนื่องจากมนุษย์ต้องใช้เหตุผลทั้งกับคนอื่นและต้องการได้รับเหตุผลจากคนอื่นเช่นกัน การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ทั้งนี้การให้เหตุผลเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) และเป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตของมนุษย์ทุกคน เป็นเรื่องใกล้ตัวและสามารถนำไปแก้ปัญหาในการทำงานในชีวิตประจำวันได้ เป็นเครื่องมือของผู้เรียนในการทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมายและมีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนแก้ปัญหาในห้องเรียน ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กันและเป็นสิ่งจำเป็นต่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้นการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลจึงเน้นไปที่การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล (อัมพร ม้าคนอง, 2559) ในการฝึกทักษะการให้เหตุผลต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องจากบรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหา ร่วมกัน (Lappan and Schram, 1989) โดยครูต้องจัดบรรยากาศ ที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่าการให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง (Rowan and Morrow, 1993)

อีกทั้งการเชื่อมโยงเป็นอีกทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อซึ่งจำเป็นต้องมีการบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน นอกจากนี้ใช้การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันแล้วยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้แก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การเชื่อมโยงเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคอง, 2559)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับความรู้นั้นอย่างมีความหมาย ซึ่งจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง โดยผู้เรียนนำประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นมาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม มาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง หลอมรวมเชื่อมโยงปัจจัยเงื่อนไขที่เป็นไปได้รวมทั้งวิธีการคิดโต้แย้งด้วยข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปด้วยหลักเหตุผลสอดคล้องกับ (ทีศนา แชนมณี, 2558) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยจัดกระบวนการให้เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ ผู้เรียนสร้าง (Construct) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จึงเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นง่ายๆ จากที่ได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจจากการมีโอกาสได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ถือเป็นหน้าที่ของครูโดยตรง ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงระดับความสามารถและวุฒิภาวะของผู้เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องเริ่มจากง่ายไปยากจากรูปร่างไปสู่งานนามธรรมและนามธรรม ใช้สื่อต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ประกอบการศึกษาค้นคว้าอันได้มาซึ่งกฎเกณฑ์ต่างๆ (ศุภกิจ เฉลิมวิสุตม์กุล, 2553) ตลอดจนต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหา ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และพัฒนาไปพร้อมๆ กัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีการสอนและวิธีการสอนในรูปแบบต่างๆ ที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

ซึ่งรูปแบบการสอนที่น่าสนใจรูปแบบหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

การคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่างๆ ได้ พร้อมทั้งช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสดงโครงสร้างการแก้ปัญหาได้ ทำให้ผู้เรียนมีการคิดที่เป็นระบบมากขึ้น การคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีฐานมาจากแนวคิดของ ไชมอนและนีเวล (Simon and Newell, 1971) การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข การฝึกทักษะนี้เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างมาก โดยฝึกให้เริ่มต้นจากสิ่งง่ายไปสู่สิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น ทำให้สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ การจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์จะให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองและเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาและสามารถตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยพิจารณาจากผลสรุปที่ได้ไปยังสิ่งที่กำหนดให้ (Working Backward) สอดคล้องกับ Krulick and Rudnick (1987) ที่กล่าวว่า กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การเลือกใช้วิธีค้นหาคำตอบตามลำดับแบบแผนของฮิวริสติกส์ เป็นกิจกรรมที่ใช้สติปัญญาทางการคิดและทักษะย่อยทางกายสำหรับปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาให้บรรลุผล

การสะท้อนคิด เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเกิดจากการประเมินตนเองของผู้เรียนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพื่อแสดงผลการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำผลการประเมินที่ได้ของแต่ละบุคคล ไปประเมินพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการเรียนการสอนหรือการวัดและการประเมินผล การสะท้อนการจัดการเรียนรู้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

การใช้ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ (Open-Ended Problem) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่ชัดเจน ผลลัพธ์จะถูกตัดสินโดยใช้เหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุน ต้อง ตัดสินใจว่าข้อมูลหรือหลักฐานใดมีความสัมพันธ์สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับวิธีแก้ปัญหา (Kurfiss, 1988) ซึ่งการแก้ปัญหาปลายเปิดต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงในการหาคำตอบ และให้ความสำคัญกับกระบวนการของการแก้ปัญหามากกว่ามุ่งเน้นไปที่คำตอบเพียงอย่างเดียว นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดของตนเองอย่างอิสระ แต่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนและพิสูจน์แนวคิดและคำตอบของตนเอง (Sheffield, 2013) โดยปัญหาที่จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นควรมีวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย นำเสนอได้หลายแบบ มีหลายคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด (Henningsen and Stein, 1997) การใช้ปัญหา

ปลายเปิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจและต้องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยทำการวิจัยผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนและการค้นคว้าวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

คำถามของการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นอย่างไร
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบอย่างไร
3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้นหรือไม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถ ในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในประเด็นต่อไปนี้

3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ

ความสำคัญในการวิจัย

1. ได้ทราบข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้บริหารหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายและช่วยเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูหรือผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาสามารถนำรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขอบเขตในการวิจัย
ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้
เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารองค์ความรู้ กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับ
การจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการวิเคราะห์เอกสาร (Documentary
Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัจจุบันด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการศึกษาเชิงปริมาณและการศึกษาเชิงคุณภาพตามแบบแผนของ
การวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Method Research)

1. การศึกษาเชิงปริมาณ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นครูคณิตศาสตร์ที่สอนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสกลนคร จำนวน 303 คน จาก 213 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูคณิตศาสตร์ที่สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน
86 คน จาก 76 โรงเรียน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling)

การศึกษาเชิงคุณภาพ

การศึกษาข้อมูลโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview)
เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ประสบผลสำเร็จ

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูคณิตศาสตร์ที่มีผลงานการปฏิบัติที่เป็นเลิศ
(Best Practice) จำนวน 3 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ดังนี้ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร และการสอน จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน รวมผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด จำนวน 6 ท่าน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับระยะที่ 1 จำนวน 5 ท่าน
ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนขยายโอกาส

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านเหล่าบ้านถ่อนและโรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย อำเภอเจริญศิลป์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 3 ห้อง จำนวนนักเรียน 72 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย อำเภอเจริญศิลป์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 42 คน จากห้องเรียนที่นักเรียนคละความสามารถ จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนนักเรียน 22 คน และกลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบปกติ จำนวน นักเรียน 20 คน ซึ่งได้มาโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนมัธยมศึกษา

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนกุตเรือคำพิทยาคาร อำเภอวารินนิवास จังหวัดสกลนคร จำนวน 4 ห้อง นักเรียน 140 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนกุตเรือคำพิทยาคาร อำเภอวารินนิवास จังหวัดสกลนคร จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 70 คน จากห้องเรียนที่นักเรียนคละความสามารถ จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนนักเรียน 35 คน และกลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบปกติ จำนวน นักเรียน 35 คน ซึ่งได้มาโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่

1. ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูผู้มีการปฏิบัติงานที่เป็นเลิศทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบและสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เรียนตามลำดับขั้นตอน และยืนยันความเหมาะสมของรูปแบบโดยการสัมมนากลุ่มอิงผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้องค์ความรู้ แนวคิดทฤษฎีพื้นฐาน ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาพิจารณาออกแบบกำหนดกรอบ

โครงสร้างองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม น่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพตามกรอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) แนวคิดการสะท้อนคิด (Reflection) และแนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ ควบคู่กับการใช้กรอบกระบวนการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่ออกแบบผ่านการตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ การทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่เกี่ยวข้องและนำรูปแบบมาศึกษาประสิทธิภาพเพื่อยืนยันคุณภาพในขั้นสุดท้าย

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หมายถึง แบบแผนการเรียนการสอนที่มีระบบระเบียบ เป็นการแสดงถึงสภาพหรือลักษณะของการเรียนการสอนตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ ในการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบ ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้ คือ 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนองและ 6) ระบบสนับสนุน ซึ่งรูปแบบนี้ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 4 ขั้น ดังนี้

2.1 ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่สร้างความสนใจให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นผ่านกิจกรรมสั้นๆ จัดให้ผู้เรียนรับรู้สถานการณ์ปัญหาในบทเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เดิมที่สัมพันธ์กับบทเรียนหรือเนื้อหาใหม่

2.2 ขั้นที่ 2 ขั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาข้อมูล โดยคำนึงถึงเหตุและผล การไตร่ตรอง วางแผน เพื่อหาแนวทางที่หลากหลายในการค้นหาข้อสรุป เลือกแนวทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสู่การเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.3 ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนองค์ความรู้ที่ได้จากการประมวลความคิดค้นหาคำตอบ โดยการลงมือกระทำ นำเอาองค์ความรู้ วิธีการ หรือแนวทางที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปปรับใช้เพื่อได้มาซึ่งคำตอบ

2.4 ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปราย สรุปผล หมายถึง ขั้นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในบทเรียน โดยการนำเสนอ อภิปราย สรุปผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ เพื่ออธิบายหรือแสดงว่าสามารถให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการใช้เหตุผลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยการแสวงหาความรู้

จากข้อมูลต่างๆ และหาข้อสรุป ตรวจสอบ หรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดนั้นๆ ได้ ประกอบด้วย

3.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ การกำหนดเงื่อนไขสำคัญ หาข้อสรุปจากลักษณะร่วมของข้อมูลย่อยๆ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยการอ้างอิงความรู้ แล้วนำไปสู่ข้อสรุป เพื่ออธิบายเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการใช้กฎ ข้อตกลง บทนิยาม หลักการทางตรรกศาสตร์หรือสิ่งที่เคยรู้มาก่อนว่าเป็นจริง มาใช้พิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความจริงเหล่านั้น และสามารถหาข้อสรุปเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรและยืนยันข้อสรุปอย่างมีเหตุผล โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ วิธีการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาหรือสถานการณ์ใหม่ๆ เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้นและสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่นๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษา
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์
2. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5. ทฤษฎีการสร้างความรู้
6. แนวคิดการเรียนรู้การคิดแบบฮิวริสติกส์
7. แนวคิดการเรียนรู้แบบการสะท้อนคิด
8. แนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์
9. รูปแบบการจัดการเรียนรู้และการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 10.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 10.2 งานวิจัยต่างประเทศ
11. กรอบแนวคิดการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวถึงคุณภาพของผู้เรียน และมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ ดังนี้
คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน
ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถ
ดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวน

จริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสม

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูล ข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด คาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิภาพ (Visualization) ให้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยกำหนดในคุณลักษณะของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และในมาตรฐาน 6.1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนจะต้องมีความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. แนวคิดหลัก

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปประยุกต์ใช้งานหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนจึงควรเน้นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน รวมทั้งควรมีตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งานและเห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ที่เรียนมา ครูคณิตศาสตร์จึงควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้

2. ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

ครูหลายท่านมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ครูบางท่านเข้าใจว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนต้องทำหลังจากนักเรียนเรียนเนื้อหาหรือมีความเข้าใจเรื่องที่จะใช้ จึงควรสอนเนื้อหาทั้งหมดก่อน ความเข้าใจดังกล่าวคลาดเคลื่อน เพราะทักษะอาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ดังนั้น ครูอาจใช้กิจกรรมเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะเพื่อเรียนรู้เนื้อหาใหม่ก็ได้ หรือจะใช้เพื่อฝึกทักษะหลังเรียนเนื้อหาแล้วก็ได้เช่นกัน

2. ครูบางท่านคาดหวังให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังจากการสอนไประยะหนึ่ง ที่จริงแล้วทักษะเป็นความสามารถหรือความชำนาญ ซึ่งไม่อาจสอนหรือพัฒนาได้ในระยะเวลาสั้นๆ แต่ต้องอาศัยประสบการณ์ในการคิดและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์มากพอ ครูจึงต้องเน้นให้นักเรียนได้คิดและลงมือทำงานมากๆ และอย่างต่อเนื่อง ทักษะจึงจะได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อาจทำได้ 2 วิธี คือ กิจกรรมการเรียนรู้การสอนปกติ กิจกรรมการเรียนรู้การสอนผ่านการแก้ปัญหา ในที่นี้จะเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ ดังนี้

1. การเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอน

ครูสามารถเริ่มจากสื่อการเรียนการสอนที่มีอยู่ มาปรับเปลี่ยน เพิ่มเติม โดยครูนำ

สื่อมา

1. ปรับลักษณะและคำถามในตัวอย่าง และแบบฝึกหัดให้เจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธีและกระบวนการ ของนักเรียน ตลอดจนเป็นคำถามที่เชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ในลักษณะคำถามว่า

- 1.1 เพราะเหตุใด
- 1.2 ทำไม
- 1.3 ทำอย่างไร
- 1.4 สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันอย่างไร
- 1.5 ถ้า...(เปลี่ยนเงื่อนไขบางอย่าง) แล้ว...(จะเกิดอะไรขึ้น)
- 1.6 เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

2. ปรับสถานการณ์ปัญหาในตัวอย่างและแบบฝึกหัดให้ดึงดูดความสนใจ และท้าทาย ความสามารถของนักเรียน ไม่ยากหรือง่ายเกินไป

3. ครูเพิ่มกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สำรวจ สืบสวน คาดการณ์ อธิบาย และตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

2. การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน กิจกรรมที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูควรดำเนินการดังนี้

2.1 ฝึกให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่ทำเสร็จแล้วและได้คำตอบเรียบร้อยแล้ว

2.2 ฝึกให้นักเรียน สร้างปัญหาใหม่เอง โดยอาศัยแนวคิดจากจากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่ทำเสร็จแล้ว และได้คำตอบเรียบร้อยแล้ว

2.3 ครูสร้างปัญหาใหม่เอง เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงแนวคิด อธิบายในสิ่งที่ตนเองคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเสรี โดยอาศัยแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเสรี โดยอาศัยแนวคิดจากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่มีอยู่

2.4 ใช้คำถามที่สร้างสรรค์และใช้เวลาในการหาคำตอบ ควรเป็นคำถามที่เจาะลึกแนวคิด, ยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน คำถามที่เชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

2.5 ควรนำปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้นมาให้นักเรียนคิดเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่

2.6 นำปัญหา หรือข้อสอบที่มีความซับซ้อน และยุ่งยากมาให้นักเรียนฝึกทำบ้าง เช่น ข้อสอบแข่งขัน ปัญหาที่เผยแพร่ในอินเทอร์เน็ต

ความสามารถของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญ การให้เหตุผลเป็นการฝึกให้นักเรียนให้รู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้นจะเห็นว่า การคิดและการให้เหตุผลนั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

จิตติมา ชอบเอียด (2551) ได้กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้นๆ พร้อมทั้งสามารถที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ (2551) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์/ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวม ข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ หรือความคิดสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร (2553) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการสร้างความรู้ใหม่ที่ต้องอาศัยสมมติฐานบางอย่าง โดยสมมติฐานเหล่านี้อาจได้มาจากการสังเกต ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติหรือประเพณีและวัฒนธรรมที่ปฏิบัติติดต่อกันมาตลอดจนเป็นที่ยอมรับ ของคนทั่วไป

สมัย เหล่าวานิชย์ (2554) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ มนุษย์ใช้สำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ โดยการวิเคราะห์แจกแจงเหตุการณ์หรือสมมติฐานที่ กำหนดขึ้นมา ทำให้ได้ผลหรือข้อเท็จจริงใหม่ขึ้นมาได้

จากการให้ความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ ตรรกะรองหาเหตุผล การหา ความสัมพันธ์เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือข้อสนับสนุน อย่างสมเหตุสมผล โดยการรวบรวมข้อเท็จจริง แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือ สถานการณ์ใหม่

ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้สรุปเกี่ยวกับการให้ เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือที่นักเรียนสามารถ นำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้น การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญในการสอนคณิตศาสตร์ การสอนให้นักเรียนเรียน ด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม

อัมพร ม้าคนอง (2559) กล่าวถึงความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน มีความสำคัญต่อผู้สอนในการดำเนินการต่อไปนี้

1. อธิบายระดับพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนคณิตศาสตร์เฉพาะใดๆ
2. ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้พร้อมทั้งเหตุผล
3. วิเคราะห์แนวคิดใหม่ๆ (Emerging Ideas) ที่เกิดจากการให้เหตุผลของผู้เรียน เพื่อที่จะขยายความและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนคนอื่นๆ
4. ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structures) หรือประเภทของปัญหาที่จำเป็นสำหรับการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายของผู้เรียน
5. จัดสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมในห้องเรียนที่มีต่อความคิดและความเข้าใจของผู้เรียน

จากความสำคัญของการให้เหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอน ช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา การตัดสินใจและหาข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานการคิดในชั้นสูงเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

O'Daffer (1990) ได้แบ่งประเภทการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ค้นหารูปทั่วไป แบบรูปทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นนิยามหรืออาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัย เกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลายๆ ตัวอย่างแล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุป จากหลักฐานที่ปรากฏเป็นการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินใจถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรก เป็นการใช้เหตุผลที่ใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานคือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุป

หลักเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ หลักการที่เป็นจริงเสมอ

Stiggins (1997) ได้กล่าวถึงรูปแบบการให้เหตุผลไว้ 3 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบและการให้เหตุผลในการประเมิน โดยได้อธิบายไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาส่วนย่อยหรือส่วนประกอบซึ่งประกอบกันเป็นสิ่งนั้น ๆ เป็นการศึกษาลึกลงในส่วนย่อยๆ เมื่อต้องการศึกษาสิ่งนั้นอย่างลึกซึ้งก็ใช้การวิเคราะห์ เพื่อศึกษารายละเอียดหรือในกรณีที่ต้องการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาแล้วนำความรู้และการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ

2. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative Reasoning) เป็นกระบวนการศึกษาว่าสิ่งนั้นๆ มีอะไรที่เหมือนกัน มีอะไรที่ต่างกัน ในบางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่เหมือนกัน ในบางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่ต่างกัน การใช้การให้เหตุผลวิธีนี้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบอย่างลึกซึ้ง มีข้อตกลงอย่างชัดเจนว่าอย่างไรที่ถือว่าเหมือนกันอย่างไรถือว่าต่างกันก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบ

3. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative Reasoning) เป็นการให้เหตุผลประเมินเมื่อเราตัดสินคุณค่าหรือความถูกต้องโดยใช้เหตุผลอาศัยความสมเหตุสมผลเป็นเครื่องตัดสิน นอกจากนี้ (Stiggins, 1997) ยังได้กล่าวถึงการให้เหตุผลในลักษณะอื่นๆ อีกได้แก่

3.1 การสังเคราะห์ (Synthesizing) เป็นการนำข้อมูลต่างๆ มาหลอมรวมเป็นข้อสรุปหรือเป็นการนำเสนอข้อมูลจากหลายๆ แหล่งมาทำความเข้าใจและหาข้อสรุป เช่น การสอนแบบเป็นหัวเรื่อง (Thematic) ที่นำการให้เหตุผลและความรู้จากหลายๆ สาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ ภาษา และวิทยาศาสตร์ มาบูรณาการใช้การให้เหตุผลมาแก้ปัญหาทางสังคมหรือทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3.2 การจำแนก (Classifying) เป็นการจัดแบ่งประเภท เช่น การจำแนกประเภทของพืช ประเภทของสัตว์ ซึ่งการจำแนกในลักษณะนี้ผู้จำแนกต้องรู้จักแต่ละประเภทที่ต้องการจำแนกเป็นอย่างดี และอาศัยการให้เหตุผลในการจำแนก

3.3 การอนุมาน (Inferential) เป็นการให้เหตุผลให้ได้มาเป็นผลผลิต เช่น ได้หลักการข้อสรุปเป็นการหากรณีทั่วไปจากหลักฐาน กล่าวคือ ใช้ความจริงจากกรณีหนึ่งๆ นำไปสู่กฎหรือหลักการทั่วไป และในทางกลับกันการให้เหตุผลที่อ้างอิงกฎหรือกรณีทั่วไป เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาก็ถือเป็นการให้เหตุผลแบบอนุมาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้แบ่งประเภท การให้เหตุผลออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบหยั่งรู้ (Intuitive Reasoning) การให้เหตุผลแบบหยั่งรู้ของ คนเราไม่ได้เกิดขึ้นมาจากพิจารณาถึงข้อเท็จจริงหรือหลักฐานใดๆ แต่เกิดจากการที่คนเรานั้นรู้สึกถึง ได้ว่าน่าจะมีเหตุการณ์ที่ตัวเองรู้สึกได้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการมองหารูปแบบและสร้างรูปทั่วไป และข้อความคาดการณ์จากการสังเกตตัวอย่างเป็นจำนวน มากแล้วนำมาสร้างเป็นข้อสรุป ลักษณะของการให้เหตุผลชนิดนี้มักจะเกิดในชีวิตประจำวันบ่อยๆ รวมถึงการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนด้วยครุ้มักจะให้นักเรียนใช้เหตุผลประเภทนี้หากคุณสมบัติของ สิ่งต่างๆ ที่ครูต้องการ

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) การให้เหตุผลแบบนิรนัย ใช้เพื่อแสดงความถูกต้องของการให้เหตุผลชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ในแง่ของการตรวจสอบข้อสรุป และสร้างเหตุผลสนับสนุนที่น่าเชื่อถือ ลักษณะของการให้เหตุผลชนิดนี้จะมีความเป็นทางการมากกว่า แบบอุปนัย การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยจะนำไปสู่การพิสูจน์ทาง คณิตศาสตร์ที่ดีได้

สมัย เหล่าวานิชย์ (2554) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผล โดยมีเหตุผลย่อยหลายๆ เหตุ เหตุย่อยแต่ละเหตุเป็นอิสระจากกัน มีความสำคัญเท่าๆ กัน และเหตุทั้งหลายเหล่านี้จะรวมกัน เพื่อนำไปสู่ผลสรุปเป็นกรณีทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผล โดยมีเหตุใหญ่และเหตุย่อยลดหลั่นกันตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุใหญ่และเหตุย่อย จะทำให้เกิดผลสรุป

3. การให้เหตุผลแบบสหัญญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลซึ่งเกิด จากจิตของแต่ละคน ยังไม่มีรูปแบบของการให้เหตุผลที่แน่นอนอาจเกิดขึ้นมาทันทีทันใดในเวลาใด เวลาหนึ่งบางคนเกิดขึ้นบ่อย บางคนนานๆ เกิดขึ้นครั้งหนึ่ง การเกิดขึ้นแต่ละครั้งบางทีก็อยู่นานบางที ก็อยู่ไม่นาน ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ความจริงต่างๆ ที่มีสะสมอยู่ในแต่ละบุคคล ความรู้ที่เกิดจาก การให้เหตุผลแบบนี้ เป็นความรู้ที่คิดว่าน่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง ดังนั้นจึงต้องนำความรู้เหล่านี้ไป พิสูจน์เพื่อค้นหาความจริงต่อไปอีก ในกรณีที่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าความรู้อันดังกล่าวเป็นจริง

แต่ก็ยังมีใครค้นพบข้อขัดแย้งความรู้ดังกล่าวได้ ความรู้ดังกล่าวจะถูกกำหนดให้เป็นข้อตกลงหรือกฏกติกา เพื่อเป็นหลักในการศึกษาหาความรู้ข้ออื่นต่อไป ถ้าความรู้ดังกล่าวสามารถพิสูจน์ได้ว่าจริง ความรู้ดังกล่าวก็จะเปลี่ยนเป็นทฤษฎี ซึ่งสามารถนำไปใช้อ้างอิงในการศึกษาต่อไป

อัมพร ม้าคอง (2559) ได้แบ่งประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรก เป็นการใช้หลักตรรกศาสตร์ในการอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น

1.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการสังเกตเห็นตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่างที่เหมือนกันหรือมีความสัมพันธ์แบบเดียวกัน จึงทำให้ได้ข้อสรุปที่มีเหตุผล

1.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการใช้หลักหรือกฎทั่วไปอ้างอิงไปสู่สิ่งที่กำลังพิจารณา ในทางคณิตศาสตร์มักเป็นการให้เหตุผลที่อ้างอิงทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม ฯลฯ

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วนของปริมาณที่หายไปหรือเปลี่ยนแปลงด้วยการเพิ่มขึ้นหรือลดลง เช่น การให้เหตุผลว่าเศษส่วนที่กำหนดให้มีค่าลดลง ถ้าตัวเศษลดลงในขณะที่ตัวส่วนมีค่าเท่าเดิม

3. การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏเป็นมิติต่างๆ เช่น ภาพ 2 มิติ หรือทรง 3 มิติ เช่น การให้เหตุผลเพื่ออธิบายความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันระหว่างภาพ 2 มิติ ของวัตถุชิ้นหนึ่งกับภาพที่แสดงวัตถุนั้น

จากประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และลักษณะของการนำไปใช้ ซึ่งส่วนใหญ่กล่าวถึง คือ 1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปจากลักษณะร่วมของข้อมูลย่อยๆ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูล ซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้ง แล้วนำไปสู่ข้อสรุป 2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการใช้กฎ ข้อตกลง บทนิยาม หลักการทางตรรกศาสตร์หรือสิ่งที่เคยรู้มาก่อนว่าเป็นจริง มาใช้พิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความจริงเหล่านั้น และสามารถหาข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ลักษณะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่ไม่สามารถเอาเครื่องมือวัตถุสิ่งนั้นได้โดยตรง แต่สามารถอนุมานโดยทางอ้อมว่าได้เกิดพฤติกรรมภายในขึ้น มีนักการศึกษาและ

ผู้เชี่ยวชาญได้อธิบายพฤติกรรมการแสดงออกของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยลักษณะ พฤติกรรมที่แตกต่างกันไป ดังนี้

Artzt and Yaloz-Femia (1999) ได้ศึกษาพฤติกรรมการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 จำนวน 1 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกในกลุ่ม 4 คน ในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยภายใต้กระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย การอ่าน การทำความเข้าใจ การวิเคราะห์ปัญหา การสำรวจ การวางแผน การนำไปใช้ และการตรวจสอบ และวิเคราะห์ผ่านกรอบของการพิสูจน์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สมาคมครูคณิตศาสตร์ของอเมริกาคำหนดว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะปรากฏขึ้นเมื่อนักเรียนมีพฤติกรรมบ่งชี้ ดังนี้

1. การลองผิดการลองถูก (Use Trial and Error) เป็นการประยุกต์ใช้การกระทำต่างๆ ที่อาจเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการลองผิดลองถูกอาจแยกเป็น 2 วิธี คือ การลองถูกลองผิดอย่างมีระบบ (Systematic Trial Error) และการลองผิดลองถูกโดยอาศัยการวินิจฉัยจากความรู้ที่มีอยู่ (Inferential Trial Error) ซึ่งต่างจากการลองถูกลองผิดอย่างมีระบบในประเด็นที่จะยึดความรู้ที่เกี่ยวข้องตรงกับปัญหา แล้วนำความรู้เหล่านั้นมาทำให้การค้นคว้าแคบลง มีวงจำกัดขึ้น

2. การทำงานย้อนกลับเพื่อแก้ปัญหา (Working Backward to Solve a Problem) เป็นการแก้ปัญหาที่เริ่มจากจุดหมายหรือสิ่งที่เราต้องการพิสูจน์มากกว่าจะเริ่มจากสิ่งที่กำหนดให้ กล่าวคือจะเริ่มพิจารณาจากผลไปสู่เหตุ โดยพยายามจะค้นหาข้อความหรืออนุกรมของข้อความที่อ้างถึงผลหรือจุดหมายของปัญหา

3. การสร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ (Make and Test Conjectures) เป็นการเดาคำตอบของปัญหานั้นน่าจะเป็นอย่างไร การเดาครั้งแรกจะเป็นการเดาสิ่งที่จะต้องอ้างถึงต่อไปหรือเป็นการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม การเดาครั้งต่อไปซึ่งเป็นผลจากการเดาครั้งแรก อาจจะได้เหตุผลใหม่สำหรับการเปลี่ยนแปลงเพื่อเดาครั้งต่อไป

4. การเสนอประเด็นเชิงอุปนัยและเชิงนิรนัย (Create Inductive and Deductive Arguments) การเสนอประเด็นเชิงอุปนัย เป็นการสร้างข้อสรุปจากปรากฏการณ์หรือกรณีเฉพาะ การเสนอประเด็นเชิงนิรนัย เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงความเห็นโดยพิจารณาจากหรือหลักการทั่วไป ไปสู่สิ่งเฉพาะ

5. การค้นหารูปแบบเพื่อหาข้อสรุปทั่วไป (Look for Pattern to Arrive at Generalization) การสร้างรูปแบบเป็นกลวิธีที่เริ่มจากการหาตัวอย่างหลายตัวที่สอดคล้องกัน หลังจากนั้นจะสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยการสรุปรวมจากตัวอย่างเฉพาะต่างๆ ที่ทำได้

6. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Use Logical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้หลักการสร้างข้อสรุป จากการพิจารณาความจริงและความสัมพันธ์ระหว่างประพจน์

7. การให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ (Use Spatial Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการสร้างมโนภาพ การเกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง-ต่ำ ไกล ใกล้ พื้นที่ ปริมาตร

NCTM (2000) ได้กำหนดให้การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และกล่าวว่าการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางและได้กล่าวถึงวิชาคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลว่าจุดเน้นของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับอนุบาล-เกรด 4 เน้นการให้เหตุผลที่นักเรียน

1. หาผลสรุปทางคณิตศาสตร์
2. ใช้ความรู้สมบัติความสัมพันธ์และรูปแบบต่างๆ ในการอธิบายแนวคิด
3. ให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบและกระบวนการในการหาคำตอบ
4. ใช้รูปแบบและความสัมพันธ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์สถานการณ์ทาง

คณิตศาสตร์

5. เชื่อว่าคณิตศาสตร์มีความสมเหตุสมผล

เกรด 5-8 เน้นการให้เหตุผลที่นักเรียน

1. มีความเข้าใจและใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย
2. สามารถทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้กระบวนการให้เหตุผลเชิง

มิติสัมพันธ์

3. สร้างและตรวจสอบข้อคาดเดาและข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
4. ให้เหตุผลในความคิดของตนเอง

5. เห็นความสำคัญของการให้เหตุผลว่าเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์

เกรด 9-12 สนับสนุนให้นักเรียนได้ขยายทักษะการให้เหตุผลโดยมุ่งให้นักเรียน

สามารถ

1. สร้างและตรวจสอบข้อคาดเดา
2. ยกตัวอย่างคัดค้านได้
3. แสดงการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
4. ตัดสินข้อโต้แย้งด้วยเหตุและผล
5. อ้างเหตุผลอย่างง่ายได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงออกของความสามารถในการให้เหตุผล ดังนี้

1. รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา
 2. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
 3. ตัดสินความถูกต้องของข้อสรุป
 4. เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนการให้เหตุผลและลงข้อสรุป
 5. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
- อัมพร ม้าคนอง (2559) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีหลากหลาย ที่สำคัญมีดังนี้

1. หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
 2. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- และในการอธิบายความคิดของตนเอง
3. เข้าใจและสามารถใช้กระบวนการให้เหตุผลในสถานการณ์เฉพาะใด ๆ
 4. สร้าง ทดสอบ และประเมินข้อความคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
 5. ให้เหตุผลโดยการอุปนัยและการนิรนัยทางคณิตศาสตร์
 6. ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง
 7. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการให้เหตุผลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์

และสามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 1 แสดงลักษณะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Artzt and Yaloz-Femia (1999)	NCTM (2000)	สสวท. (2555)	อัมพร ม้าคนอง (2559)	สรุป
<ul style="list-style-type: none"> - การลองผิด ลองถูก เพื่อการค้นคว้าแคลง - การค้นหารูปแบบเพื่อหาข้อสรุปทั่วไป - การให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ 	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล - อ้างเหตุผลอย่างง่ายได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา - เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนการให้ 	<ul style="list-style-type: none"> ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์ 	<ul style="list-style-type: none"> สามารถค้นหาและเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือที่ปรากฏในเนื้อหาบทเรียนคณิตศาสตร์และเนื้อหาที่ปรากฏในชีวิตจริงเพื่ออธิบายวิธีการการให้เหตุผล

ตาราง 1 (ต่อ)

Artzt and Yaloz-Femia (1999)	NCTM (2000)	สสวท. (2555)	อัมพร ม้าคนอง (2559)	สรุป
- การทำงานย้อนกลับ		เหตุผลและลงข้อสรุป		
-การเสนอประเด็นเชิงอุปนัยและเชิงนิรนัย			ให้เหตุผลโดยการอุปนัยและการนิรนัยทางคณิตศาสตร์	สามารถให้เหตุผลโดยการอุปนัยหรือนิรนัย
- การสร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์	- ตัดสินข้อโต้แย้งด้วยเหตุและผล - ยกตัวอย่างคัดค้านได้ - สร้างและตรวจสอบข้อความคาดเดา	ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล	- สร้าง ทดสอบประเมินข้อความคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ - หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ - ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง	สามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล

จากตาราง 1 พบว่า นักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ กล่าวถึงลักษณะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีพฤติกรรมที่คล้ายกัน ผู้วิจัยได้ผสมผสานลักษณะดังกล่าว สรุปได้ว่าลักษณะผู้เรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะดังนี้ คือ 1) สามารถค้นหาและเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือที่ปรากฏในเนื้อหาบทเรียนคณิตศาสตร์ และเนื้อหาที่ปรากฏในชีวิตจริงเพื่ออธิบายวิธีการการให้เหตุผล 2) สามารถให้เหตุผลโดยการอุปนัยหรือนิรนัย และ 3) สามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล

แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้สิ่งต่างๆ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่นักการศึกษาและครูควรให้ความสนใจและพยายามค้นหาวิธีการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน ซึ่งมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลไว้ดังนี้

National Council of Teacher of Mathematics (2000) ระบุถึง การพัฒนาความคิดและการให้เหตุผลของนักเรียนควรทำเป็นประจำ ครูต้องมีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ครูต้องจัดบรรยากาศในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูต้องแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของสิ่งที่รู้ อย่างมีเหตุผลในเรื่องรูปแบบ และข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินความสมเหตุสมผล ข้อเสนอแนะที่ได้อภิปรายไว้ นักเรียนต้องพัฒนาความเชื่อมั่นในความสามารถในการให้เหตุผลที่มีต่อคำถามที่มีเหตุผลทางคณิตศาสตร์อื่นๆ วิธีนี้ทำให้นักเรียนเชื่อว่าตรรกศาสตร์สำคัญกว่าอำนาจภายนอกในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่นๆ ครูพยายามที่จะสร้างบรรยากาศในการอภิปราย การตั้งคำถามและการฟังในชั้นเรียน ครูคาดหวังว่านักเรียนจะค้นหา กำหนดและวิจารณ์คำอธิบายเพื่อนในชั้นเรียน เรียนแบบสืบสวนสอบสวน ครูจะต้องช่วยนักเรียนอภิปรายถึงโครงสร้าง ทางตรรกศาสตร์ด้วยเหตุผลของนักเรียนเอง การวิจารณ์อย่างมีเหตุผลและการอภิปราย ข้อคาดการณ์เป็นเนื้อหาที่มีความละเอียดรอบคอบ การเดาอย่างมีเหตุผลสามารถอธิบายได้ด้วยคำแนะนำดังกล่าว นักเรียนจะพัฒนามาตรฐานระดับสูงของการยอมรับความคิดเห็น และพวกเขาเข้าใจถึงความถูกต้อง และความรับผิดชอบในการพัฒนาและปกป้องเหตุผลของพวกเขา ดังเช่น ความคาดหวังที่มีความชัดเจนในโรงเรียนแมนอร์วิลล์ (Manorville School) การให้เหตุผลอย่างเป็นกันเอง และคำแนะนำในการคำนวณเพียงเล็กน้อย ทำให้นักเรียนหาผลรวมทางสถิติที่กำหนดให้ในหน่วยที่ต่างออกไป แต่อย่างไรก็ตามการให้เหตุผลอย่างเป็นกันเอง และการสนับสนุนตัวอย่างต้องเริ่มต้นก่อน แทนที่จะอยู่ตอนท้ายในการส่งเสริมสภาพแวดล้อมนักเรียนจะถูกกระตุ้นให้แสดงผลอย่างระมัดระวังในการจำแนกข้อคาดการณ์ ซึ่งจะพบมาตรฐานกว้างๆ ในกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

National Council of Teacher of Mathematics (2000) ได้เสนอเคล็ดลับในการพัฒนาการให้เหตุผลไว้ ดังนี้

1. ให้งานที่นักเรียนนึกภาพออกมาสำหรับตัวเอง
2. ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนบรรยายเป็นภาษาของตนเอง รวมทั้งรวมถึงสมมติฐานต่างๆ ที่นักเรียนได้สร้างขึ้น
3. ให้อาจารย์นักเรียนในการวิเคราะห์ปัญหา สืบสวนปัญหามากขึ้นโดยใช้แบบรูป และหลังจากนั้นดำเนินการต่อไปเป็นวิธีการที่เป็นทางการ

4. หลีกเลี่ยงการบอกวิธีการแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาและหาวิธีการอื่นๆ เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติ

5. ถามคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด เช่น นักเรียนรู้ได้อย่างไร

6. รอเวลาที่เหมาะสมหลังถามคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดเหตุผลของตนเอง

7. กระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามที่ทำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเองและผู้อื่น

8. คาดหวังให้นักเรียนสื่อสารเหตุผลของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นและครูผู้สอน โดยการพูดและเขียนในภาษาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

9. เน้นการอธิบายที่เป็นตัวอย่างที่ดีและให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้ทำ

10. กำหนดสภาพห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกสะดวก สบาย ในการแบ่งปันข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และวิจารณ์ข้อโต้แย้งของเพื่อนในลักษณะที่สร้างสรรค์

พรหมทิภา ทองนวล (2554) ได้สรุปว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยในการจัดการเรียนรู้นั้น ครูต้องจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรม และคำถามที่กระตุ้นต่อการคิดให้เหตุผลของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ในการประเมินผล ครูควรประเมินการให้เหตุผลจากกิจกรรมที่ทำ การพูดชี้แจงเหตุผลหรือการแสดงเหตุผลในการทำแบบทดสอบ

อัมพร ม้าคอง (2559) กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเสนอไว้ ดังนี้

สิ่งที่ควรเพิ่ม

1. การให้เหตุผลในชีวิตประจำวัน ในการทำงาน และในบริบทที่หลากหลาย
2. ลักษณะของการให้เหตุผลที่อยู่ในการเรียนวิชาอื่นๆ
3. การให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรนัย

สิ่งที่ควรลด

การให้เหตุผลตามความรู้สึก และที่ไม่อิงหลักวิชา การฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรให้ผู้เรียนปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ (Mathematical Context) และบริบทอื่นๆ มากกว่าจะเป็นเพียงการสอนหรือบอกให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญหรือให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยวๆ แยกจากสิ่งอื่น ผู้สอนควรใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงเหตุผล เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนไปจะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร”

ซึ่งคำถามเหล่านี้ใช้ได้ทั้งในเนื้อหาคณิตศาสตร์ การให้ผู้เรียนทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ การให้อธิบายเหตุการณ์ต่างๆ อย่างเป็นทางการเป็นผล และในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการทำงานเหล่านี้ผู้เรียนจะมีเหตุผลของตนเองที่อาจแตกต่างจากผู้อื่น ผู้สอนสามารถ ตั้งคำถามให้ผู้เรียนใช้เหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง และไม่ควรมุ่งถึงเฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น แต่ควรให้

ความสำคัญกับทุกเหตุผล เพื่อที่จะทราบว่าทำไมผู้เรียนจึงให้เหตุผลเช่นนั้น การให้ผู้เรียนได้อธิบาย หรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง และที่สำคัญคือผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินความถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอก

จากที่กล่าวมาพบว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนฝึกการคิด สนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้ทำ ต้องฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่อง ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิด ซึ่งผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา 2) ชั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ 3) ชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ 4) ชั้นอภิปราย สรุปผล

การวัดและการประเมินผลการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการวัดและการประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Wilson (1971) ได้กล่าวถึงการวัดในวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. วัดความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดความสามารถในการระลึกถึงข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม ตลอดจนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1.1 วัดความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Facts) เป็นการวัดความสามารถ ที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว ตลอดจนพื้นฐานต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

1.2 วัดความรู้ความจำเกี่ยวกับ ศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นการวัดความสามารถที่จะระลึกถึงคำศัพท์ นิยามต่างๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ และไม่ต้องการความรู้อื่นมาช่วย

1.3 วัดความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการ การคิดคำนวณ (Algorithms) เป็นการวัดความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง คิดคำนวณตามกระบวนการที่ได้เรียนมา เช่น ลำดับขั้นตอนการหารยาว การหา ห.ร.ม. เป็นต้น

2. วัดความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ รวมถึงความสามารถในการตีความ แปลความ และขยายความได้ แบ่งเป็นขั้นย่อยๆ คือ

2.1 วัดความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้รวบยอด (Concept) เป็นการวัดความสามารถในการนำข้อเท็จจริงมาประมวลเข้าเป็นความรู้รวบยอด ซึ่งต้องอาศัยความรู้ต่างๆ มาผสมผสานคำถามต้องไม่เคยสอนมาก่อน เพราะถ้าบอกมาก่อนจะกลายเป็นวัดความจำทันที

2.2 วัดความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสนับสนุนอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไปทางคณิตศาสตร์ (Principles, Rules and Generalization) เป็นการวัดความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความรู้กับความรู้รวบยอดไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาโจทย์ได้

2.3 วัดความเข้าใจในโครงสร้างคณิตศาสตร์ (Mathematical Structure) คำถามมักใช้คำศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์แผนใหม่

2.4 วัดความสามารถในการแปลงโจทย์จากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง (Transform Problem Element from One Model to Another) เป็นการวัดให้เปลี่ยนข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ โดยไม่รวมวิธีหาคำตอบ เช่น เปลี่ยนประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ เป็นต้น

2.5 วัดความสามารถในการดำเนินการตามแนวเหตุผลที่วางไว้ (Following of Reasoning) เป็นการวัดความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ และสามารถบอกได้ว่าผลสรุปในแต่ละขั้นตอนมาจากเหตุใด

2.6 วัดความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ที่กำหนดให้ว่ายังขาดอะไรบ้างตลอดจนแปรสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ เช่น นายแดงซื้อสินค้าอย่างหนึ่ง ซึ่งติดป้ายไว้ราคา 60 บาท แต่จากราคาที่ติดลดให้ 20% เขาจะได้ส่วนลดเท่าไร

3. วัดการนำไปใช้ (Application) เป็นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่คล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยเรียนมา นั่นคือจะต้องผสมผสานความรู้ในชั้นที่ 1 และ 2 ในการนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาซึ่งจะมีหลายขั้นตอนในการจัดกระทำจึงจำเป็นต้องมีการเลือกก่อน-หลังในการวัดพฤติกรรม ชั้นนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้นย่อยๆ

3.1 วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่คุ้นเคย (Solve Routine Problem) หรือปัญหาที่เคยเรียนมาแล้ว เป็นการถามปัญหาที่คล้ายคลึงกัน โดยอาศัยความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณและความเข้าใจมาผสมผสานกันแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา

3.2 วัดความสามารถในการเปรียบเทียบ (Make Comparisons) เป็นการวัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่โจทย์ให้มา 2 ชุด ในการแก้ปัญหา อาจจะต้องใช้ทักษะคำนวณ ความเข้าใจแล้วนำมาประกอบการตัดสินใจ เช่น ให้ข้อมูลตัวเลขมาเป็นคะแนนสอบแล้วถามว่ามีกี่คนที่ได้คะแนนมากกว่าคะแนนเฉลี่ย

3.3 วัดความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Data) เป็นความสามารถในการจำแนกและตัดสินใจว่าข้อมูลส่วนใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา เช่น ลูกบาศก์มีด้านยาวด้านละ 5 ซม. ถ้าเพิ่มความยาวเป็น 2 เท่า ลูกบาศก์ใหม่จะมีปริมาตรเป็นกี่เท่าของลูกบาศก์เดิม

3.4 วัดความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับ การระลึกข้อมูลแปลงเป็นปัญหาการจัดกระทำข้อมูล การมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดขึ้น

4. วัดการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวัดความสามารถที่จะตอบปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะซับซ้อน พลิกแพลง ซึ่งนักเรียนไม่เคยลองฝึกมาก่อนแต่ไม่ได้หมายความว่าโจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกเหนือขอบข่ายที่เรียนมา ดังนั้นการแก้โจทย์ปัญหาที่วัดพฤติกรรมนี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ การวัดพฤติกรรมขั้นวิเคราะห์สามารถแบ่งย่อยได้อีก 5 พฤติกรรม คือ

4.1 วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน (Solve No Routine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ต้องคิดซับซ้อน เป็นโจทย์ที่ไม่ได้อยู่ในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะแก้ปัญหาได้ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต้องเข้าใจความคิดรวบยอดหรือนิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ และใช้ความรู้เหล่านั้นมาผสมผสานกันแก้ปัญหา

4.2 วัดความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Discover Relationships) ข้อสอบที่วัดพฤติกรรมนี้นักเรียนจะต้องจัดส่วนต่างๆ ที่วัดพฤติกรรมนี้ นักเรียนจะต้องจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นเพื่อใช้แก้ปัญหาพฤติกรรม ในขั้นนี้ต่างจากขั้นนำไปใช้ตรงที่นักเรียนต้องรวบรวมสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาเป็นความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ แทนที่จะนำความสัมพันธ์อันเดิมที่เคยพบมาแล้ว มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 วัดความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Construct Proof) เป็นการวัดที่ใช้เหตุผลควบคู่ไปกับความสามารถในการพิสูจน์ โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีความรู้ต่างๆ มาช่วยแก้ปัญหา

4.4 วัดความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Criticize Proof) เป็นการวัดการใช้เหตุผลที่ควบคู่ไปกับความสามารถในการพิสูจน์ ซึ่งต้องการให้นักเรียนมองเห็นหรือเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่

4.5 วัดความสามารถในการสร้างสูตรและการทดสอบความถูกต้องในสูตรนั้น ซึ่งใช้กรณีเป็นไปไม่ได้ (Formulate and Validate Generalizations) พฤติกรรมขั้นนี้คล้ายกับข้อ 4.3 แต่อาจซับซ้อนมากกว่า นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องที่เคยเรียนมาแล้วต้องสมเหตุสมผลสามารถใช้ได้ทุกกรณี

Krulik and Rudnick (1995) ได้อธิบายเทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสังเกต โดยครูควรเดินรอบๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน
2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียนซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด

จิมดิษฐ์ ละออปักชิน (2550) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการยืนยันข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล ดังนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้อย่างชัดเจนโดยแสดงวิธีการยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล และมีการอ้างอิงที่ถูกต้อง
2	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้ โดยแสดงสาระสำคัญได้ แต่ไม่ครบถ้วน มีข้อบกพร่องบางประการหรือเหตุผลที่ใช้ไม่รัดกุมเพียงพอ
1	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้บ้าง โดยแสดงเหตุผลเฉพาะบางกรณี แต่ไม่ได้แสดงเหตุผลในกรณีทั่วไป หรือมีการแสดงเหตุผลที่บกพร่อง ไม่ชัดเจน อ้างอิงไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
0	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้ โดยไม่แสดงความคิดเห็นใดๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงออกของความสามารถในการให้เหตุผลและได้กำหนดตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1. คะแนน 3 (ดี) สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้คำตอบได้อย่างสมเหตุสมผลชัดเจน
2. คะแนน 2 (พอใช้) สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้คำตอบได้อย่างสมเหตุสมผลแต่ยังไม่ชัดเจน
3. คะแนน 1 (ต้องปรับปรุง) ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้คำตอบหรือเหตุผลที่ใช้ไม่สมเหตุสมผล

การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลส่วนมากใช้ปัญหาหรือกิจกรรม เป็นเครื่องมือ และประเมินการให้เหตุผลตามบริบทของปัญหาหรือกิจกรรมนั้น ซึ่งอาจประเมินการให้เหตุผลหลายอย่างในประเด็นปัญหาเดียวกัน

Susan M Brookhart (2010) กล่าวถึง การประเมินการให้เหตุผล ดังนี้

1. การประเมินการให้เหตุผลแบบนิรนัย การประเมินการให้เหตุผลแบบนิรนัย จะต้องมีการให้ข้อความที่นักเรียนคิดว่าข้อความนั้นถูกต้องมีความเป็นเหตุเป็นผลทั้งเหตุผลที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องจากนั้นให้ถามนักเรียนจากข้อสรุปเหล่านั้นซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

- 1.1 ใช้ตัวเลือกหลาย ๆ ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกตอบเป็นข้อสรุปของเหตุผล (Multiple Choice Question Assessing) วิธีนี้ใช้เพื่อทดสอบการอ่านและการให้เหตุผล
- 1.2 ให้นักเรียนเขียนคำตอบหรือใช้ความเรียงในการสรุปเหตุผล (Essay Question Assessing) วิธีนี้ใช้เพื่อทดสอบการอ่านการเขียนและการให้เหตุผล
- 1.3 ให้นักเรียนแสดงออกทางการกระทำ (Performance Question Assessing) วิธีนี้ใช้เพื่อทดสอบการอ่านการเขียนการใช้สื่ออุปกรณ์การวางแผนและการให้เหตุผล

2. การประเมินการให้เหตุผลแบบอุปนัย ในการประเมินการให้เหตุผลแบบอุปนัย จะต้องสร้างภาพหรือข้อมูลที่มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แล้วให้นักเรียนสรุปจากข้อมูลที่แสดงมาเป็นข้อสรุปเหตุผลที่ถูกต้องพร้อมทั้งอธิบายว่าทำไมถึงสรุปเช่นนั้น ซึ่งอาจใช้แบบตัวเลือกคำตอบหรือแบบเขียนคำตอบ เช่น ในการเรียนเรื่องกราฟจะต้องมีภาพของกราฟและข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากนั้นจึงให้นักเรียนตอบคำถาม เช่น กราฟนี้อธิบายเกี่ยวกับเรื่องอะไร แนวโน้มของกราฟจะเป็นอย่างไร ข้อมูลในกราฟสัมพันธ์กันอย่างไรโดยที่เกณฑ์ในการให้คะแนนอาจใช้เกณฑ์แบบรูบิค ดังนี้

- 2.1 การอธิบายชัดเจนเหมาะสม
- 2.2 ใช้ข้อพิสูจน์ที่เหมาะสม
- 2.3 มีการให้เหตุผลในการอธิบายที่ชัดเจน

วรรณารถ อยู่สุข (2555) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์และความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล ดังนี้

ตาราง 3 แสดงแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
1. ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล	
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด แต่ยังมีขาดข้อมูลที่ยังไม่สมบูรณ์	2
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด	1
นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้เลย	0
2. ด้านความสามารถในการอธิบายข้อมูล	
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่ง แต่ยังไม่สมบูรณ์	2
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่ง	1
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุปได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่สามารถใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดในการอธิบายได้	
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายได้เลย	0

อัมพร ม้าคอง (2559) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีหลายประเภท การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลจึงมักประเมินตามประเภทของ

การให้เหตุผลและลักษณะของเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปผู้สอนมักประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรก
2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน
3. การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แนวทางการวัดและการประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) เป็นฐานในการสร้างแบบประเมิน ดังตาราง 4

ตาราง 4 แบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	แสวงหาความรู้จากข้อมูลต่างๆ เพื่ออธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการให้เหตุผล ให้เหตุผลโดยการอุปนัย หรือนิรนัย และตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปได้อย่างชัดเจน
2	แสวงหาความรู้จากข้อมูลต่างๆ เพื่ออธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการให้เหตุผล ให้เหตุผลโดยการอุปนัย หรือนิรนัย เพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
1	แสวงหาความรู้จากข้อมูลต่างๆ เพื่ออธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการให้เหตุผล ให้เหตุผลโดยการอุปนัย หรือนิรนัย เพื่อช่วยอธิบายข้อสรุปแต่อธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์/ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการที่นักเรียนควรจะรู้ ฝึกฝน ทักษะและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเพราะจะช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ทำให้นักเรียน

เข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

Dossey and others (2002) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่นๆ ในการแก้ปัญหา มโนคติหรือเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เราเคยแยกคณิตศาสตร์เป็นวิชาย่อยๆ เช่น เรียน Pre-Algebra แล้วค่อยมาเรียนพีชคณิต และเรขาคณิตตามลำดับทำให้นักเรียนมองวิชาคณิตศาสตร์ไม่สัมพันธ์กัน แม้ว่าคอร์สก่อนหน้านี้อาจจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจในคณิตศาสตร์ระดับสูงก็ตาม การแยกเนื้อหาออกจากกันทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้ให้นักเรียนมีรากฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

สมบัติการแจกแจงนับเป็นตัวอย่างที่ดีของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงหลายเนื้อหาเข้าด้วยกัน สมบัติการแจกแจงเป็นสิ่งสำคัญในการคูณจำนวนเต็มบวก การคูณที่เลขโดดถึง 3 ตัว เช่น 8×172 ทำให้ง่ายขึ้นโดยใช้สมบัติการแจกแจงเป็น $(8 \times 100) + (8 \times 70) + (8 \times 2)$ สมบัติการแจกแจงไม่ได้ใช้แยกตัวประกอบและแทนค่าในประโยคพีชคณิตเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปใช้กับผลคูณเชิงสเกลาร์ในเวกเตอร์และเมตริกซ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูง ครูสามารถให้นักเรียนเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ในภาพกว้างได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) สรุปเกี่ยวกับการเชื่อมโยงเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้ และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์ กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

กฤษณา ไสยาศรี (2551) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการระลึกเนื้อหา และความคิดรวบยอดในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยวิเคราะห์ว่ามีเนื้อหาและความคิดรวบยอดใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แต่ละเนื้อหาและความคิดรวบยอดนั้นสัมพันธ์กันอย่างไรรวมทั้งนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และขยายแนวคิดไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงกัน

อาทิตยา สำราญอินทร์ (2553) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ หรือ

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นที่นักเรียนพบ

กฤษดา นรินทร์ (2555) ได้ระบุว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนนำความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งในเนื้อหาวิชาและปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีความหมาย

อัมพร ม้าคนอง (2559) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ

จากการศึกษาข้างต้น การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เนื้อหาสาระ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จากประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกันนำมาอธิบายหรือปรับใช้แก้ปัญหาที่เผชิญในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องความรู้ในสาขาวิชาอื่นๆ หรือสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Blaskopf and Chazen (2001) กล่าวว่า ตัวอย่างของการเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่อยู่บนพื้นฐานความจริง มีความหมายและมีประโยชน์สำหรับทุกคน การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์มากขึ้น

กัลยา พันปี (2551) กล่าวว่า การเชื่อมโยงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเห็นถึงคุณค่าและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

ชยาภรณ์ รักพอ (2551) กล่าวว่า ความสำคัญและประโยชน์ของการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน นอกจากจะช่วยให้นักเรียนเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในคุณค่าของคณิตศาสตร์ มองว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ในสังคมและจำเป็นต่อชีวิตของเขา เป็นผลให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น

กฤษดา นรินทร์ (2555) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักเห็นถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งในเนื้อหาวิชาและปัญหาของสถานการณ์ในชีวิตจริง การเชื่อมโยงจึงเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างแท้จริง

อัมพร ม้าคนอง (2559) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) เนื่องจาก

การเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้นตลอดจนมองเห็น ความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้ กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจไม่ใช่เป็นเพียงวิชา ที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทักษะการเชื่อมโยงจึงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนปัจจุบัน

จากความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงและประยุกต์ในการเรียนสาขาวิชาอื่นๆ ตลอดจนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่า และความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องเลือกปัญหาที่ทำให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้พัฒนาความคิดเพื่อให้เกิดความคิดใหม่ๆ ในการ แก้ปัญหา นอกจากนี้ครูผู้สอนจะต้องคอยให้กำลังใจนักเรียนและสนับสนุนความรู้ ความเข้าใจ และแนวคิดใหม่ๆ ที่อาจเชื่อมโยงไปยังวิชาอื่นๆ หรือเชื่อมโยงกับการดำเนินชีวิตของนักเรียน

ลักษณะความสามารถของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Dossey and others (2002) กล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นสิ่งสะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้

Kennedy and Tipps (1994) กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่าลักษณะของการเชื่อมโยง นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ เป็น รูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และมีโนเมติ เข้ากับกระบวนการในการรวมเนื้อหาและวิธีการ ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และจะต้องเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงควรสร้างให้เกิดอย่าง สม่่าเสมอในระหว่างการสอน ให้นักเรียนทำในสิ่งที่ เป็นรูปธรรมและแปลงการกระทำนั้นมาเป็น รูปภาพ แผนผัง กราฟ และสัญลักษณ์ ตัวอย่างเช่น ครูสอนการเชื่อมโยงกับนักเรียนเกรด 3 โดยเชื่อมโยงระหว่างคูกี้กับการเขียนเศษส่วน นักเรียนในห้องก็จะได้เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริงด้วยปัญหาคูกี้ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และชีวิตจริงมีมากมาย ครู สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคม ศิลปะ งานคหกรรม และกิจกรรมในสาขาวิชา ต่างๆ

Baroody and Ronald (1993) การสร้างความคิดเชื่อมโยง มีหลักในการสร้าง ความคิดเชื่อมโยงคือการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใหม่หรือข้อมูลข่าวสารใหม่จากสิ่งที่รู้

แล้ว(Assimilation) และการแสดงความสัมพันธ์ของการเรียนรู้จากส่วนย่อยๆ รวมเข้าด้วยกัน (Integration)

1. Assimilation คือ การสร้างความคิดในการเรียนรู้จากสิ่งที่ไม่รู้เชื่อมโยงไปหาสิ่งที่รู้โดยที่ค่อยๆ แทรกซึมหรือเพิ่มการเรียนรู้ทีละน้อยๆ เช่น การสอนวิธีการลบ $5 - 3 = ?$ โดยยกตัวอย่างว่าถ้านักเรียนมีก้อนหินอยู่ห้าก้อนถูกพี่ชายโยนทิ้งไป 3 ก้อนจะเหลือก้อนหินกี่ก้อน เป็นต้น

2. Integration เป็นการมองภาพรวมจากส่วนการเรียนรู้ย่อยๆ จากสิ่งที่ไม่สัมพันธ์กันนำมารวมเข้าด้วยกันเช่นการสอนเรื่องการคูณเนื่องจาก $5 + 5 = 10$ แต่นักเรียนยังไม่เข้าใจว่า $2 \times 5 = ?$ จำเป็นต้องให้นักเรียนรู้ก่อนว่า $4 + 4 + 4 = 3 \times 4$ ดังนั้น 2×5 และ $5 + 5$ มีค่าเท่ากันคือ 10

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ระบุว่ามาตรฐานทางด้านการเชื่อมโยงนั้นนักเรียนสามารถ

1. ระบุและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ (Recognize and use Connection Among Mathematics Ideas)

2. เข้าใจแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร และสร้างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่สอดคล้องกับของเดิมได้ (Understand how Mathematical Thinking Interconnect and Build on One Another to Produce a Coherent Whole)

3. ระบุและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่นๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ (Recognize and Apply Mathematics in Contexts Outside of Mathematics)

อัมพร ม้าคอง (2559) กล่าวถึงความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้ หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ ลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์มีดังต่อไปนี้

1. เชื่อมโยงและสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
2. ใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาอื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ ธุรกิจ และในชีวิตประจำวัน

3. เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้งานของเนื้อหาหรือหัวข้อเหล่านั้น และมองเห็นคณิตศาสตร์เป็นภาพรวมของการบูรณาการ

4. วิเคราะห์ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้กราฟ ตัวเลข วัตถุ ภาษา แบบจำลอง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

5. ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจความคิดทางคณิตศาสตร์อื่นและความคิดในศาสตร์อื่น

6. เชื่อมโยงวิธีการที่แตกต่างกันที่ใช้ในการแสดงมโนทัศน์เดียวกัน และที่ใช้ในการนำเสนออย่างเดียวกัน

7. เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง

8. ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่างๆ ของคณิตศาสตร์และระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ตาราง 5 แสดงลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Kennedy and Tipps (1994)	Baroody and Ronald (1998)	สสวท. (2551)	อัมพร ม้าคนอง (2559)	สรุป
เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และ มโนคติ เข้ากับ กระบวนการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	เชื่อมโยงความรู้จากสิ่งที่ไม่รู้ไปหาสิ่งที่รู้	- เข้าใจแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร และสร้างแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่สอดคล้องกับของเดิมได้	- เชื่อมโยงและสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนทัศน์กับกระบวนการ - เชื่อมโยงวิธีการที่แตกต่างกันในการแสดงมโนทัศน์ และการนำเสนออย่างเดียวกัน	สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์
แปลงสิ่งที่เป็นรูปธรรม เป็นรูปภาพ แผนผัง กราฟ และสัญลักษณ์		เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้	วิเคราะห์ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้กราฟ ตัวเลข ภาษาแบบจำลอง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	สามารถวิเคราะห์ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ตาราง 5 (ต่อ)

Kennedy and Tipps (1994)	Baroody and Ronald (1998)	สสวท. (2551)	อัมพร ม้าคนอง (2559)	สรุป
- เชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่นๆ		ประยุกต์ใช้ คณิตศาสตร์ใน บริบทอื่นๆ นอกเหนือจาก คณิตศาสตร์ได้	ใช้ความคิดทาง คณิตศาสตร์ที่มี อยู่ในการทำความเข้าใจ ความเข้าใจความคิด ทางคณิตศาสตร์ อื่นและความคิด ในศาสตร์อื่น	สามารถเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่นๆ

จากตาราง 5 นักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ กล่าวถึงลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีพฤติกรรมที่คล้ายกัน สรุปได้ว่าลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะ ดังนี้ 1) สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ 2) สามารถวิเคราะห์ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3) สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

แนวทางการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้เสนอว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ทั้งในโรงเรียน และในสังคมปัจจุบันมากขึ้น ครูคณิตศาสตร์ต้องค้นคว้าร่วมมือกับครูในวิชาอื่นเพื่อสำรวจแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปยังปัญหาอื่นซึ่งเกิดขึ้นในห้องเรียน การรวมคณิตศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาซึ่งให้สัญลักษณ์และกระบวนการที่มีประโยชน์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของมาตรฐานทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้เข้าใจมันได้ ทักษะการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย และแบบจำลองข้อเท็จจริงในโลก และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอปัญหาช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนและชัดเจนขึ้น ทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและหาคำตอบได้ ถ้านักเรียนเป็นผู้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนปรับเปลี่ยนวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายขึ้น และตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกัน

การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างได้หลายแนวทางเมื่อนักเรียนศึกษาหัวข้อหนึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในหัวข้ออื่นได้ โดยการเชื่อมโยงปรากฏออกมาขณะนักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

1. ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่สามารถช่วยให้เข้าใจในการดำเนินการของเศษส่วน การนำเสนอข้อมูล การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การหาตัวประกอบ และความน่าจะเป็น
2. บทเรียนเรื่องการวัดต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสูตรและแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดทางเรขาคณิต การวัด และพีชคณิต

นักเรียนจะได้แนวคิดใหม่ๆ กระบวนการ และทักษะจากการแก้ปัญหา แล้วสามารถรวบรวมแนวคิดและความคิดรวบยอดเพื่อส่งเสริมความเชื่อมั่นของนักเรียนในความคิดของเขาเอง เนื้อหาส่งเสริมทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องเป็นปัญหาที่เน้นให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เอาใจใส่ต่อการตระหนักและการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อจะค่อยๆ เข้าไปในตัวนักเรียน ซึ่งคาดหมายว่าแนวคิดที่พวกเขาจะได้เรียนรู้เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาและค้นคว้ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อื่นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ระบุว่าในการจัดการเรียนการสอนที่มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ นอกจากครูจะต้องเข้าใจมาตรฐานการเรียนรู้ทางด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้แล้ว ครูจะต้องตีความมาตรฐานเหล่านั้นออกมาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับวัย พื้นความรู้เดิมและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ของนักเรียนตลอดจนการประเมินผลที่คำนึงถึงทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ทางด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2559) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า สิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้คือ ผู้เรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยงและมีทักษะการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงจึงไม่ควรแยกออกจากเนื้อหาที่สัมพันธ์กันออกจากกันแต่ควรสอนรวมกันไป เช่น สอนทั้งจำนวนและการดำเนินการพีชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ อันจะทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ผู้สอนต้องตระหนักถึงประเด็นนี้ และพัฒนา ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

จากข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือ การจัดการเรียนการสอนของครูที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ เนื่องจากหากนักเรียนมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีแล้ว นักเรียนจะสามารถนำความรู้ที่มีไปเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดี และมีประสบการณ์ในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยง

การวัดและการประเมินผลการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้เสนอว่า การวัดความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการวัดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในภาพรวมก่อนแล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดว่าตรงกับสาระเนื้อหาหรือสาระคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใด และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ นอกเหนือจากที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่
2. สำรวจปัญหาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การให้เหตุผลได้
3. สร้างแนวคิดใหม่หรือแนวทางแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จากการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ ได้
4. ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน
5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่ในชีวิตประจำวันสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

อาทิตยา สาราณอินทร์ (2553) ได้สร้างกรอบการสร้างและเกณฑ์ของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
2. การระบุทฤษฎี กฎ สูตร หรือนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
3. การเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
4. การสร้างโจทย์ปัญหาในชีวิตจริง จากความรู้ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2559) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มี 3 ประเภทใหญ่ คือ

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กันของเนื้อหา สาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการแสดงความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ในเรื่องเดียวกันหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสิ่งใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงนั้น ส่วนใหญ่ประเมินการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

ตัวอย่างการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยง

1. ให้ผู้เรียนยกตัวอย่างการวัดความยาว การวัดพื้นที่ การวัดปริมาตร การวัดน้ำหนักที่ตนใช้ในชีวิตประจำวันมาอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง พร้อมทั้งระบุหน่วยการวัดของทุกตัวอย่าง
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มโดยใช้แผนที่ประเทศไทยและอุปกรณ์อื่น เช่น ไม้บรรทัด ดินสอ ในการใช้เรื่องทศ มาตราส่วน อัตราส่วน หาทิศและระยะทางที่จังหวัดสำคัญต่างๆ อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ รวมทั้งคำนวณเวลาที่จะใช้ในการเดินทาง โดยให้ผู้เรียนกำหนดความเร็วในการเดินทางตามความเหมาะสม

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แนวทางการวัดและการประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของอัมพร ม้าคนอง (2559) เป็นฐานในการสร้างแบบประเมิน ดังนี้

ตาราง 6 แบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่นๆ/ชีวิตประจำวัน เพื่ออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่นๆ/ชีวิตประจำวัน เพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่นๆ/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยอธิบายข้อสรุปแต่อธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์/ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

ทฤษฎีการสร้างความรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เชื่อว่าแม้โลกนี้มีอยู่จริง แต่ความหมายของสิ่งต่างๆ มิได้มีอยู่ในตัวของมันเอง สิ่งต่างๆ มีความหมายขึ้นมาจากความคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้นๆ ดังนั้น สิ่งต่างๆ ในโลกจึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นจริงที่สุดแต่ขึ้นอยู่กับให้ความหมายของคนในโลก ดังนั้น ทฤษฎีนี้จึงให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการแปลความหมายและการสร้างความรู้ ความเข้าใจจากประสบการณ์ต่างๆ และถือว่าสมองเป็นเครื่องมือสำคัญที่บุคคลใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ในโลกนี้ ซึ่งการแปลความหมายของแต่ละบุคคลจะขึ้นอยู่กับ การรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจ และภูมิหลังของแต่ละบุคคล ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิด ครูจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ซึ่งไวโกตสกีได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนา ขอบเขตของการเรียนรู้ไว้ (Zone of Proximal Development)

สรุปได้ว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองขึ้นได้ด้วยการรับคำชี้แนะ หรือทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ มากกว่า (Vygotsky, 1978) ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ความรู้นี้จะฝังติดอยู่กับคนสร้าง ดังนั้น ความรู้ของแต่ละคนเป็นความรู้เฉพาะตัว เป็นสิ่งที่ตนสร้างขึ้นเองเท่านั้น โดยนักเรียนจะเป็นผู้กำหนดหรือมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่จะเรียนและวิธีการเรียนของตนเอง และเป็นผู้ตัดสินใจว่าตนเองจะได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้ได้อย่างไรและพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างไร สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในบริบทอื่นได้อย่างเหมาะสม เรียนรู้จากการปฏิบัติ มีอิสระในการคิดและทำสิ่งต่างๆ เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนด้วยตนเองและเรียนรู้บรรยากาศการเรียนที่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายใต้การอำนวยความสะดวกของครู

ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

Wheatley (1991) ให้ความหมายทฤษฎีการสร้างความรู้ว่ามีหลักการสำคัญ 2 ประการ คือ (1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้แต่มนุษย์เป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง ดังนั้นการสร้างความหมายจากสิ่งที่รับรู้ของแต่ละคนจึงอาจแตกต่างกันได้ (2) การรับรู้ คือ การปรับตัวและการใช้ประโยชน์จากการจัดระบบประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้รับ ดังนั้นมนุษย์สามารถเรียนสิ่งต่างๆ โดยอาศัยประสบการณ์กับสิ่งเหล่านั้น

นลินี ณ นคร (2552) ได้ให้ความหมายทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนเป็นผู้เริ่มการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยการลงมือกระทำ ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก

วัชรรา เล่าเรียนดี (2554) ได้ให้ความหมายทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าไม่ใช่วิธีสอนแต่เป็นความเชื่อ หลักการ และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ และวิธีการได้มาซึ่งความรู้ ซึ่งได้จากการสร้าง

ความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง จากการได้ปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น ดังนั้นการจัดการกับสิ่งแวดล้อม และสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ แนวทางสร้างความรู้เป็นการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเป็นการแสวงหาความหมายใหม่ ความรู้ความเข้าใจใหม่ และสร้างความเข้าใจในภาพรวมมากกว่าเป็นส่วนๆ

ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Piaget และ Vygotsky เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าเกิดขึ้นในบริบทที่ผู้เรียนสร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ในสถานการณ์ต่างๆ ทฤษฎีนี้เกิดจากการสังเกตการเรียนรู้ของเด็กเล็กๆ เด็กสร้างความรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์แบบต่างๆ เช่น ดู ฟัง ชิม ดม สัมผัส แสดงว่าเด็กสร้างความรู้ด้วยการมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวกับสถานการณ์จริงในชีวิตและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น บ้าน โรงเรียน ชุมชน และโลก ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเขารู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างตื่นตัว เขาจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิมจะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจและจะต้องหาทางแก้ไข

ทศนา เขมมณี (2558) สรุปว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการ ทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานและเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ โดยมีแรงจูงใจจากความขัดแย้งทางปัญญาทำให้เกิดการไตร่ตรองนำไปสู่การแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้จากบริบทและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน ครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน

หลักการการสร้างความรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการผสมผสานทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาที่หลากหลาย เชื่อในเรื่องที่ว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองไม่ใช่เป็นเรื่องใหม่แต่มีมานานแล้ว เพื่อนำสู่การพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน การนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพจึงเกิดจากการประยุกต์อย่างเหมาะสม การเรียนรู้นักเรียนจะต้องเป็นผู้กระทำ (Active) ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเพียเจต์และของวิกอ์สกีถือว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ คือ

Piaget (1969) อธิบายว่า การคิด คือ การปฏิบัติทางสมอง การที่ลักษณะความคิดของเด็กและผู้ใหญ่มีความแตกต่างกัน เพราะปฏิบัติทางสมองแตกต่างกัน เขายังมีความเห็นว่าปฏิบัติทางสมอง คือ การที่สมองแปลงความรู้ใหม่ให้เหมาะสมที่จะเก็บเข้าที่เข้าทาง (Assimilation) และการเก็บ (Accommodation) เพื่อเก็บความรู้ใหม่ไปปรุงแต่งแบบแก่งความคิด (Thought Pattern) และทำหน้าที่แปลง (Transform) สิ่งใหม่ที่เข้ามาโดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่บ้างแล้ว จากนั้นจึงเก็บความรู้ใหม่ที่เข้าที่เข้าทางแล้วให้เป็นระบบ

Cognitive Constructivism หมายถึง การเรียนรู้พุทธิปัญญาที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเองปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญาขึ้นเป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญาหรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น (Fowler, 1994)

Social Constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของไวทกอสกี ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานในสถานะสังคม (Social Context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น (Bruning and others, 2000)

คุณลักษณะร่วมของทฤษฎีการสร้างความรู้แม้ว่านักจิตวิทยา Cognitive Constructivists และ Social Constructivists จะมีความเห็นแตกต่างกันในเรื่องการอธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้อย่างไรแต่ทุกคนต่างก็เห็นร่วมกันในคุณลักษณะของทฤษฎีการสร้างความรู้ดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนสร้างความรู้ในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. การเรียนรู้สิ่งใหม่กับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้
4. การจัดกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ความหมาย

องค์ประกอบของการสร้างความรู้

Gagnon and Collary (2005) ได้เสนอองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้ด้วยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 6 ประการ คือ

1. การจัดสถานการณ์
2. การจัดกลุ่มผู้เรียนและการจัดสื่อการเรียนรู้
3. การเชื่อมโยง

4. การถามคำถามหรือการใช้คำถาม
5. การแสดงออกหรือการแสดงผลงาน
6. การไตร่ตรอง สะท้อนความคิด

วัชรา เล่าเรียนดี (2553) ให้ความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองนั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยความกระตือรือร้น สร้างความหมายของความรู้ด้วยตนเอง และสร้างความรู้ของตนเองด้วยกระบวนการคิดไตร่ตรอง ผู้เรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ อย่างกระตือรือร้น แทนที่จะเป็นผู้คอยรับความรู้จากครูเพียงฝ่ายเดียวและให้ได้ข้อเสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่เร้าความสนใจ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและปฏิบัติ กล่าวคือ กล่าวตอบ กล่าวอธิบาย อภิปรายและแสดงความคิดเห็น พยายามใช้ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้จริง ของจริงและการร่วมปฏิบัติจริงหรือให้ตัวอย่างสถานการณ์จริงด้วยภาพ ด้วยสื่อการเรียนรู้อื่นๆ หลีกเลียงการอธิบายที่มากจนเกินไป เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดไตร่ตรองอย่างสม่ำเสมอตลอด กิจกรรมการเรียนการสอน ตรวจสอบความเข้าใจ ประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับการเรียน ให้ความรู้ ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสืบค้นเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่ที่จะเรียน จัดกลุ่มผู้เรียนหลายๆ แบบ ให้ร่วมมือกันเรียนรู้ วัดและประเมินผลการเรียนตลอดกระบวนการเรียนรู้ ใช้วิธีการวัดและประเมินที่หลากหลาย เหมาะสม เช่น ถาม ตอบปากเปล่า ให้สาธิต ให้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมทันที ทดสอบย่อย เสนอผลงานชิ้นงานด้วยแผนภูมิ โครงงาน สิ่งประดิษฐ์ที่สะท้อนให้เห็นองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เตรียมความพร้อมของผู้เรียน จูงใจ เร้าความสนใจให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน จัดโอกาสและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง ให้ผู้เรียนคิดไตร่ตรองและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับบทเรียน ให้การฝึกเพิ่มเติมหรือให้ทำโดยอิสระ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวถึงการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในชั้นเรียน และลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ข้อควรคำนึงในการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในชั้นเรียน ได้แก่

1. การเห็นคุณค่าของความคิดเห็นของผู้เรียน เมื่อครูส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดครูต้องยอมรับในสิ่งที่ผู้เรียนคิด ถ้าความคิดนั้นไม่เหมาะสมหรือไม่มีเหตุผลเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องสอน วิธีคิดการยอมรับและเห็นคุณค่าของครูเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด

2. การใช้คำถามการคิดระดับสูง เพื่อดึงความคิดของผู้เรียนออกมา โดยปกติผู้เรียนมีความคิดของตนอยู่แล้ว การใช้คำถามในระดับต่างๆ ของครู เป็นการล้วงความคิดในสมองผู้เรียนออกมา ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดระดับต่างๆ ในการเรียบเรียงคำตอบ

3. การเห็นคุณค่าของกระบวนการคิดมากกว่าคำตอบหลังจากผู้เรียนตอบคำถามและได้รับการยอมรับจากครู ผู้เรียนจะกล้าแสดงกระบวนการคิดของตน ซึ่งเป็นการขยายประสบการณ์และการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้

ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่

1. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครู เพื่อน พ่อ แม่ และคนอื่น
2. ผู้เรียนได้อยู่ในบริบทที่เกิดการเรียนรู้
3. ใช้กิจกรรมกลุ่มสร้างทักษะทางสังคมและความร่วมมือในการสร้างความรู้
4. ให้สถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องทดลองด้วยตนเอง ได้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้น ได้ศึกษาจัดการกับข้อมูลชนิดต่างๆ สงสัยตั้งคำถามค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ตรวจสอบสิ่งที่พบในครั้งแรกกับครั้งต่อไปและนำสิ่งที่พบไปเปรียบเทียบกับของเพื่อน
5. มีความท้าทายให้สำรวจค้นหาและใช้ความคิดระดับสูง รวมทั้งบังคับให้ผู้เรียนจัดระบบความรู้ความเชื่อของตน
6. ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

ทิสนา เขมมณี (2558) ได้กล่าวการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายประการ ดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (Process of Knowledge Construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. เป้าหมายของการสอนที่เปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาคัดกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้
3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดการกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องออกไปสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “Physical Knowledge Activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริง และมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดการกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้น

จากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูลมิใช่เกิดขึ้นได้ง่ายๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม (Socio Moral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ การสอนต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” บทบาทของครูก็คือจะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทิศทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทิศทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะที่หลากหลาย ดังนั้นการประเมินจึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “Goal Free Evaluation” ซึ่งก็หมายถึงการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไป ในแต่ละบุคคลการประเมินควรใช้วิธีการที่หลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน รวมทั้งประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อน เช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริงการวัดผลจะต้อง

ใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่จำเป็นต้องจำลองของจริงมา ก็สามารถทำได้แต่
เกณฑ์ที่ใช้ความเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้าง
ความรู้ มีความสำคัญที่จะส่งเสริมพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถสร้างองค์ความรู้ และแก้ปัญหาได้
ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิมหรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ซึ่งกิจกรรมต่างๆ สถานการณ์ที่
เป็นปัญหา หรือคำถามที่จะส่งเสริมหรือกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ใช้เหตุผล และเชื่อมโยงความรู้ที่มี
มาใช้ในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนต้องเตรียมกิจกรรมสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือคำถามให้พร้อม
กำหนดขั้นตอนให้ชัดเจน ผู้สอนต้องกระตุ้นและคอยช่วยเหลือผู้เรียนตลอดเวลาที่ผู้เรียนทำกิจกรรม
เหล่านั้น

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ไปใช้ในการพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการ
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ทฤษฎีของ Vygotsky (1978)
ที่เชื่อว่า 1) ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การเรียนรู้สิ่งใหม่กับความรู้เดิมและ
ความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ 4) การจัด
สิ่งแวดล้อมกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยได้นำ
แนวคิดเหล่านี้ไปใช้ในเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ขั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา และขั้นประมวล
ความคิดค้นหาคำตอบ ซึ่งในขั้นตอนเหล่านี้ นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา สะท้อนความคิดที่นักเรียนมีอยู่
ก่อนแล้วจากประสบการณ์หรือความรู้เดิม เชื่อมโยงกับความรู้ในเนื้อหาใหม่ รวมทั้งนักเรียนเชื่อมโยง
ประเด็นปัญหาไปสู่ประเด็นที่ต้องการศึกษาโดยการค้นหาข้อมูล การไตร่ตรอง วางแผนกับสิ่งที่ครูได้
นำเสนอ

แนวคิดการเรียนรู้การคิดแบบฮิวริสติกส์

ความหมายของการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

ฮิวริสติกส์จัดเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถ
คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ โดยมี
นักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึงความหมายของฮิวริสติกส์ไว้ ดังนี้

Krulik and Rudnick (1995) ได้กล่าวเกี่ยวกับฮิวริสติกส์ว่า เป็นหนทางหรือ
แผนการอย่างละเอียดในการมุ่งหาคำตอบและการตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์ของปัญหานั้น ๆ

Middleton and Whele (1999) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง วิธีการหนึ่งที่จะ
นำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มโอกาสในการแก้ปัญหา โดยไม่รับประกันว่าจะสามารถหาคำตอบได้ในทุกกรณี

แต่จะช่วยในขั้นตอนการออกแบบวิธีสำหรับแก้ปัญหา ซึ่งจะมีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าเป็นปัญหาชนิดใด

Polya (2000) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการหนึ่งซึ่งช่วยการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาโดยเน้นในขั้นตอนการตัดสินใจ

Sheffield (2003) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง การคิดที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ เป็นการคิดที่ทำให้นักเรียนรู้ต้นเหตุของปัญหา สามารถสร้างปัญหาย่อยจากปัญหาที่พบเพื่อทำให้ปัญหานั้นง่ายขึ้น โดยนักเรียนอาจใช้ การแก้ปัญหาแบบเดิมแล้วจึงพัฒนาเป็นการแก้ปัญหาแบบใหม่ ซึ่งอาจได้มาจากการตั้งปัญหาใหม่ คำถามใหม่ การใช้ขั้นตอนการคิดแบบใหม่ การใช้แบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ ทั้งนี้ได้สร้างเป็นแบบจำลองความคิดประกอบด้วย ความสัมพันธ์ การสำรวจตรวจสอบ การติดต่อสื่อสาร การประเมินและความคิดสร้างสรรค์ โดยนักเรียนอาจเริ่มต้นจากขั้นตอนใดก็ได้ในแบบจำลองความคิดนี้และดำเนินต่อไปยังขั้นตอนใดก็ได้เช่นกัน เพื่อสำรวจปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552) ได้กล่าวว่า แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม และมีเหตุผลที่ดีที่สุดในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่าฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการคิดโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่มาแก้ปัญหาด้วยการค้นพบและเรียนเนื้อหาใหม่ๆ โดยใช้วิธีการเรียนรู้โดยการสืบค้น การค้นหา จากแหล่งข้อมูลความรู้เพื่อหาตัวเลือกและเหตุผลที่ดีมาใช้อธิบาย วิเคราะห์แก้ปัญหาและเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ

ความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

จากการศึกษาวิธีการและแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ Polya (1945) เสนอไว้ ได้ศึกษาวิธีการที่ช่วยในการแก้ปัญหาโดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และขั้นที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ และได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการแก้ปัญหานั้น ต่อมาพบว่า มีบางปัญหาที่ไม่สามารถใช้ขั้นตอนข้างต้นในการแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะปัญหาที่จะต้องใช้การตัดสินใจของผู้แก้ปัญหาเข้ามามีส่วนร่วมและปัญหาที่มีความซับซ้อน ทำให้ต้องหาวิธีการแบบใหม่ขึ้นมา ฮิวริสติกส์ เป็นวิธีการแก้ปัญหารูปแบบหนึ่งที่ได้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายการคิดแบบฮิวริสติกส์มีส่วนสำคัญที่ทำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนเข้ากับความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว และนักเรียนสามารถที่จะตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่าเป็นเหตุเป็นผล มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนการสอนโดยการใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ ดังนี้

Floyd (2002) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่า เป็นส่วนที่ช่วยการตัดสินใจ (Making Decision) ในการแก้ปัญหาเนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระทำให้นักเรียนสามารถกำหนดกลยุทธ์ (Strategy) เทคนิค (Technique) กระบวนการ (Procedure) และกฎเกณฑ์ต่างๆ (Rules) ในการเรียนและคิดแบบฮิวริสติกส์ยังส่งผลให้นักเรียนขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้นและสามารถควบคุมความคิดของตนเองเพื่อเข้าใจและเกิดองค์ความรู้ใหม่

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ฮิวริสติกส์มีความสำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจในการเรียนรู้ตามหลักคณิตศาสตร์สามารถคิดค้นทางเลือกใหม่ๆ จนค้นพบคำตอบด้วยตัวเอง โดยใช้ความรู้ที่เรียนเชื่อมโยง กับความรู้เดิมที่เรียนมา ทำให้สามารถให้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ และเกิดองค์ความรู้ใหม่ กระบวนการคิดแบบฮิวริสติกส์กับการเรียนการสอน

นักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงกระบวนการของการคิดแบบฮิวริสติกส์กับการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

Simon and Newell (1971) ได้กล่าวถึงกระบวนการของฮิวริสติกส์ โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุเป้าหมายเชิงเนื้อหา (Subtotaling) คือ การแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นประเด็นย่อยๆ เพื่อศึกษาในแต่ละประเด็นที่ระบุไว้ โดยผู้เรียนเป็นผู้แบ่งเป้าหมายเชิงเนื้อหาย่อย โดยพิจารณาจากความรู้เดิมหรือวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน
2. การวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ (Means-Ends/Difference Reduction Analysis) โดยให้นักเรียนหาข้อแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
3. พิจารณาผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้ (Working Backward) กระบวนการนี้ให้ความสำคัญไปยังข้อสรุปของปัญหาซึ่งผู้ที่แก้ปัญหามันจะต้องพยายามเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสิ่งที่กำหนดให้
4. พิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา (Satisfying) โดยตัดวิธีการที่เป็นไปไม่ได้ทิ้งไปเพื่อให้ได้เพียงวิธีเดียวที่ดีที่สุด

Krulick and Rudnick (1987) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่เชื่อมโยงกับการใช้เหตุผลสนับสนุน เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์จริง เพราะจะเป็นประสบการณ์ที่จะช่วยอธิบายวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจชัดเจนในความคิดทางคณิตศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากการให้เหตุผล (Reasoning) และการคิดมีความเกี่ยวข้องกัน อาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดพื้นฐานที่ผสมผสานเชื่อมโยงกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิด

สร้างสรรค์ด้วย ทั้งนี้การคิดขั้นพื้นฐานจะมีระดับสูงกว่าความรู้ความจำ ได้แก่ ความเข้าใจในความคิดรวบยอด การวิเคราะห์ความคิดรวบยอด ที่ปรากฏในข้อมูลเหตุการณ์ที่กำหนด ส่วนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณจะประกอบด้วย (1) การตรวจสอบการสร้างความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ และการประเมินลักษณะองค์ประกอบของสถานการณ์ปัญหาทุกประเด็น (2) การพิจารณาจุดเน้นหรือสาระสำคัญของสถานการณ์ปัญหา (3) การรวบรวมและจัดระบบข้อมูลข่าวสารที่ปรากฏ (4) การตรวจสอบความถูกต้องและวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารประเด็นสำคัญ (5) การทบทวนจดจำข้อมูลข่าวสารพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ปัญหาที่เรียนรู้มาแล้ว (6) การอธิบายหรือระบุความมีเหตุผลของคำตอบ (7) การเขียนข้อสรุปที่ถูกต้อง (8) การวิเคราะห์และสะท้อนความคิดตามธรรมชาติ (9) การสร้างผลงานในลักษณะการริเริ่มสร้างสรรค์ผลงานรวมทั้งความมีประสิทธิภาพและมีความซับซ้อน (9) การประดิษฐ์สร้างสรรค์ชิ้นงาน (10) การสังเคราะห์ความคิด (11) การสร้างสรรค์ความคิด และ (12) การประยุกต์ใช้ความคิด

นอกจากนี้ Krulick and Rudnick (1987) ได้อธิบายปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงปริมาณหรือสิ่งอื่นที่จัดให้ผู้เรียนแต่ละคนหรือรายกลุ่มได้ค้นหาคำตอบ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นหรือเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาได้ง่ายและค้นหาคำตอบได้ชัดเจน ขณะที่การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการหรือวิธีการที่ผู้เรียนใช้ค้นหาความรู้และทักษะพื้นฐานที่มีอยู่เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการสร้างความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนให้บรรลุผลเมื่อผู้เรียนเผชิญปัญหาแล้วก็จะตรวจสอบเงื่อนไขการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ดังนั้น กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การเลือกใช้วิธีค้นหาคำตอบตามลำดับขั้นจะเรียกว่าเป็นแบบแผนของฮิวริสติกส์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้สติปัญญาทางการคิดและทักษะย่อยทางกายสำหรับปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาให้บรรลุผล

ทั้งนี้ การแก้ปัญหาตามแบบฮิวริสติกส์จะมีความแตกต่างจากแบบปกติที่มีขั้นตอนตามกฎเกณฑ์หลักการที่ชัดเจนคงที่ตามที่เรียกว่าการใช้แบบแผนอัลกอริทึมส์ (Algorithms) ซึ่งมีวิธีการคิดคำนวณค้นหาคำตอบที่ชัดเจนและเชื่อถือได้ว่าหากใช้วิธีการแก้ปัญหาตามกระบวนการนี้จะได้คำตอบที่ถูกต้องชัดเจนแน่นอน โดยที่ผู้เรียนสามารถเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเหตุการณ์ปัญหาได้ลงตัว เนื่องจากวิธีการของอัลกอริทึมส์ (Algorithms) จะเป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่มีลักษณะเฉพาะกับปัญหาที่เผชิญหรือปัญหาทั่วไป ขณะที่วิธีการฮิวริสติกส์จะกำหนดแผนเส้นทางการค้นหาคำตอบ (Road Map) ที่เป็นร่างวิธีการขึ้นทางการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบหรือปฏิบัติซ้ำทบทวน ให้ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด ซึ่งอาจไม่สามารถยืนยันได้ว่าจะต้องประสบความสำเร็จในการค้นหาคำตอบด้วยวิธีการดังกล่าวทุกเหตุการณ์ปัญหาที่ปรากฏ แต่ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้การค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่ประสบผลสำเร็จได้ในทุกเหตุการณ์ปัญหา (Krulick and Rudnick, 1995)

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Krulick and Rudnick (1995) มีดังนี้

1. การอ่านและการคิดในสาระสำคัญของปัญหา ประกอบด้วย กิจกรรมการระบุข้อเท็จจริง การกำหนดคำถาม การเสนอมุมมองในสถานการณ์ปัญหา การอธิบายประเด็นข้อกำหนดให้เบื้องต้น และการปรับหรืออธิบายเนื้อหาในมุมมองการปฏิบัติ

2. การสำรวจและวางแผนแก้ปัญหาประกอบด้วยกิจกรรมการจัดระบบข้อมูล การพิจารณาความพอเพียงและความล้นเหลือของข้อมูลข่าวสาร การเขียนแผนภูมิการปฏิบัติแก้ปัญหาหรือการสร้างแบบแผนแก้ปัญหา การจัดทำแผนผัง ตาราง กราฟเพื่อนำเสนอข้อมูลปัญหา

3. การเลือกกลวิธีแก้ปัญหา ประกอบด้วยกิจกรรมการศึกษาแบบแผนด้านการรู้คิดของผู้เรียน มุมมองการปฏิบัติในลักษณะย้อนกลับ คาดเดาข้อมูลและการตรวจสอบ การใช้สถานการณ์จำลองหรือกิจกรรมการทดลอง การปรับลดเงื่อนไขหรือการขยายเพิ่มข้อมูล การจัดระบบรายการข้อมูลหรือการหยุดระงับใช้ข้อมูล การใช้วิธีการนิรนัยข้อมูลด้วยเหตุผล การจัดแบ่งข้อมูลและการบรรลุผลแก้ปัญหา

4. การค้นพบคำตอบของปัญหา ประกอบด้วย กิจกรรมการประมาณค่า การใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะค้นหาคำตอบตามแบบพีชคณิต การใช้ทักษะการคิดคำนวณด้วยวิธีการที่เหมาะสม

5. การสะท้อนผลและขยายผลประกอบด้วย กิจกรรมการตรวจคำตอบจากการคิดคำนวณ การใช้คำถามเพื่อค้นหาคำตอบ การใช้เหตุผลสนับสนุน การใช้วิธีการเปรียบเทียบคำตอบกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้เบื้องต้น การค้นหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกพร้อมคำอธิบายด้วยเหตุผล การขยายคำตอบสู่ประเด็นการสรุปอ้างอิงความรู้หรือความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การอภิปรายคำตอบของปัญหา และการสร้างสรรค์ประเด็นที่น่าสนใจตามเงื่อนไขของปัญหาที่ระบุเบื้องต้น

ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ ควรประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้น ได้แก่ (1) การอ่านและการคิดในประเด็นที่เกี่ยวข้อง (2) การสำรวจและการวางแผนค้นหาคำตอบ (3) การเลือกกลวิธีแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบ (4) การปฏิบัติค้นหาคำตอบ และ (5) การสะท้อนผลและการขยายความรู้จากสถานการณ์ปัญหา ซึ่งกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนอาจดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่มีความเป็นอิสระหรือปัจจัยเหตุการณ์อื่น และบรรลุผลภายใต้วิธีการและทักษะย่อยที่เกี่ยวข้องสนับสนุน (Krulick and Rudnick, 1995)

การอ่านและการคิดตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์จะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ปัญหา การไตร่ตรองด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พร้อมทั้งการตรวจสอบประกอบข้อเท็จจริง การอธิบายคำถาม การระบุข้อมูลประเด็นทางกายภาพที่ปรากฏชัดเจน การอธิบายรายละเอียด การสร้างความเข้าใจในเนื้อหาสาระสำคัญของปัญหาด้วยข้อความภาษาที่ชัดเจนเข้าใจง่าย และสร้าง

ความเชื่อมโยงระหว่างประเด็นเนื้อหาแต่ละส่วนของปัญหา การสำรวจและการวางแผน เป็นกิจกรรมการวิเคราะห์ข้อมูลที่ปรากฏของผู้แก้ปัญหาและระบุหรืออธิบายว่าข้อมูลข่าวสารที่ปรากฏนั้นมีความจำเป็นที่พอเพียงหรือไม่ มีประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องหรือแตกต่างอะไรบางอย่างที่จะต้องทิ้งไป สามารถจัดระบบข้อมูลลงในตาราง กราฟ แผนภูมิหรือแบบแผน เพื่อที่จะนำไปประกอบการวางแผนแก้ปัญหาให้บรรลุต่อไป ส่วนการเลือกกลวิธีแก้ปัญหาหรือการค้นหาคำตอบ ถ้าหากนำเสนอให้ผู้รู้หรือผู้แก้ปัญหาจำนวนหลายคนร่วมกันพิจารณาจะช่วยให้ได้กลวิธีที่มีคุณค่า เนื่องจากกลวิธี (Strategy) ในการแก้ปัญหาจะเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งเหมือนกับอัลกอริทึมส์ (Algorithms) แต่กลวิธีจะใช้ในลักษณะบูรณาการหลายกลวิธีเข้าด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ ซึ่งสิ่งที่มีความยุ่งยากในการค้นหาคำตอบของปัญหาคือ การใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนเลือกกลวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่ผู้เรียนจะต้องใช้ทักษะการเลือกกลวิธีที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะต้องมีโอกาสฝึกปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่องจึงจะบรรลุผล โดยการเลือกใช้กลวิธีที่หลากหลาย และมีความเป็นไปได้ ซึ่งกลวิธีการแก้ปัญหาที่มีคุณภาพอาจดำเนินการภายใต้กระบวนการ 8 ขั้น ดังนี้ (1) การรู้จักหรือสร้างความเข้าใจในแบบแผนของปัญหา (2) การตรวจสอบ ใช้มุมมองย้อนกลับในเหตุการณ์ปัญหาที่ปรากฏ (3) การคาดเดาและตรวจสอบประเมิน (4) การทดลองหรือใช้สถานการณ์จำลองกับประเด็นปัญหา (5) การปรับลดหรือการขยายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (6) การจัดระบบรายการข้อมูลและจัดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์หรือค้นหาคำตอบ (7) การนิรนัยข้อมูลความรู้ด้วยเหตุผล (8) การจำแนกหรือจัดแบ่งข้อมูลเพื่อให้บรรลุผลการแก้ปัญหา ขณะที่กระบวนการค้นหาคำตอบจะเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อค้นหาคำตอบ ด้วยการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีโอกาสคาดการณ์หรือประมาณค่าคำตอบที่เหมาะสมก่อนการคิดคำนวณ หาคำตอบที่ถูกต้องแท้จริง นอกจากนี้กิจกรรมการสะท้อนผลและการขยายผล จะช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบตามประเด็นเงื่อนไขของปัญหาที่ระบุไว้ในเบื้องต้น เพราะจะสนับสนุนให้ผู้เรียนวิเคราะห์คำตอบได้ถูกต้องด้วยความมั่นใจมากขึ้น ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนรวมทั้งการอภิปรายในวิธีการหาคำตอบที่เป็นทางเลือกอื่นในโอกาสนั้นด้วย ทั้งนี้อาจใช้วิธีการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขเหตุการณ์ปัญหาบางประเด็นเพื่อนำไปสู่การค้นพบกลวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสมและน่าสนใจมากขึ้น รวมทั้งการอภิปรายเพื่อสร้างข้อสรุปอ้างอิงที่เป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาครั้งนั้นของผู้เรียน (Krutlick and Rudnick, 1995)

Peelle (2001) ได้นำการคิดแบบอิวิริสติกส์ไปใช้กับการเรียนการสอน โดยได้พัฒนารูปแบบการสอนมาตรฐานเพื่อช่วยในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวอย่างรูปแบบการสอนที่นำอิวิริสติกส์มาใช้ คือ รูปแบบการสอนเชิงสำรวจ (Exploration Model) การสอนเชิงสำรวจจะช่วยให้ นักเรียนจะพยายามหาหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่ตนเองสนใจ แล้วพยายามค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้

ทั้งหมดออกมา แล้วจัดออกมาเป็นแบบแผน (Map) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหา
นั้นๆ ต่อไป โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องนั้นๆ ระหว่างกลุ่มเพื่อน และครูผู้สอน เพื่อช่วยยืนยันว่า
สิ่งที่ค้นพบนั้นเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดผลดีและผลเสียต่อการเรียน
ดังนี้

1. นักเรียนจะศึกษาข้อมูลจากแหล่งที่ตนเองเลือกเท่านั้น เช่น ห้องสมุดห้อง
คอมพิวเตอร์ หรือบ้านของตนเอง ซึ่งอาจจะเก็บข้อมูลไม่ครบในบางเรื่องและใช้เวลาค่อนข้างมาก
2. นักเรียนอาจจะไม่มีเวลาเพียงพอที่จะค้นหาข้อมูลเป็นจำนวนมาก
3. รูปแบบการสอนแบบนี้เหมาะกับการนักเรียนนำไปประยุกต์ใช้กับงานหรือ
การบ้านที่ได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน
4. ช่วยให้นักเรียนทราบความเป็นมาและเหตุผลจากข้อมูลจริงในเรื่องที่ตนเอง
ศึกษา
5. ช่วยให้นักเรียนศึกษาไปพร้อมกับการเรียนรู้ แต่อาจจะมีบางประเด็นที่ยากต่อ
การทำความเข้าใจ
6. สามารถเรียนรู้ได้อย่างสบายใจแต่ถ้าในบางปัญหาที่มีความยากทำให้ต้องหยุด
ไปอาจจะทำให้รู้สึกผิดหวังได้
7. นักเรียนจะเป็นผู้คิดเองว่าจะทำสิ่งใดต่อไปซึ่งบางครั้งก่อให้เกิดการตัดสินใจ
ผิดพลาดได้ง่าย
8. ช่วยให้นักเรียนพยายามที่จะแก้ปัญหาที่ท้าทายใหม่ๆ ซึ่งบางปัญหาก็อาจจะ
ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการใช้คณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว
9. นักเรียนจะมีความรู้สึกถึงความเป็นเจ้าของในสิ่งที่ตนเองค้นพบ แต่ด้วยการใช้
ทักษะ Metacognition เพียงอย่างเดียวคงไม่สามารถทำเช่นนั้นได้
10. นักเรียนสามารถนำเสนอ “แบบแผน” ที่ตนเองค้นพบได้ แต่การกระทำแบบ
นี้เหมือนเป็นการนำเสนอข้อมูลเพียงด้านเดียว
11. นักเรียนจะรู้สึกภูมิใจในสิ่งที่ตนเองทำสำเร็จ แต่ครูผู้สอนไม่สามารถนำข้อมูล
ดังกล่าวไปใช้ได้ทันที ต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วนก่อน (Direct Observation)
12. นักเรียนจะนำทักษะที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาใช้ เช่น การสำรวจ
(Investigation) การทดลอง (Experimentation) การให้เหตุผลโดยใช้ฮิวริสติกส์ (Heuristic
Reasoning) และการตัดสินใจอย่างอิสระ (Independent Decision-Making)

Novak and Gowin (1984) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบ
ฮิวริสติกส์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้เป็นหลักการเฉพาะชนิดที่สนับสนุนให้นักเรียนค้นพบ
ด้วยตนเอง วิธีการค้นพบด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นการระดมพลัง

ความคิดและเป็นวิธีทำให้นักเรียนและครูมองเห็นความหมายของสิ่งที่เรียน และความหมายของ ความรู้ที่ก้าวไกล เป็นกระบวนการช่วยให้นักเรียนให้ได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายควรแก่การเรียน เป็น กระบวนการเรียนที่มีลักษณะเป็น “สัญลักษณ์” หรือ “การร่วมรับรู้” ซึ่งทำให้นักเรียนมีความคิดของ นักเรียนชัดเจนขึ้น โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมรับรู้ในความคิดต่างๆ ด้วยกัน และขยายขอบเขตของ ความคิดนั้นๆ โดยตัดสินใจร่วมกัน

Sheffield (2003) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริ สติกส์นี้ครูและนักเรียนควรร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการคิด การสำรวจตรวจค้น และการตรวจสอบ โดย เน้นให้นักเรียนใช้คำถามต่างๆ ด้วยตนเองต่อเนื่องจากคำถามของครู ทั้งนี้ก่อนที่ครูจะถามคำถาม นักเรียน ครูควรลองใช้คำถามนั้นๆ กับเพื่อนครูก่อนเพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ก่อนที่จะอ่านเฉลย เกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ครูเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นในเหตุผลหลากหลายแง่มุม การเป็นตัวแทนและความสัมพันธ์ที่อาจจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในวิธีการหาคำตอบ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำกระบวนการของการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) ไปใช้ในการ พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดของ Krulick and Rudnick (1987) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงกับการใช้เหตุผลสนับสนุน เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่ สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์จริง เพราะจะเป็นประสบการณ์ที่จะช่วย อธิบายวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจชัดเจนในความคิดทางคณิตศาสตร์มากขึ้น กระบวนการวิเคราะห์ ปัญหาเพื่อนำไปสู่การเลือกใช้วิธีค้นหาคำตอบตามลำดับขั้นจะเรียกว่าเป็นแบบแผนของ ฮิวริสติกส์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้สติปัญญาทางการคิดและทักษะย่อยทางกายสำหรับปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาให้ บรรลุผล โดยใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ

แนวคิดการเรียนรู้แบบการสะท้อนคิด

แนวคิดเกี่ยวกับการสะท้อนคิดถูกนำเสนอโดยจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ในปี ค.ศ. 1933 โดยเค้าได้กล่าวถึงกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการสะท้อนคิดไว้ในหนังสือ How we think ว่าเป็น กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงาน และเมื่อนำแนวคิดนี้มาใช้ในทางการศึกษา การสะท้อนคิดก็เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิด พินิจพิจารณา ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง ในการจัดการเรียนรู้อย่างรอบคอบ ได้แก่ การกำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ การเลือก รูปแบบหรือเทคนิคการจัดการเรียนรู้ การเลือกใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ ลำดับขั้นของการจัดการเรียนรู้ ประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับ รูปแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจน การสะท้อนผลของการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนและผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ความหมายการสะท้อนคิด

การสะท้อนคิดเป็นการคิดพิจารณาการปฏิบัติ และการเรียนรู้อย่างรอบคอบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนความรู้และทักษะของตน การสะท้อนคิดอาจทำให้เป็นส่วนตัวหรือทำร่วมเป็นกลุ่มก็ได้ (Henninger, 2004) การสะท้อนคิดช่วยให้เกิดความเข้าใจ และเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ นำไปสู่การพัฒนาตนเอง ปรับปรุงงาน และแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Johns, 2009) นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการได้ให้ความหมายการสะท้อนคิดไว้ ดังนี้

Knowles and others (1994) ได้ให้ความหมายว่า การสะท้อนคิดเป็นการใช้กระบวนการพินิจพิเคราะห์ ตั้งคำถามย้อนหลัง กลับมายังสถานที่เป็นอยู่อย่างครอบคลุมทุกด้าน แยกให้เห็นปัญหาที่เป็นเหตุผลในการปฏิบัติขณะนั้น ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ และส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

Johns (2009) ให้ความหมายว่า การสะท้อนคิด หมายถึง กระบวนการคิด ไตร่ตรอง ทบทวน (Reflective Thinking) พินิจพิเคราะห์ และพิจารณาสิ่งต่างๆ อย่างรอบคอบโดยใช้สติและสมาธิ ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้บุคคลได้ทบทวนและสะท้อนการทำงานของตนช่วยให้เกิดความเข้าใจ และเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ นำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงตนเอง ปรับปรุงงาน และการแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การสะท้อนคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ด้วยเหตุผลและหลักการ พร้อมทั้งเชื่อมโยงนำประสบการณ์มาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ก่อให้เกิดความคิดและมุมมองใหม่ๆ ที่สามารถเป็นแนวทางในการตัดสินใจ ในการแก้ปัญหา หรือนำมาใช้พัฒนาปรับปรุงตัวเองได้

หลักการของการสะท้อนคิด

Bailey, Curtis and Nunan (2001) ได้กล่าวไว้ว่า หลักการสำคัญของการสะท้อนคิดประกอบด้วย

1. การตระหนักรู้ (Self Awareness) หมายถึง ความสามารถในการสำนึก และตักเตือนตนเองในเรื่องที่ตั้งใจไว้
2. การสังเกตตนเอง (Self Observation) หมายถึง การสังเกต ประเมิน และจัดการกับพฤติกรรมของตนเอง โดยมีเป้าหมายที่จะเข้าใจและควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ดีขึ้น ทั้งนี้ การสังเกตตนเองจะช่วยให้ตระหนักรู้ในตนเองมากขึ้น การสะท้อนคิดจึงเป็นกระบวนการสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ และตระหนักถึงการเรียนรู้ของตนเอง

ขั้นตอนการสะท้อนคิด

Matthew-Maich (1996) ได้เสนอขั้นตอนการสะท้อนคิด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

คือ

1. การย้อนคิดทบทวนถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวันที่ผ่านมา โดยอาจจะเป็นเหตุการณ์ที่มีทั้งความประทับใจ และเหตุการณ์ที่ทำให้รู้สึกไม่ดี ทั้งในการปฏิบัติการให้เพื่อนร่วมงาน หรือกับอาจารย์ผู้สอน หรือเป็นข้อคิดที่เกิดจากการทำงานของตนเองในวันนั้น
2. การเล่าหรือเขียนบรรยาย การนำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น มาเล่าหรือเขียนบรรยาย ถึงความรู้สึกและการตัดสินใจขณะเกิดเหตุการณ์
3. การวิเคราะห์ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากความรู้สึกโดยการตั้งคำถามให้กับตนเองเกี่ยวกับความรู้สึกที่เกิดขึ้น รู้สึกอย่างไร เกิดแนวคิดอย่างไร และผลที่ได้รับเป็นอย่างไร
4. การตั้งคำถามกับตนเอง เกี่ยวกับแนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป หากเกิดเหตุการณ์เช่นนี้อีก โดยการนำประสบการณ์เดิมมาร่วมใช้ในการแก้ปัญหา
5. ขั้นตอนสุดท้าย คือ การวางแผนปฏิบัติที่เป็นมุมมองใหม่ที่ต้องใช้ในการวางแผนวงจรสะท้อนคิด

York-Barr and others (2001) ได้เสนอการตั้งคำถามเพื่อการสะท้อนคิดในระดับบุคคล ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การตั้งคำถามเกี่ยวกับสภาวะปัจจุบัน เช่น
 - 1.1 เราได้ทำอะไรลงไปแล้ว
 - 1.2 การกระทำของเราในอดีตได้ก่อให้เกิดผลกระทบอะไรบ้าง
 - 1.3 สิ่งต่างๆ ที่เกิดรอบตัวเรามีอะไรบ้าง เราคือใคร มีหน้าที่ทำอะไร
 เกิดเหตุการณ์อะไรบ้างในแต่ละวัน มีสิ่งผิดปกติอะไรเกิดขึ้นบ้าง
2. การตั้งคำถามเชิงเหตุผลที่เน้นการวิเคราะห์ เช่น
 - 2.1 เพราะเหตุใดเราจึงคิดเช่นนี้
 - 2.2 เพราะเหตุใดเราจึงเลือกวิธีการกระทำเช่นนี้
 - 2.3 เพราะเหตุใดคนอื่นๆ จึงคิดและกระทำเช่นนั้น
3. การตั้งคำถามเชิงสรุปรวมและการประยุกต์ใช้ เช่น
 - 3.1 เราเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างจากสิ่งเหล่านั้น
 - 3.2 เราจะพัฒนาสิ่งที่เราต้องการได้อย่างไร
 - 3.3 สิ่งต่างๆ จะเปลี่ยนความคิดและพฤติกรรมของเราในอนาคตอย่างไร
 - 3.4 ยังมีประเด็นอื่นๆ ที่ต้องคิดอีกหรือไม่

4. การตั้งคำถามเชิงปฏิบัติการ เช่น

4.1 ยังมีคนอื่นๆ ที่เราจะขอความคิดเห็นอีกหรือไม่ ถ้ามีเค้าคือใคร และเราจะขอรับความช่วยเหลืออะไรจากเค้า

4.2 เราต้องการประสบความสำเร็จอย่างไร

4.3 เราจะดำเนินการอย่างไรให้ประสบความสำเร็จ

Mckay (2002) ได้สรุปขั้นตอนการสะท้อนคิดไว้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา งาน หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งมีแง่มุมให้คิดและต้องการนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนนี้เกิดขึ้นจากการสังเกตเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

2. วิเคราะห์ธรรมชาติของปัญหา งาน หรือเหตุการณ์ที่ระบุ เพื่อพิจารณาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา งาน หรือเหตุการณ์นั้น

3. รวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้คิดหาวิธีการที่แตกต่างและหลากหลายในการจัดการกับปัญหา งาน หรือเหตุการณ์นั้น

การส่งเสริมการสะท้อนคิด

กิจกรรมสะท้อนคิดสามารถทำได้ทั้งเป็นการสะท้อนคิดรายบุคคล (Individual Reflection) การสะท้อนคิดเป็นคู่ (Reflection with Partners) การสะท้อนคิดเป็นกลุ่มหรือทีมเล็กๆ (Reflection in Small Groups and Teams) York-Barr and others (2001) โดยเทคนิคหรือกลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการส่งเสริมการสะท้อนคิดสามารถดำเนินการได้หลายวิธี เช่น การเขียนบันทึกการเรียนรู้ กิจกรรมสุนทรียสนทนา การเขียนแผนผังการสะท้อนคิด การสนทนาโต๊ะกลม การใช้บัตรคำ กิจกรรมหมวกหกใบ การทำแฟ้มสะสมผลงานฯ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของการสะท้อนคิด (Reflection) ไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดของการสะท้อนคิด (Reflection) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนรู้จุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และนำไปสู่การพัฒนาตนเองให้เกิดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาอย่างถ่องแท้ตระหนักรู้ มีความสามารถในการสำนึกและตักเตือนตนเองในเรื่องที่ตั้งใจไว้ มีการสังเกต ประเมิน และจัดการกับพฤติกรรมของตนเอง โดยมีเป้าหมายที่จะเข้าใจและควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ดีขึ้น Bailey, Curtis and Nunan (2001) โดยได้นำแนวคิดเหล่านี้ไปใช้เป็นพื้นฐานในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ในชั้นอภิปราย สรุปผล หมายถึง นักเรียนได้ร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากบทเรียน ในประเด็นการสร้างข้อความคาดการณ์ของคำตอบด้วยแบบแผนการให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหา และการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาบทเรียนทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ปรากฏในชีวิตจริงด้วยความเข้าใจแล้วตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ร่วมกันในชั้นเรียน การเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนตระหนักรู้ตนเอง วิเคราะห์ความรู้สึกและความรู้ที่มีต่อสถานการณ์ และพัฒนามุมมองหรือความคิดใหม่ และการเรียนรู้เกิดจากการส่งเสริมให้นักเรียนใช้คำถามเพื่อสะท้อนคิดทั้งระหว่างการปฏิบัติงาน และหลังการปฏิบัติงาน เนื่องจากการสะท้อนคิดช่วยให้เกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ นำไปสู่การพัฒนาตนเอง ปรับปรุงงาน และแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Johns, 2009)

แนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์

ปัญหาที่ใช้อยู่ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามีลักษณะร่วมกัน คือ มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เมื่อกำหนดปัญหาและตัวเลือกที่เป็นคำตอบก็สามารถตรวจสอบได้ว่าตัวเลือกใดเป็นคำตอบของปัญหา คำตอบของปัญหาแต่ละปัญหาได้รับการกำหนดให้เป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง ลักษณะปัญหาอย่างนี้เรียกว่า ปัญหาสมบูรณ์หรือปัญหาปิด อีกปัญหาประเภทหนึ่งเป็นปัญหาที่สร้างให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบเรียกว่า ปัญหาไม่สมบูรณ์หรือปัญหาแบบเปิด ปัญหาประเภทนี้มักพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เมื่อครูใช้คำถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด ซึ่งในหัวข้อนี้ผู้วิจัยเสนอปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ความหมายของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์

นับตั้งแต่มีการสัมมนาคณะผู้แทนด้านคณิตศาสตร์ศึกษาระหว่างประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาหัวข้อเรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นงานวิจัยของญี่ปุ่นเกี่ยวกับการสอนแบบปลายเปิด (Open-Ended Approach) ซึ่งเป็นการสอนที่ใช้ปัญหาแบบเปิด (Open-Ended Problem) หรือคำถามปลายเปิด (Open-Ended Question) ทำให้มีการพัฒนาการสอนดังกล่าวขึ้นโดยนักการศึกษาทั้งชาวไทยและต่างประเทศได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาแบบเปิดไว้ดังนี้

ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากปัญหาที่พบ โดยทั่วไปในห้องเรียน โดยมีลักษณะเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ คือ ไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน มีข้อมูลไม่ครบ หรือไม่มีข้อกำหนดวิธีการ ที่แน่นอนในการหาคำตอบ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546) ; (ปานจิตร รัตนพล, 2547) ; (Becker and Shimada, 1997)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (The National Council of Teachers of Mathematics, 1995) ได้ให้ความหมายของปัญหาแบบเปิดไว้ว่า เป็นปัญหาที่ให้นักเรียนได้แสดงคำตอบหรือวิธีการอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหา ปัญหาจากคำถามปลายเปิดจะต้องกระตุ้น

ส่งเสริมความสนใจและให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกันสามารถเริ่มทำและแก้ปัญหาและสื่อสารความคิดด้วยตัวของเขาเอง

Hancock (1997) ได้ให้ความหมายของปัญหาแบบเปิดว่าเป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ

Becker and Shimada (1997) ได้ให้ข้อสังเกตว่า ปัญหาที่ใช้กันอยู่ในการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามปกติที่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มีลักษณะร่วมกันประการหนึ่งคือ มักมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เมื่อกำหนดปัญหาและตัวเลือกที่เป็นคำตอบก็จะสามารถตรวจสอบได้ว่าตัวเลือกใดเป็นคำตอบของปัญหา คำตอบของปัญหาแต่ละปัญหาได้รับการกำหนดให้เป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ก็ไม่ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง ปัญหาลักษณะนี้เรียกว่า ปัญหาสมบูรณ์หรือปัญหาปิด สำหรับปัญหาอีกประเภทหนึ่ง เป็นปัญหาที่สร้างให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบเรียกว่า ปัญหาไม่สมบูรณ์หรือปัญหาเปิด ปัญหาประเภทนี้มักพบอยู่เสมอในการสอนปกติในชั้นเรียน เมื่อครูใช้ถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด

Takahashi (2004) กล่าวว่า การแก้ปัญหาแบบเปิดเป็นกระบวนการในการสร้างให้เกิดความสนใจและกระตุ้นเร้าให้เกิดกิจกรรมคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนในชั้นเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาแบบเปิด หมายถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เปิดกว้างในการหาคำตอบ มีวิธีการ แนวทางหรือกระบวนการคิดหาคำตอบได้หลายวิธี โดยนักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือกใช้วิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง และมีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ

ลักษณะของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง ลักษณะของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Foong (2000) กล่าวถึง ลักษณะของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์มี ดังนี้

1. ไม่จำกัดวิธีการแก้ปัญหา
2. มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบที่แน่นอนตายตัว
3. สามารถแก้ปัญหาได้โดยวิธีการที่แตกต่างกัน และมีระดับการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันตามความสามารถของนักเรียน

4. ทำให้นักเรียนได้ตัดสินใจด้วยตนเอง และใช้กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ตามธรรมชาติของตนเอง

5. พัฒนาการให้เหตุผล และทักษะการสื่อสาร

6. ให้นักเรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์ เมื่อปัญหาเกี่ยวข้องกับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียน

Cooney and Sanchez (2007) ลักษณะของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่จะนำมาใช้ในห้องเรียนมี ดังนี้

1. ปัญหาแบบเปิดควรเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์
2. ปัญหาที่ใช้ควรเป็นปัญหาที่สามารถทำให้นักเรียนหาคำตอบได้อย่างหลากหลายทั้งวิธีการคิดหรือคำตอบ
3. ปัญหานั้นจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารและถ่ายทอดความคิดหรือวิธีการออกมาให้ครูได้ทราบ เพื่อที่ครูจะได้วิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อพบข้อบกพร่อง หรือครูจะได้นำคำตอบของนักเรียนนั้นไปพัฒนาต่อไป ตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน
4. ปัญหาแบบเปิดนั้นจะต้องมีความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในโจทย์หรือสถานการณ์เพื่อจะได้ทำให้เด็กได้คำตอบตรงกับสิ่งที่ครูต้องการทราบ
5. ปัญหาแบบเปิดจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ อย่างอิสระและเต็มความสามารถ ตามเวลาที่เหมาะสม ซึ่งครูจะพบว่า สิ่งที่นักเรียนสื่อออกมานั้น มีค่ามากกว่าคะแนนที่ครูให้นักเรียน

จากข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นปัญหาที่มีหลายคำตอบ มีหลายวิธีการในการหาคำตอบ ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดการตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และการตัดสินใจเกี่ยวกับคำตอบของปัญหา ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร และการให้เหตุผลเนื่องจากปัญหาแบบเปิดเป็นปัญหาที่มีความหลากหลายทั้งวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบของปัญหา การใช้ปัญหาแบบเปิดจึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหาตามความสามารถของแต่ละบุคคลอย่างสร้างสรรค์

ชนิดของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาชนิดของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่าน แบ่งชนิดของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Foong (2000) แบ่งปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

1. ปัญหาที่มีข้อมูลไม่ครบ (Missing Data) ตัวอย่าง มีแอปเปิ้ลอยู่จำนวนหนึ่งบนโต๊ะ และมีจำนวนหนึ่งอยู่ในตะกร้า ถ้ามีแอปเปิ้ลอยู่ทั้งหมด 50 ผล จงหาว่ามีแอปเปิ้ลอยู่บนโต๊ะกี่ผล พร้อมอธิบายคำตอบที่ได้
2. ปัญหาที่ให้อธิบายความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือข้อผิดพลาด (Problem to Explain Concept/Rules/Error)

3. การให้ตั้งปัญหา (Problem Posing)

4. ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

5. ปัญหาที่ต้องใช้การสืบเสาะ (Investigative Problem) เป็นปัญหาที่

เปรียบเทียบ หาสิ่งที่ตรงกันข้าม จัดประเภท ตรวจสอบสมมติฐาน และการสร้างรูปทั่วไป

Becker and Shimada (1997) แบ่งปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ออกเป็น

3 ชนิด คือ

1. การหาความสัมพันธ์ เป็นปัญหาที่ให้นักเรียนค้นหาความสัมพันธ์ทาง

คณิตศาสตร์

2. การจำแนกเป็นปัญหาที่ให้นักเรียนจำแนกแยกแยะสิ่งต่างๆ ตามลักษณะที่
ต่างกัน โดยใช้เกณฑ์ของนักเรียน ซึ่งนำไปสู่การสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์

3. การวัดเป็นปัญหาให้นักเรียนกำหนดการวัดเชิงตัวเลขให้กับกิจกรรม
หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ปัญหาชนิดนี้เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงหลายอย่างของการคิดทางคณิตศาสตร์
ซึ่งคาดหวังให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้มาก่อนนำไปใช้ในการ
การแก้ปัญหา

Nohda (2000) ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. กระบวนการเปิด (Process is Open) ปัญหาชนิดนี้เป็นปัญหาที่มีแนวทาง
ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ซึ่งแน่นอนว่าปัญหาคณิตศาสตร์ทุกปัญหาต่างเป็นปัญหา
แบบเปิด โดยนัยนี้ แต่ในโรงเรียนทั่วไปมักจะเน้นพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้น
แง่มุมเชิงกระบวนการ ดังนั้นในปัญหาแบบเปิดชนิดนี้จึงมีการระบุคำถามเพื่อให้นักเรียนได้พยายาม
หาแนวทางในการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลาย

2. ผลลัพธ์เปิด (End Product are Open) ปัญหาแบบเปิดชนิดนี้เป็นปัญหา
ที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย

3. แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Way to Develop are Open)
เป็นปัญหาที่หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่
ด้วยการเปลี่ยนแปลง เงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้จะเรียกว่า
“จากปัญหาสู่ปัญหา” ถือได้ว่าเป็นแนวทางการพัฒนาปลายเปิด ปัญหาแบบเปิดชนิดนี้ทำให้นักเรียน
สามารถสนุกสนานกับการตั้งปัญหาด้วยตนเอง มีการเปรียบเทียบปัญหาของตนเองกับเพื่อนๆ
สามารถอภิปรายร่วมกัน เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหา สามารถอภิปรายเกี่ยวกับ
แนวทางการหาคำตอบ

จากข้างต้นสรุปได้ว่า การแบ่งชนิดของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์นั้น
สามารถแบ่งได้หลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้แบ่ง ซึ่งควรพิจารณาตามความเหมาะสม

ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งชนิดของปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ชนิด ตามกรอบของ Nohda (2000) การสร้างปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถของนักเรียนได้ในหลายๆ ด้าน ดังนั้นนักการศึกษาหลายท่านจึงได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างปัญหาแบบเปิดไว้ ดังนี้

วิธีการสร้างปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ดังนี้

1. การปรับแบบฝึกหัดในแบบเรียนให้ขยายเป็นปัญหาแบบเปิด
2. กำหนดเงื่อนไขและให้นักเรียนสร้างโจทย์หรือยกตัวอย่างข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด
3. นำเสนอสถานการณ์อย่างน้อย 2 สถานการณ์ที่มีแนวทางแก้ปัญหาคือแตกต่างกันและได้คำตอบที่แตกต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนอธิบายว่าสถานการณ์ใดถูกต้องพร้อมทั้งให้เหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
4. กำหนดให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันอย่างน้อย 2 วิธี หรือมากกว่านั้น

การสร้างปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์มี (Foong, 2000) ดังนี้

1. การปรับแบบฝึกหัดในแบบเรียน โดยมีรูปแบบ ดังนี้
 - 1.1 ให้ข้อมูลไม่ครบ
 - 1.2 ให้ตั้งปัญหาใหม่
 - 1.3 ให้อธิบายความคิดรวบยอด กฎ หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น
- ตัวอย่างการเปลี่ยนปัญหาปลายปิดให้เป็นปัญหาแบบเปิด
- ปัญหาแบบปิด : หมี่โพลาร์หนักเป็น 20 เท่าของสมปอง ถ้าสมปองหนัก 20 กก. หมี่โพลาร์หนักเท่าไร (ความคาดหวังที่จะให้นักเรียนตอบสนองต่อปัญหานี้คือ นักเรียนรู้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้คือ หนักเป็น 20 เท่า รู้ว่าต้องใช้วิธีการคูณ และมีขั้นตอนวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง)

ปัญหาแบบเปิด : หมี่โพลาร์หนัก 500 กก. จะต้องใช้นักเรียนกี่คนจึงจะมีน้ำหนักเท่ากับหมี่โพลาร์ (สิ่งที่คาดหวังว่านักเรียนจะตอบสนอง คือ ไม่มีการบอกเป็นนัยให้นักเรียนอาจจะใช้การหาร การคูณ การบวกเพิ่ม หรืออัตราส่วน นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นทำให้ปัญหาเป็นสิ่งที่มีความหมายกับนักเรียน ข้อมูลที่ให้ไม่สมบูรณ์นักเรียนจะต้องกำหนดข้อมูลที่หายไปด้วยตนเอง เช่น นักเรียนอาจจะประมาณน้ำหนักของเด็กใกล้เคียงกับน้ำหนักของตนเอง)

2. ประยุกต์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

จากข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ทั้งหมด แต่สามารถประยุกต์ปัญหาที่อยู่ในแบบเรียนโดยการกำหนดเงื่อนไข

บางอย่างเพิ่มเติม หรือตัดข้อมูลบางอย่างออกไป เพื่อสร้างเป็นปัญหาแบบเปิดได้ ดังตัวอย่างข้างต้น แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการสร้างปัญหาแบบเปิด คือ ต้องเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน

แนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์

ปัญหาแบบเปิดสามารถนำไปใช้ร่วมกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นจึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการนำปัญหาแบบเปิดไปใช้ ดังนี้

Becker and Shimada (1997) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการนำปัญหาแบบเปิดไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. ในการสอนเกี่ยวกับทฤษฎีบท บทเรียนควรเริ่มต้นด้วยตัวอย่างที่สอดคล้องกับทฤษฎีบทหลายๆ ตัวอย่าง เช่น ในเรขาคณิตควรเริ่มต้นด้วยการแสดงรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับทฤษฎีบทหลายๆ รูปแล้วให้นักเรียนสร้างข้อคาดการณ์จากรูปเองซึ่งจะนำไปสู่ข้อความตามทฤษฎีบท
2. แสดงรายการที่เป็นลำดับหรือตารางของข้อมูลต่างๆ ให้นักเรียนค้นหาความสัมพันธ์หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์
3. แสดงตัวอย่างของข้อเท็จจริงที่แสดงให้เห็นแนวคิดกว้างๆ กับนักเรียน ครูยกตัวอย่างข้อเท็จจริงในด้านหนึ่งให้นักเรียนอธิบายข้อปลีกย่อยอื่นๆ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับตัวอย่าง
4. แสดงตัวอย่างแบบฝึกหัดหรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันหลายๆ ตัวอย่าง ให้นักเรียนหาคำตอบแล้วให้หาสมบัติที่ร่วมกันเท่าที่เป็นไปได้ของปัญหาเหล่านี้ เช่น ปัญหาจัดการแข่งขันฟุตบอล การหาจำนวนคู่สายโทรศัพท์ การหาจำนวนเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม
5. แสดงสถานการณ์กึ่งคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สามารถใช้คณิตศาสตร์อธิบายได้ เช่น ปัญหาการอยู่กันอย่างกระจัดกระจายของกลุ่มก้อนหินในลักษณะต่างๆ ให้นักเรียนอธิบายว่ากลุ่มใดมีการกระจายมากที่สุด เพราะเหตุใด ให้หาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์

Cooney and Sanchez (2007) กล่าวว่าวิธีการสร้างปัญหาแบบเปิดอย่างง่าย ดังนี้

1. การปรับแบบฝึกหัดในแบบเรียนให้ขยายเป็นปัญหาแบบเปิด เช่น

ปัญหาเดิมในแบบฝึกหัด	ปรับเป็นปัญหาแบบเปิด
จำนวนใดต่อไปนี้เป็นจำนวนเฉพาะ 7, 57, 67, 117	เด็กชาย เอ กล่าวว่า 57 และ 67 เป็นจำนวนเฉพาะ เนื่องจากทั้งสองจำนวนลงตัวด้วย 7 ซึ่งเป็นจำนวนเฉพาะ นักเรียนคิดว่าเด็กชายเอกล่าวถูกต้อง
จงหา ค.ร.น. ของ 18 และ 24	จงอธิบายว่าทำไม 48 จึงไม่เป็น ค.ร.น. ของ 18 และ 24

2. กำหนดเงื่อนไขและให้นักเรียนสร้างโจทย์หรือยกตัวอย่างข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น จงยกตัวอย่างกลุ่มของจำนวนที่เป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้ 1) มีข้อมูล 7 จำนวน 2) มีค่าพิสัยเป็น 10 3) มีค่าเฉลี่ยมากกว่าค่ามัธยฐาน

3. นำเสนอสถานการณ์อย่างน้อย 2 สถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ได้คำตอบที่แตกต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนอธิบายว่าสถานการณ์ใดถูกต้องพร้อมทั้งให้เหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

4. กำหนดให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างอย่างน้อย 2 วิธี หรือมากกว่านั้น ปัญหาที่สร้างขึ้นตามแนวคิดนี้เหมาะสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพื่อประเมินความคิดรวบยอด และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน

ลัดดา ศิลา น้อย (2549) ได้เสนอวิธีการนำปัญหาแบบเปิดไปใช้ในการกำหนดสถานการณ์ไว้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. สถานการณ์ A เป็นเรื่องของการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา บทบาทของครู คือ นำสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหาคำถามที่นักเรียนเสนอในชั้นเรียนเพื่อกระตุ้นให้ได้แนวทางหรือคำตอบ ที่หลากหลาย บทบาทของผู้เรียนคือ พยายามคิดหาคำตอบหรือแนวทางหรือสร้างปัญหาสถานการณ์ขึ้นมา เพื่อตอบสนองในปัญหาคำถามที่ได้รับกระตุ้นทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่กว้างขวาง

2. สถานการณ์ B เป็นช่วงของการสืบเสาะหาข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาของตนโดยอาศัยประสบการณ์ที่มีอยู่ ส่วนบทบาทของครู คือ การชี้แนะให้เกิดการอภิปรายอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับความสัมพันธ์กับแนวคิดอื่นๆ ที่หลากหลาย เพื่อสามารถบูรณาการคำตอบที่อาจจะเห็นว่าไม่เกี่ยวข้องกันให้เชื่อมโยงสัมพันธ์กันเป็นความรู้ใหม่ ที่สูงกว่าความรู้ที่มีอยู่เดิม

3. สถานการณ์ C เป็นการเน้นสถานการณ์ใหม่ที่พัฒนาขึ้นมากกว่าที่มีอยู่เดิม นักเรียนพยายามที่จะสร้างปัญหาต่อไปที่เป็นกรณีทั่วไปเพิ่มขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ B และจากการที่ได้แก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะสามารถหาคำตอบที่มีลักษณะโดยทั่วๆ ไปมากขึ้น

นอกจากนี้ ลัดดา ศิลาน้อย (2549) ได้ให้ข้อคิดสำหรับการใช้ปัญหาแบบเปิดไว้ ดังนี้

1. การใช้ปัญหาแบบเปิดในครั้งแรก ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเปิดความคิดครั้งแรก ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างกว้างขวาง คิดอย่างหลากหลายโดยสถานการณ์แรกควรเป็นสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้เกิดปัญหาเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนเรื่องต่อไป
2. สถานการณ์ต่อไปเป็นสถานการณ์ช่วงที่ให้ผู้เรียนสืบเสาะเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วงนี้เป็นช่วงที่นักเรียนพยายามที่จะค้นหาข้อมูลคำตอบด้วยการคิดวิเคราะห์และทำกิจกรรมต่อไป เพื่อหาคำตอบที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยผู้สอนต้องคิดหากิจกรรมและวิธีการเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้ชัดเจนขึ้น อาจเป็นเหตุการณ์ที่อยู่ในความสนใจขณะนั้น เป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในเหตุการณ์ เป็นเรื่องที่ใกล้กับชีวิตจริง
3. การสรุปเนื้อหาสาระที่ได้จากการเรียน โดยจะเป็นการสรุปร่วมกันระหว่างครู และนักเรียนโดยใช้คำถามนำเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามเนื้อหาสาระ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้เสนอแนวทางในการนำปัญหาแบบเปิดไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแบบเปิด โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาสามารถกำหนดแนวคิดเลือกยุทธวิธีแก้ปัญห และสามารถแก้ปัญหได้อย่างมีขั้นตอน ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิด วิธีการหาคำตอบต่อกลุ่มใหญ่เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน จากนั้นครูสรุปประเด็นที่นักเรียนนำเสนอและเพิ่มเติมให้ชัดเจนขึ้น
2. การแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มเล็กหรือกลุ่มย่อย โดยการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย 4-6 คน ครูชี้แจงวิธีการทำงานร่วมกันในกลุ่มย่อยและนำเสนอปัญหาให้กลุ่มนักเรียนกลุ่มย่อยโดยใช้ใบกิจกรรม นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อหาคำตอบของปัญหา บทบาทของครูขณะทำกิจกรรมคือ เป็นผู้อำนวยความสะดวก ความช่วยเหลือ พร้อมทั้งกระตุ้นตามกลุ่มต่างๆ เพื่อให้เกิดการอภิปราย ในกรณีที่นักเรียนบางกลุ่มหาคำตอบของปัญหาได้เร็วกว่ากลุ่มอื่นๆ ครูอาจให้นักเรียนกลุ่มนั้นหาคำตอบโดยใช้วิธีการอื่นที่แตกต่างจากเดิมหรือปัญหาสำรองที่เตรียมไว้
3. การนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อยต่อกลุ่มใหญ่ ให้นักเรียนกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมของกลุ่ม โดยให้กลุ่มที่นำเสนอครั้งหลังๆ นำเสนอเฉพาะคำตอบหรือวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างจากกลุ่มก่อนหน้าเท่านั้น จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น บทบาทของครูในขั้นนี้คือร่วมสรุปประเด็นต่างๆ พร้อมทั้งสอดแทรกการกล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา และยุทธวิธีแก้ปัญหที่จะแนะนำในบทเรียนอื่นๆ ให้สมบูรณ์ขึ้น

4. การปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาเพิ่มเติมเป็นรายบุคคล โดยให้ทำในช่วงเวลาที่เหลืออยู่ตามความเหมาะสม

สรุปได้ว่า แนวทางในการนำปัญหาแบบเปิดไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีหลายแนวทางที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการผสมผสานกันทั้งกิจกรรมรายบุคคล กิจกรรมกลุ่มย่อย และกิจกรรมกลุ่มใหญ่

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้สรุปข้อดีของการใช้ปัญหาแบบเปิดร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล กลุ่มย่อย และกลุ่มใหญ่ไว้ ดังนี้

ข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล กิจกรรมรายบุคคลทำให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดอย่างอิสระ ได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ รวมถึงการแสดงความคิดเห็นและความสามารถในการแก้ปัญหา กิจกรรมรายบุคคลควรนำมาใช้เมื่อตอนท้ายของกิจกรรมการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปสาระสำคัญที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง รวมการฝึกแก้ปัญหาเพิ่มเติมด้วยตนเองเป็นการบ้าน เนื่องจากการคิดใคร่ครวญรอบคอบอาจต้องใช้เวลามาก และมีความแตกต่างกันในแต่ละคน เวลาในชั้นเรียนปกติอาจไม่เพียงพอ

ข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย

1. นักเรียนมีโอกาสคิด และเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระและทั่วถึงภายในกลุ่ม โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยตรวจสอบความถูกต้องภายในกลุ่มย่อยนั้นนักเรียนจะกล้าเสี่ยงที่จะเสนอแนวคิดโดยไม่กลัวว่าจะผิด ซึ่งนักเรียนอาจไม่กล้าทำเมื่ออยู่ในกลุ่มใหญ่

2. การเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอความคิด พุดในสิ่งที่ตนเองคิด จะช่วยให้มีความเข้าใจในความคิดนั้นชัดเจนขึ้น การเสนอแนวคิดต่อกลุ่ม กลุ่มได้ช่วยตรวจสอบ การได้อธิบาย หรือปกป้องความคิดของตนเองจะทำให้เข้าใจความคิดของตนเองได้ลึกซึ้งขึ้น และมีโอกาสได้รับฟังแนวคิดจากคนอื่นๆ ส่งผลต่อการปรับปรุงแนวคิดของตนเองได้ถูกต้อง ชัดเจนยิ่งขึ้นเป็นการขยายกรอบความคิดและนำไปสู่การสร้างแนวคิดใหม่ ทำให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายขึ้น

3. นักเรียนได้เรียนรู้ และได้รับประสบการณ์จากเพื่อนๆ ในกลุ่มอย่างใกล้ชิด ละเอียดชัดเจนจากแนวคิดที่แต่ละคนเสนอ เมื่อหลอมรวมเข้าด้วยกันอาจได้แนวคิดที่ชัดเจน มีประสิทธิภาพกว่าการฟังครูบอกโดยลำพังหน้าชั้นเรียน นักเรียนแต่ละคนได้รับประสบการณ์มาแตกต่างกันอาจมีมุมมอง มีแนวคิดในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน โดยธรรมชาติแล้วแนวความคิดต่างกันอาจไม่ดีทั้งหมด อาจมีที่ไม่ถูกต้องและถูกต้อง รวมทั้งมีแนวความคิดที่แปลก เด่นกว่าหรือไม่มีของผู้ใดในกลุ่มถูกต้องสมบูรณ์เลย แต่เมื่อแต่ละคนได้เสนอแนวความคิด ผสมผสานเข้าด้วยกันอาจได้แนวคิดที่ดี ถูกต้องสมบูรณ์ได้การทำงานร่วมกัน การอภิปรายร่วมกันทำให้เห็นแนวทางในการ

แก้ปัญหา การร่วมกันคิดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเจริญงอกงามทางปัญญา การที่นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มย่อยจะมีประสิทธิภาพกว่าให้เขาทำงานตามลำพัง

4. นักเรียนมีโอกาสฝึกการทำงานร่วมกัน ฝึกการเสนอและรับฟังแนวคิดจากคนอื่น ได้มีโอกาสใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในกิจกรรมเป็นเรื่องที่ต่อยอดจากพื้นฐานประสบการณ์ของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้บางครั้งการแก้ปัญหาตามลำพังไม่อาจสำเร็จได้ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์จากเพื่อนที่มีประสบการณ์แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยนกัน รวมถึงการช่วยชี้แนะจากผู้มีประสบการณ์มากกว่า เช่น จากครูที่ครูแนะนำให้นักเรียนได้มีการอภิปราย ถกเถียง และหาวิธีการร่วมกันเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารกันทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี นักเรียนมีโอกาสได้สัมผัสประสบการณ์ระหว่างกัน

5. ขณะที่นักเรียนร่วมกันคิดแก้ปัญหาในกลุ่มย่อย ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้คำแนะนำ ช่วยเหลือเท่าที่จำเป็นโดยครูเดินไปตามกลุ่มย่อยต่างๆ ทำให้มีโอกาสดูคำตอบ และช่วยเหลือได้ตรงกับความต้องการ รวมทั้งสามารถเลือกใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและอภิปรายได้เหมาะสมกับสภาพและบรรยากาศของกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มในขณะเดียวกัน ครูจะได้ผลย้อนกลับเกี่ยวกับพฤติกรรมแก้ปัญหาของนักเรียนในแนวลึก โดยการสังเกตและถามคำถามอย่างไม่เป็นแบบแผน

ขนาดของกลุ่มย่อยที่เหมาะสมที่สุดคือ กลุ่มละ 4 คน (Davidson, 1990)

ด้วยเหตุผลที่ว่า

1. มีขนาดใหญ่พอที่จะก่อร่างแนวคิดสำคัญของการอภิปราย และการหาคำตอบ ของปัญหาที่ท้าทาย ไม่เปิดโอกาสให้สมาชิกคนใดคนหนึ่งชักจูงออกนอกกลุ่มนอกทาง
2. มีขนาดเล็กพอในการยอมให้สมาชิกทุกคนได้มีกิจกรรมอภิปรายอย่างทั่วถึง ได้เห็นการนำเสนอของสมาชิกอย่างใกล้ชิด
3. กลุ่มขนาด 4 คน สามารถแบ่งเป็นกลุ่มละสองคน สำหรับแบ่งงานไปทำ เช่น การคิดคำนวณหรือการประยุกต์ของปัญหาอย่างง่าย รวมถึงการแก้ปัญหาเบื้องต้น เพื่อนำกลับไปเสนอกลุ่ม

ข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่มใหญ่

แม้ว่ากิจกรรมกลุ่มย่อยจะมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การแก้ปัญหา แต่กิจกรรมอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียนก็ไม่อาจละเลยได้ เนื่องจากกิจกรรมอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในอนาคตต่อไปนี้ (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544)

1. ใช้ตอนเริ่มบทเรียนเป็นการสร้างศูนย์รวมของความสนใจ เป็นการเสนอปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนเพื่อให้นักเรียนทั้งชั้นได้ทำความเข้าใจ และกำหนด

แนวทางในการแก้ปัญหาาร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนทั้งชั้นได้ทำความเข้าใจ และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาาร่วมกัน และสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในกลุ่มเล็กหรือกลุ่มย่อยได้ในขั้นตอนนี้ จะรวมถึงการทำความเข้าใจคำศัพท์ บทนิยาม และทบทวนความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2. ใช้ในขั้นสรุปบทเรียน เมื่อการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อยๆ

เสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหรือตัวแทนได้นำเสนอผลการแก้ปัญหาของกลุ่มหน้าชั้นเรียนต่อกลุ่มใหญ่ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และหลอมรวมความคิดของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกัน รวมทั้งสรุปร่วมกันและการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของครู การที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มเสนอความคิดของตนเองในมุมมองต่างๆ กัน เมื่อประสานความคิดเข้าด้วยกันอาจทำให้เกิดแนวคิดซึ่งได้จากการบูรณาการความคิดต่างๆ เป็นแนวคิดใหม่ที่มีศักยภาพอย่างคาดไม่ถึง

โนดะ (Nohda, 1983) กล่าวว่า การสอน โดยใช้วิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูเป็นผู้นำสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มานำเสนอให้กับนักเรียน
2. การสืบเสาะเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องพยายามค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ครูมีหน้าที่ชี้แนะให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางคำตอบที่หลากหลายที่ได้มา เพื่อที่จะสามารถบูรณาการคำตอบให้สามารถนำมารวมกันเป็นความรู้ในระดับสูงขึ้นในระยะต่อมา
3. การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่เป็นการสร้างสถานการณ์จากสถานการณ์ปัญหาเดิม นักเรียนจะต้องพยายามสร้างปัญหาที่มีความเป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการสืบเสาะหาแนวทางการแก้ปัญหา และจากการที่ได้แก้ปัญหาเหล่านั้น นักเรียนจะได้รับการคาดหวังว่าจะสามารถค้นพบแนวทางคำตอบที่มีลักษณะเป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open-Ended Problem) เป็นขั้นตอนที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้นๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบมาก่อน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา อาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและให้ข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นรวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ

2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's Self-Learning)

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ครูไม่ควรกำหนดแนวทางการคิดของนักเรียนเพราะเน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบการสอนนี้เป็นการรวมกันของสองสิ่งคือการทำงานของแต่ละบุคคล และการอภิปรายในชั้นเรียน

3. ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole Class Discussion and Comparison)

เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึก เพื่อให้เห็นถึงแนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร และครูก็จะสามารถประเมินนักเรียนได้จากใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกนั้นๆ

4. ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-Up by Connecting Students' Emergent Mathematical Ideas)

เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้นๆ ครูควรส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก พร้อมทั้งแนะนำ และปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่นๆ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการใช้ปัญหาแบบเปิดร่วมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามผลการเรียนของนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว และสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียน ช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกันเรียนร่วมกันได้อย่างลงตัว กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถสูง ชอบค้นหาคำตอบด้วยตนเองและสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ อยู่กับการแก้ปัญหาได้นานขึ้น เนื่องจากปัญหามีได้สิ้นสุดเพียงคำตอบเดียว จึงท้าทายให้นักเรียนค้นหาต่อไป ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถใช้เวลากับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าได้มากขึ้นโดยไม่ทำให้นักเรียนที่เก่งเกิดความเบื่อหน่าย (Foong, 2000)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้และการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้และการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดไว้หลายท่าน โดยจะกล่าวในประเด็นที่สำคัญ ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้กล่าวไว้ว่า รูปแบบการสอน หมายถึง แบบแผน การดำเนินการสอนที่จัดเป็นระบบ มีความสอดคล้องกับทฤษฎี หรือหลักการเรียนรู้ ได้มีการพิสูจน์ หรือทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบ

สมาน เอกพิมพ์ (2555) ได้กล่าวถึง รูปแบบการเรียนการสอนเป็นแบบแผน การจัดองค์ประกอบทางการเรียนรู้อย่างเป็นระบบระเบียบ ตามปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือ ความเชื่อต่างๆ ที่ระบุเป็นพื้นฐาน ครอบคลุมถึงกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ที่สามารถช่วยให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อ ซึ่งได้รับการพิสูจน์หรือทดสอบและยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถ ใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น

ทิศนา แคมมณี (2558) ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนว่า หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการเรียนการสอน ที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็น ระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการ หรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ที่สามารถช่วยให้ สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือรูปแบบจะต้องได้รับการ พิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุ วัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้นๆ

Joyce and Weil (2011) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนรู้เป็นแผนหรือแบบ ซึ่งสามารถใช้เพื่อการสอนในห้องเรียนหรือการสอนพิเศษเป็นกลุ่มย่อยหรือเพื่อจัดสื่อการสอน ซึ่งรวมถึง ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง โปรแกรมคอมพิวเตอร์และหลักสูตรรายวิชา แต่ละรูปแบบ จะใช้แนวทางในการออกแบบการสอนที่ช่วยให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ต่างๆ กัน ผลของการใช้ รูปแบบการสอนที่สำคัญคือ การเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ สามารถค้นหา ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบ ดังนี้

1. ขั้นตอนการสอน (Syntax)
2. ระบบสังคม (Social System)

3. หลักการตอบสนอง (Principle of Reaction)

4. ระบบสนับสนุน (Support System)

จากแนวความคิดเกี่ยวกับความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง แบบแผนการเรียนการสอนที่มีระบบระเบียบ เป็นการแสดงถึงสภาพหรือลักษณะของการเรียนการสอนตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ ในการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบ

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการสอนมีหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบได้ดำเนินการเพื่อสนองจุดมุ่งหมายของโครงการ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณารูปแบบการสอนที่นักการศึกษาได้เสนอไว้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยมีสาระที่สำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สมาน เอกพิมพ์ (2555) ได้สรุปองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

การสอน

1. แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
3. ขั้นตอนการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน
4. วิธีการวัดและประเมินผลที่ใช้ในรูปแบบการเรียนการสอน
5. การอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอน และเทคนิคการสอนต่างๆ

ที่จะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้นๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จิระพร ชะโน (2555) ได้เสนอองค์ประกอบในส่วนของรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งประยุกต์มาจากแนวคิดของ Joyce and Weil แบ่งออกเป็น 6 ประเด็น ดังนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐาน เพื่อรองรับรูปแบบ หลักการและมโนคติสำคัญที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้

2. วัตถุประสงค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบ

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรม เป็นการให้รายละเอียดว่ารูปแบบการเรียนรู้อ

มีกี่ขั้นตอน โดยจัดเรียงลำดับกิจกรรมที่จะสอนเป็นขั้นๆ แต่ละรูปแบบมีจำนวนขั้นตอนการจัดกิจกรรมไม่เท่ากัน

4. ระบบสังคม เป็นการอธิบายบทบาทของครู นักเรียน และความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในแต่ละรูปแบบบทบาทของครูจะแตกต่างกันไป เช่น เป็นผู้นำกิจกรรม ผู้อำนวยการ ความเป็นอิสระ ความเป็นผู้นำ เป็นแหล่งข้อมูล เป็นผู้จัดการ เป็นต้น

5. หลักการตอบสนอง เป็นการบอกถึงการแสดงออกของครูต่อนักเรียน การตอบสนองต่อสิ่งที่นักเรียนกระทำ เช่น การปรับพฤติกรรมโดยการให้รางวัลหรือการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยการสร้างบรรยากาศอิสระ ไม่มีการประเมินว่าถูก หรือผิด เป็นต้น

6. ระบบสนับสนุน เป็นการบอกถึงเงื่อนไข สิ่งจำเป็นต่อการใช้รูปแบบนั้นให้เกิดผล เช่น รูปแบบการเรียนรู้ แบบการทดลองในห้องปฏิบัติการ การต้องใช้ผู้นำที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างดีแล้ว เป็นต้น

ทิสนา แคมมณี (2556) ได้สรุปองค์ประกอบของรูปแบบการสอน ดังนี้

1. ทฤษฎีหรือหลักการของรูปแบบ
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ
3. กระบวนการของรูปแบบ
4. ผลที่จะได้รับจากการใช้รูปแบบ

Joyce and Weil (2011) ได้เสนอหลักการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน มีหลักสำคัญ ประกอบด้วย

1. รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ
2. เมื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลาย จะต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพในเชิงการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบที่พัฒนาขึ้น
3. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน อาจออกแบบให้ใช้ได้ใช้อย่างกว้างขวาง หรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
4. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจะมีจุดมุ่งหมายหลักที่ยึดถือเป็นหลักในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ กล่าวคือ ถ้าผู้นำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลักก็จะทำให้เกิดผลสูงสุด แต่ก็สามารถนำรูปแบบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ถ้าพิจารณาเห็นว่าเหมาะสม ได้นำเสนอรูปแบบการสอนแต่ละรูปแบบออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.1 ส่วนที่ 1 อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นที่มาของรูปแบบการสอน (Orientation to the Model) ประกอบด้วยเป้าหมายของรูปแบบ ทฤษฎี ข้อสมมุติที่รองรับรูปแบบ หลักการ และมโนทัศน์ที่สำคัญที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน

4.2 ส่วนที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนการสอน (Model of Teaching) มี 4 ตอน ประกอบด้วย

4.2.1 ขั้นตอนของรูปแบบ (Syntax หรือ Phases) เป็นการจัดเรียงตามลำดับกิจกรรมที่จะสอนเป็นขั้นๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีจำนวนขั้นตอนการสอนแตกต่างกัน

4.2.2 ระบบสังคมของรูปแบบ (Social System) เป็นการอธิบายบทบาทผู้สอนผู้เรียน และความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในแต่ละรูปแบบ บทบาทของผู้สอนจะแตกต่างกันไป ในแต่ละรูปแบบการเรียนการสอน

4.2.3 หลักการตอบสนองของรูปแบบ (Principle of Reaction) เป็นการบอกวิธีการที่ผู้สอนจะตอบสนองต่อสิ่งที่ผู้เรียนกระทำ อาจเป็นการให้รางวัล พัฒนาความคิดสร้างสรรค์การสร้างบรรยากาศอิสระและไม่มีการประเมินว่าถูกหรือผิด

4.2.4 ระบบสนับสนุนของรูปแบบ (Support System) เป็นการบอกเงื่อนไขหรือสิ่งจำเป็นในการที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เกิดผล เช่น การสอนฝึกทักษะ ผู้เรียนจะต้องได้ฝึกการทำงานในสถานที่ด้วยอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริงๆ

4.3 ส่วนที่ 3 การนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนไปใช้ (Application) เป็นการแนะนำและให้ข้อสังเกตการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนนั้น เช่น จะใช้กับเนื้อหาประเภทใดใช้กับผู้เรียนระดับใดจึงจะเหมาะสม เป็นต้น นอกจากนี้ยังให้คำแนะนำอื่นๆ เพื่อให้การใช้รูปแบบการสอนนั้นมีประสิทธิผลที่สุด

4.4 ส่วนที่ 4 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนทางตรงและทางอ้อม (Instructional and Nurturant Effects) เป็นการบอกให้รู้ว่าแต่ละรูปแบบจะเกิดอะไรบ้างกับผู้เรียน โดยผลทางตรงมาจากการสอนของผู้สอนที่จัดขึ้นตามขั้นตอน หรือผลทางอ้อมมาจากสภาพแวดล้อม ซึ่งถือเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นแฝงไปกับผลการสอนซึ่งสามารถใช้เป็นข้อพิจารณาในการเลือกรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ ในห้องเรียน

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนผู้วิจัยพบว่า แนวทางของ Joyce and Weil (2011) เป็นแนวทางที่ผู้สอนสามารถเข้าใจในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำไปใช้ได้จริง โดยการฝึกฝนตนเองให้สามารถใช้รูปแบบการสอนจนเกิดความชำนาญ นอกจากนี้ยังเน้นความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนและพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning Strategies) ของผู้เรียน ซึ่งถือเป็นเป้าหมายของการให้การศึกษาตามทฤษฎีการศึกษายุคใหม่ ผู้วิจัยได้นำแนวทางและหลักการของ Joyce and Weil (2011) มาเป็นหลักในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งสรุปองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ได้ ดังนี้

1. หลักการ แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน
2. วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้

3. ขั้นตอนการสอนหรือกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ
4. ระบบสังคม บทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียน
5. หลักการตอบสนอง การสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์
6. ระบบสนับสนุน สื่อ อุปกรณ์และทรัพยากรการเรียนรู้ ผลที่เกิดกับผู้เรียน ทั้งทางตรงและทางอ้อม

ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

Joyce and Weil (2011) ได้จัดกลุ่มของรูปแบบการเรียนรู้ออกเป็น 4 กลุ่ม โดยอยู่บนพื้นฐานที่มุ่งเน้นเป้าหมายทางการศึกษาและวิธีการ ดังนี้

1. รูปแบบเชิงการปะทะสังสรรค์ทางสังคม (Social Interaction Models) เป็นรูปแบบที่มีการออกแบบแนวทางการจัดกิจกรรมและสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่มุ่งเน้นความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสังคมหรือบุคคลกับคนอื่นๆ โดยเฉพาะการเจรจาทางสังคมของบุคคลกับบุคคลอื่นๆ เชื่อมโยงกับระบบประชาธิปไตย และผลิตผลที่เกิดขึ้นจากการทำงานภายใต้บริบทของสังคมนั้นๆ

2. รูปแบบเชิงการจัดกระทำกับข้อมูล (Information Processing Models) เป็นรูปแบบที่มีการออกแบบแนวทางการจัดกิจกรรมและสภาพแวดล้อมที่มุ่งเน้นไปที่ความสามารถของนักเรียนในการจัดกระทำกับข้อมูล โดยใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่บุคคลเผชิญมาเป็นตัวกระตุ้น จัดระบบข้อมูลไว้ต่อปัญหาที่พบ สร้างแนวความคิดรวบยอดและแนวทางการแก้ไขปัญหา รูปแบบนี้จะมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. รูปแบบเชิงบุคคล (Personal Models) เป็นรูปแบบที่มีการออกแบบแนวทางการจัดกิจกรรมและสภาพแวดล้อมที่มุ่งเน้นไปที่บุคคล โดยเฉพาะอารมณ์ความรู้สึก การพัฒนาความสัมพันธ์ของบุคคลกับสภาพแวดล้อม และความสามารถในการจัดกระทำข้อมูล เพื่อพัฒนาตนเองของบุคคลนั้น

4. รูปแบบเชิงการปรับพฤติกรรม (Behavior Modification Models) เป็นรูปแบบที่มีการออกแบบแนวทางการจัดกิจกรรม และสภาพแวดล้อมที่พัฒนาระบบที่มีประสิทธิผลอย่างต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้จากการทำงานและการปรับพฤติกรรมด้วยการให้การเสริมแรงผ่านการลงมือปฏิบัติงานนั้น

Joyce and Weil (2011) ได้นำเสนอรูปแบบการสอนแต่ละรูปแบบออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ 1 อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นที่มาของรูปแบบการสอน (Orientation to the Model) ประกอบด้วยเป้าหมายของรูปแบบ ทฤษฎี ข้อสมมุติที่รองรับรูปแบบ หลักการ และมโนทัศน์ที่สำคัญที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน

2. ส่วนที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนการสอน (Model of Teaching) มี 4 ตอน ประกอบด้วย

2.1 ขั้นตอนของรูปแบบ (Syntax หรือ Phases) เป็นการจัดเรียงตามลำดับ กิจกรรมที่จะสอนเป็นขั้นๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีจำนวนขั้นตอนการสอนแตกต่างกัน

2.2 ระบบสังคมของรูปแบบ (Social System) เป็นการอธิบายบทบาทผู้สอน ผู้เรียน และความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในแต่ละรูปแบบ บทบาทของผู้สอนจะแตกต่างกันไปในแต่ละรูปแบบการเรียนการสอน

2.3 หลักการตอบสนองของรูปแบบ (Principle of Reaction) เป็นการบอกวิธีการที่ผู้สอนจะตอบสนองต่อสิ่งที่ผู้เรียนกระทำ อาจเป็นการให้รางวัล พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การสร้างบรรยากาศอิสระและไม่มีการประเมินว่าถูกหรือผิด

2.4 ระบบสนับสนุนของรูปแบบ (Support System) เป็นการบอกเงื่อนไข หรือสิ่งจำเป็นในการที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เกิดผล เช่น การสอนฝึกทักษะ ผู้เรียนจะต้องได้ฝึกการทำงานในสถานที่ด้วยอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริงๆ

3. ส่วนที่ 3 การนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนไปใช้ (Application) เป็นการแนะนำและให้ข้อสังเกตการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนนั้น เช่น จะใช้กับเนื้อหา ประเภทใดใช้กับผู้เรียนระดับใดจึงจะเหมาะสม เป็นต้น นอกจากนี้ยังให้คำแนะนำอื่นๆ เพื่อให้การใช้รูปแบบการสอนนั้นมีประสิทธิผลที่สุด

4. ส่วนที่ 4 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนทางตรงและทางอ้อม (Instructional and Nurturant Effects) เป็นการบอกให้รู้ว่าแต่ละรูปแบบจะเกิดอะไรบ้างกับผู้เรียน โดยผลทางตรงมาจากการสอนของผู้สอนที่จัดขึ้นตามขั้นตอน หรือผลทางอ้อมมาจากสภาพแวดล้อม ซึ่งถือเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นแฝงไปกับผลการสอนซึ่งสามารถใช้เป็นข้อพิจารณาในการเลือกรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ในห้องเรียน

ทศานา แคมมณี (2558) ได้จัดหมวดหมู่ของรูปแบบตามลักษณะวัตถุประสงค์เฉพาะหรือเจตนารมณ์ของรูปแบบ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 5 หมวด ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ซึ่งเนื้อหาสาระนั้น อาจจะถูกจัดอยู่ในรูปของข้อมูล ข้อเท็จจริง มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอด

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม และจริยธรรม ที่พึงประสงค์

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psycho-Motor Domain)

เป็นรูปแบบที่ช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านการปฏิบัติ การกระทำหรือการ แสดงออกต่าง ๆ

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการ (Process Skills)

เป็นรูปแบบเน้นให้นักเรียนพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ เช่น ทักษะ กระบวนการทางสติปัญญาหรือทักษะกระบวนการทางสังคม

5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เป็นรูปแบบที่

พยายามพัฒนาการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ของนักเรียนไปพร้อมๆ กัน โดยใช้การบูรณาการทั้งด้านเนื้อหาสาระ และวิธีการ

จากหลักการของแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิด การเรียนรู้การคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) การสะท้อนคิด (Reflection) และแนวคิด การแก้ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ สามารถสังเคราะห์เป็นหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ ดังนี้

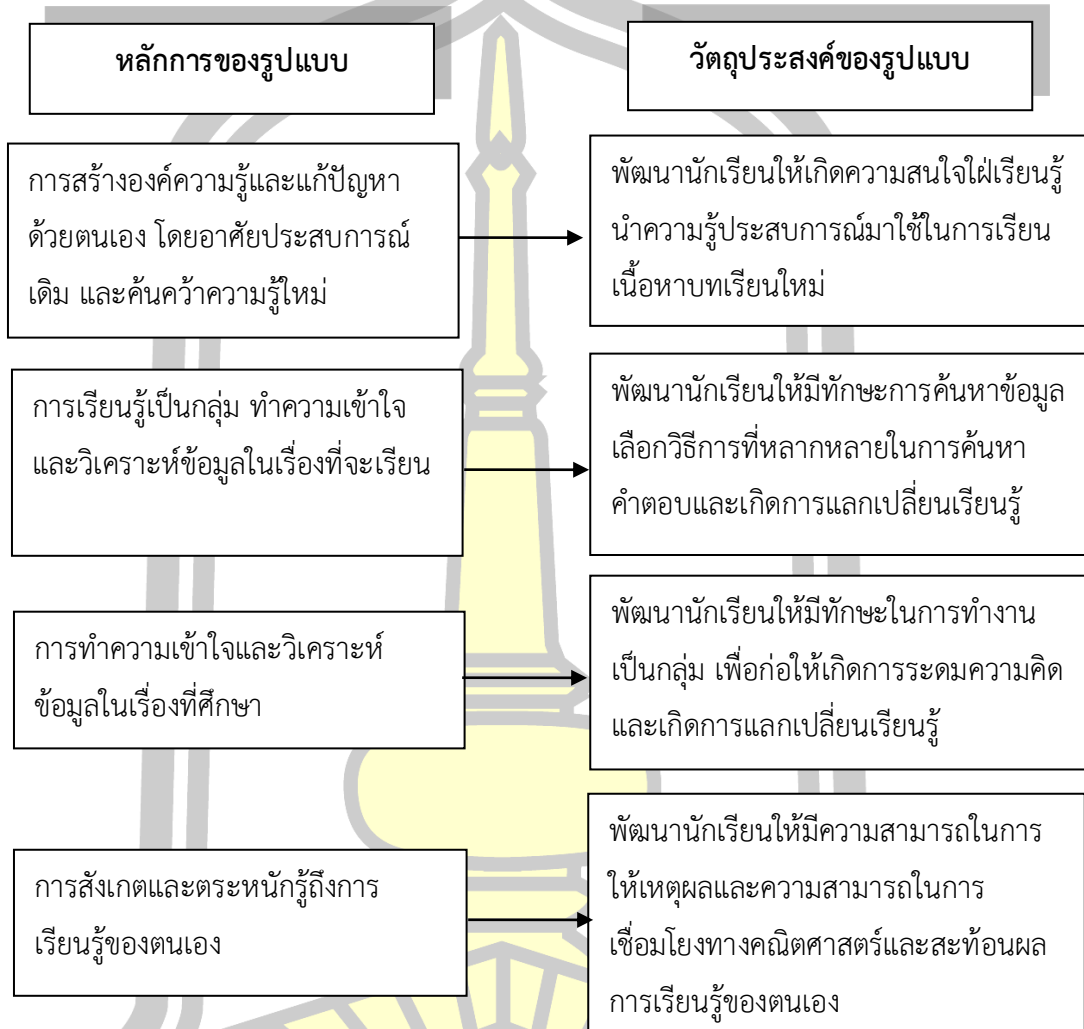


ตาราง 7 การสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง			
	ทฤษฎีการสร้างความรู้	แนวคิดแบบวิริยคติ	แนวคิดการสะท้อนคิด	แนวคิดการแก้ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์
หลักการด้านบทบาทผู้เรียน นักเรียนสร้างองค์ความรู้ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิม ทำความเข้าใจ ค้นคว้าข้อมูล เน้นให้นักเรียนใช้คำถาม แสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผล และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	✓	✓	✓	✓
หลักการด้านการเรียนรู้เป็นกลุ่ม เน้นการเรียนรู้เป็นกลุ่ม เพื่อก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกิดแนวคิดที่หลากหลาย	✓	✓	✓	✓
หลักการด้านการสะท้อนคิด ผู้เรียนตระหนักรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเองผ่านกระบวนการตั้งคำถามและการสะท้อนคิดในสิ่งที่ตนเองปฏิบัติ ทั้งระหว่างการปฏิบัติและหลังการปฏิบัติ	✓	✓	✓	✓

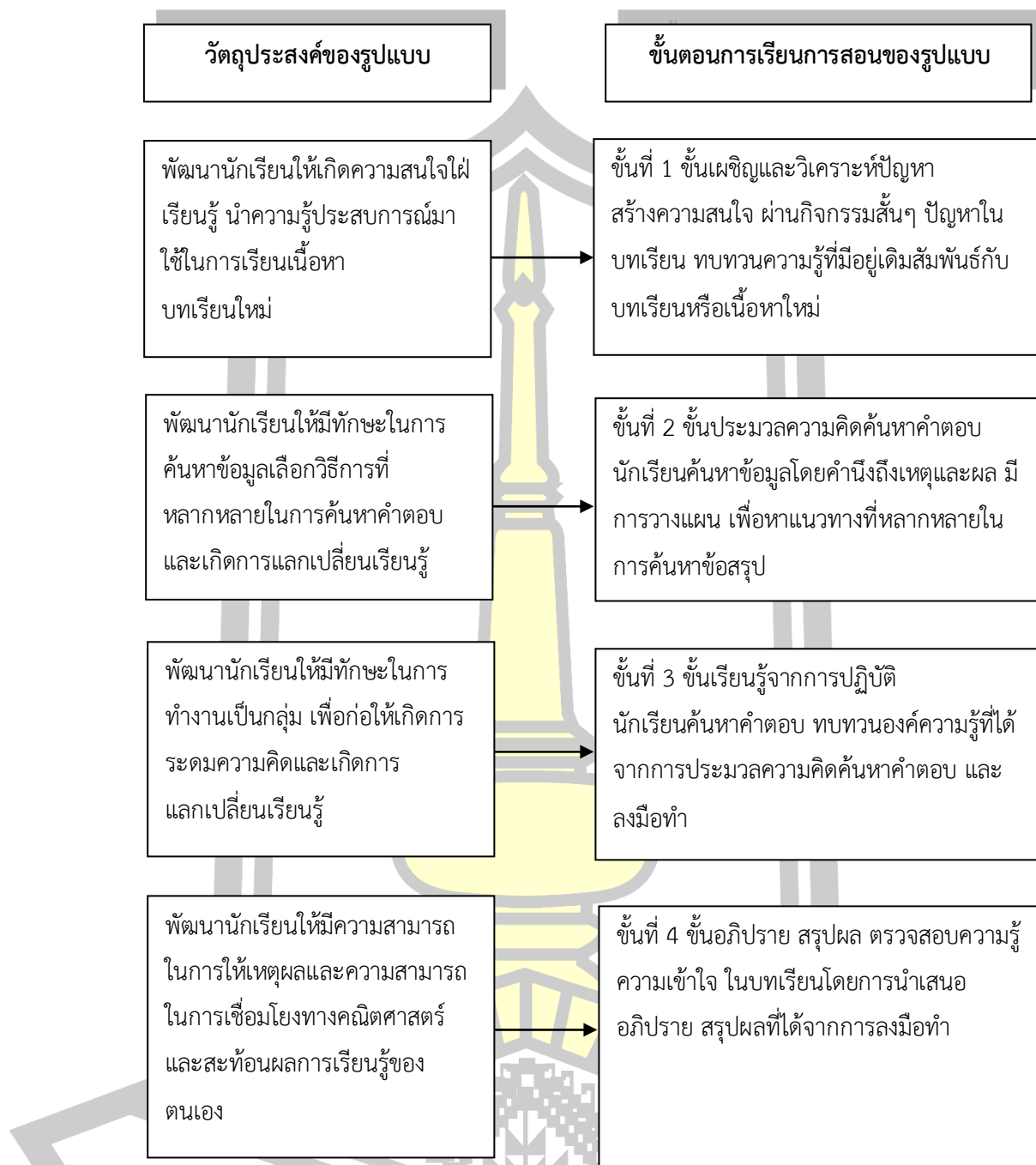
จากตาราง 7 จะได้ว่าหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยหลักการใหญ่ 3 ประการ คือ หลักการด้านบทบาทผู้เรียน โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองโดยอาศัยประสบการณ์เดิม ค้นคว้าข้อมูล หาเหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จนเกิดการตกผลึกทางความคิดในเรื่องที่ตนได้ศึกษา หลักการด้านการเรียนรู้เป็นกลุ่มเน้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และหลักการด้านการสะท้อนคิด ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้สังเกตและตระหนักรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเองผ่านกระบวนการตั้งคำถามและการสะท้อนคิดในสิ่งที่ตนเองปฏิบัติทั้งระหว่างการปฏิบัติและหลังการปฏิบัติ

จากหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น นำไปสู่การพัฒนา
วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น นำไปสู่การพัฒนา
วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 การกำหนดขั้นการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ

จากภาพประกอบ 2 สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่สร้างความสนใจให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นผ่านกิจกรรมสั้นๆ จัดให้ผู้เรียนรับรู้สถานการณ์ปัญหาในบทเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เดิมที่สัมพันธ์กับบทเรียนหรือเนื้อหาใหม่
2. ขั้นที่ 2 ขั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาข้อมูล โดยคำนึงถึงเหตุและผล การไตร่ตรอง วางแผน เพื่อหาแนวทางที่หลากหลายในการค้นหาข้อสรุป เลือกแนวทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสู่การเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนองค์ความรู้ที่ได้จากการประมวลความคิดค้นหาคำตอบ โดยการลงมือกระทำ นำเอาองค์ความรู้ วิธีการ หรือแนวทางที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปปรับใช้เพื่อได้มาซึ่งคำตอบ
4. ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปราย สรุปผล หมายถึง ขั้นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในบทเรียน โดยการนำเสนอ อภิปราย สรุปผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ เพื่ออธิบายหรือแสดงว่าสามารถให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้นำเสนอมา นั้น ผู้วิจัยได้มีการผสมผสานทฤษฎี แนวคิด ซึ่งสามารถสรุปเป็นหลักการ แนวคิด ทฤษฎี ที่สนับสนุน การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังภาพประกอบ 3

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ณัฐกานต์ รักษานาค (2552) เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด การถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการวิจัยและพัฒนา มี 4 ขั้นตอน คือ 1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ตามแนวความคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ 2) การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน
 3) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน และ 4) ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 ผลการวิจัยพบว่า 1) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนตาม
 แนวความคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา
 การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นตอนการสร้าง
 ประสบการณ์การเรียนรู้ (2) ขั้นตอนฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ (3) ขั้นตอนถ่ายโอนความรู้ไปใช้
 (4) ขั้นตอนสะท้อนความคิด 2) ผลการทดลองใช้รูปแบบ พบว่า (1) กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการ
 การแก้ปัญหาหลังการเรียนโดยใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติ (2) กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนโดยใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนการ
 จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3) กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการเชื่อมโยง
 ทางคณิตศาสตร์หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติ

พรรณทิภา ทองนวล (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเปรียบเทียบ
 ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้
 เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน และเปรียบเทียบกับ
 เกณฑ์ และเพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ
 วิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้อง ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการเรียนรู้
 อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการ
 เรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 นอกจากนี้ยังพบว่า
 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน
 การเขียนของนักเรียนหลังได้รับการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับ
 การจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ธิดิมา อุดมพรมนตรี (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อ
 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดลพบุรี
 มีความมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาตัวแปรปัจจัย 5 ตัวแปร ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็น
 สำคัญ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ แรงจูงใจ
 ใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ว่าอยู่ในระดับใด

มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัยของนักเรียนหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จังหวัดลพบุรี จำนวนโรงเรียน 7 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 17 ห้องเรียน ที่ได้จากการสุ่มแบบสองขั้นตอน เครื่องมือการวิจัยเป็นแบบสอบถาม จำนวน 6 ฉบับ ผลการวิจัย พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก ความสำคัญระหว่างตัวแปรปัจจัย ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย และส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัย พบว่า ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย และส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัยในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวแปรการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และการรับรู้ ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย และส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วาสุกรี ใจจันทร์ (2555) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายใต้ บริบทของการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิด มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายใต้บริบทของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ ผู้วิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกกิจกรรมการร่วมสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบ บันทึก การสังเกตชั้นเรียน แบบบันทึกการสะท้อนผลร่วมกัน แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสัมภาษณ์ ครูผู้สอน การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการสังเกตอย่างมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์ การบันทึก ภาคสนาม การบันทึก วีดิทัศน์ และแถบเสียง ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมลำดับวิธีการสอนเน้นการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และการสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน เป็นการนำแผนการจัดการ เรียนรู้ไปใช้จริง ในชั้นเรียนและมีการสังเกตชั้นเรียนโดยทีมที่สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างครูผู้สอน ครูผู้สังเกต นักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ผู้วิจัย ทีมนักวิจัยจากศูนย์วิจัย คณิตศาสตร์ศึกษา และผู้ประสานงานโรงเรียน นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่พบในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ นำสิ่งที่คุ้นเคยจาก ชีวิตประจำวันมาแก้ปัญหาและขยายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยครูพยายามให้ความสำคัญกับทุก แนวคิดของนักเรียนและเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ โดยการวางลำดับการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้

ศศิگانต์ พงษ์พัฒน์ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

มีความมุ่งหมาย เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นกับเกณฑ์ร้อยละ 75 6) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นกับเกณฑ์ร้อยละ 75 7) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนนาคาราษฎร์รังสรรค์ ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เท่ากับ $79.86/77.81$ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 0.6816 คิดเป็น ร้อยละ 68.16 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่งและการตวงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์

และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง และการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสายน้ำทิพย์ จังหวัดกรุงเทพฯ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการชั่งและการตวง และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุวรรณา ตั้งแก้ว (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ และเพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และผลการวิเคราะห์คะแนนเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ยุพิน พลเรือง (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง ความมุ่งหมายของการวิจัย เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง กับนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 84.74/83.58 และ 81.20/79.11 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็น 0.7476 และ 0.6903 ตามลำดับ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนมีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

กาญจนา นิลนวล (2558) ได้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และสถานการณ์จำลอง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพ 3) เพื่อศึกษาผลการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และสถานการณ์จำลอง ผลการพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และสถานการณ์จำลอง เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลได้ดังนี้

- 1) สภาพปัญหาและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า กิจกรรม

ที่ครูจัดให้นักเรียน ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจบทเรียน ยิ่งขึ้น รวมถึงกิจกรรมที่ครูจัดส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนใช้ความคิดให้เหตุผลในการเรียน คณิตศาสตร์ยังได้รับค่อนข้างน้อย 2) ผลพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสมแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการจัด กิจกรรม ดังนี้ 1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2. ชั้นกิจกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 5 ขั้นตอน คือ (1) การเผชิญปัญหาและทำความเข้าใจ (2) การอธิบายและวิเคราะห์ปัญหา (3) การออกแบบ ทางเลือกแก้ปัญหา (4) การค้นหาและตรวจสอบคำตอบ (5) การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา และ 3. ชั้นการสรุปการเรียนรู้ 3) ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่ เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังกล่าวมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปิยะวรรณ หาญวัฒนกุล (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ชิปปา เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์โลกจริง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปา เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริงกับนักเรียนที่เรียนโดยการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 50 ของคะแนนที่ถูกหักออกจาก การทดสอบก่อนเรียน เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่ สถานการณ์ในโลกจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปปา เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่เน้น ทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนแบบชิปปา เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่ สถานการณ์ในโลกจริงสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพัฒนาการของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่การเปรียบเทียบ ทั้งสองใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 50 ของคะแนนที่ถูกหักออกจาก การทดสอบก่อนเรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

Knuth (2000) ได้ศึกษาความเข้าใจในการสร้างการเชื่อมโยงระบบพิกัดฉากของนักเรียน สืบเนื่องจากการนำเสนอเนื้อหาที่หลากหลายของฟังก์ชันในวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา มีนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวนมากไม่เข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น โดยเฉพาะการเชื่อมโยงระหว่างพีชคณิต และกราฟของฟังก์ชันจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 178 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพีชคณิตของแคลคูลัส เป็นปีแรก ผลการวิจัยพบว่ามากกว่า 3 ใน 4 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เลือกทำแบบทดสอบโดยใช้วิธีทางพีชคณิต แม้ว่าการหาคำตอบโดยใช้กราฟของฟังก์ชันจะง่ายกว่าก็ตาม และน้อยกว่า 1 ใน 3 ที่ใช้วิธีของกราฟจะใช้วิธีพื้นๆ หรือไม่ก็วิธีที่มีทางเลือกอื่นอีก

Mansi (2004) ได้ศึกษาการให้เหตุผลและข้อพิสูจน์เรขาคณิตในวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อตรวจสอบบทบาทการให้เหตุผลและข้อพิสูจน์เรขาคณิตที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คำถามการวิจัยมี 4 ข้อ คือ 1) นักเรียนจำเป็นต้องมีความสามารถด้านการให้เหตุผลอะไรบ้าง เพื่อให้มีความพร้อมสำหรับข้อพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2) มีหลักฐานอะไรที่แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไม่ประสบความสำเร็จ กับข้อพิสูจน์และยึดถือแนวความคิดที่ผิดๆ เกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติข้อพิสูจน์ 3) ความเชื่อและความเข้าใจของครูสามารถช่วยความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับข้อพิสูจน์ได้อย่างไรบ้าง 4) จะทำอะไรได้บ้างเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเพื่อปรับปรุงทักษะการเขียนข้อพิสูจน์ของนักเรียน ใช้การเปรียบเทียบตามทฤษฎีของเพียเจต์และแวนไฮเล อภิปรายวิธีการที่นักเรียนได้มาซึ่งทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิต และวิธีการที่ได้มานี้มีความสัมพันธ์กับ ความพร้อมของนักเรียนที่จะทำข้อพิสูจน์อย่างเป็นทางการออกมาได้อย่างไร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผลไม่เพียงพอ ทำให้ไม่ประสบความสำเร็จซึ่งทำการทดสอบก่อนเข้าโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังพบว่าการพิสูจน์ทางเรขาคณิตให้สัมฤทธิ์ผลเกี่ยวข้องกับการสอนของครู ครูสามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและเรขาคณิตของนักเรียนได้

Brenda P. Aleman (2007) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอนการให้เหตุผลที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 8 มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา คือ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการให้เหตุผลที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน เกรด 8 โดยใช้สถิติ T-test ผลการวิเคราะห์ พบว่า คะแนนก่อนทำข้อสอบของนักเรียนที่เข้ารับการเรียนทั้ง 10 วัน มีคะแนนเฉลี่ย 24.73 และนักเรียนที่เข้าร่วมการศึกษา น้อยกว่า 10 วัน ของระยะเวลาที่ศึกษามีคะแนนเฉลี่ย 24.23 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เกรด 8 ผู้ที่เข้าร่วมการเรียนรู้โดยการให้เหตุผลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

Yankelewitz (2009) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการให้เหตุผล การให้เหตุผลแบบใดที่นักเรียนนำมาใช้ในกิจกรรมเกี่ยวกับความเข้าใจทางเศษส่วน ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-4 ที่เรียนเรื่องเศษส่วน โดยเน้นการให้เหตุผล การสรุปข้อโต้แย้งและการพิสูจน์ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการบันทึกภาพไว้ 46 ครั้ง ในขณะที่นักเรียนทำงาน และผู้วิจัยได้จดบันทึกขณะสังเกตการให้เหตุผลของนักเรียนระหว่างการเรียนถึง 17 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 60-80 นาที จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่หลากหลาย และสิ่งแวดล้อมในการเรียนมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนได้ จึงนับได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการให้เหตุผล การสรุปข้อโต้แย้งและการพิสูจน์เป็นกลวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4

Inoue and Buczynski (2010) ได้ศึกษาผลของการใช้บทเรียนแบบสืบสอบของครูฝึกประสบการณ์ในค่ายคณิตศาสตร์ฤดูร้อนในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเกรด 3-6 พบว่าเกิดสิ่งกีดขวางที่เป็นอุปสรรคกับบทเรียนแบบสืบสอบ เมื่อครูฝึกประสบการณ์ใช้คำถามปลายเปิดและนักเรียนมีการตอบสนองอย่างหลากหลาย และไม่คาดคิด เพราะครูฝึกประสบการณ์ไม่ได้คาดการณ์คำตอบที่เป็นไปได้และครูไม่ได้ตอบสนองอย่างมีความหมายกับนักเรียน และบ่อยครั้งที่ครูฝึกประสบการณ์เพิกเฉยต่อการตอบสนองที่ไม่ได้คาดคิดเอาไว้และผู้วิจัยได้แนะนำครูฝึกประสบการณ์ในการเตรียมตัวเกี่ยวกับ 1) คาดการณ์การตอบสนองที่หลากหลายของนักเรียน 2) ให้คำอธิบายที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และความคิดของนักเรียนและ 3) ประเมินการกระทำของครูและการตอบสนองในห้องเรียนทีละขั้น

Brian Bowen (2010) ได้ศึกษาความรู้ความเข้าใจการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนที่จบสาขาที่ไม่ใช่คณิตศาสตร์ ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับความหมาย ข้อจำกัดทางทฤษฎี สำหรับการวิจัยในอนาคต ผลการศึกษาพบว่า ครูคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้จบสาขาคณิตศาสตร์โดยตรงจะมีความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยประสบการณ์บางส่วน ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จากการสังเกตพบว่า ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้จบสาขาคณิตศาสตร์มาโดยตรงสามารถค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่ขาดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายโจทย์ปัญหาต่างๆ แต่อย่างไรก็ตาม ไม่อาจสรุปได้ว่าครูคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้จบสาขาคณิตศาสตร์มาโดยตรงมีความพร้อมน้อยกว่าครูที่ได้รับการฝึกฝนแบบดั้งเดิม เพื่อใช้ความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสอนของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการสอนบางอย่างของครูที่ไม่ได้จบสาขาคณิตศาสตร์นำมาสอนไม่ได้เป็นเท็จ แต่การคาดการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะความรู้เหล่านี้ อาจไม่สามารถอธิบายถึงความซับซ้อนได้ ประการที่สองของการศึกษาในครั้งนี้ คือ เพื่อตรวจสอบว่าครูที่ไม่ได้จบสาขา

คณิตศาสตร์มาโดยตรง มีความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นเพียงส่วนหนึ่งของเรื่องเท่านั้น การพิจารณาดังกล่าวอาจนำไปสู่วิธีการหาจุดแข็งและความต้องการเฉพาะของครูคณิตศาสตร์ และใช้จุดแข็งเหล่านี้เพื่อสนับสนุนการเติบโตของการปฏิบัติด้านการสอนของครูคณิตศาสตร์

Dickinson and others (2010) ได้ศึกษาผลของการนำแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมาใช้สอนคณิตศาสตร์แก่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ประเทศอังกฤษ ผลการศึกษาพบว่า การนำแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนและพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชาให้แก่ นักเรียนได้

Ben Adesina Adegoke (2013) ได้ศึกษาโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่มีอายุอยู่ระหว่าง 14-16 ปี จำนวน 240 คน ในพื้นที่รัฐโอฮายโอ ประเทศไนจีเรีย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์หาค่าประกอบเชิงยืนยัน (CFA) โดยใช้โปรแกรมรีสเรลเวอร์ชัน 8.88 เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดตัวแปรแฝง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การจำแนกตัวแปร การจำแนกข้อมูลที่ให้ การจำแนกลำดับ และการจำแนกความสมนัย พบว่าลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทั้งทางตรงต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

Rohendi and Dulpaja (2013) ได้ศึกษาแบบจำลองโครงการการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (CMP) เพื่อเป็นสื่อในการนำเสนอความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบจำลองโครงการการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (CMP) เป็นสื่อที่ดีกว่าแบบทั่วไป นอกจากนี้ กิจกรรมของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองนี้ดีมาก และกลายเป็นสื่อที่ใช้งานอยู่มาก

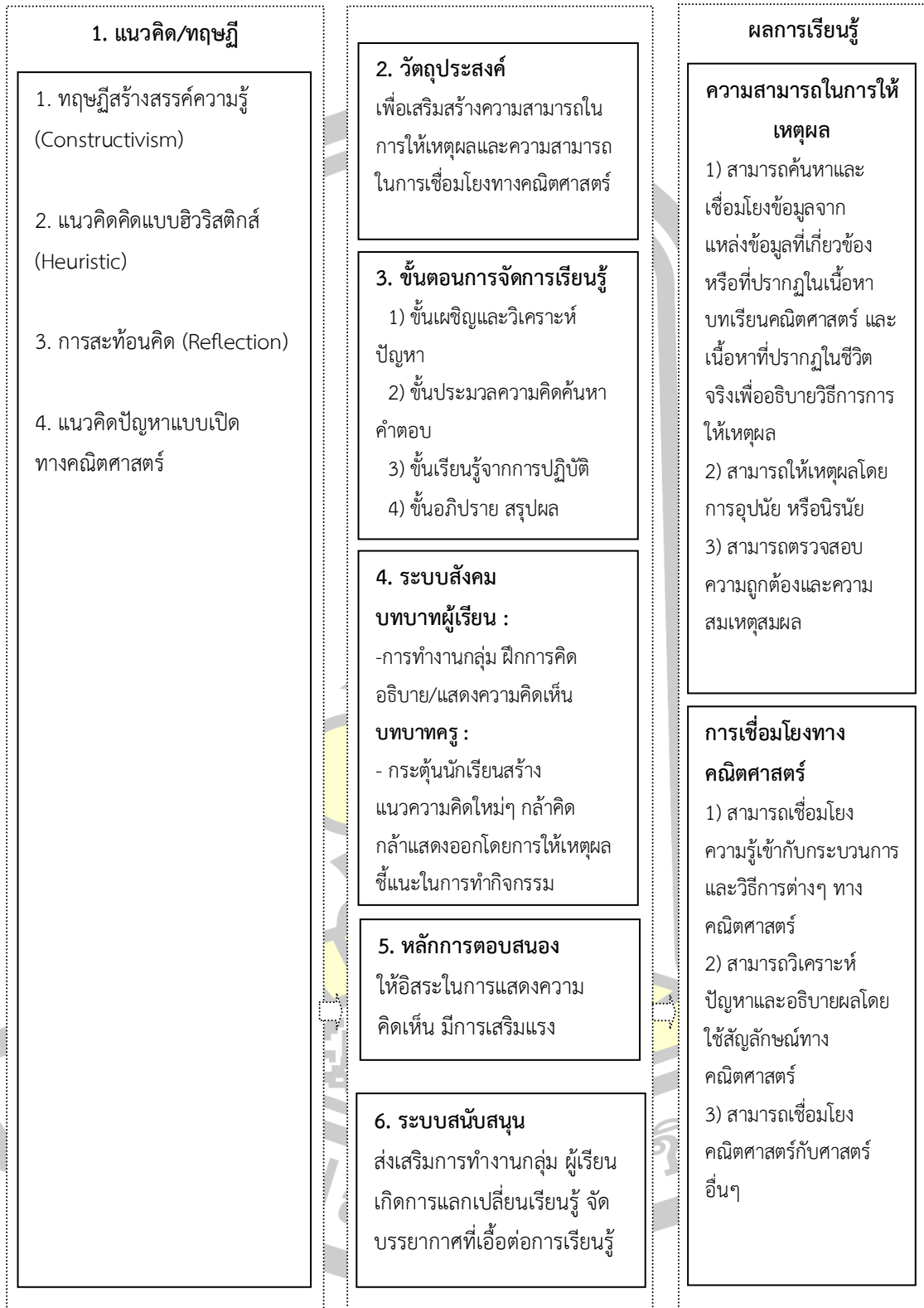
จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศ และต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาวิชา ระหว่างสาระการเรียนรู้ หรือใช้ความรู้การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันแล้ว จะทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เป็นการเรียนรู้ที่มีคุณค่า มีความหมายต่อผู้เรียน และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้ และทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนส่วนมากมีความบกพร่องในด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากผลงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การใช้กิจกรรมแก้ปัญหาแบบเปิด จัดการเรียนรู้ อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

เป็นต้น ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ ด้านคณิตศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์สาขาอื่นๆ และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นอีกด้วย

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทฤษฎี และแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน แล้วสรุปเป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้





ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง
 ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมี 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน
2. วัตถุประสงค์
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
 - 3.1 ชั้นที่ 1 ชั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา
 - 3.2 ชั้นที่ 2 ชั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ
 - 3.3 ชั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ
 - 3.4 ชั้นที่ 4 ชั้นอภิปราย
4. ระบบสังคม
5. หลักการตอบสนอง
6. ระบบสนับสนุน

ซึ่งผู้วิจัยใช้ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้
 (Constructivism) แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) แนวคิดการสะท้อนคิด และแนวคิดการ
 แก้ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง
 ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 3 ที่ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล 1) สามารถค้นหาและเชื่อมโยงข้อมูล
 จากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือที่ปรากฏในเนื้อหาบทเรียนคณิตศาสตร์ และเนื้อหาที่ปรากฏในชีวิต
 จริงเพื่ออธิบายวิธีการการให้เหตุผล 2) สามารถให้เหตุผลโดยการอุปนัยหรือนิรนัย 3) สามารถ
 ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 1) สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ 2) สามารถวิเคราะห์
 ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3) สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์
 อื่นๆ

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารองค์ความรู้ กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการวิเคราะห์เอกสาร (Documentary Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการประยุกต์ใช้เทคนิค การรวบรวมข้อมูลแบบผสมวิธี (Mixed-Method Methodology) ดังนี้

ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสัมมนากลุ่มอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ประกอบการวิจัยตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการหาคุณภาพและประสิทธิภาพ

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

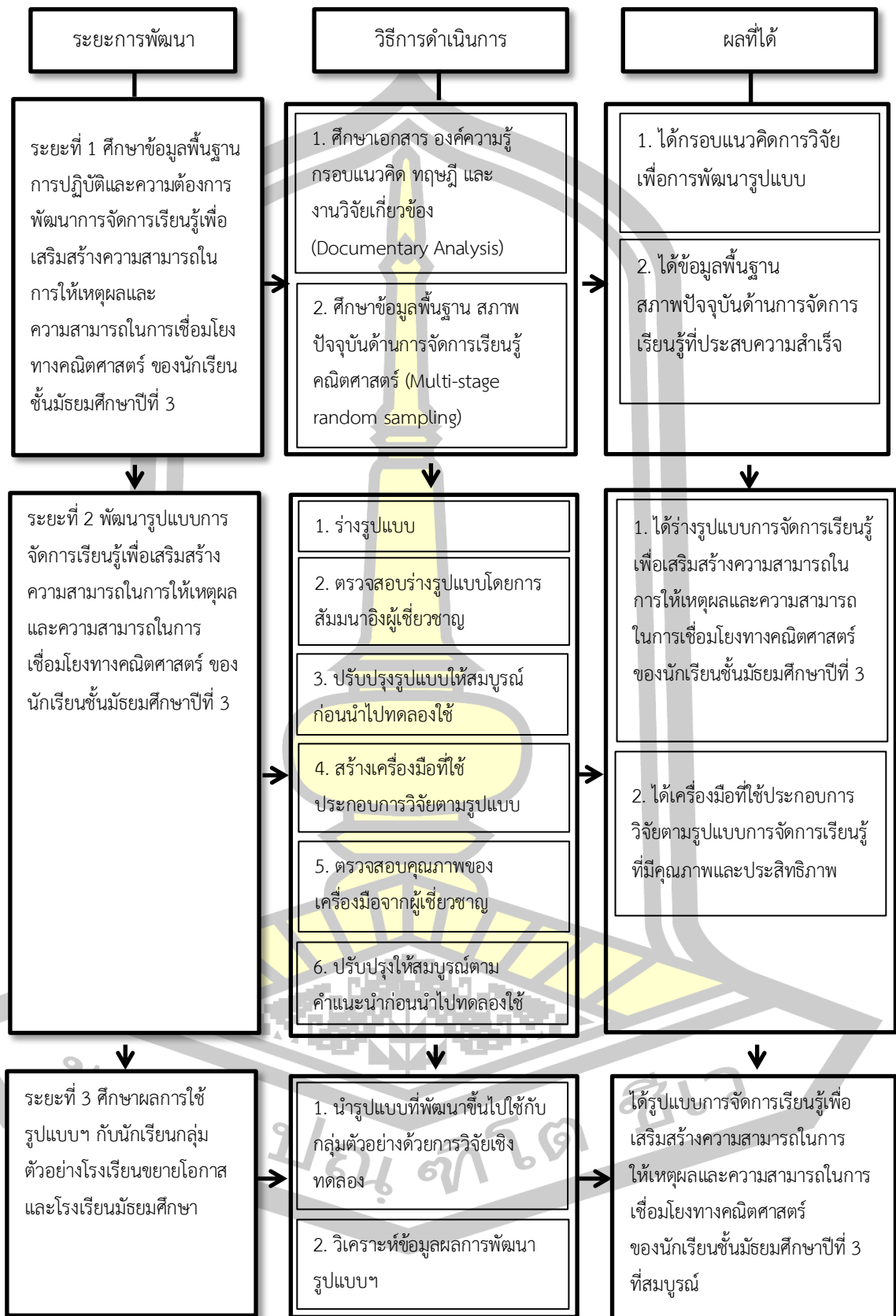
ขั้นตอนที่ 1 ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดยใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างของโรงเรียน
ขยายโอกาส และโรงเรียนมัธยมศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัย ตามความมุ่งหมายการศึกษา
ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากกระบวนการวิจัยทั้ง 3 ระยะ สามารถเขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
และพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถใน
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ดังภาพประกอบ 4





ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนารูปแบบ

ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารองค์ความรู้ กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการวิเคราะห์เอกสาร (Documentary Analysis) ผู้วิจัยได้ศึกษาดำรง เอกสาร บทความ งานวิจัยต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการศึกษาเชิงปริมาณและการศึกษาเชิงคุณภาพ ตามแบบแผนของการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Method Research) ดังนี้

การศึกษาเชิงปริมาณ

การศึกษาเชิงปริมาณเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม มีรายละเอียด ดังนี้

1. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัจจุบันด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นครูคณิตศาสตร์ที่สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสกลนคร จำนวน 303 คน จาก 213 โรงเรียน ดังตาราง 8

ตาราง 8 จำนวนครูคณิตศาสตร์ที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา	จำนวนโรงเรียน	จำนวนครู
มัธยมศึกษา สกลนคร	45	135
สพป.สน เขต 1	53	53
สพป.สน เขต 2	58	58
สพป.สน เขต 3	57	57
รวม	213	303

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูคณิตศาสตร์ที่สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 86 คน จาก 76 โรงเรียน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ดังนี้

2.2.1 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้วิธีคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในกรณีทราบจำนวนประชากร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้วิจัยกำหนดสัดส่วนของประชากรเท่ากับ 0.05 โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่น (Level of Confidence) ของการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 99% หรือ $\alpha = 0.01$ ($Z = 2.58$) และยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ 5% ($l = 0.05$)

2) คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในกรณีที่ทราบจำนวนประชากร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$n = \frac{P - (1 - P)}{\frac{l^2}{Z^2} + \frac{P(1 - P)}{N}}$$

ผลการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า จากประชากร 303 คน จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 68 คน

3) การได้มาของกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้อำเภอเป็นหน่วยในการสุ่ม โดยสุ่มมาร้อยละ 50

ของจังหวัดสกลนคร มีทั้งหมด 18 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง สว่างแดนดิน วานรนิวาส พรรณานิคม อากาศอำนวย วาริชภูมิ กุสุมาลย์ เจริญศิลป์ โพนนาแก้ว ภูพาน คำตากล้า กุดบาก บ้านม่วง โคกศรีสุพรรณ สองดาว เต่างอย นิคมน้ำออน และพังโคน สุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ได้มา 9 อำเภอ โดยทั้ง 9 อำเภอ มีลักษณะการจัดชั้นเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และมีลักษณะทางสังคมที่คล้ายคลึงกัน ดังตาราง 9

ตาราง 9 จำนวนโรงเรียนมัธยมศึกษาและโรงเรียนขยายโอกาส ทั้ง 9 อำเภอ

อำเภอ	โรงเรียนมัธยม	โรงเรียนขยายโอกาส	รวม
1. เมือง	6	17	23
2. สว่างแดนดิน	6	14	20
3. วานรนิวาส	3	25	28
4. อากาศอำนวย	3	10	13
5. เจริญศิลป์	1	11	12
6. บ้านม่วง	2	16	18
7. พรรณานิคม	7	13	20
8. คำตากล้า	2	6	8
9. พังโคน	2	5	7
รวม	32	117	149

ขั้นที่ 2 จำแนกโรงเรียนจากการสุ่มครั้งที่ 1 ออกเป็น 3 ขนาดตามเกณฑ์ ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวนนักเรียน 1-499 คน

โรงเรียนขนาดกลาง มีจำนวนนักเรียน 500-1,499 คน

โรงเรียนขนาดใหญ่ มีจำนวนนักเรียน 1,500 คนขึ้นไป

จากการจำแนกโรงเรียนตามเกณฑ์จำนวนนักเรียนพบว่า มีโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 131 โรงเรียน ขนาดกลาง จำนวน 9 โรงเรียน ขนาดใหญ่ 9 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 สุ่มโรงเรียนที่ได้จากการจำแนกโรงเรียนตามเกณฑ์จำนวนนักเรียนในข้อ 2 ด้วยการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดของโรงเรียน

เป็นชั้นและใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม โดยสุ่มร้อยละ 50 ของแต่ละขนาด ผลปรากฏว่า ได้โรงเรียนขนาดเล็ก 66 โรง โรงเรียนขนาดกลาง 5 โรงเรียน และขนาดใหญ่ 5 โรงเรียน รวมทั้งหมด 76 โรงเรียน ใช้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากชั้นนี้เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 66 คน โรงเรียนขนาดกลาง 10 คน และขนาดใหญ่ 10 คน รวมทั้งหมด 86 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามจำนวน 1 ฉบับ สำหรับครูคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานและสภาพปัจจุบันด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ลักษณะคำถามเป็นคำถามแบบปลายเปิด

4. วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ มีขั้นตอน ดังนี้

4.1 แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

4.1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ของกระทรวงศึกษาธิการ (2551) ; Joyce and Weil (2011) ; ทิศนา แคมมณี (2556) และ วิเคราะห์แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามของบุญชม ศรีสะอาด (2553)

4.1.3 นำร่างแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของการใช้สำนวนภาษา และจำนวนข้อคำถาม แล้วนำมา แก้ไขโดยคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เสนอให้แก้ไข ดังนี้ ภาษาที่ใช้ยังเป็นภาษาวิชาการ

มากขึ้นไป แก้ไขภาษาที่ใช้ให้มีความกระชับ ชัดเจน ควรใช้ภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจ เพื่อให้ครูที่ตอบแบบสอบถามตอบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยต้องการ

4.1.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน หาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ซึ่งจากผลการประเมิน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60–1.00 ผู้เชี่ยวชาญรายนาม ดังนี้

4.1.4.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนภาร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและการวิจัย

4.1.4.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุดประไพ บุปศิริ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4.1.4.3 ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

4.1.4.4 ดร.ชรินทร์ เจริญไชย ศึกษาพิเศษกึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สกลนคร เขต2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4.1.4.5 ดร.อรุณรุ่ง โยธสิงห์ ศึกษาพิเศษกึ่งสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดสกลนคร ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยหลักสูตรและการสอน

4.1.5 นำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำหนังสือจากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขอความร่วมมือเก็บข้อมูลต่อผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1-3 และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 จังหวัดสกลนคร

2. ส่งแบบสอบถามพร้อมหนังสือขอความร่วมมือเก็บข้อมูลไปยังผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1-3 และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 จังหวัดสกลนคร เพื่อส่งแบบสอบถามต่อไปยังสถานศึกษา

3. ผู้วิจัยเดินทางไปปรับแบบสอบถามคืนที่กลุ่มอำนวยการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1-3 และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 จังหวัดสกลนครด้วยตนเอง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาพิจารณาความสมบูรณ์และจัดระเบียบข้อมูลแล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ นำเสนอในรูปตารางประกอบคำบรรยาย

ตอนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้แบ่งเป็น 5 ระดับ และแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ระดับความคิดเห็นมากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	4.51-5.00	คะแนน
ระดับความคิดเห็นมาก	มีค่าเท่ากับ	3.51-4.50	คะแนน
ระดับความคิดเห็นปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	2.51-3.50	คะแนน
ระดับความคิดเห็นน้อย	มีค่าเท่ากับ	1.51-2.50	คะแนน
ระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1.00-1.50	คะแนน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ลักษณะคำถามเป็นคำถามแบบปลายเปิด การศึกษาเชิงคุณภาพ

การศึกษาข้อมูลโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ประสบผลสำเร็จ

1. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูคณิตศาสตร์ที่มีผลงานการปฏิบัติที่เป็นเลิศ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ จบการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอก ด้านการศึกษา และเป็นผู้มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 10 ปี ขึ้นไป มีผลงานการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) คือ เป็นครูที่นวัตกรรมที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีผลการทดสอบระดับชาติ (O-net) ที่สูงขึ้น จำนวน 3 ท่าน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัย ประกอบด้วย

1. ดร.ทนงเกียรติ พลไชยา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยเลย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19
2. นายสุระชัย คำภีหนู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19

3. นายภราดร วงษ์จันทร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนห้วยข้า
โนนสมบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองบัวลำภู เขต 1

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แนวคำถามในการสัมภาษณ์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสรุปจากชั้นที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.2 สร้างแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด เพื่อศึกษาสภาพจริงที่เกิดขึ้นโดยจะครอบคลุมด้านต่างๆ คือ

1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ด้านสื่อการเรียนรู้ 3) ด้านการวัดและประเมินผล

4.3 นำแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เสนอให้กรรมการที่ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบสำนวนข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้ชัดเจน

4.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อปรากฏในภาคผนวก) เพื่อพิจารณาข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้มีปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ปรับข้อคำถามให้กระชับและง่ายต่อการตอบคำถามของกลุ่มเป้าหมายและเพิ่มประเด็นคำถามบางประเด็นที่น่าสนใจ

4.5 จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในกลุ่มเป้าหมาย

ต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญและดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญครุคณิตศาสตร์ที่มีผลงานการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) จำนวน 3 ท่าน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย (Analytic Induction) หรือการสร้างข้อสรุป ติความ จากการแสดงความคิดเห็นในการสัมภาษณ์ที่ได้จากการบันทึก นำมาสร้างข้อสรุปสาระในความเห็นที่สอดคล้องกัน แล้วนำผลที่ได้มากำหนดเป็นประเด็นเพื่อใช้ในการร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนในการ
พัฒนาและหาคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ
การจัดการเรียนรู้ ซึ่งแนวคิดที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีดังนี้ ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ของวิกทอร์สกี แนวคิด
แบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) ของ Krulick and Rudnick (1987) แนวคิดการสะท้อนคิด (Reflection)
ของ Bailey, Curtis and Nunan (2001) และแนวคิดการแก้ปัญหาแบบเปิด ของ Foong (2000)

2. นำแนวคิดจากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
มาวิเคราะห์ร่วมกับผลการศึกษาจากระยะที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัจจุบันด้านการจัดการเรียนรู้
เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จ แล้วสังเคราะห์

เป็นร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Tentative Model)

3. นำเสนอร่างรูปแบบต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและแก้ไขตามคำแนะนำ

4. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

5. ตรวจสอบความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Tentative Model) โดยการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) จำนวน 6 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย

5.1 รองศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี สารรัตน์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

5.2 รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณ อึ้งปัฐวงศ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

5.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

5.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

5.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรุณ ชูยกระเดื่อง คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี จันทร์ศิลา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

6. ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจากการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) แล้วพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 11 แผน ใช้เวลา 16 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ และ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ แผนจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบกระบวนการออกแบบย้อนกลับ (Backward Design) เริ่มต้นจากปลายทางที่ผลิตที่ต้องการ (เป้าหมายหรือมาตรฐานการเรียนรู้) โดยมีขั้นตอนดังนี้ (1) กำหนดหน่วยเรียนรู้ที่ต้องการ (Identify Desired Result) (2) กำหนดหลักฐานการเรียนรู้ (Determine Acceptable Evidence) (3) ออกแบบการเรียนรู้ (Plan learning Experiences and Instruction) ในส่วนของการประเมิน จะใช้การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) เกณฑ์การประเมิน (Rubrics) สำหรับกลุ่มปกติใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนจัดการเรียนรู้ตามลำดับดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานโรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย สาระที่ 2 การวัดมาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อใช้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตาราง 10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างแผนการ
จัดการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมการ
เรียนการสอน

แผนการ จัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวน ชั่วโมง
ปริซึมและ ทรงกระ บอก	<p>ค 3.1 ม. 3/1 อธิบายลักษณะ และสมบัติของปริซึม พีระมิต ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม</p> <p>ค 6.1 ม. 3/1 อธิบายลักษณะ และสมบัติของปริซึม พีระมิต กรวย ทรงกระบอก ทรงกลม</p> <p>ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ และ สรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p>	<p>1. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้ง สองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุก ประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบ ที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้าน เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึม ชื่อตามลักษณะของฐาน</p> <p>2. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสอง ฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุก ประการและอยู่บนระนาบที่ขนาน กัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสาม มิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐาน จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากัน เรียกรูปเรขาคณิตว่า ทรงกระบอก</p>	1
พีระมิตกรวย และทรงกลม	<p>ค 3.1 ม. 3/1 อธิบายลักษณะ และสมบัติของปริซึม พีระมิต ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม</p> <p>ค 6.1 ม. 3/1 อธิบายลักษณะ และสมบัติของปริซึม พีระมิต ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม</p> <p>ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ และ สรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p>	<p>1. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็น รูปเหลี่ยมใดๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่ บนระนาบเดียวกันกับฐาน และ หน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มี จุดยอดรวมกันที่ยอดแหลมนั้น เรียกว่า พีระมิต การเรียกชื่อ พีระมิต เรียกตามลักษณะของฐาน เช่น ฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยม เป็นต้น</p>	1

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง
		<p>2. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐานเส้นที่ต่อระหว่างจุดยอดและจุดใดๆ บนขอบของฐานเป็นส่วนของเส้นตรง เรียกว่า กรวย</p> <p>3. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีผิวโค้งเรียบ และจุดทุกจุดบนผิวโค้งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากัน เรียกว่า ทรงกลม จุดคงที่นั้น เรียกว่า จุดศูนย์กลางของทรงกลม ระยะที่เท่ากันนั้นเรียกว่า รัศมีของทรงกลม</p>	
<p>ปริมาตรของปริซึม</p>	<p>ค 2.1 ม. 3/2 หาปริมาตรของปริซึม</p> <p>ค 6.1 ม. 3/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม. 3/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p>	<p>1. ปริมาตรของปริซึม ได้แก่ ความจุของปริซึม ซึ่งหาได้จากผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับความสูง นั่นคือ ปริมาตรของปริซึม = พื้นที่ฐาน × ความสูง</p>	<p>2</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง
<p>ปริมาตรของทรงกระบอก</p>	<p>ค 2.1 ม. 3/2 หาปริมาตรทรงกระบอก</p> <p>ค 2.2 ม. 3/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ</p> <p>ค 6.1 ม. 3/2 ใช้ความรู้ ทักษะฯ สถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้เหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน</p> <p>ค 6.1 ม.3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ</p>	<p>ปริมาตรของทรงกระบอก ได้แก่ ความจุของทรงกระบอก ซึ่งหาได้จากผลคูณของพื้นที่ของรูปวงกลมกับความสูง นั่นคือ</p> <p>ปริมาตรของทรงกระบอก = พื้นที่ฐาน \times ความสูง</p>	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวน ชั่วโมง
ปริมาตรของ พีระมิด	ค 2.1 ม. 3/2 หาปริมาตรพีระมิด ค 2.2 ม. 3/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับ พื้นที่ ๆ ในการแก้ปัญหา ค 6.1 ม. 3/1 ใช้วิธีการที่ หลากหลายแก้ปัญหา ค 6.1 ม. 3/2 ใช้ความรู้ ทักษะฯ สถานการณ์ต่างๆ ได้อย่าง เหมาะสม ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ และ สรุปผลได้เหมาะสม ค 6.1 ม.3/4 ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการ สื่อสาร การสื่อความหมาย และ การนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และ ชัดเจน ค 6.1 ม.3/5 เชื่อมโยงความรู้ ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำ ความรู้ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่นๆ	ปริมาตรของพีระมิด ได้แก่ ความจุ ของพีระมิด ซึ่งหาได้จากหนึ่งใน สามของผลคูณของพื้นที่ฐานกับสูง ตรง นั่นคือ ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวน ชั่วโมง
<p>ปริมาตรของกรวย</p>	<p>ค 2.1 ม. 3/2 หาปริมาตรของกรวย</p> <p>ค 2.2 ม. 3/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรแก้ปัญหาและใช้วิธีการที่หลากหลาย</p> <p>ค 6.1 ม. 3/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน</p> <p>ค 6.1 ม.3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ</p>	<p>ปริมาตรของกรวย ได้แก่ ความจุของกรวย ซึ่งหาได้จากหนึ่งในสามของผลคูณของพื้นที่ฐานกับส่วนสูงของกรวย นั่นคือ</p> $\text{ปริมาตรของกรวย} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวน ชั่วโมง
ปริมาตรของ ทรงกลม	<p>ค 2.1 ม. 3/2 หาปริมาตรของ ทรงกลม</p> <p>ค 2.2 ม. 3/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับ พื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตร แก้ปัญหาและใช้วิธีการที่ หลากหลาย</p> <p>ค 6.1 ม. 3/1 ใช้วิธีการที่ หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม. 3/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาได้อย่าง เหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ และ สรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/4 ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการ สื่อสาร การสื่อความหมาย และ การนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และ ชัดเจน</p> <p>ค 6.1 ม.3/5 เชื่อมโยงความรู้ ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ</p>	<p>ปริมาตรของทรงกลม ได้แก่ ความจุ ของทรงกลม ซึ่งหาได้จากสองใน สามของปริมาตรของทรงกระบอก ที่มีรัศมีที่ฐานเท่ากับรัศมีของทรง กลม และมีความสูงเท่ากับความ ยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรง กลม นั่นคือ</p> $\text{ปริมาตรของทรงกลม} = \frac{4}{3} \pi r^3$ <p>เมื่อ r แทนความยาวของรัศมีของ ทรงกลม</p>	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง
พื้นที่ผิวของปริซึม	<p>ค 2.1 ม. 3/1 หาพื้นที่ผิวของปริซึม</p> <p>ค 2.1 ม. 3/3 เปรียบเทียบหน่วยความจุ หรือหน่วยปริมาตรในระบบเดียวกันหรือต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 2.2 ม. 3/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ</p> <p>ค 6.1 ม. 3/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม. 3/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน</p>	<p>1. พื้นที่ผิวของปริซึม ได้แก่ ผลรวมของพื้นที่ผิวทุกด้านของปริซึมนั้น นั่นคือ พื้นที่ผิวของปริซึม คือ ผลบวกของพื้นที่ฐานสองด้านกับพื้นที่ผิวข้าง หรือ $(2 \times \text{พื้นที่ฐาน}) + (\text{ความยาวเส้นรอบฐาน} \times \text{ความสูง})$</p>	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวน ชั่วโมง
	ค 6.1 ม.3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่นๆ		
พื้นที่ผิวของ ทรงกระบอก	<p>ค 2.1 ม. 3/1 หาพื้นที่ผิว ทรงกระบอก</p> <p>ค 2.1 ม. 3/3 เปรียบเทียบหน่วย ความจุ หน่วยปริมาตรในระบบ เดียวกันหรือต่างระบบ และ เลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่าง เหมาะสม</p> <p>ค 2.2 ม. 3/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับ พื้นที่ พื้นที่ผิว ปริมาตรในการ แก้ปัญหา 6.1 ม. 3/1 ใช้วิธีการที่ หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม. 3/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่างๆ ได้อย่าง เหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ และ สรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p>	<p>พื้นที่ผิวของทรงกระบอก ได้แก่ ผลรวมของพื้นที่ผิวข้างกับพื้นที่ ฐานทั้งสองของทรงกระบอกนั้น นั่นคือ พื้นที่ผิวทรงกระบอก</p> $= 2\pi rh + 2\pi r^2$ <p>เมื่อ r แทนความยาวของรัศมี ที่ฐาน และ h แทนความสูงของ ทรงกระบอก</p>	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวน ชั่วโมง
	ค 6.1 ม.3/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน ค 6.1 ม.3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ค 6.1 ม.3/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์		
	รวม		16

1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1.3.2 สาระการเรียนรู้

1.3.3 สาระสำคัญ

1.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.5 ภาระงาน หรือชิ้นงาน

1.3.6 กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ

1.3.6.6.1 ชั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา

1.3.6.6.2 ชั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ

1.3.6.6.3 ชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ

1.3.6.6.4 ชั้นอภิปราย สรุปผล

1.3.7 การวัดและการประเมิน

1.3.8 สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

ความถูกต้องสมบูรณ์

1.5 ดำเนินการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้

ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1.6 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) แปลงเป็นคะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อตามภาคผนวก) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในด้านรูปแบบ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และการใช้ภาษา แล้วนำมาปรับตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย คือ ถ้าได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 ถึง 5.00 จึงจะนำไปใช้โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) โดยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.20-4.80 มีระดับความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย ความหมาย

4.51-5.00 เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 เหมาะสมมาก

2.51-3.50 เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ทดลองรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อตามภาคผนวก)

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านโพนบกหนองผือ จำนวน 1 ห้องเรียน

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อกรรมการ ควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะอีกรอบ แล้วจัดพิมพ์เป็น แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มทดลองต่อไป

2. แบบทดสอบ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะการเขียน ข้อคำถามให้ตรงตามนิยามเชิงปฏิบัติการและขอบเขตของเนื้อหา โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบวัด ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

2.2 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัย เป็นผู้ตรวจให้คะแนนพร้อมพิจารณาคำตอบและเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมามีความ สอดคล้องมาก น้อยเพียงใดซึ่งมีเกณฑ์วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เป็น 3, 2, 1, 0

2.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมเกณฑ์การให้คะแนน ที่ผู้วิจัยสร้าง ขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อตามภาคผนวก) ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ถือว่าเป็นข้อคำถามที่ใช้ได้ ผลการประเมินได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีจำนวน 8 ข้อ ถูกตัดออก จำนวน 2 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีจำนวน 7 ข้อ ถูกตัดออก จำนวน 3 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

2.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนบ้านโพนบกหนองผือ จำนวน 1 ห้องเรียน

2.6 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบทดสอบชนิดอัตนัยมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีเย่และซาเบอร์ (ไพศาล วรคำ, 2559)

2.7 เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (P_E) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยาก (P_E) ตั้งแต่ 0.43-0.56 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.50-0.79 จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.97

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอความเห็นชอบและจัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ต่อไป

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลังจากผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริงในลักษณะของการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนขยายโอกาส

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านเหล่าบ้านถ่อนและโรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย อำเภอเจริญศิลป์ จังหวัดสกลนคร จำนวนทั้งสิ้น 72 คน จาก 3 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย อำเภอเจริญศิลป์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 2 ห้อง โดยการใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยได้ห้อง 3/1 จำนวน 22 คน สำหรับกลุ่มทดลอง และห้อง 3/2 จำนวน 20 คน สำหรับกลุ่มควบคุม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนมัธยม

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนกุดเรือคำพิทยาคาร อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร จำนวนทั้งสิ้น 140 คน จาก 4 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนกุดเรือคำพิทยาคาร อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร จำนวน 2 ห้อง โดยการใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยได้ห้อง 3/1 จำนวน 35 คน สำหรับกลุ่มทดลอง และห้อง 3/2 จำนวน 35 คน สำหรับกลุ่มควบคุม

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ดำเนินการทดลองสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้น เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

รูปแบบการวิจัยการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) ใช้แผนการวิจัยแบบ Pretest-Posttest with Control Groups Design (Best, 1977) ซึ่งมีลักษณะตามตาราง 11

ตาราง 11 แผนการวิจัยแบบ Pretest-Posttest with Control Groups Design

กลุ่ม	Pretest	Treatment	Posttest
ทดลอง	T ₁	X ₁	T ₂
ควบคุม	T ₁	X ₂	T ₂

- X_1 หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- X_2 หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ
- T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
- T_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 แผน เวลา 16 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามรายละเอียดดังต่อไปนี้ เก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการ ให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ พัฒนาขึ้น และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
2. ดำเนินการสอน นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาที่ใช้สอนเท่ากัน
3. เมื่อดำเนินการสอนเสร็จแล้ว ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม
4. ตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทาง สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 การหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถาม
ความคิดเห็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ แบบประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 และแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
(IOC) โดยใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2559)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์/
จุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 วิเคราะห์หาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตรานัยของวิทนียและซาเบอร์ส ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$P = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P แทน ค่าดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน

X_{\max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{\min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

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

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

1.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์แอลฟา
	K	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 การหาค่าร้อยละ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 N แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวที่ยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนคนในกลุ่ม
 $N-1$ แทน ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สูตร T-test (Dependent Samples) ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{(n \sum D^2 - (\sum D)^2)}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน สถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 D แทน ผลรวมผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบครั้งแรกกับครั้งหลัง
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.2 สถิติสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้
แตกต่างกัน ใช้ F-test สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ทางเดียว (One-Way
MANOVA) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2558) สำหรับทดสอบความแตกต่างหลังเรียน

3.3 ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบข้อตกลง
เบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงข้อมูล (คะแนนจากการสอบ) ว่ามีการแจกแจงเป็นโค้งปกติหรือไม่
(Test of Normality)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมายของข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน	สถิติทดสอบใช้พิจารณา t - distribution
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบความมุ่งหมายของการวิจัย ต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- 1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ
- 1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการวิเคราะห์การจัดทำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 3 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

3.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

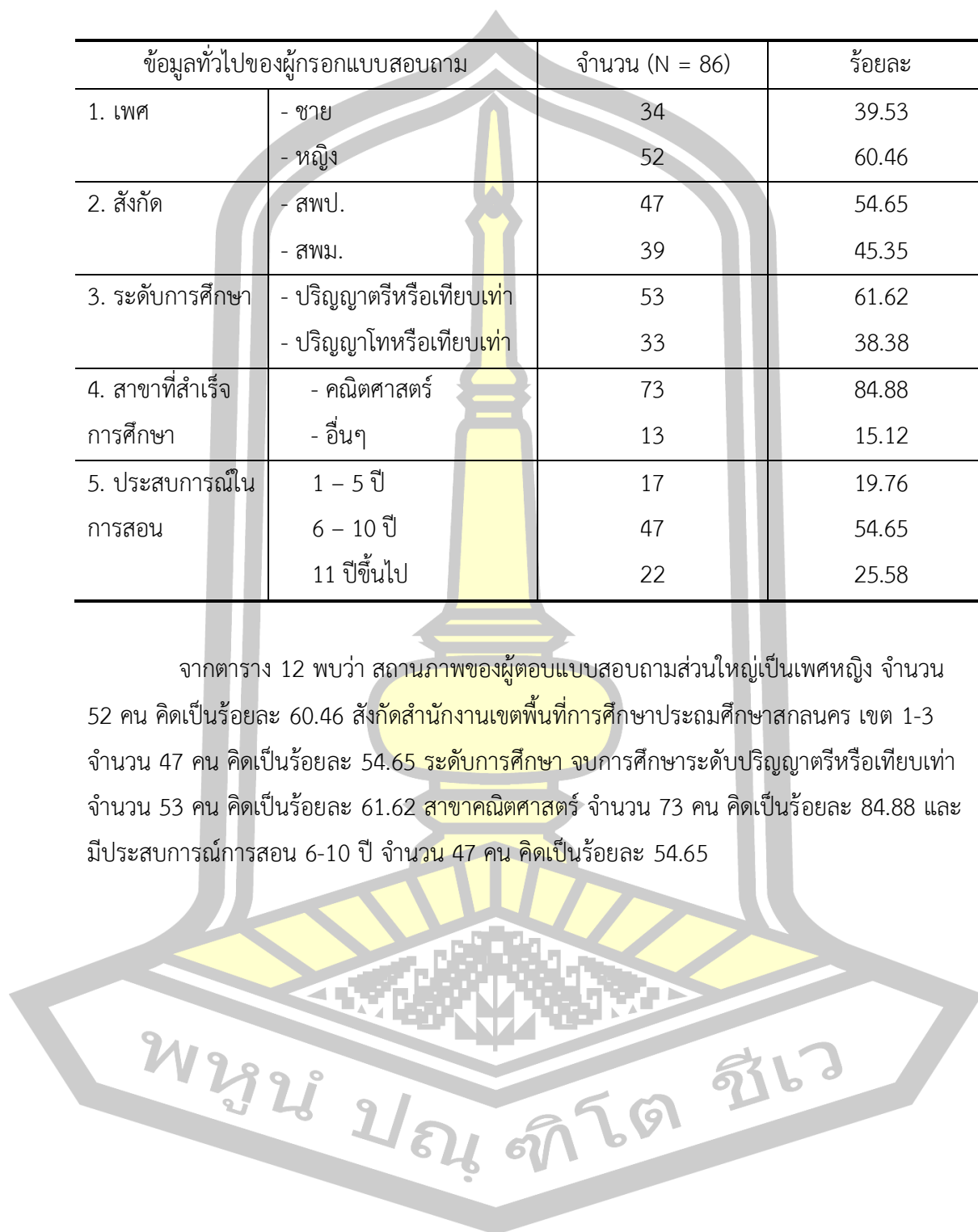
1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเชิงสำรวจ (Survey Study) โดยใช้แบบสอบถามกับครูคณิตศาสตร์ ที่สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 จังหวัดสกลนคร และครูคณิตศาสตร์ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สกลนคร เขต 2 จำนวน 86 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นสามขั้นตอน ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตาราง 12

ตาราง 12 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม		จำนวน (N = 86)	ร้อยละ
1. เพศ	- ชาย	34	39.53
	- หญิง	52	60.46
2. สังกัด	- สพป.	47	54.65
	- สพม.	39	45.35
3. ระดับการศึกษา	- ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า	53	61.62
	- ปริญญาโทหรือเทียบเท่า	33	38.38
4. สาขาที่สำเร็จ การศึกษา	- คณิตศาสตร์	73	84.88
	- อื่นๆ	13	15.12
5. ประสบการณ์ใน การสอน	1 – 5 ปี	17	19.76
	6 – 10 ปี	47	54.65
	11 ปีขึ้นไป	22	25.58

จากตาราง 12 พบว่า สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 60.46 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1-3 จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 54.65 ระดับการศึกษา จบการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่า จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 61.62 สาขาคณิตศาสตร์ จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 84.88 และมีประสบการณ์การสอน 6-10 ปี จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 54.65



ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคิดเห็นของครูต่อการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อ	การจัดการเรียนรู้	ระดับการปฏิบัติ		
		\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา	3.58	0.74	มาก
2	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านการคิด	4.02	0.63	มาก
3	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น	3.98	0.51	มาก
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล อธิบายถึงคำตอบหรือหลักการได้อย่างชัดเจน	3.57	0.64	มาก
5	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	3.62	0.81	มาก
6	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีการเชื่อมโยงเนื้อหาทากับชีวิตประจำวัน	3.80	0.46	มาก
7	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	3.76	0.63	มาก
8	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่บูรณาการร่วมกับกลุ่มสาระอื่น	4.02	0.43	มาก
9	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนยอมรับฟังเหตุผลของผู้อื่น	3.88	0.39	มาก
10	จัดกิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมุ่งมั่นเพื่อหาความกระจ่าง ความชัดเจน และความถูกต้อง	4.40	0.77	มาก
11	จัดกิจกรรมให้อิสระในการเรียน นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออก	3.10	0.88	ปานกลาง
12	ครูมีการเสริมแรงทางบวก	4.19	0.82	มาก
13	จัดบรรยากาศภายในห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้	4.52	0.65	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	การจัดการเรียนรู้	ระดับการปฏิบัติ		
		\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
14	เน้นการสร้างห้องเรียนแห่งความสงสัย	4.07	0.82	มาก
15	สอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์	4.49	0.68	มาก
16	ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก แนะนำมากกว่าการสอนเนื้อหา	4.19	0.58	มาก
17	ใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน	4.57	0.64	มากที่สุด
18	ใช้สื่อการสอนกระตุ้นให้เกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน	4.24	0.63	มาก
19	ใช้สื่อการสอนที่ใช้มีความหลากหลายและทันสมัย	4.28	0.71	มาก
20	สื่อการเรียนการสอนอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน	4.22	0.62	มาก
21	สื่อเพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน	4.48	0.76	มาก
22	ให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เรียนในโลกไร้พรมแดนที่มีการเชื่อมต่อเครือข่าย	4.45	0.61	มาก
23	พัฒนาสื่อที่สนับสนุนการคิดของนักเรียน	4.41	0.74	มาก
24	มีการแจ้งเกณฑ์การวัดและประเมินผลให้นักเรียนทราบก่อน	4.05	0.51	มาก
25	การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	3.97	0.47	มาก
26	การวัดและประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาวิชา	4.19	0.58	มาก
27	มีการวัดและประเมินผลของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	3.84	0.73	มาก
28	มีความรู้ในการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลที่เหมาะสม	4.02	0.75	มาก
29	นักเรียนพร้อมรับการทดสอบ/การประเมิน	3.57	0.62	มาก
30	วัดและประเมินผลตามสภาพจริง ประเมินผลงาน	3.69	0.67	มาก
	รวม	4.05	0.65	มาก

จากตาราง 13 พบว่า ครูมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.05$) เมื่อพิจารณารายข้อการปฏิบัติ ในการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน รองลงมา คือ

สอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ และสื่อเพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน ตามลำดับ

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคิดเห็นของครูถึงความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อ	การจัดการเรียนรู้	ระดับความต้องการพัฒนา		
		\bar{X}	SD.	ระดับความคิดเห็น
1	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา	3.35	0.84	มาก
2	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านการคิด	4.10	0.51	มาก
3	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น	4.05	0.51	มาก
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล อธิบายถึงคำตอบหรือหลักการได้อย่างชัดเจน	3.99	0.69	มาก
5	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	4.24	0.80	มาก
6	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน	4.02	0.63	มาก
7	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	4.16	0.57	มาก
8	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่บูรณาการร่วมกับกลุ่มสาระอื่น	4.12	0.50	มาก
9	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนยอมรับฟังเหตุผลของผู้อื่น	4.06	0.52	มาก
10	จัดกิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมุ่งมั่นเพื่อหาความกระจ่าง ความชัดเจน และความถูกต้อง	4.40	0.77	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	การจัดการเรียนรู้	ระดับความต้องการพัฒนา		
		\bar{X}	SD.	ระดับความคิดเห็น
11	จัดกิจกรรมให้อิสระในการเรียน นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออก	4.29	0.75	มาก
12	ครูมีการเสริมแรงทางบวก	4.43	0.70	มาก
13	จัดบรรยากาศภายในห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้	4.48	0.65	มาก
14	เน้นการสร้างห้องเรียนแห่งความสงสัย	4.09	0.81	มาก
15	สอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์	4.45	0.68	มาก
16	ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก แนะนำมากกว่าการสอนเนื้อหา	4.38	0.72	มาก
17	ใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน	4.45	0.59	มาก
18	ใช้สื่อการสอนกระตุ้นให้เกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน	4.19	0.56	มาก
19	ใช้สื่อการสอนที่ใช้มีความหลากหลายและทันสมัย	4.21	0.65	มาก
20	สื่อการเรียนการสอนอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน	4.30	0.69	มาก
21	สื่อเพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน	4.43	0.64	มาก
22	ให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เรียนในโลกไร้พรมแดนที่มีการเชื่อมต่อเครือข่าย	4.45	0.55	มาก
23	พัฒนาสื่อที่สนับสนุนการคิดของนักเรียน	4.43	0.73	มาก
24	มีการแจ้งเกณฑ์การวัดและประเมินผลให้นักเรียนทราบก่อน	4.07	0.48	มาก
25	การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.09	0.45	มาก
26	การวัดและประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาวิชา	4.49	0.68	มาก
27	มีการวัดและประเมินผลของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	4.12	0.76	มาก
28	มีความรู้ในการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลที่เหมาะสม	4.09	0.75	มาก
29	นักเรียนพร้อมรับการทดสอบ/การประเมิน	3.84	0.70	มาก
30	วัดและประเมินผลตามสภาพจริง ประเมินผลงาน	3.93	0.65	มาก
	รวม	4.19	0.65	มาก

จากตาราง 14 พบว่า ครูมีความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19$) โดยความต้องการในการพัฒนา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การวัดและประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาวิชา รองลงมา คือ จัดบรรยากาศภายในห้องเรียน เอื้อต่อการเรียนรู้ การสอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์และการใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันกับการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เรียนในโลกไร้พรมแดนที่มีการเชื่อมต่อเครือข่าย ตามลำดับ

จากข้อมูลแบบสอบถามข้างต้น ผู้วิจัยได้นำไปใช้เป็นแนวคำถามสำหรับสัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์ที่มีผลงานการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการทดสอบระดับชาติ (O-Net) ที่สูงขึ้น โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ จบการศึกษาระดับปริญญาโท หรือปริญญาเอกด้านการศึกษ เป็นผู้มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 10 ปี ขึ้นไป โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 3 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 เป็นครูที่มีการพัฒนาการจัดกิจกรรมด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีความคิดที่อิสระ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ส่งผลให้มีผลการดำเนินงานเชิงประจักษ์ระดับประเทศ เช่น ได้รับรางวัลชนะเลิศเหรียญทอง ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ดีเด่น (OBEC AWARD) ระดับชาติ และเป็นครูที่ปรึกษาโครงการคณิตศาสตร์ ระดับชาติ 3 ปีซ้อน พร้อมทั้งได้จบการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 เป็นครูที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกม A-Math ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล มีการวางแผน ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นด้วย จนได้รับรางวัลชนะเลิศเหรียญทอง การแข่งขัน A-Math ระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในฐานะครูผู้ฝึกสอน เป็นครูที่มีการพัฒนานวัตกรรมการศึกษามาโดยตลอด ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นและผลการทดสอบระดับชาติ (O-Net) สูงขึ้น

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 เป็นครูที่มีการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบ จัดกิจกรรมการเรียนโดยเน้นสถานการณ์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เป็นครูผู้สอนที่พัฒนานักเรียนให้มีคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) สูงขึ้นต่อเนื่อง รางวัลชนะเลิศเหรียญทอง ระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การแข่งขันคิดเลขเร็ว และรางวัลชนะเลิศเหรียญทอง ระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การแข่งขันอัจฉริยภาพทางคณิตศาสตร์ ในฐานะครูผู้ฝึกสอน

1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยวิเคราะห์โรงเรียนที่มีครูคณิตศาสตร์ที่มีผลงานการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ผลการศึกษาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ระหว่าง วันที่ 18 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2561 ถึง วันที่ 20 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2561 ด้านความต้องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎี Constructivism ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติเอง เช่น การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงาน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการค้นคว้า นักเรียนเป็นผู้สังเกต กล้าเผชิญปัญหาและค้นคว้า รวบรวมข้อมูลให้ได้มาซึ่งคำตอบโดยยึดหลักของเหตุและผลทดลองอย่างเป็นระบบ การรวบรวมข้อมูล ตลอดจนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับ สิ่งที่น่าสนใจ สามารถสรุป อภิปรายผลในลักษณะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้...”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1, วันที่ 20 มีนาคม 2561 : สัมภาษณ์)

“...การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรใช้สถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้ และไม่เกิดความเบื่อหน่าย อาจเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัว ที่อยู่ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งครูจะต้องใช้สื่อที่มีความหลากหลาย ทันสมัยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น กระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การใช้เกมเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน เช่น เกมซูโดกุ, A-Math เพื่อฝึกสมาธิ นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ใช้สื่อที่น่าสนใจ ทันสมัย มีการประเมินผลตามสภาพจริงทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน...”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2, วันที่ 20 มีนาคม 2561 : สัมภาษณ์)

“...การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรเน้นให้นักเรียนได้คิด และลงมือปฏิบัติจริงโดยการใช้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน สร้างบรรยากาศการเรียนที่เป็นกันเองเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น ใช้กิจกรรมเพื่อนช่วยเพื่อน ใช้สื่อที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นหรือนักเรียนสามารถประดิษฐ์ขึ้นเองได้ มีการประเมินผลตามสภาพจริงและสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์...”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3, วันที่ 20 มีนาคม 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ แปลความหมาย และสรุปผล เพื่อนำผลการสัมภาษณ์ไปสู่ การกำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ข้อสรุป ดังนี้

1. ด้านความต้องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง

ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ครูส่วนใหญ่พยายามจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้ เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่นักเรียนยังมีพฤติกรรมที่ไม่เป็นไปในทิศทางดังกล่าว เช่น นักเรียนขาดความกล้าในการแสดงความคิดเห็น การแสดงความเป็นเหตุเป็นผล ขาดกระบวนการ เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชอบที่จะทำและคิดไปตามกลุ่มหรือตามเพื่อนอย่างไม่มีข้อวิพากษ์ ใดๆ ซึ่งเป็นปัญหาสำหรับการเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ นักเรียน บางคนสามารถหาคำตอบจากการทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบ ได้ แต่ไม่สามารถอธิบายหลักการ เหตุผลของการได้มาซึ่งคำตอบได้ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนา นักเรียนและสังคมในอนาคต และเป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการพัฒนาประเทศชาติ เนื่องจากมนุษย์ต้องใช้ เหตุผลทั้งกับคนอื่นและต้องการได้รับเหตุผลจากคนอื่นเช่นกัน การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุ เป็นผลจะทำให้ให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม

2. ด้านการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการ

เรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่นการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงาน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น การอภิปราย ทั้งในกลุ่มย่อย ควรจัดกิจกรรมที่ใช้คำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมด้านการคิดโดยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น อธิบายความเป็นเหตุเป็นผลโดยเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ควรให้นักเรียนเรียนรู้ปัญหา และเผชิญปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน เน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมความสามัคคี การช่วยเหลือ และเรียนรู้วิธีการทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยใช้วิธีการระดมสมอง การใช้เกมเพื่อดึงดูด ความสนใจของนักเรียน เช่น เกมซูโดกุ A-Math เพื่อฝึกสมาธิ นักเรียนเกิดความสนุกสนาน และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และควรมีการสืบค้นจากแหล่งต่างๆ เช่น สืบค้นจากเอกสารหรือ จากอินเทอร์เน็ต

3. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง

ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรเน้นสื่อที่เร้าความสนใจของนักเรียน มีความน่าสนใจ สวยงาม มีคุณภาพ เหมาะสมสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ เป็นสื่อที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นหรือนักเรียนสามารถ

ประดิษฐ์ขึ้นเองได้เพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพได้ชัดเจนและมีความภาคภูมิใจ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ เจตคติ มีเหตุผลและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาอธิบายถึงความเป็นเหตุเป็นผลได้

4. ด้านการวัดและประเมินผล ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรประเมินผลตามสภาพจริงซึ่งประเมินทั้งผลงานและการปฏิบัติของนักเรียนระหว่างเรียน ควรเน้นการสังเกตพฤติกรรมและประเมินที่ผลงาน รวมทั้งควรมีการประเมินการนำเสนอผลงาน การแสดงความคิดเห็น การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ครูหรือผู้ประเมินควรพูดและวิพากษ์ผลงานนักเรียนในแนวเสริมแรงและให้กำลังใจ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการวิเคราะห์การจัดทำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ร่วมกับผลการศึกษาจากระยะที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จ แล้วสังเคราะห์เป็นร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Tentative Model) ผู้วิจัยได้ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นมี 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน (Principles of the Model) ประกอบด้วย ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) โดยใช้ทฤษฎีของวิกทอส์ที่ถือว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ ที่เชื่อว่า ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้สิ่งใหม่กับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และการจัดสิ่งแวดล้อมกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) ของ Krulick and Rudnick (1987) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงกับการใช้เหตุผลสนับสนุน เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์จริง เพราะจะเป็นประสบการณ์ที่จะช่วยอธิบายวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจชัดเจนในความคิดทางคณิตศาสตร์มากขึ้น กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การเลือกใช้วิธีค้นหาคำตอบตามลำดับขั้นจะเรียกว่า เป็นแบบแผนของฮิวริสติกส์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้สติปัญญาทางการคิดและ

ทักษะย่อยทางกายสำหรับปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาให้บรรลุผล แนวคิดการสะท้อนคิด (Reflection) ของ Bailey, Curtis and Nunan (2001) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนรู้จุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และนำไปสู่การพัฒนาตนเองให้เกิดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาอย่างถ่องแท้ ตระหนักรู้มีความสามารถในการสำนึกและตักเตือนตนเองในเรื่องที่ตั้งใจไว้ มีการสังเกต ประเมิน และจัดการกับพฤติกรรมของตนเอง โดยมีเป้าหมายที่จะเข้าใจและควบคุม พฤติกรรมของตนเองได้ดีขึ้น และแนวคิดการแก้ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียน การสอนในชั้นเรียนที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียน ผู้เรียนชอบค้นหาคำตอบด้วยตนเองและสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ สามารถอยู่กับการแก้ปัญหาได้นานขึ้นเนื่องจากปัญหามีได้สิ้นสุดเพียงคำตอบเดียว จึงท้าทายให้นักเรียนค้นหาต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการ ให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้สรุป ที่มาแนวคิด ทฤษฎี ขั้นตอน และกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

3.1 ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้ หมายถึง การทบทวนความคิดรวบยอด ความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมที่สัมพันธ์กับบทเรียนหรือเนื้อหาใหม่เพื่อนำไปสู่บทเรียน หรือ เนื้อหาใหม่โดยให้ทำใบงาน ใช้การซักถาม การสนทนาแลกเปลี่ยน การอภิปราย การใช้สื่อการ สอน นำสู่การกำหนดประเด็นที่ต้องการศึกษา และการวางแผนการศึกษาค้นคว้า เป็นการพัฒนาให้ นักเรียนมีวินัยในตนเองและเห็นความสำคัญของการเรียนรู้

3.2 ขั้นที่ 2 ขั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่จัดให้ นักเรียนค้นหาคำตอบผ่านการใช้ประสบการณ์ความรู้เดิมโดยคำนึงถึงเหตุและผล การค้นหาข้อสรุป และเลือกแนวทางที่ดีที่สุด เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งเป็นขั้นการไตร่ตรอง วางแผน เพื่อหาแนวทางที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

3.3 ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนองค์ความรู้ที่ได้จากการประมวลความคิดค้นหาคำตอบ โดยการลงมือ กระทำ นำเอาองค์ความรู้ วิธีการ หรือแนวทางที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปปรับใช้เพื่อได้มาซึ่งคำตอบ

3.4 ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปราย สรุปผล หมายถึง ขั้นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในบทเรียน โดยการนำเสนอ อภิปราย สรุปผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ เพื่ออธิบายหรือแสดงว่า สามารถให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

4. ระบบสังคม (Social System) หมายถึง การอธิบายบทบาทของครูและนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งจะแตกต่างกันไป เช่น บทบาทของครูเป็นผู้นำ ในการทำกิจกรรม เป็นผู้อำนวยการควบคุม เป็นผู้แนะแนว เป็นแหล่งข้อมูล เป็นต้น

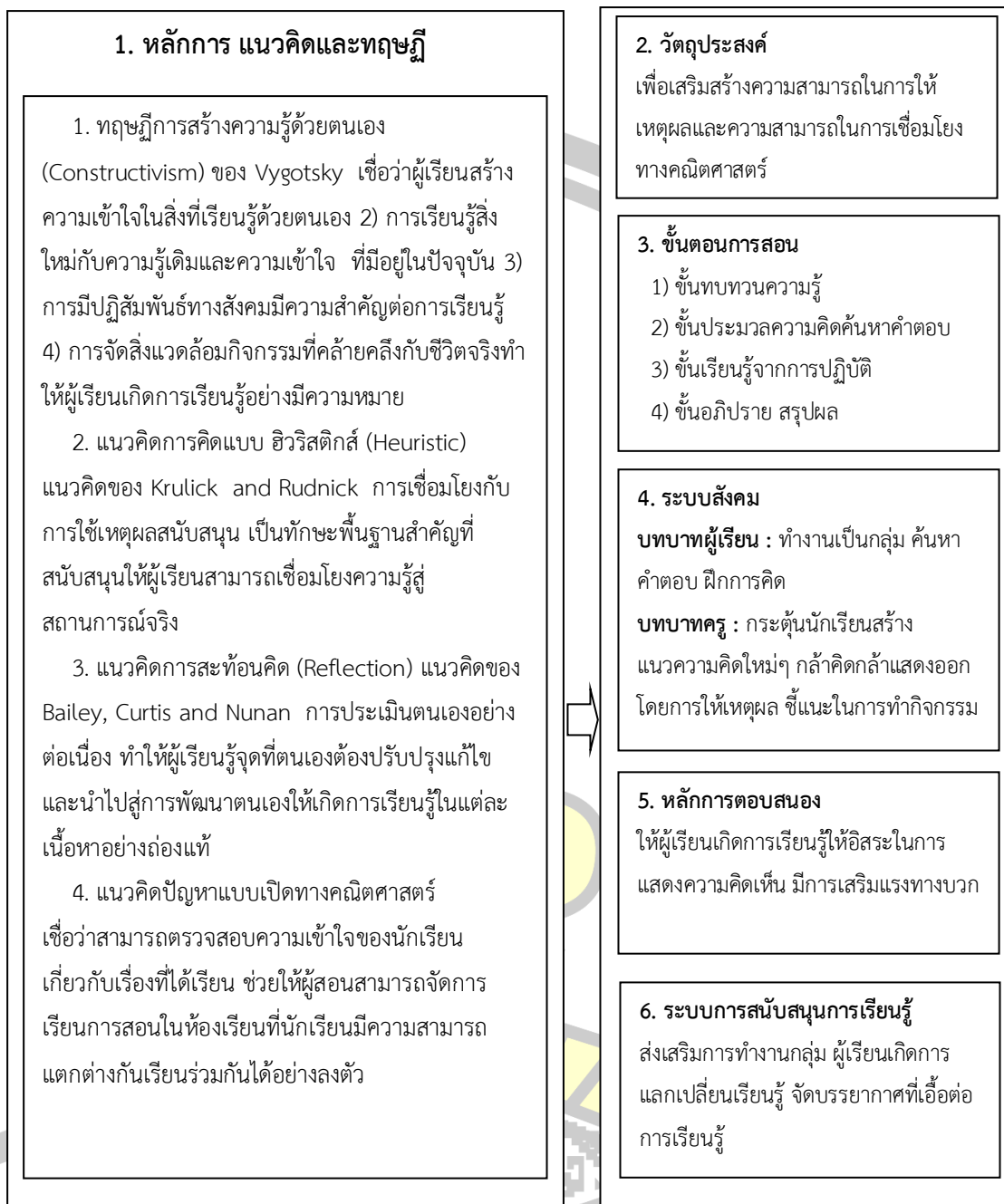
5. หลักการตอบสนอง หมายถึง การแสดงออกของครูที่มีต่อนักเรียน การตอบสนองการกระทำของนักเรียน เช่น การเสริมแรงทางบวก การให้รางวัลแก่ผู้เรียน การให้อิสระในการแสดงความคิด การไม่ประเมินว่าถูกหรือผิด เป็นต้น

6. ระบบสนับสนุน หมายถึง เงื่อนไขหรือ สิ่งจำเป็นที่ทำให้การใช้รูปแบบนั้น ได้ผล เช่น การเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระทางความคิด การแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล ส่งเสริมการทำงานกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ อย่างเหมาะสมและเพียงพอเพื่อเป็นการกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

รูปแบบ/โมเดลชั่วคราว

ผู้วิจัยได้สรุปผลการสังเคราะห์เป็นร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Tentative Model) ได้ดังภาพประกอบ 5





ภาพประกอบ 5 รางรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงรางรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ จากนั้นนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน

โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) เพื่อประเมินความเหมาะสม ความสอดคล้องของรูปแบบโดยสรุปผลการประเมิน และผลการพัฒนารูปแบบตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

ตาราง 15 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญ

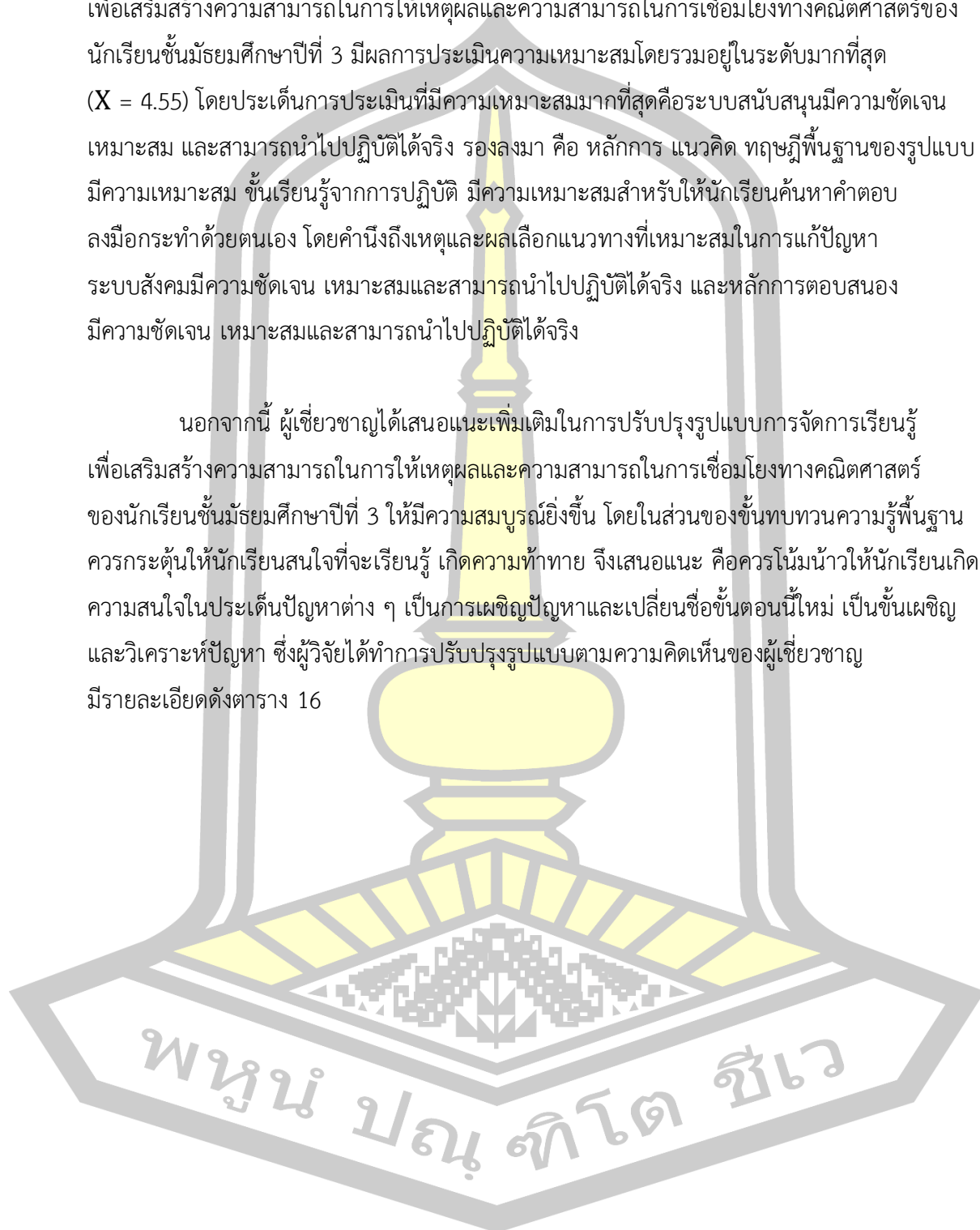
ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						รวม	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6				
1. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน ของรูปแบบ มีความเหมาะสม	4	5	5	5	4	5	28	4.67	0.52	มากที่สุด
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4	5	5	5	4	4	27	4.50	0.55	มาก
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ มีความสอดคล้องกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และจัดลำดับเหมาะสมในการนำไปจัดการเรียนรู้	4	5	5	5	3	4	26	4.34	0.82	มาก
4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ เหมาะสมสามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	4	5	5	5	4	4	27	4.50	0.55	มาก
5. ขัณฑ์ทวนความรู้พื้นฐาน มีความเหมาะสมสำหรับกระตุ้นความสนใจนักเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ที่มีอยู่ที่สัมพันธ์กับบทเรียนหรือเนื้อหาใหม่	4	4	4	4	4	5	25	4.17	0.41	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						รวม	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6				
6. ชั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบมีความเหมาะสมเพื่อหาแนวทางที่หลากหลายในการค้นหาข้อสรุป	4	5	5	5	4	4	27	4.50	0.55	มาก
7. ชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ มีความเหมาะสมสำหรับให้นักเรียนค้นหาคำตอบ ลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงเหตุและผลเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	4	5	5	5	4	4	28	4.67	0.52	มากที่สุด
8. ชั้นอภิปราย สรุปผล เหมาะสมสำหรับเป็นขั้นตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในบทเรียนโดยการนำเสนอ อภิปราย เพื่ออธิบายหรือแสดงว่าสามารถให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ มีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	4	5	5	5	4	4	27	4.50	0.55	มาก
9. ระบบสังคม มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4	5	5	5	4	5	28	4.67	0.52	มากที่สุด
10. หลักการตอบสนอง มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4	5	5	5	4	5	28	4.67	0.52	มากที่สุด
11. ระบบสนับสนุน มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4	5	5	5	5	5	29	4.83	0.41	มากที่สุด
โดยรวม							300	4.55	0.11	มากที่สุด

จากตาราง 15 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการประเมินความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($X = 4.55$) โดยประเด็นการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือระบบสนับสนุนมีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง รองลงมา คือ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบ มีความเหมาะสม ชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ มีความเหมาะสมสำหรับให้นักเรียนค้นหาคำตอบ ลมือกระทำด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงเหตุและผลเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ระบบสังคมมีความชัดเจน เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และหลักการตอบสนอง มีความชัดเจน เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยในส่วนของขั้นตอนความรู้พื้นฐาน ควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนรู้ เกิดความท้าทาย จึงเสนอแนะ คือควรโน้มน้าวให้นักเรียนเกิด ความสนใจในประเด็นปัญหาต่าง ๆ เป็นการเผชิญปัญหาและเปลี่ยนชื่อขั้นตอนนี้ใหม่ เป็นขั้นเผชิญ และวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงรูปแบบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดังตาราง 16



ตาราง 16 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตาม
ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอน (Syntax/Phases)	หลักการของการปฏิสัมพันธ์ (Social System)	
	บทบาทผู้เรียน	บทบาทครู
<p>ขั้นที่ 1 เเชิญและวิเคราะห์ปัญหา ขั้นกิจกรรมที่สร้างความสนใจให้กับ นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นผ่านกิจกรรมสั้นๆ จัดให้ ผู้เรียนรับรู้สถานการณ์ปัญหาใน บทเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เดิมที่ สัมพันธ์กับบทเรียนหรือ เนื้อหาใหม่</p>	<p>นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา สะท้อนความคิดที่นักเรียนมี อยู่ก่อนแล้ว เชื่อมโยงกับ ความรู้ในเนื้อหาใหม่</p>	<p>ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ใช้การซักถาม การสนทนา แลกเปลี่ยน โดยการเชิญและ วิเคราะห์ปัญหา พยายามทำ ให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่าง แนวความคิดที่นักเรียนมีอยู่ ก่อนแล้วกับสิ่งที่จะเรียนรู้</p>
<p>ขั้นที่ 2 ประมวลความคิดค้นหา คำตอบ ขั้นกิจกรรมที่นักเรียน ค้นหาข้อมูลโดยคำนึงถึงเหตุและผล การไตร่ตรอง วางแผน เพื่อหา แนวทางที่หลากหลายในการค้นหา ข้อสรุป เลือกแนวทางที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสู่ การเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหา ที่เหมาะสมด้วยกระบวนการทาง คณิตศาสตร์</p>	<p>นักเรียนเชื่อมโยงประเด็น ปัญหาไปสู่ประเด็นที่ต้องการ ศึกษา โดยการค้นหาข้อมูล ด้วยวิธีการที่หลากหลาย แลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดกับ เพื่อนในห้อง เพื่อค้นหา คำตอบกับสิ่งที่ครูได้นำเสนอ</p>	<p>ครูกระตุ้นนักเรียนให้เกิด กระบวนการคิด ค้นหาข้อมูล โดยคำนึงถึงเหตุและผล เชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การ ค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง</p>

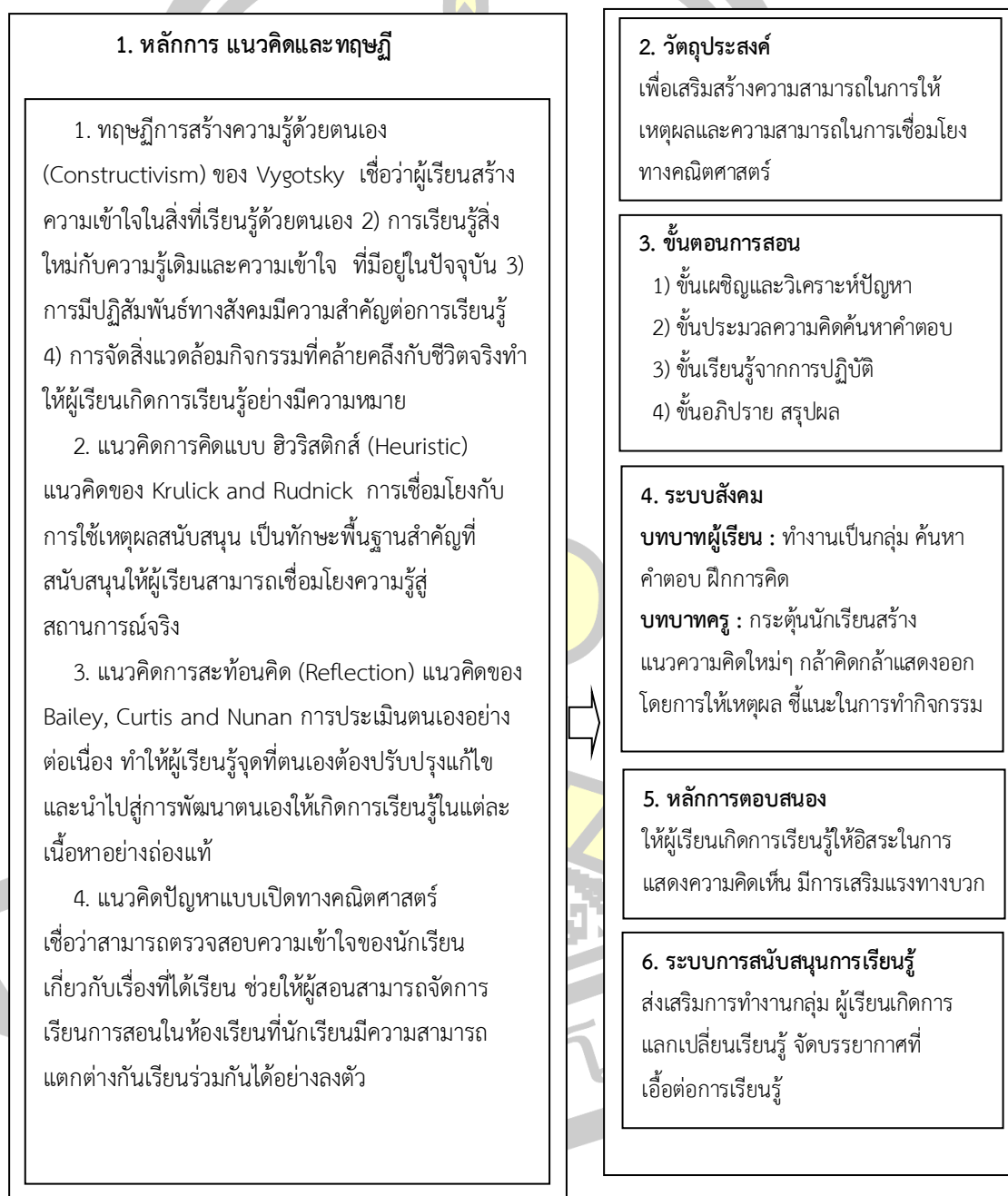
ตาราง 16 (ต่อ)

ขั้นตอน (Syntax/Phases)	หลักการของการปฏิสัมพันธ์ (Social System)	
	บทบาทผู้เรียน	บทบาทครู
<p>ขั้นที่ 3 เรียนรู้จากการปฏิบัติ ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนองค์ความรู้ที่ได้ จากการประมวลความคิดค้นหา คำตอบ โดยการลงมือกระทำ นำเอาองค์ความรู้ วิธีการ หรือ แนวทางที่ได้จากการวิเคราะห์ ไป ปรับใช้เพื่อได้มาซึ่งคำตอบ</p>	<p>นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วย ตนเอง ตัดสินใจเลือกวิธีที่ เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยการทำงานเป็นกลุ่ม การ ค้นหาคำตอบ/การออกแบบ เพื่อหาคำตอบของปัญหา</p>	<p>ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก ในการทำ กิจกรรม และสังเกตพฤติกรรม ระหว่างการเรียนรู้</p>
<p>ขั้นที่ 4 อภิปราย สรุปผล ขั้นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในบทเรียน โดยการนำเสนอ อภิปราย สรุปผลที่ได้จากการลงมือ ปฏิบัติ เพื่ออธิบายหรือแสดงว่า สามารถให้เหตุผลและเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้</p>	<p>นักเรียนได้ทำงานโดยใช้ กิจกรรมอภิปราย สรุปผล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจใน บทเรียน ใช้หลักการมีเหตุผล และการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์เพื่อลงข้อสรุป เกี่ยวกับข้อสงสัย</p>	<p>การเปิดโอกาสและส่งเสริมให้ นักเรียนรวบรวมความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ได้ จากกระบวนการเรียนรู้ การ ทำงานร่วมกัน และการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้นำมาสรุป เป็นหลักการทั่วไป ความคิด รวบยอด และสร้างองค์ความรู้ ด้วยตัวเอง</p>

จากตาราง 16 พบว่าผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีจำนวน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา 2) ขั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ 3) ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ และ 4) ขั้นอภิปราย สรุปผล โดยมีหลักการของการปฏิสัมพันธ์ (Social System) ที่เน้นบทบาทครูและบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนที่มีความชัดเจนและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

รูปแบบที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงร่างรูปแบบจากผลการประชุมอิงผู้เชี่ยวชาญแล้ว จึงพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สมบูรณ์ ได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 แผน ใช้เวลา 16 ชั่วโมง โดยการหาคุณภาพด้วยการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อตามภาคผนวก ก) ซึ่งมีผลการประเมิน ดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. มาตรฐานการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้/เป้าหมายการเรียนรู้ มีความ สอดคล้องและเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ชื่อแผนตรงกับหน่วยการเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3. แผนการจัดการเรียนรู้ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	5	5	5	3	4	22	4.40	0.89	มาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ มีความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม สามารถนำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ ภาระงาน	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	มากที่สุด
7. การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตาม ขั้นตอนและมีความชัดเจน	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
8. กำหนดเวลาได้เหมาะสมกับกิจกรรม และสามารถนำไปปฏิบัติจริงได้	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
9. สื่อการเรียนรู้สร้างความสนใจของนักเรียน มีความน่าสนใจและมีคุณภาพ	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
10. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
11. มีการประเมินผลตามสภาพจริงและ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
12. เกณฑ์การประเมินผลการสังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติการทดลองความ เหมาะสม	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	มากที่สุด
13. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความยืดหยุ่น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย							4.65	0.52	มากที่สุด

จากตาราง 17 พบว่าผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประเด็นการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1) มาตรฐาน การเรียนรู้/สาระการเรียนรู้/เป้าหมายการเรียนรู้ มีความ สอดคล้องและเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม

2) การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนและมีความชัดเจน 3) สื่อการเรียนรู้
 ได้รับความสนใจของนักเรียน มีความน่าสนใจและมีคุณภาพ 4) การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ
 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5) มีการประเมินผลตามสภาพจริงและ สอดคล้องกับ
 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/กิจกรรมการเรียนรู้ และ 6) แผนการจัดการเรียนรู้ มีความ ยืดหยุ่น
 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

ตอนที่ 3 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล
 และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1
 ปีการศึกษา 2561 โดยการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริง
 ในลักษณะของการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) การศึกษาในครั้งนี้แบ่งกลุ่มตัวอย่าง
 เป็น 2 กลุ่ม ซึ่งใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม
 นักเรียนในแต่ละห้องมีระดับความสามารถใกล้เคียงกันและจัดชั้นเรียนในลักษณะคละชั้นเรียน
 ประกอบด้วย 1) กลุ่มตัวอย่างนักเรียนโรงเรียนขยายโอกาส โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย อำเภอเจริญ
 ศิลป์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 42 คน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 22 คน
 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มควบคุม และ
 2) กลุ่มตัวอย่างสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษา โรงเรียนกุดเรือคำพิทยาคาร อำเภอวานรนิวาส จังหวัด
 สกลนคร จำนวน 70 คน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มทดลอง และ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มควบคุม

3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการ
 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
 ที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง ทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งใช้แบบวัด
 ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย
 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 15 ข้อ รวมทั้งหมด 45 คะแนน ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น
 ของการใช้สถิติทดสอบ T-test เกี่ยวกับการแจกแจงของข้อมูล (คะแนนสอบ) ว่าเป็นการแจกแจง
 แบบปกติหรือไม่ (Test of Normality) ดังตาราง 18

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Test of Normality) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	คะแนนหลังเรียน		Shapiro-Wilk
	\bar{X}	S.D.	Sig
โรงเรียนขยายโอกาส	15.64	4.01	0.30
โรงเรียนมัธยมศึกษา	18.20	2.14	0.11

จากตาราง 18 พบว่า ผลการวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Test of Normality) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง กลุ่มโรงเรียนโรงเรียนขยายโอกาสและกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา มีค่า Sig เท่ากับ 0.30 และ 0.11 ตามลำดับ มากกว่าค่าแอลฟา (> 0.05) แปลว่า ข้อมูลนี้มีการแจกแจงแบบปกติ

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Test of Normality) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	คะแนนหลังเรียน		Shapiro-Wilk
	\bar{X}	S.D.	Sig
โรงเรียนขยายโอกาส	16.05	1.98	0.13
โรงเรียนมัธยมศึกษา	16.14	2.06	0.09

จากตาราง 19 พบว่า ผลการวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Test of Normality) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง กลุ่มโรงเรียนขยายโอกาสและกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา มีค่า Sig เท่ากับ 0.13 และ 0.09 ตามลำดับ มากกว่าค่าแอลฟา (> 0.05) แปลว่า ข้อมูลนี้มีการแจกแจงแบบปกติ

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบก่อน
เรียนและหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	นักเรียน (N)	คะแนนก่อนเรียน (24 คะแนน)		คะแนนหลังเรียน (24 คะแนน)		t	P-value
		\bar{X}	SD.	\bar{X}	SD.		
โรงเรียนขยายโอกาส	22	11.41	2.94	15.64	4.01	17.38*	0.00
โรงเรียนมัธยมศึกษา	35	10.03	2.99	18.20	2.14	27.51*	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 20 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
ที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งกลุ่มโรงเรียนขยายโอกาสและกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบก่อน
เรียนและหลังเรียนกับกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	นักเรียน (N)	คะแนนก่อนเรียน (21 คะแนน)		คะแนนหลังเรียน (21 คะแนน)		t	P-value
		\bar{X}	SD.	\bar{X}	SD.		
โรงเรียนขยายโอกาส	22	8.45	2.65	16.05	1.98	27.51*	0.00
โรงเรียนมัธยมศึกษา	35	8.69	3.04	16.14	2.06	27.62*	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 21 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
ที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งกลุ่มโรงเรียนขยายโอกาสและกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา

3.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ ซึ่งใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตโนมัติ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-Way MANOVA) เบื้องต้นได้นำคะแนนหลังเรียนของตัวแปรตามทั้งสอง มาพิจารณาค่าความเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมของประชากร มีค่า sig เท่ากับ 0.104 มากกว่าค่าแอลฟา (> 0.05) แปลว่า เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากรเท่ากัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ผู้วิจัยจึงได้นำคะแนนตัวแปรตามทั้งสองไปวิเคราะห์ความแตกต่าง โดยใช้ Multivariate Tests ผลปรากฏ ดังตาราง 22 และตาราง 23

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ (โรงเรียนขยายโอกาส)

สถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	P
Pillai's Trace	.821	89.435a	2.00	39.00	.00**
Wilks' Lambda	.179	89.435a	2.00	39.00	.00**
Hotelling's Trace	4.586	89.435a	2.00	39.00	.00**
Roy's Largest Root	4.586	89.435a	2.00	39.00	.00**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 22 พบว่า ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ (โรงเรียนมัธยมศึกษา)

สถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	P
Pillai's Trace	.853	1.945E2a	2.00	67.00	.00**
Wilks' Lambda	.147	1.945E2a	2.00	67.00	.00**
Hotelling's Trace	5.806	1.945E2a	2.00	67.00	.00**
Roy's Largest Root	5.806	1.945E2a	2.00	67.00	.00**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 23 พบว่า ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษา ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีลำดับขั้นการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในประเด็นต่อไปนี้
 - 3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
 - 3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ

สรุปผล

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถสรุปผลได้
ดังนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้
เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถ
ในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายชื่อการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ
ใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน รองลงมา คือ สอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียน
คณิตศาสตร์ และสื่อเพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน ตามลำดับ ในส่วนความต้องการพัฒนา
การจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยความต้องการในการ
พัฒนา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การวัดและประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาวิชา รองลงมา คือ จัดบรรยากาศ
ภายในห้องเรียน เอื้อต่อการเรียนรู้ การสอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์และ
การใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันกับการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเข้าถึง
แหล่งเรียนรู้ต่างๆ เรียนในโลกไร้พรมแดนที่มีการเชื่อมต่อเครือข่าย ตามลำดับ

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบด้วย
6 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอน
การจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนอง และ 6) ระบบสนับสนุน โดยใช้แนวคิด
ทฤษฎีพื้นฐานที่สนับสนุน ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิดการคิดแบบ
ฮิวริสติกส์ (Heuristics) แนวคิดการสะท้อนคิด (Reflection) และแนวคิดปัญหาแบบเปิดทาง
คณิตศาสตร์ซึ่งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มี 4 ชั้น ดังนี้ ชั้นที่ 1 เสนอและวิเคราะห์ปัญหา ชั้นที่ 2
ประมวลความคิดค้นหาคำตอบ ชั้นที่ 3 เรียนรู้จากการปฏิบัติ ชั้นที่ 4 อภิปราย สรุปผล โดยผลการ
ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล
และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการ
ประเมินความเหมาะสมโดยรวม ในระดับมากที่สุด

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า

3.1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา ภายใต้อ้อมมูลจากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี เก็บข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้จากการศึกษาบริบท โดยการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey Study) ซึ่งใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อกำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และตรวจสอบประเมินความเหมาะสม ความสอดคล้องของรูปแบบโดยการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแล้วปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงกับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลการใช้รูปแบบ ซึ่งผลการวิจัยโดยรวมพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นช่วยเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลตามความมุ่งหมายของการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า สภาพการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายการข้อปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน รองลงมา คือ สอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ ดังที่ Davidson (1992) กล่าวว่า ผู้เรียนที่สามารถถ่ายทอดสิ่งที่เรียนรู้ให้แก่ผู้อื่นโดยใช้ภาษาของตนเองจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องนั้นอย่างแจ่มแจ้ง เพราะต้องจัดระบบ

ความรู้ที่มีอยู่ออกมาเป็นภาษาที่ใช้สื่อสารได้อย่างดี นอกจากนี้การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ระหว่างที่ผู้เรียนตีกับผู้เรียนที่อ่อน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ขึ้น เพราะได้สื่อสารด้วยภาษาระดับเดียวกัน และสื่อเพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน ตามลำดับ

เนื่องจากสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ เช่น การใช้โปรแกรมจีเอสพี แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เหตุการณ์และสถานการณ์จริงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้นจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน สอดคล้องกับผลวิจัยของ ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนนาคาราษฎร์รังสรรค์ ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงยุพิน พลเรือง (2557) ได้ศึกษาพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็น 0.7476 และ 0.6903 ตามลำดับ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนมีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

นอกจากนี้ ปิยะวรรณ หาญวัฒนกุล (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบซิปปา เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์โลกจริง กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบซิปปา เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริงสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพัฒนาการของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 โดยที่การเปรียบเทียบทั้งสองใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 50 ของคะแนนที่ถูกหักออกจากการทดสอบก่อนเรียน

ในส่วนความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยความต้องการในการพัฒนา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การวัดและประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาวิชา รองลงมา คือ จัดบรรยากาศภายในห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การสอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์และการใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันกับการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เรียนในโลกไร้พรมแดนที่มีการเชื่อมต่อเครือข่าย ตามลำดับ เนื่องจากการวัดและประเมินผลมีความสัมพันธ์กันของเนื้อหา สารระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการแสดงความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ในเรื่องเดียวกันหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับสิ่งใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน (อัมพร ม้าคนอง, 2559) สอดคล้องกับผลวิจัยของ ทิศนา แคมมณี (2558) ที่กล่าวว่า การวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบทกิจกรรม และงานที่เป็นจริงการวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีนี้จำเป็นต้องจำลองของจริงมา ก็สามารถทำได้แต่เกณฑ์ที่ใช้ความเป็นเกณฑ์ ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง อีกทั้งจัดจัดบรรยากาศภายในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม (Socio Moral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น (ทิศนา แคมมณี, 2558) สอดคล้องกับผลวิจัยของ พรพรรณทิภา ทองนวล (2554) ที่กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้นั้น ครูต้องจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรม และคำถามที่กระตุ้นต่อการคิดให้เหตุผลของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ วิชาเล่าเรียนดี (2553) ได้ข้อเสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนรู้พยายามใช้ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้จริงของจริงและการร่วมปฏิบัติจริงหรือให้ตัวอย่างสถานการณ์จริงด้วยภาพ ด้วยสื่อการเรียนรู้อื่นๆ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการผลิตสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 6 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนอง และ 6) ระบบสนับสนุน โดยใช้แนวคิด

ทฤษฎีพื้นฐานที่สนับสนุน ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิดการคิดแบบ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) แนวคิดการสะท้อนคิด (Reflection) และแนวคิดปัญหาแบบเปิดทาง คณิตศาสตร์ ซึ่งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มี 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 เเชิญและวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 2 ประมวลผลความคิดค้นหาคำตอบ ขั้นที่ 3 เรียนรู้จากการปฏิบัติ ขั้นที่ 4 อภิปราย สรุปผล โดยผลการ ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการ ประเมินความเหมาะสมโดยรวม ในระดับมากที่สุด เนื่องจากเหตุผลดังนี้

2.1 การออกแบบและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถ ในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้มีการวางแผนอย่างเป็นระบบเพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยได้ เริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและข้อค้นพบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัจจุบันด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อกำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบอื่นๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐาน การกำหนด เป้าหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ครูผู้สอนสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ให้ ตรงกับจุดมุ่งหมายของการสอนเพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและบรรลุผล เป็นไปตามที่ ทิศนา แคมมณี (2556) ได้เสนอกรอบของรูปแบบการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีองค์ประกอบ สำคัญๆ คือ 1) มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของ รูปแบบการสอนนั้นๆ 2) มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ 3) มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้นๆ และ 4) มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ อันจะช่วยให้กระบวนการ เรียนการสอนนั้นๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รูปแบบการเรียนการสอนจะต้องได้รับการพิสูจน์ทดสอบ สามารถทำนายผลที่จะเกิดตามมาได้ และมีศักยภาพในการสร้างความคิดรวบยอด และความสัมพันธ์ ใหม่ๆ ได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce, Weil and Calhoun (2011) กล่าวไว้ว่า รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและเหมาะสมนั้นควรมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน วัตถุประสงค์ของรูปแบบ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ระบบสังคม หลักการตอบสนอง และระบบสนับสนุน รวมถึงผลวิจัยของ ญัฐกานต์ รักนาค (2552) วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่วงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการทดลองใช้รูปแบบ พบว่า 1) กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียน โดยใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) กลุ่มตัวอย่าง

มีความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนโดยใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 3) กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 หลักการ แนวคิด และทฤษฎี ที่นำมาสังเคราะห์เพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้ ประกอบด้วย ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ซึ่งทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวัวปัญญาของเพียเจ็ยและของวิกิออสกีถือว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ โดยเชื่อว่า 1) ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การเรียนรู้สิ่งใหม่กับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ 4) การจัดสิ่งแวดล้อมกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการสร้างองค์ความรู้กับผู้เรียน เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับความรู้นั้นอย่างมีความหมาย (Fowler, 1994) ; (Greensetal, 1996) สอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2558) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยจัดกระบวนการให้เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ ผู้เรียนสร้าง (Construct) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จึงเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นง่ายๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจจากการมีโอกาสได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนผลวิจัยของ กาญจนา นิลนวล (2558) ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้อยู่ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้อยู่ พบว่า ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้อยู่สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ดังกล่าวมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

และนักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แนวทางการเรียนรู้การคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นแนวคิดที่สนับสนุนให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงกับการใช้เหตุผลสนับสนุนเป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์จริง เพราะจะเป็นประสบการณ์ที่จะช่วยอธิบายวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจชัดเจนในความคิดทางคณิตศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากการให้เหตุผล (Reasoning) และการคิดมีความเกี่ยวข้องกัน การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดพื้นฐานที่ผสมผสานเชื่อมโยงกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์ด้วย Krulick and Rudnick (1987) การคิดแบบฮิวริสติกส์ไปใช้กับการเรียนการสอนนั้น Peelle (2001) ได้พัฒนารูปแบบการสอนมาตรฐานเพื่อช่วยในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวอย่างรูปแบบการสอนที่นำฮิวริสติกส์มาใช้ คือ รูปแบบการสอนเชิงสำรวจ (Exploration Model) การสอนเชิงสำรวจจะช่วยให้นักเรียนจะพยายามหาหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่ตนเองสนใจ แล้วพยายามค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดออกมา แล้วจัดออกมาเป็นแบบแผน (Map) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหานั้นๆ ต่อไป โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องนั้นๆ ระหว่างกลุ่มเพื่อน และครูผู้สอน เพื่อช่วยยืนยันว่าสิ่งที่ค้นพบนั้นเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดผลดีและผลเสียต่อการเรียน รวมถึงแนวคิดของ Novak and Gowin (1984) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์นั้น เป็นหลักการเฉพาะชนิดที่สนับสนุนให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง วิธีการค้นพบด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นการระดมพลังความคิดและเป็นวิธีทำให้นักเรียนและครูมองเห็นความหมายของสิ่งที่เรียน และความหมายของความรู้ที่ร่วมกัน เป็นกระบวนการช่วยนักเรียนให้ได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายควรแก่การเรียน เป็นกระบวนการเรียนที่มีลักษณะเป็น “สัญลักษณ์” หรือ “การร่วมรับรู้” ซึ่งทำให้นักเรียนมีความคิดของนักเรียนชัดเจนขึ้น โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมรับรู้ในความคิดต่างๆ ด้วยกัน และขยายขอบเขตของความคิดนั้นๆ โดยตัดสินใจร่วมกัน

ในส่วนของแนวทางการสะท้อนคิด (Reflection) ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดของการสะท้อนคิด (Reflection) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนรู้จุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และนำไปสู่การพัฒนาตนเองให้เกิดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาอย่างถ่องแท้ ตระหนักรู้ มีความสามารถในการสำนึกและตักเตือนตนเองในเรื่องที่ตั้งใจไว้ มีการสังเกต ประเมิน และจัดการกับพฤติกรรมของตนเอง โดยมีเป้าหมายที่จะเข้าใจและควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ดีขึ้น Bailey, Curtis and Nunan (2001) โดยได้นำแนวคิดเหล่านี้ไปใช้ในเป็นพื้นฐานในกระบวนการจัดการเรียนรู้

ในชั้นอภิปราย สรุปผล หมายถึง นักเรียนได้ร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนในประเด็น การสร้างข้อความคาดการณ์ของคำตอบด้วยแบบแผนการให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหา และการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาบทเรียนทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ปรากฏในชีวิตจริงด้วยความเข้าใจแล้วตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันในชั้นเรียนการเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนตระหนักรู้ตนเอง วิเคราะห์ความรู้สึกและความรู้ที่มีต่อ สถานการณ์ และพัฒนามุมมองหรือความคิดใหม่ และการเรียนรู้เกิดจากการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ คำถามเพื่อสะท้อนคิดทั้งระหว่างการปฏิบัติงาน และหลังการปฏิบัติงาน เนื่องจากการสะท้อนคิดช่วย ให้เกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ นำไปสู่การพัฒนาตนเอง ปรับปรุงงาน และ แก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Johns, 2009)

สำหรับแนวคิดการแก้ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญเพราะการใช้ ปัญหาแบบเปิดร่วมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามผลการเรียน ของนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว และสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียน ช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน เรียนร่วมกันได้อย่างลงตัว กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถสูง ชอบค้นหาคำตอบด้วยตนเองและ สร้างวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ สามารถอยู่กับการแก้ปัญหาได้นานขึ้นเนื่องจากปัญหามีได้สิ้นสุด เพียงคำตอบเดียว จึงท้าทายให้นักเรียนค้นหาต่อไป ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถใช้เวลากับนักเรียนที่มี ความสามารถต่ำกว่าได้มากขึ้นโดยไม่ทำให้นักเรียนที่เก่งเกิดความเบื่อหน่าย (Foong, 2000) การแก้ปัญหาแบบเปิดเป็นกระบวนการในการสร้างให้เกิดความสนใจและกระตุ้นเร้าให้เกิดกิจกรรม คิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนในชั้นเรียน (Takahashi, 2004) สอดคล้องกับงานวิจัย ของ ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ส่งผลให้นักเรียนมี ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และผลการวิเคราะห์คะแนน เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า

3.1 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยง
ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถ
ในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่
ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นช่วยเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนได้ตรงตามสมมติฐานการวิจัย การที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้าน
ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียน เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สนับสนุนให้นักเรียนมีเหตุผลของตนเอง นักเรียน
อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง
และที่สำคัญคือผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อ
ตามที่ผู้สอนบอก (อัมพร ม้าคนอง, 2559) สอดคล้องกับ National Council of Teacher of
Mathematics (2000) ที่กล่าวว่า หากต้องการเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนแล้ว ต้องหลีกเลี่ยงการบอกวิธีการ
แก้ปัญหา เมื่อนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาและหาวิธีการอื่นๆ เพื่อสนับสนุนให้
นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรรณทิภา ทองนวล (2554) ได้ศึกษา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา
โดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการ
ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน
หลังได้รับการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อีกทั้ง กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์
(2556) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่งและการตวงของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับ
ชีวิตประจำวัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่งและการตวง และเจตคติ
ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะ

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3.2 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นช่วยเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนได้ตรงตามสมมติฐานการวิจัย การที่นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยด้านความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียน ช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักเห็นถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งในเนื้อหาวิชาและปัญหาของสถานการณ์ในชีวิตจริง การเชื่อมโยงจึงเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างแท้จริง (กฤษดา นรินทร์, 2555) อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวรรณมา ตั้งแก้ว (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ และเพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก อีกทั้ง (Ben Adesina Adegoke, 2013) ได้ศึกษาโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่มี

อายุอยู่ระหว่าง 14-16 ปี จำนวน 240 คน ในพื้นที่รัฐโอซุน ประเทศไนจีเรีย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) พบว่าลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทั้งทางตรงต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ ดังนั้น ครูผู้สอนควรนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้น และเนื้อหาสาระของวิชาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบนี้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

1.2 ในขั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา สะท้อนความคิดที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว เชื่อมโยงกับความรู้ในเนื้อหาใหม่ ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนควรมีการออกแบบกิจกรรมให้เนื้อหาท้าทายและนำไปสู่การคิด เผชิญปัญหาโดยใช้สถานการณ์ใกล้เคียงตัว เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหา เกิดกระบวนการคิด การตัดสินใจ

1.3 ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ในกรณีที่นักเรียนบางคนที่มีพฤติกรรมขาดความมั่นใจในตนเองต่อการแสดงออกทางความคิด การแลกเปลี่ยน การอภิปราย และการนำเสนอผลการเรียนรู้ของตนเองต่อผู้อื่นหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน ครูผู้สอนควรให้กำลังใจและเปิดโอกาสให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด พร้อมทั้งครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก คอยชี้แนะ แนะนำ ให้คำปรึกษา และให้การเสริมแรงทางบวกแก่นักเรียนอย่างต่อเนื่อง

1.4 ในบางขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดและการปฏิบัติของนักเรียน และนักเรียนแต่ละคนมีความพร้อมและระดับความสามารถทางการคิดที่แตกต่างกัน ดังนั้นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีความยืดหยุ่นตามความเหมาะสม เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนากระบวนการคิดและศักยภาพในการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องตามความแตกต่าง

1.5 ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น การนำไปประยุกต์ใช้ให้ครบถ้วนของ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามหลักการ แนวคิด และทฤษฎีต่างๆ ครูผู้สอนควรศึกษาคู่่มือการใช้ รูปแบบให้เกิดความเข้าใจก่อนนำรูปแบบไปใช้ และมีการเตรียมสื่อ และอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ ให้เพียงพอ และทำความเข้าใจกับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น มีการเตรียมคำถามที่ใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ให้หลากหลายครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินที่ สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

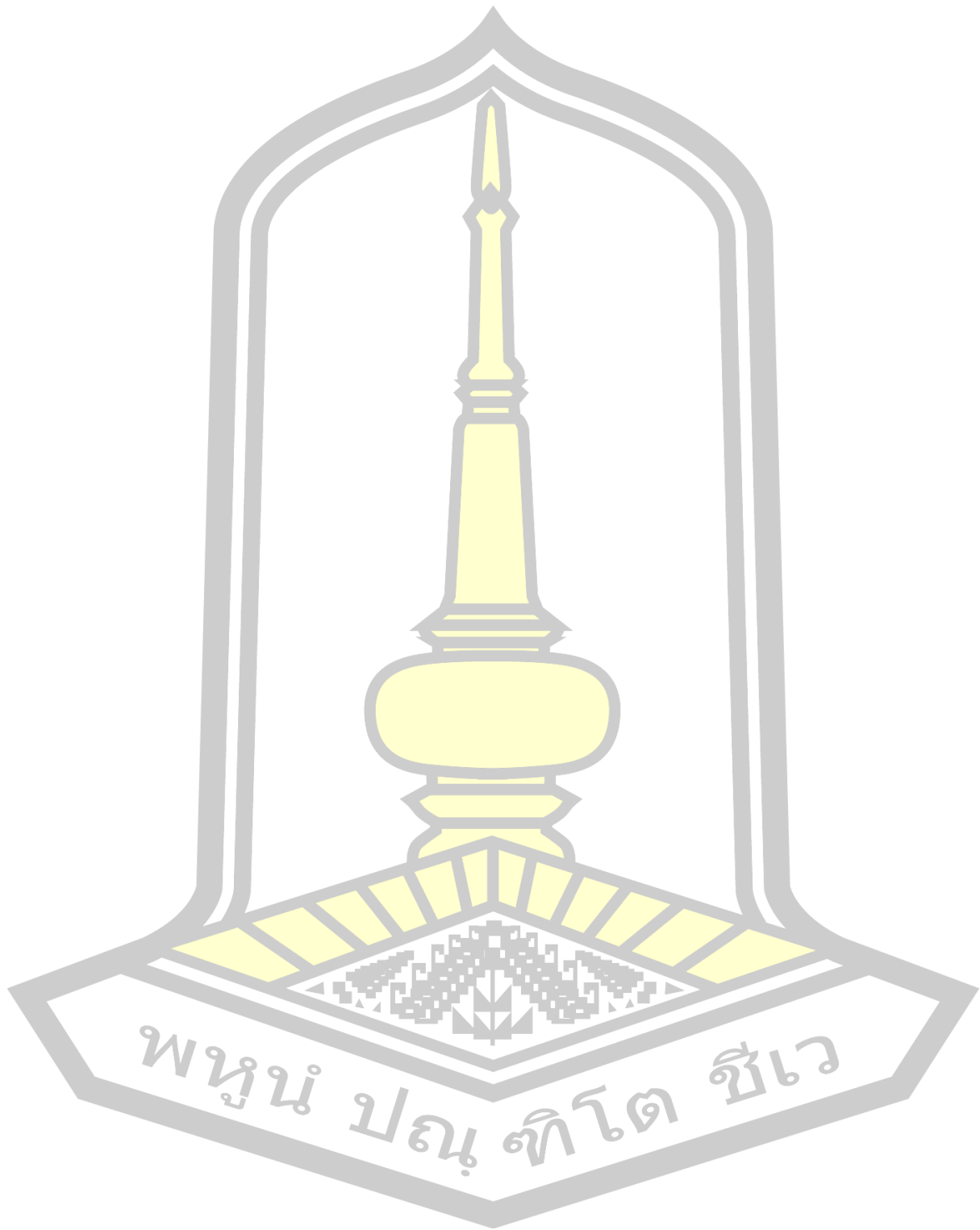
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถ ในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิด ทฤษฎีอื่นๆ

2.2 ควรมีการศึกษากับตัวแปรอื่นๆ ที่เป็นปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถ ในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เช่น ระดับชั้นเรียน ประสบการณ์ ในการเรียนของนักเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เป็นต้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษณา ไสยาศรี. (2551). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- กฤษดา นรินทร์. (2555). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์โลกจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ไขปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- กัลยา พันปี. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบซีปปา (CIPPA MODEL) และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT). วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเรียนรู้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.*
- กาญจนา นิลนวล. (2558). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผลานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม วิชาคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556). *ผลสัมฤทธิ์และเจตคติการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่งและการตวงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- เกวลิน ชัยณรงค์. (2554). *การศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*

- จินดิษฐ์ ละออปักษิณ. (2550). *การพัฒนาหลักสูตรเรขาคณิตวิชุด สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขฎฐิบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตติมา ขอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิระพร ชะโน. (2555). *การออกแบบการเรียนการสอน*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชยาภรณ์ รักพอ. (2551). *การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับลวดลายเวียงกาหลง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐิกานต์ รักนาค. (2552). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุขฎฐิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2558). *การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย*. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.
- ทิตนา แคมมณี. (2556). *รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธิตีมา อุดมพรมนตรี. (2555). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดลพบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นลินี ณ นคร. (2552). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารการวัดผลการศึกษา, 11(33), 10-22.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). วิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ปานจิตร รัตนพล, (2547). ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะวรรณ หาญวัฒน์กุล. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบซิปปา เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์โลกจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พจนา มะกรุดอินทร์. (2551). การเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E's of Inquiry Approach). สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิตร. (2553). คู่มือคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : เดอะบุคส์.
- ไพศาล วรคำ. (2559). การวิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยุพิน พลเรือง. (2557). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รุ่งฟ้า จันทจรรย์. (2559). การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย. (2559). รายงานคุณภาพการศึกษาโรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย. สกลนคร : โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย.
- ลัดดา ศีลาน้อย. (2549). ปัญหาปลายเปิด ในنواتกรรมการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 29(1), 24-34.
- วรนารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2553). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 8. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรีย์ กาญจนเกียรติ. (2554). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. เพชรบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- वासुกรี ใจจันทร์. (2555). การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายใต้บริบทของการศึกษาระดับชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศศิگانต์ พงษ์พัฒน์. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศุภกิจ เฉลิมวิสุตม์กุล. (2553). หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.4 ภาคเรียนที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม็ค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ส.เจริญการพิมพ์.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *เอกสารพัฒนาวิชาชีพครู*
ครุคณิตศาสตร์มืออาชีพ. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คณิตศาสตร์มืออาชีพ : เส้นทางสู่*
ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ : 3-คิวมีเดีย.
- สมบัติ หายเรือคำ. (2553). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 4.
 มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมัย เหล่าวานิชย์. (2554). *คู่มือเตรียมสอบ คณิตศาสตร์ ม.4-6 เล่ม 4 (พื้นฐานและเพิ่มเติม)*.
 กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- สมาน เอกพิมพ์. (2555). *รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงไตร่ตรองของ*
นักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
 สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2. (2559). *รายงานการประเมินผลการ*
ทดสอบข้อสอบมาตรฐานกลาง ประจำปีการศึกษา 2559. สกลนคร : สำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2.
- สุวรรณ ตั้งแก้ว. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เรื่องความคล้ายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์*
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตร
 และการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อัมพร ม้าคนอง. (2559). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.
 กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาทิตยา สำราญอินทร์. (2553). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการปรับโน้ตค้นที่มี*
ต่อมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
 คณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Aleman, B. P. (2007). *The Effect of a Proportional Reasoning-Based Instructional*
Treatment on the Mathematics Achievement of Eighth Grade Students.
 [Online]. Available from : [https://search.proquest.com/docview/304848499?](https://search.proquest.com/docview/304848499?accountid=50152)
 accountid=50152. [accessed September 2018].
- Artzt, F.A., and S. Yaloz-Femia. (1999). *Developing Mathematical Reasoning in Grade*
K-12. [Online]. Available from : [https://searchworks.stanford.edu/view](https://searchworks.stanford.edu/view/4275561)
 /4275561. [accessed October 2018].

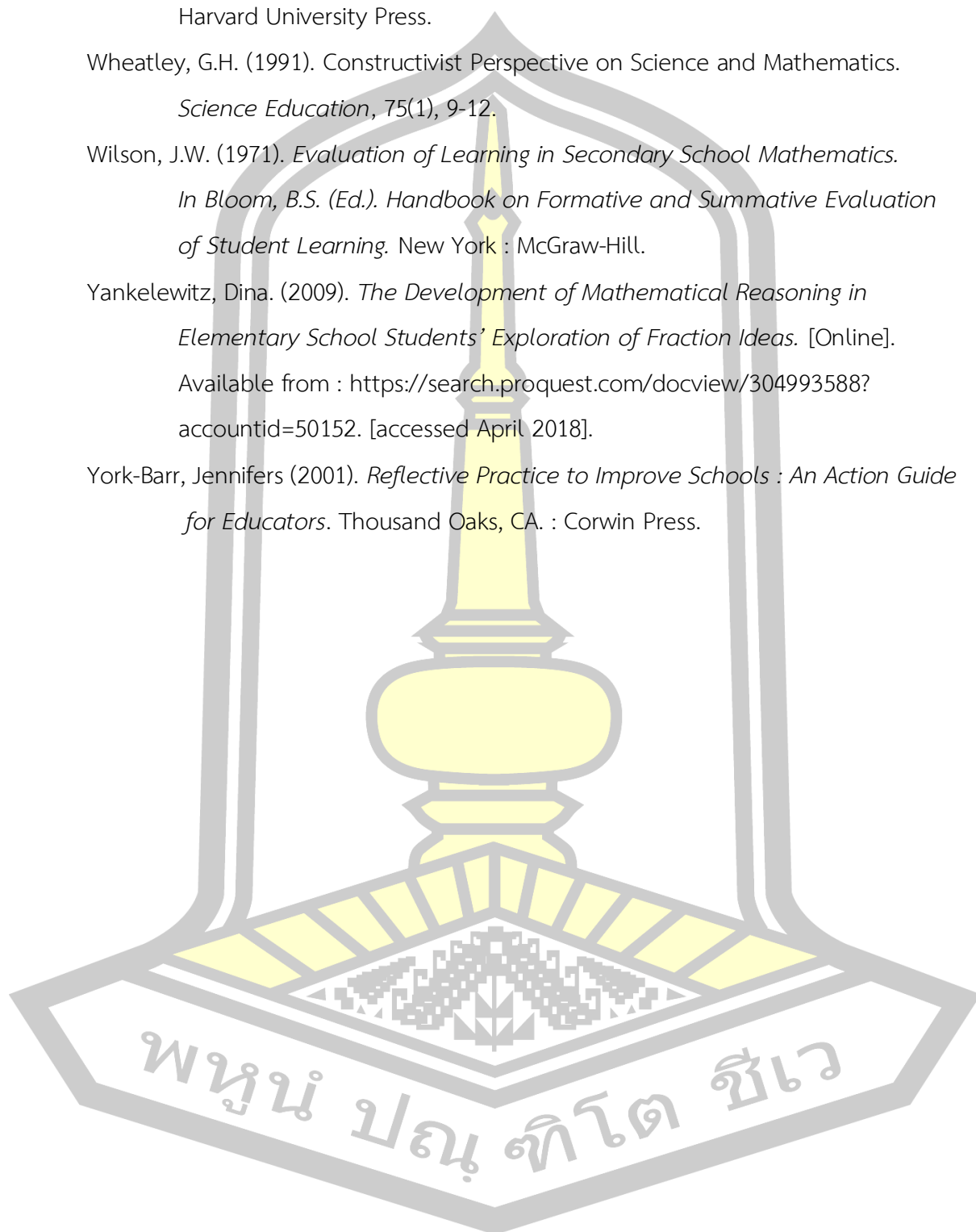
- Bailey, K.M., Curtis, A. and D. Nunan. (2001). *Pursuing Professional Development : The Self as Source*. Canada : Thomson Learning.
- Baroody, A.J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 : Helping Children Think Mathematically*. New York : Macmillan.
- Becker, J.P. and S. Shimada. (1997). *The Open-Ended Approach : A New Proposal for Teaching Mathematics*. [Online]. Available from : <https://searchworks.stanford.edu/view/3487744>. [accessed February 2018].
- Ben Adesina Adegoke. (2013). Modeling the Relationship between Mathematical Reasoning Ability and Mathematics Attainment. *Journal of Education and Practice*, 4(17), 54-61.
- Best, J.W. (1977). *Research in Education*. 3rd ed. New Jersey : Prentice hall.
- Blaskopf, B. and D. Chazan. (2001). Welcome to Our Focus issue on Connection. *Mathematics Teacher*, 94(8), 625-629.
- Brian Bowen. (2010). Second-Career Mathematics Teacher's Knowledge of Mathematical Connections. *Journal of STEM Teacher Education*, 49(1), 28-44.
- Brunning and others. (2000). Developing motivation to write. *Educational Psychologist*, 35(1), 25-37.
- Cooney, T.J. and Sanchez, W.B. (2007). *Why use Open-Ended Questions in Mathematics*. [Online]. Available from : <https://www.uky.edu/OtherOrgs/ARSI/www.uky.edu/pub/arsi/openresponsequestions/mathorq.pdf>. [accessed September 2018].
- Davidson, N. (1990). *Teaching and Learning Mathematics*. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Davidson, N. (1992). *Cooperative Learning in Mathematics*. New York : Addison Wesley.
- Dickinson, P., Eade, F., Gough, S., and Hough, S. (2010). *Using Realistic Mathematics Education with Low to Middle Attaining Pupils in Secondary Schools*. [Online]. Available from : file:///C:/Users/User/Downloads/Using_Realistic_Mathematics_Education_with_low_to_.pdf. [accessed April 2018].

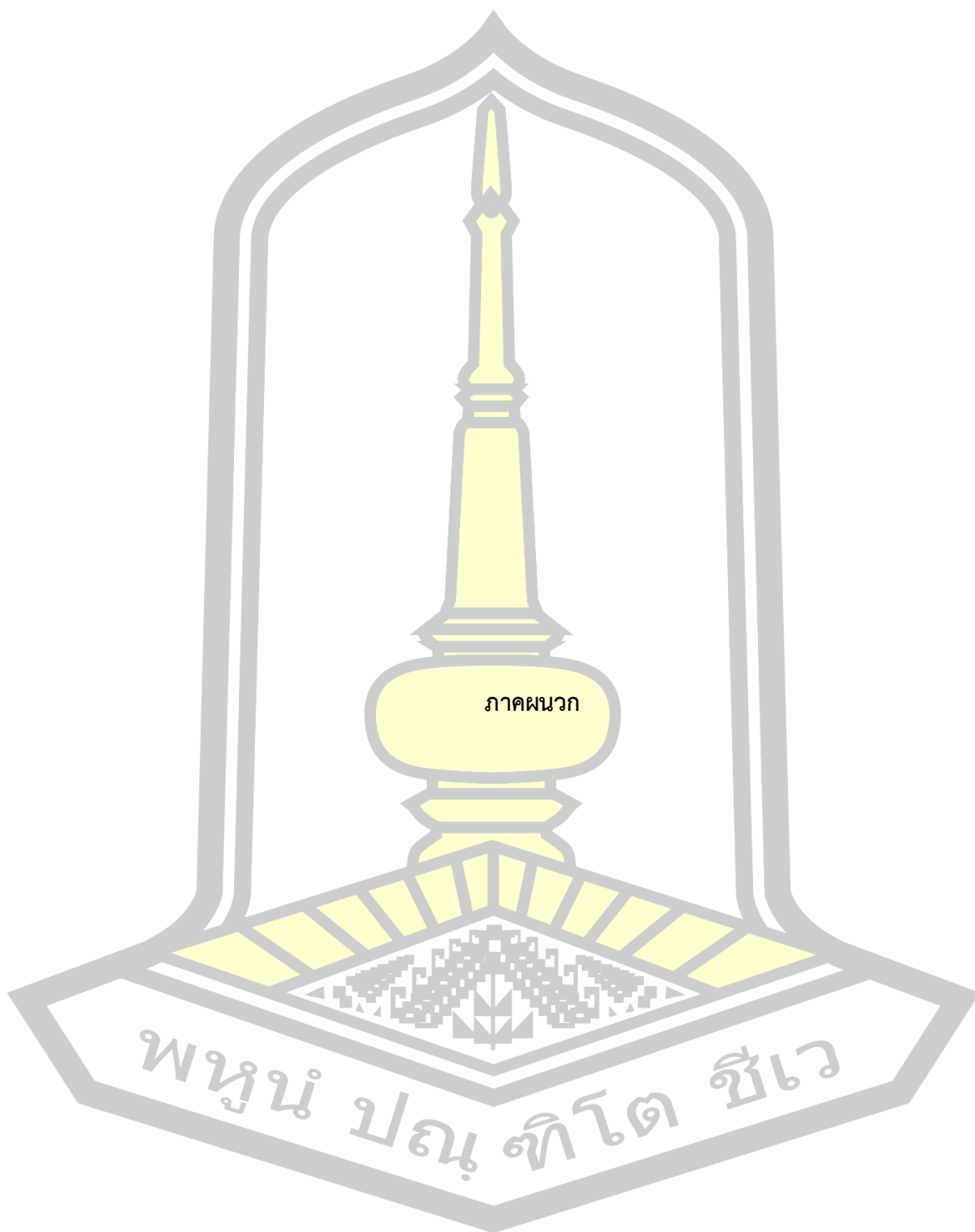
- Dossey, J. A., Giordano, f., McCrone, S., and Weir, M. D. (2002). *Mathematics Methods and Modeling of Today's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades*. Canada : Brooks/Cole Thomson Learning.
- Floyd, C. (2002). *Problem Solving as a Strategy for Learning Mathematics : Lesson Plan Project-Lit*. [Online]. Available from : <http://www.Mtsu.Edu/>. [accessed January 2018].
- Foong, P.Y. (2000). Using Short Open-Ended Problems for Higher-Order Thinking in Mathematics. *Teaching and Learning*, 20(2), 49-57.
- Fowler, R.C. (1994). *Piagetian Versus Vygotski an Perspectives on Development and Education*. United States : Solution Tree Press.
- Gagnon and Collary. (2005). *How to Cite Electronic Documents*. [Online]. Available from : <http://WWW.prainbow.com/cld/cldp.htm/>. [accessed August 2018].
- Garnett, K.F. (1990). Developing heuristics in the mathematics Problem-solving processes of sixth-grade children : A non constructivist teaching experiment. *Dissertation Abstracts International*, 50(21), 102-A, July.
- Hancock, K. (1995). *Integrated Information Skills Instruction*. [Online]. Available from : <https://eric.ed.gov/?id=EJ497921>. [accessed May 2018].
- Henninger. M.L. (2004). *The Teaching Experience : An Introduction to Reflective Practice*. New Jersey : Merrill/Prentice Hall.
- Henningsen, M. and M.K. Stein. (1997). Mathematical Tasks and Student Cognition : Classroom-Based Factors that Support and Inhibit High-Level Mathematical Thinking and Reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 524-549.
- Inoue, N. and S. Buczynski. (2011). You Asked Open-Ended Question, Now What? Understanding the Nature of Stumbling Blocks in Teaching Inquiry Lessons. *Mathematics Education*, 20(2), 10-23.
- Johns, Christopher. (2009). *Becoming a Reflective Practitioner*. New York : John Wiley and Sons.
- Joyce, B. and M. Weil. (2011). *Model of Teaching*. 8th ed. Unite States : Solution Tree Press.

- Kennedy, I.M. and S. Tipps. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7th ed. Belmont California : Wadsworth.
- Knowles, J.G. and A.L. Cole. (1994). Teacher Educators Reflecting on Writing in Practice. *Teachers Who Teach Teachers*, 21(2), 71-94.
- Knuth, E.J. (2000). Understanding Connection Between Equations and Graphs. *Mathematics Teacher*, 93(1), 48-53.
- Krulick, Stephen and Rudnick, Jesse A. (1987). *Problem Solving : A Handbook for Teachers*. 2nd ed. Boston : Allyn and Bacon.
- Krulick, Stephen and Rudnick, Jesse A. (1995). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School*. Boston : Allyn and Bacon.
- Krulik, S. and J.A. dnick. (1995). *Problems Solving : a Handbook for Elementary School Teacher*. Massachusetts : Allyn Bacon.
- Kurfiss, J. (1988). *Critical thinking : Study and teaching*. Washington, D.C. : Association for the Study of Higher Education.
- Lappan, G. and P. Schram. (1989). *Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in mathematics, New Directions for Elementary School Mathematics 1989 Yearbook*. New York : Career Press Inc.
- Mansi, Kate Elizabeth, M.S. (2004). Reasoning and Geometric Proof in Mathematics Education : A Review of the Literature. *Masters Abstracts International*, 42(4), 111 , August.
- Matthew-Maich. (1996). A Comprehensive Faculty Development Model for Nursing Education. *Journal of Professional Nursing*, 26(3), 152-61, May.
- McKay, S.L. (2002). *The Reflective Teacher : A Guide to Classroom Research*. Singapore : SEAMEO Regional Language Centre.
- Middleton, H. and A. Wheeler. (1999). Heuristics : The Technology of Good Ideas. *Stimulating Research in Technology Education*, 30(3), 12-15.
- National Council of Teacher of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.

- Nohda, N. (2000). *Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom*. [Online]. Available from : <https://eric.ed.gov/?id=ED466736>. [accessed April 2018].
- Novak, J.D. and D.B. Gowin. (1984). *Learning How to Learn*. London : Cambridge University Press.
- O'Daffer, P.G. (1990). Activities : Inductive and Deductive Reasoning. *Mathematics Teacher*, 84(5), 378-384.
- Peelle, H. (2001). *Alternative Modes for Teaching School Mathematics : A Synopsis*. [Online]. Available from : <https://educ.umass.edu>. [accessed April 2018].
- Piaget. (1969). *The Mechanisms of Perception*. New York : Basic Book.
- Polya, George. (1945). *How to Solve It : A new Aspect of Mathematical Method*. New York : Doubleday and Company.
- Polya, George. (2000). *How to Solve It*. 3rd ed. New Jersey : Princeton University Press.
- Rohendi, D. and J. Dulpaja. (2013). Connected Mathematics Project (CMP) Model Based on Presentation Media to the Mathematical Connection Ability of Junior High School Student. *Journal of Education and Practice*, 4(4), 17-22.
- Rowan, C.E. and L.J. Morrow. (1993). *Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards from the Arithmetic Teacher*. New York : John Wiley & Sons.
- Sheffield, L.J. (2003). *Extending the Challenge in Mathematics : Developing Mathematical Promise in K-8 pupils*. Thousand Oaks, CA : Corwin Press.
- Simon, H. and A. Newell. (1971). *A Human Problem Solving : The States of the Theory in 1970/American Psychologist*. New York : Prentice Hall.
- Stiggins, J.R. (1997). *Student-Centered Classroom Assessment*. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall.
- Susan M. Brookhart. (2010). Start with Higher-Order Thinking. *Educational Leadership*, 74(2), 10-15.
- Takahashi, A. (2017). *Open-Ended Problem Solving Enriched by the Internet*. [Online]. Available from : http://www.mste.uiuc.edu/users/ski/open_ended. [accessed December 2018].

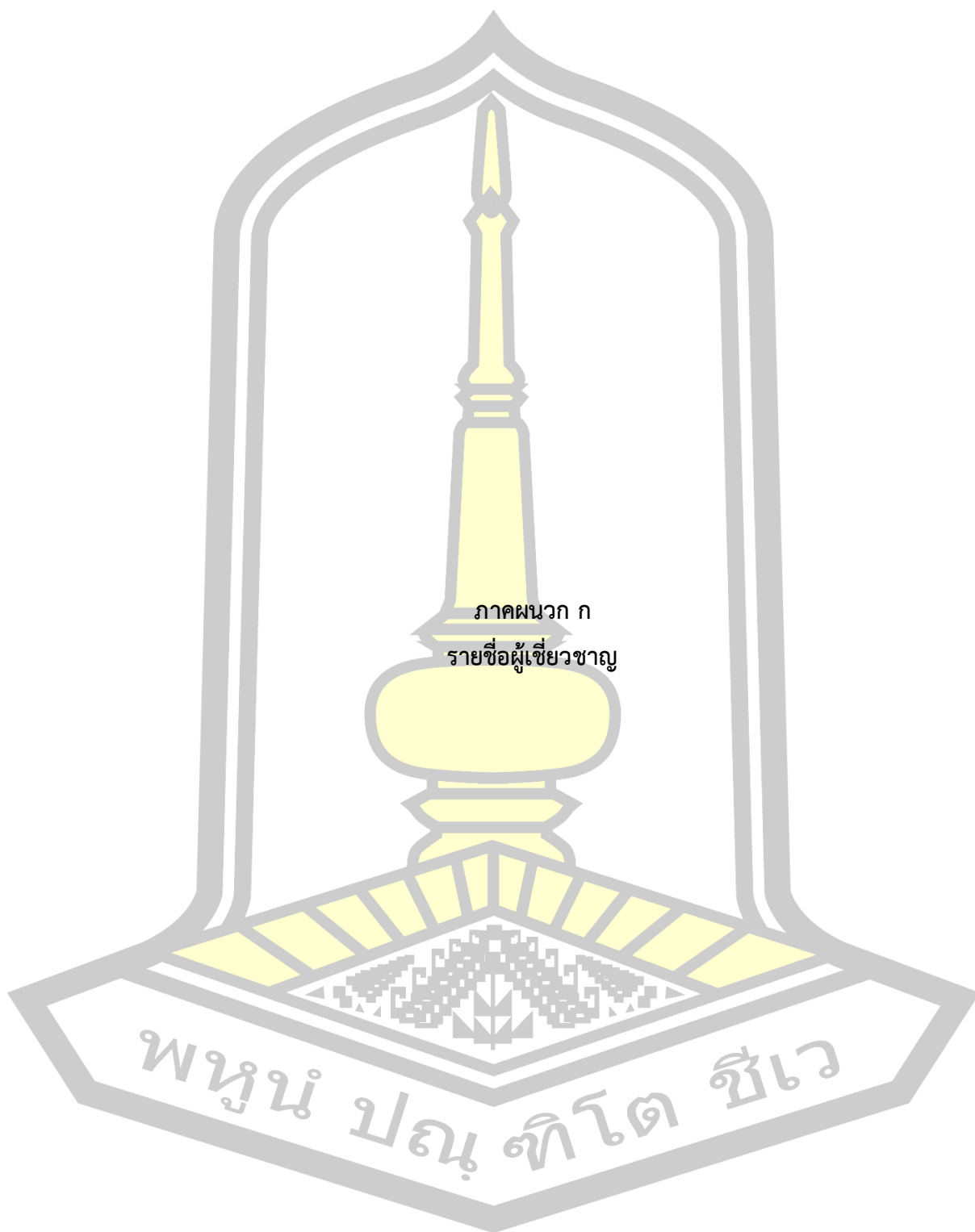
- Vygotsky, L. (1978). *Problem of Method In Mind in Society*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Wheatley, G.H. (1991). Constructivist Perspective on Science and Mathematics. *Science Education*, 75(1), 9-12.
- Wilson, J.W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics*. In Bloom, B.S. (Ed.). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York : McGraw-Hill.
- Yankelewitz, Dina. (2009). *The Development of Mathematical Reasoning in Elementary School Students' Exploration of Fraction Ideas*. [Online]. Available from : <https://search.proquest.com/docview/304993588?accountid=50152>. [accessed April 2018].
- York-Barr, Jennifers (2001). *Reflective Practice to Improve Schools : An Action Guide for Educators*. Thousand Oaks, CA. : Corwin Press.





ภาคผนวก

พจนานุกรม พิโต ชีวะ



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

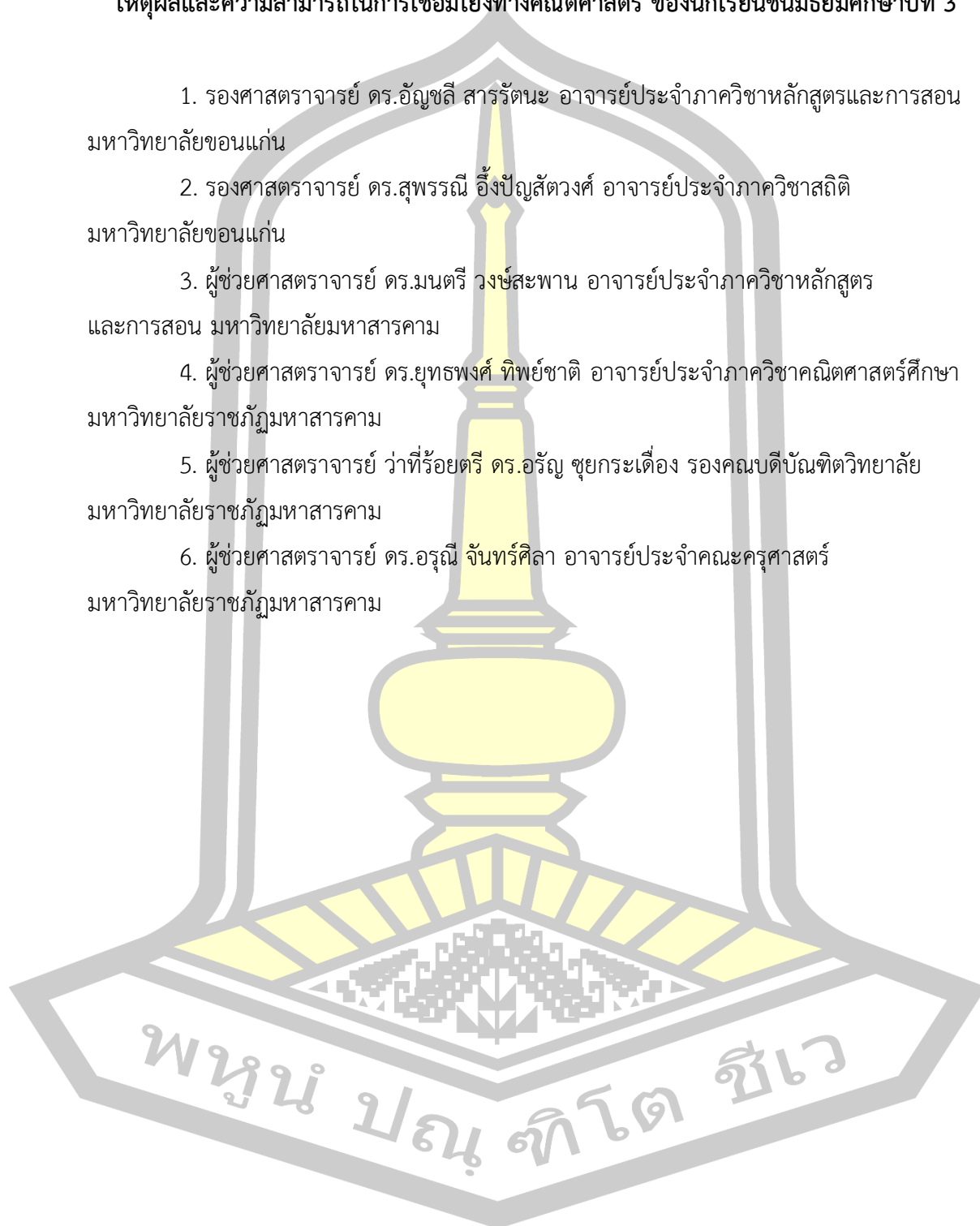
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

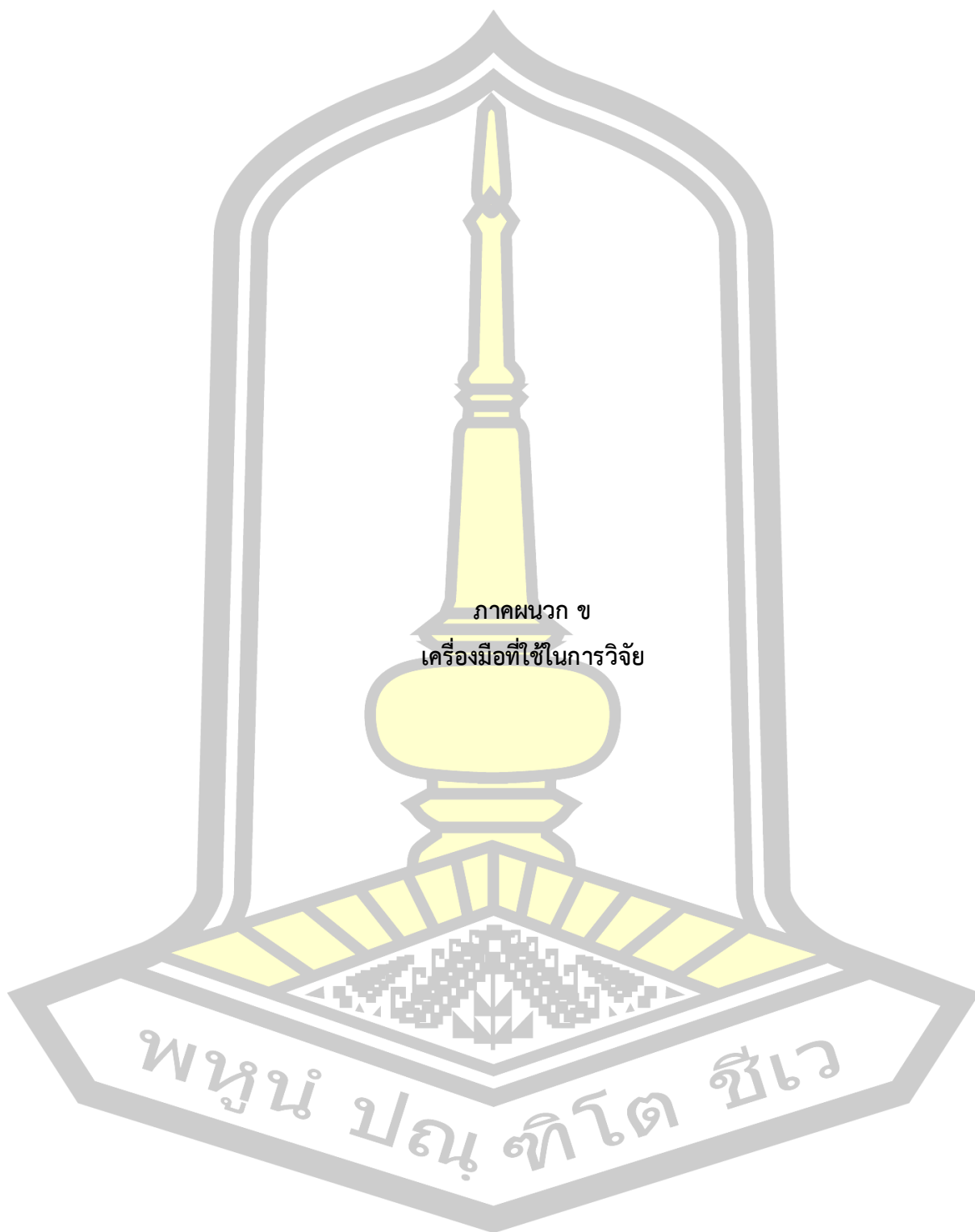
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนงการ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัย และพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุดประไพ บุษศิริ ประธานสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
3. ดร.ฐิติรดา พลเยี่ยม อาจารย์ประจำสาขาวิชากลุ่มวิชาชีพครู คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
4. ดร.ชรินทร์ เจริญไชย ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สกลนคร เขต2
5. ดร.อรุณรุ่ง โยธสิงห์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานศึกษาธิการ จังหวัดสกลนคร



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้
เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. รองศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี สารรัตน์ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณิ อึ้งปัญสัตวงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตร
และการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรุณ ชูยกระเดื่อง รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี จันทร์ศิลา อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม





ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัณฑิตยสถาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



MAHARAKHAM
UNIVERSITY

แบบสอบถาม

เรื่อง : ข้อมูลพื้นฐาน ระดับปฏิบัติและระดับความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้
เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานระดับปฏิบัติและระดับความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของครูต่อการปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเป็น มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) จำนวน 30 ข้อ และข้อเสนอแนะอื่นๆเกี่ยวกับการจัดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. แบบสอบถามแต่ละข้อจะมีคำตอบให้ผู้ตอบเลือก โดยให้ผู้ตอบพิจารณาข้อความ แล้วขีด เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความเป็นจริงมากที่สุด

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขอความร่วมมือจากทุกท่านในการตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริงและตรงตามความคิดเห็นของท่าน เพื่อจะนำผลการสำรวจไปใช้ประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป โดยข้อมูลส่วนตัวของท่านจะไม่ได้รับการเปิดเผยหรือนำไปใช้ประโยชน์ อื่นใดนอกจากเพื่อการศึกษาเท่านั้น สุดทำยนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านอย่างสูงในการเสียสละเวลาช่วยตอบแบบสอบถามมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์

นิสิตปริญญาเอกสาขาหลักสูตรและการสอน

ตอนที่ 1: ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน () หน้าข้อความตามสภาพความเป็นจริงของท่าน

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. สังกัดสำนักงานเขต

() สพป. () สพม.

3. ระดับการศึกษา

() ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี () ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า

() ปริญญาโทหรือเทียบเท่า () ปริญญาเอก

4. สาขาวิชาเอกที่สำเร็จการศึกษา

() คณิตศาสตร์ () อื่นๆ (โปรดระบุ).....

5. ประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์

() 1 – 5 ปี () 6 – 10 ปี () 11 ปี ขึ้นไป

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของครูต่อการปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง พิจารณาระดับการปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ท่านคิดว่าตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยมีหลักเกณฑ์ในการเลือก ดังนี้

5 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

4 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงมาก

3 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงปานกลาง

2 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงน้อย

1 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะอื่นๆ เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล
และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีลักษณะ
อย่างไร

2) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล
และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีขั้นตอน
อย่างไรบ้าง

3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่นๆ

พจนานุกรมศัพท์โต ชิวเว

แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ/ครุคณิตศาสตร์ผู้มีผลการปฏิบัติที่เป็นเลิศ

คำชี้แจง : ผู้สัมภาษณ์ใช้ข้อความต่อไปนี้ในการสัมภาษณ์ แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพความเป็นจริง
อย่างละเอียด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้รับการสัมภาษณ์

1. ผู้ให้สัมภาษณ์ (ชื่อ-สกุล).....
2. ตำแหน่งทางการบริหาร.....
3. บทบาทหน้าที่ในโรงเรียน (เกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรม).....
4. สถานศึกษา.....
5. สัมภาษณ์เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.เวลา.....
6. สถานที่สัมภาษณ์.....

ส่วนที่ 2 ข้อคำถามในการสัมภาษณ์

ประเด็นสัมภาษณ์	บันทึกการสัมภาษณ์
<p>1. ท่านคิดเห็นอย่างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความ จำเป็นหรือไม่อย่างไร</p> <p><input type="checkbox"/> จำเป็น</p> <p><input type="checkbox"/> ไม่จำเป็น</p>	
<p>2. ท่านคิดว่าการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรม การเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถ ในการให้เหตุผลและความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะประกอบด้วย อะไรบ้าง และมีลักษณะอย่างไร</p>	

ประเด็นสัมภาษณ์	บันทึกการสัมภาษณ์
3. ท่านคิดว่าสื่อที่ใช้ประกอบ การจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีลักษณะอย่างไร	
4. ท่านคิดว่าการวัดผลประเมินผลการจัดการ เรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้ เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ควรประเมินผลรูปแบบใด และมี ลักษณะอย่างไร	
5. ประเด็นสรุปปิดการสนทนา - ท่านคิดว่าปัญหาและอุปสรรคในการจัดการ เรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้ เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ใน โรงเรียนมีอะไรบ้าง - ท่านคิดว่าจุดใดที่เรายังไม่ได้พูดคุยกันบ้าง และท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไร หรือท่าน มีข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อย่างไร	

2.2 ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

.....

.....

.....

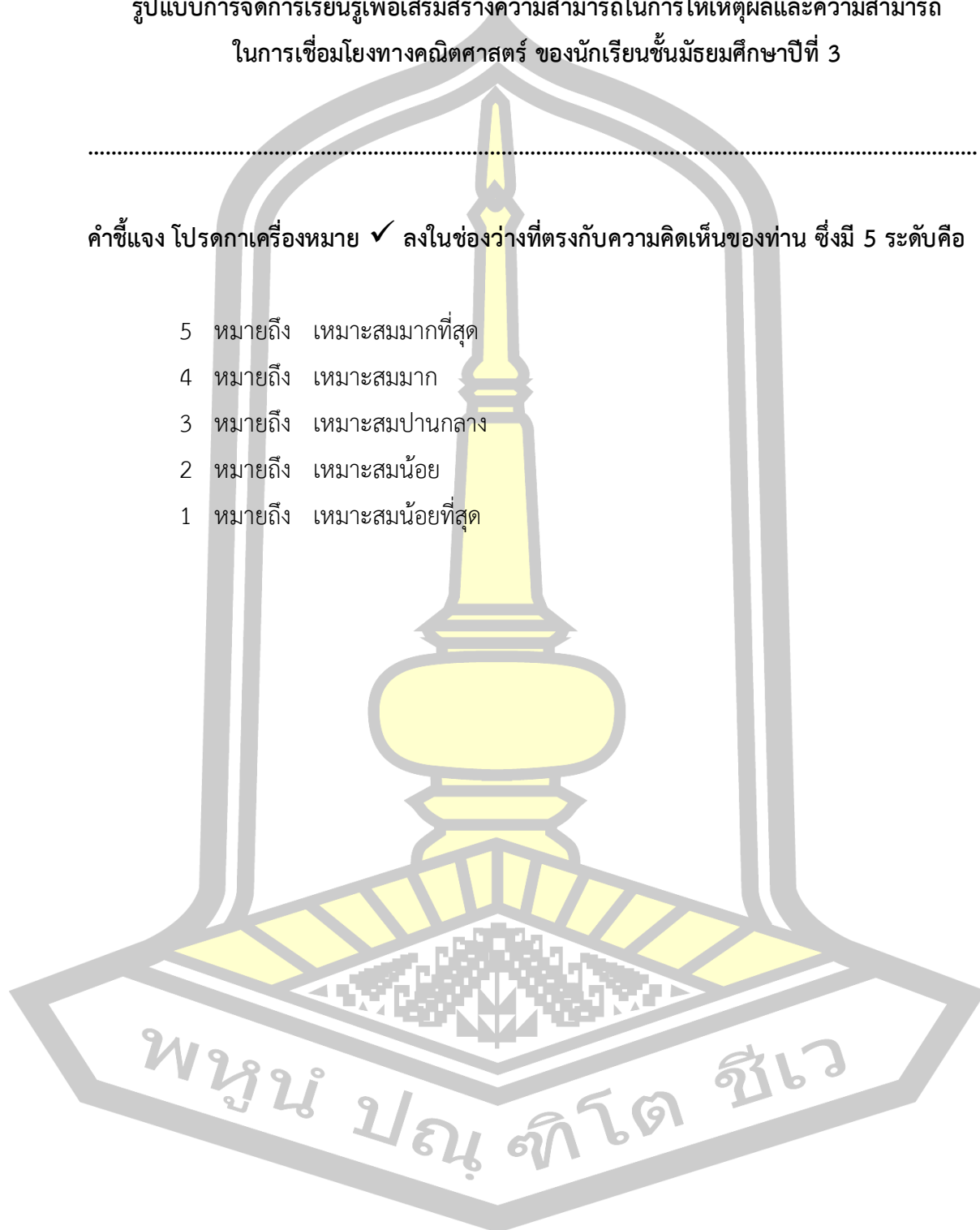
.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตาม
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับคือ

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด



ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	1	2	3	4	5
1. มาตรฐานการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้/ เป้าหมายการเรียนรู้ มีความ สอดคล้องและเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม					
2. ชื่อแผนตรงกับหน่วยการเรียนรู้					
3. แผนการจัดการเรียนรู้ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย					
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมใน การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ มีความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์					
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้					
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม สามารถนำผู้เรียนไปสู่การสร้าง ชิ้นงาน/ ภาระงาน					
7. การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนและมีความชัดเจน					
8. กำหนดเวลาได้เหมาะสมกับกิจกรรม และสามารถนำไปปฏิบัติจริงได้					
9. สื่อการเรียนรู้สร้างความสนใจของนักเรียน มีความน่าสนใจและมีคุณภาพ					
10. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้					
11. มีการประเมินผลตามสภาพจริงและ สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/กิจกรรมการเรียนรู้					
12. เกณฑ์การประเมินผลการสังเกต พฤติกรรมการปฏิบัติการทดลอง ความ เหมาะสม					
13. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความ ยืดหยุ่นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง					

พูน ปณ ทิโต ชีเว

เอกสารประกอบการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ
(Connoisseurship)

การตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดย

นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์

นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พหุบัณฑิต โสวัต

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ญาณภัทร	สีหะมงคล	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
รศ.ดร. นีราศ	จันทระจิตร	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

การสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

ขั้นตอน

การตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักการ

การให้เหตุผล เป็นสิ่งสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และมีส่วนทำให้นักเรียนก้าวทันในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต มนุษย์ต้องใช้เหตุผลทั้งกับคนอื่นและต้องการได้รับเหตุผลจากคนอื่นเช่นกัน ในการฝึกทักษะการให้เหตุผลต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่อง จากบรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาร่วมกัน อีกทั้งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อ ซึ่งจำเป็นต้องมีการบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน นอกจากนี้การใช้การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันแล้วยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้แก้ปัญหา

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประเมินและตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัจจุบันด้านการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะบริบทเงื่อนไขปัญหาด้านความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และครูผู้มีการปฏิบัติงานที่เป็นเลิศทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบและสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เรียนตามลำดับขั้นตอน และยืนยันความเหมาะสมของรูปแบบโดยการสัมมนา กลุ่มอิงผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้องค์ความรู้ แนวคิดทฤษฎีพื้นฐาน ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาพิจารณาออกแบบ

กำหนดกรอบโครงสร้างองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม น่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพตามกรอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) แนวคิดการสะท้อนคิด (Reflection) และแนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ ควบคู่กับการใช้กรอบกระบวนการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่ออกแบบผ่านการตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ การทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียน ที่เกี่ยวข้องและนำรูปแบบมาศึกษาประสิทธิภาพเพื่อยืนยันคุณภาพในขั้นสุดท้าย

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หมายถึง แบบแผนการเรียนการสอนที่มีระบบระเบียบ เป็นการแสดงถึงสภาพหรือลักษณะของการเรียนการสอนตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ ในการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบ ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้ คือ 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนองและ 6) ระบบสนับสนุน ซึ่งรูปแบบนี้ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่ทบทวนเนื้อหาบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว ทบทวนความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เดิมที่สัมพันธ์กับบทเรียนหรือเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาข้อมูล โดยคำนึงถึงเหตุและผล การไตร่ตรอง วางแผน เพื่อหาแนวทางที่หลากหลายในการค้นหาข้อสรุป เลือกแนวทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสู่การเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนองค์ความรู้ที่ได้จากการประมวลความคิดค้นหาคำตอบ โดยการลงมือกระทำ นำเอาองค์ความรู้ วิธีการ หรือแนวทางที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปปรับใช้เพื่อได้มาซึ่งคำตอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปราย สรุปผล หมายถึง ขั้นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในบทเรียน โดยการนำเสนอ อภิปราย สรุปผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ เพื่ออธิบายหรือแสดงว่าสามารถให้เหตุผล และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยการแสวงหาความรู้จากข้อมูลต่างๆ และหาข้อสรุป ตรวจสอบ หรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดนั้นๆ ได้ ประกอบด้วย

3.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ การกำหนดเงื่อนไขสำคัญ หาข้อสรุปจากลักษณะร่วมของข้อมูลย่อยๆ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยการอ้างอิงความรู้ แล้วนำไปสู่ข้อสรุป เพื่ออธิบายเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการใช้กฎ ข้อตกลง บทนิยาม หลักการทางตรรกศาสตร์หรือสิ่งที่เคยรู้มาก่อนว่าเป็นจริง มาใช้พิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความจริงเหล่านั้น และสามารถหาข้อสรุปเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรและยืนยันข้อสรุปอย่างมีเหตุผล ในงานวิจัยนี้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ วิธีการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหา หรือสถานการณ์ใหม่ๆ เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้นและสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่นๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

1. ผู้วิจัยนำเสนอร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบในประเด็นที่สำคัญ ดังนี้



ประเด็นคำถามเพื่อการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

ประเด็นที่ 1. ท่านคิดว่า หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 2. ท่านคิดว่า วัตถุประสงค์ของรูปแบบ มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 3. ท่านคิดว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบฯ มีความสอดคล้องกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และจัดลำดับเหมาะสมในการนำไปจัดการเรียนการสอน มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 4. ท่านคิดว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบฯ เหมาะสมสามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 5. ท่านคิดว่า ชั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน มีความเหมาะสมสำหรับกระตุ้นความสนใจนักเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ที่มีอยู่ที่สัมพันธ์กับบทเรียนหรือเนื้อหาใหม่ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 6. ท่านคิดว่า ชั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ มีความเหมาะสมเพื่อหาแนวทางที่หลากหลายในการค้นหาข้อสรุป สำหรับเกิดความขัดแย้งทางความคิดและค้นหาข้อมูลเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 7. ท่านคิดว่า ชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ มีความเหมาะสมสำหรับให้นักเรียนค้นหาคำตอบลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงเหตุและผลเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 8. ท่านคิดว่า ชั้นอภิปราย สรุปผล เหมาะสมสำหรับเป็นขั้นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในบทเรียนโดยการนำเสนอ อภิปราย เพื่ออธิบายหรือแสดงว่าสามารถให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ มีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 9. ท่านคิดว่าระบบสังคม มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 10. ท่านคิดว่าหลักการตอบสนอง มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นที่ 11. ท่านคิดว่าระบบสนับสนุน มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล
และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงให้เหมาะสมต่อไป

2. การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นโดย ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ระดับความคิดเห็นการประเมินความเหมาะสม

- 5 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ประกอบการพิจารณาคุณภาพและความเหมาะสมของรูปแบบ
การจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประเด็นที่ 1. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ประเด็นที่ 2. ท่านคิดว่า วัตถุประสงค์ของรูปแบบ มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติ
ได้จริง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 3. ท่านคิดว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบฯ มีความสอดคล้องกับหลักการ
แนวคิด ทฤษฎี และจัดลำดับเหมาะสมในการนำไปจัดการเรียนการสอน
มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 4. ท่านคิดว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบฯ เหมาะสมสามารถช่วยให้ผู้เรียน
พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 5. ท่านคิดว่า ชั้นบทวนความรู้พื้นฐาน มีความเหมาะสมสำหรับกระตุ้นความสนใจ
นักเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ที่มีอยู่
ที่สัมพันธ์กับบทเรียนหรือเนื้อหาใหม่ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 6. ท่านคิดว่า ชั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ มีความเหมาะสมเพื่อหาแนวทางที่ หลากหลายในการค้นหาข้อสรุป สำหรับเกิดความขัดแย้งทางความคิดและค้นหาข้อมูล เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 7. ท่านคิดว่า ชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ มีความเหมาะสมสำหรับให้นักเรียนค้นหาคำตอบ ลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงเหตุและผลเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 8. ท่านคิดว่า ชั้นอภิปราย สรุปผล เหมาะสมสำหรับเป็นขั้นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในบทเรียนโดยการนำเสนอ อภิปราย เพื่ออธิบายหรือแสดงว่าสามารถให้เหตุผลและ เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ มีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 9. ท่านคิดว่าระบบสังคม มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 10. ท่านคิดว่าหลักการตอบสนอง มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ 11. ท่านคิดว่าระบบสนับสนุน มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ระดับความคิดเห็น				
มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

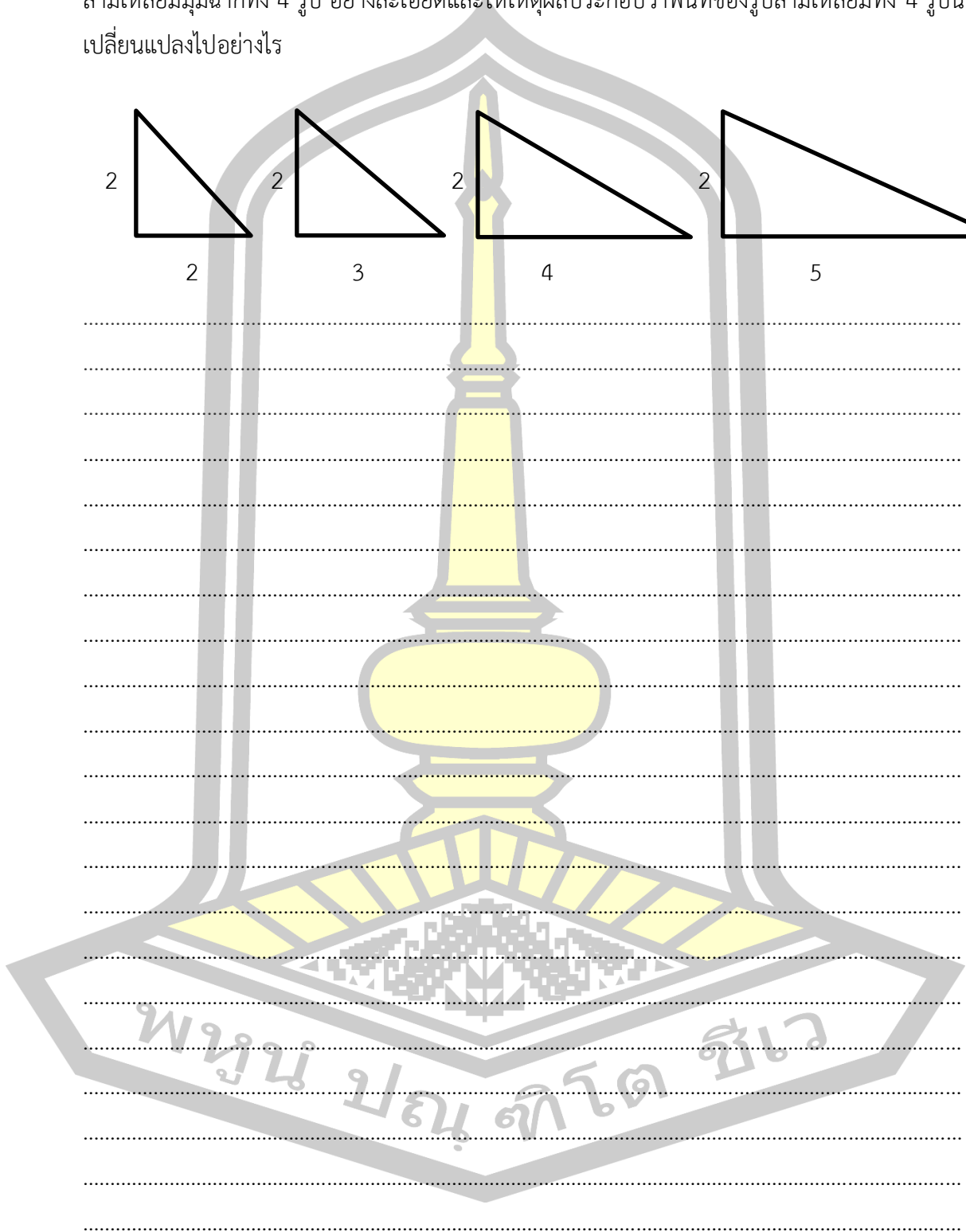
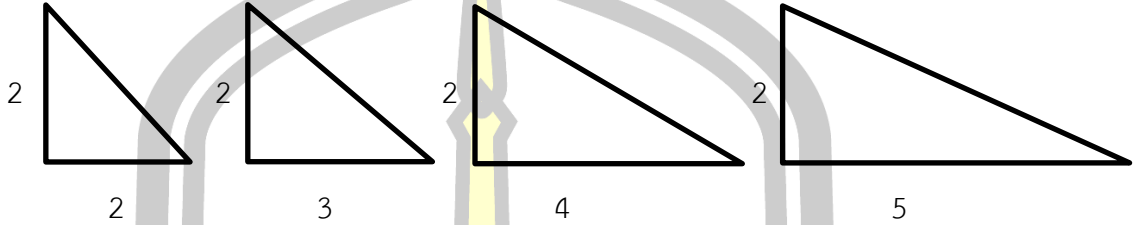
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย ประกอบด้วย
 - 1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ
24 คะแนน
 - 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ
21 คะแนน
2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

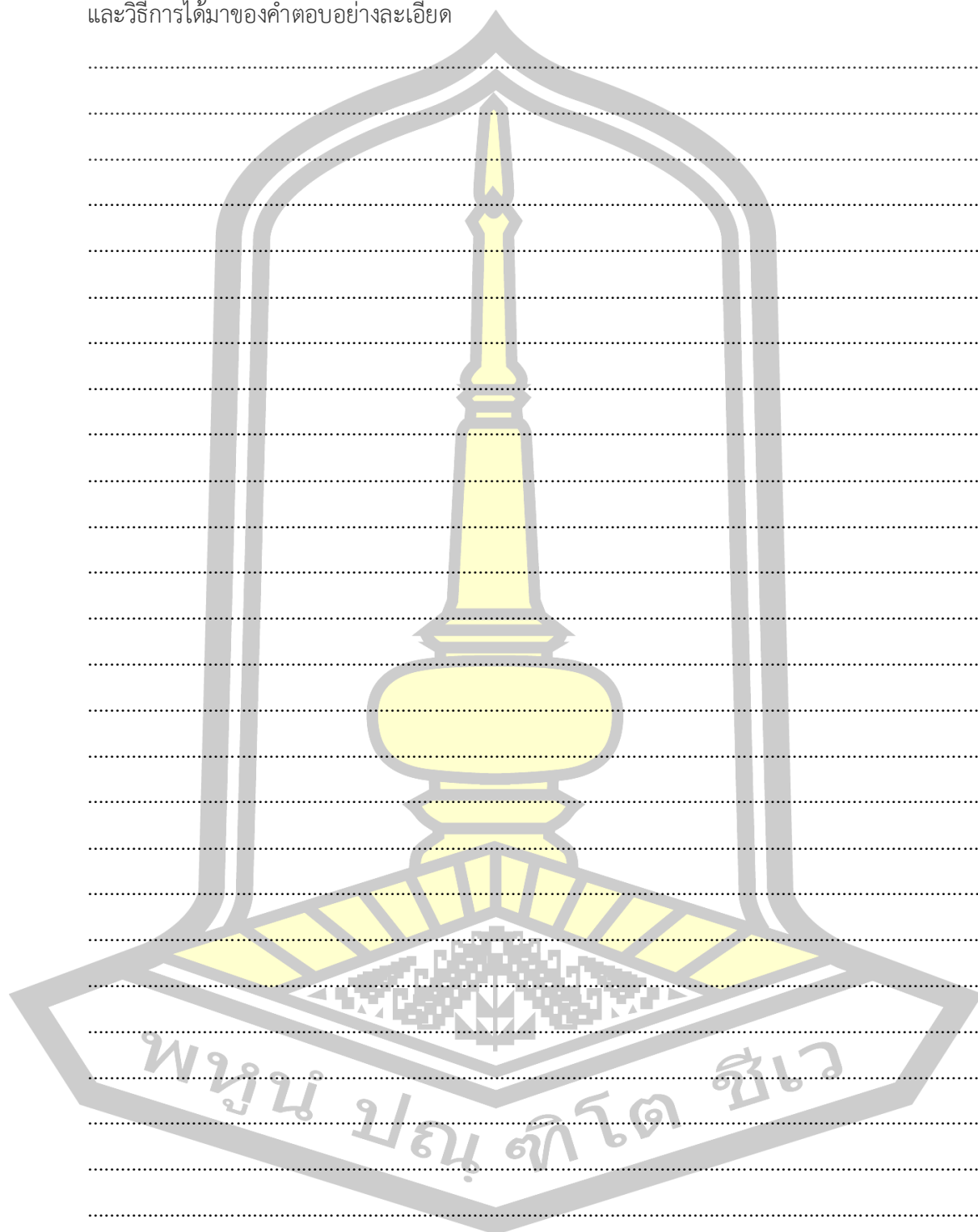
คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	แสวงหาความรู้จากข้อมูลต่างๆ เพื่ออธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการให้เหตุผล ให้เหตุผลโดยการอุปนัย หรือนิรนัย และตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปได้อย่างชัดเจน
2	แสวงหาความรู้จากข้อมูลต่างๆ เพื่ออธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการให้เหตุผล ให้เหตุผลโดยการอุปนัย หรือนิรนัย เพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
1	แสวงหาความรู้จากข้อมูลต่างๆ เพื่ออธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการให้เหตุผล ให้เหตุผลโดยการอุปนัย หรือนิรนัย เพื่อช่วยอธิบายข้อสรุปแต่อธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์/ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

พหุบัณฑิต ชีวะ

1. มีรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 4 รูป ที่ความสูงคงที่ ให้นักเรียนเขียนอธิบายการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากทั้ง 4 รูป อย่างละเอียดและให้เหตุผลประกอบว่าพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมทั้ง 4 รูปนี้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

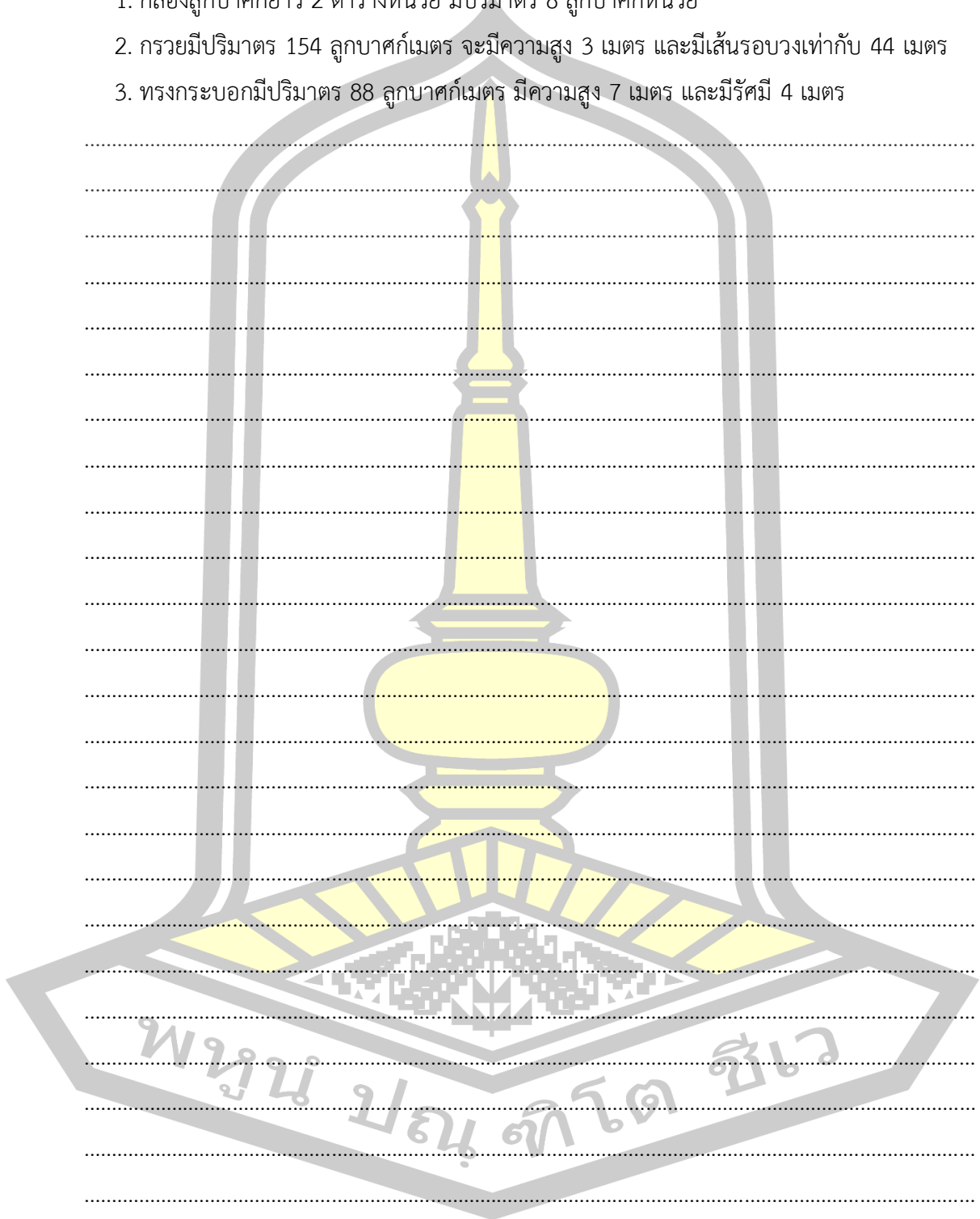


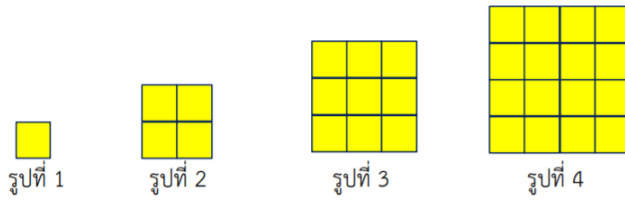
2) จากลำดับ 3, 7, 10, 17, 27, X, 71, Y, ค่าของ $X+Y$ เท่ากับเท่าไร ให้นักเรียนอธิบายเหตุผล และวิธีการได้มาของคำตอบอย่างละเอียด



3) ข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดผิด อธิบายเหตุผลประกอบ

1. กล่องลูกบาศก์ยาว 2 ตารางหน่วย มีปริมาตร 8 ลูกบาศก์หน่วย
2. กรวยมีปริมาตร 154 ลูกบาศก์เมตร จะมีความสูง 3 เมตร และมีเส้นรอบวงเท่ากับ 44 เมตร
3. ทรงกระบอกมีปริมาตร 88 ลูกบาศก์เมตร มีความสูง 7 เมตร และมีรัศมี 4 เมตร





4) รูปที่ 5 มีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่าใด อธิบายเหตุผลประกอบอย่างละเอียด

A large watermark of a traditional Thai stupa (chedi) is centered on the page. The stupa is yellow and features a tiered structure with a pointed top. It is enclosed within a grey, stylized frame that resembles a traditional Thai architectural element. At the base of the frame, there is a decorative banner containing the Thai text 'พูนปัญญาพิไลโต ชีวะ' (Phun Pan-ya Pi Lai To Chi-va) in a grey font. The background of the page is white with horizontal dotted lines for writing.

พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. เหตุ 1) ไม่มีทหารคนใดเป็นผู้หญิง

2) พยาบาลทุกคนเป็นผู้หญิง

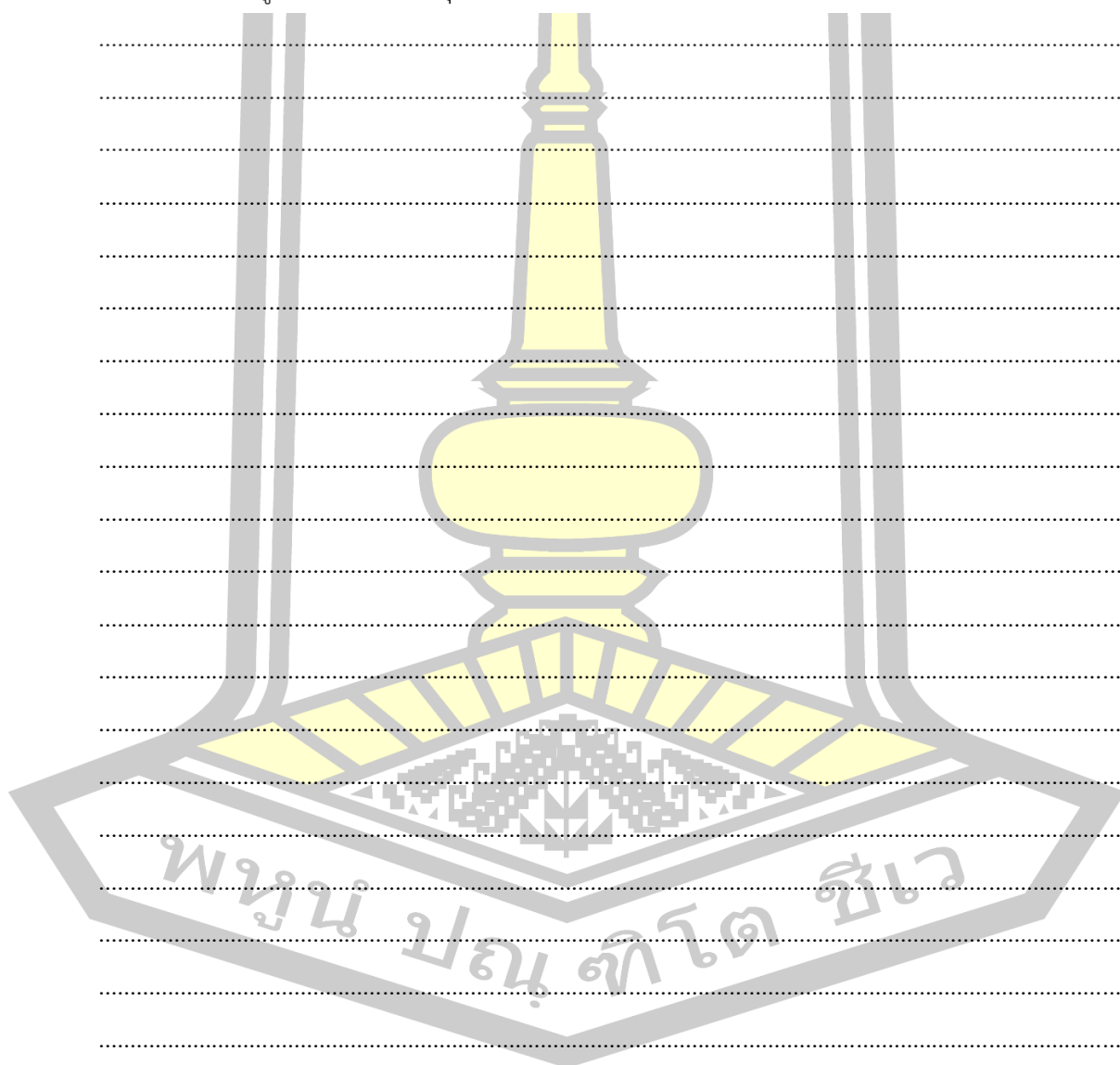
ผล ไม่มีทหารคนใดเป็นพยาบาล

ข. เหตุ 1) จำนวนตรรกยะทุกตัวเป็นจำนวนจริง

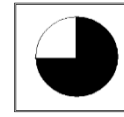
2) จำนวนจริงบางจำนวนเป็นจำนวนอตรรกยะ

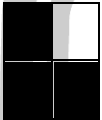
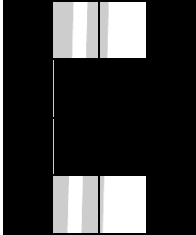
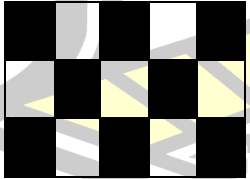
ผล มีจำนวนตรรกยะบางจำนวนเป็นจำนวนอตรรกยะ

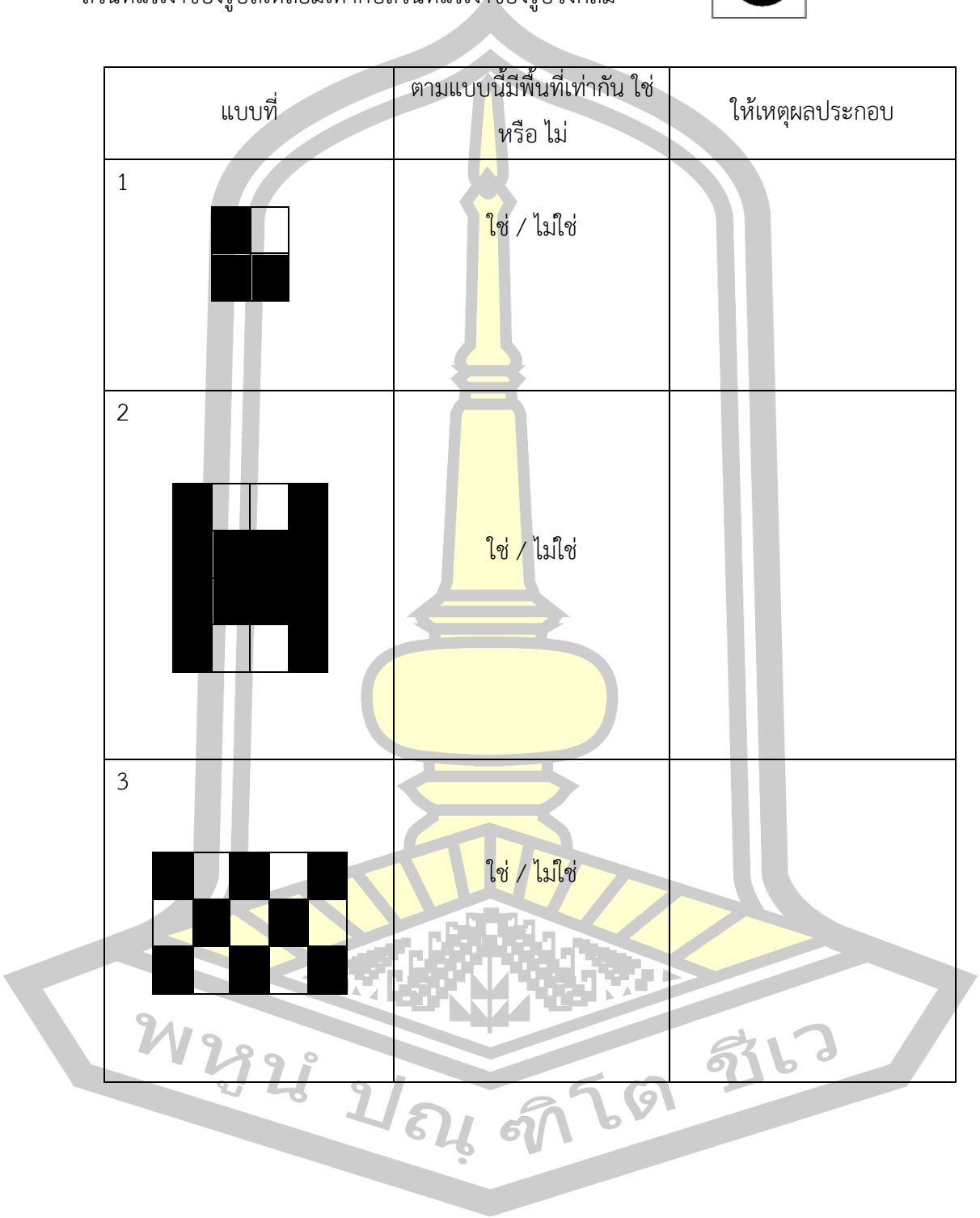
6) ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง อธิบายเหตุผลประกอบอย่างละเอียด



7) จงเขียนวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่” เพื่อบอกว่า ส่วนที่แรเงาของรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับส่วนที่แรเงาของรูปวงกลม



แบบที่	ตามแบบนี้มีพื้นที่เท่ากัน ใช่ หรือ ไม่ใช่	ให้เหตุผลประกอบ
<p>1</p> 	<p>ใช่ / ไม่ใช่</p>	
<p>2</p> 	<p>ใช่ / ไม่ใช่</p>	
<p>3</p> 	<p>ใช่ / ไม่ใช่</p>	



8. ข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดถูกต้อง อธิบายเหตุผลประกอบ

เหตุ 1) ผลบวกของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมใดๆ เป็น 180

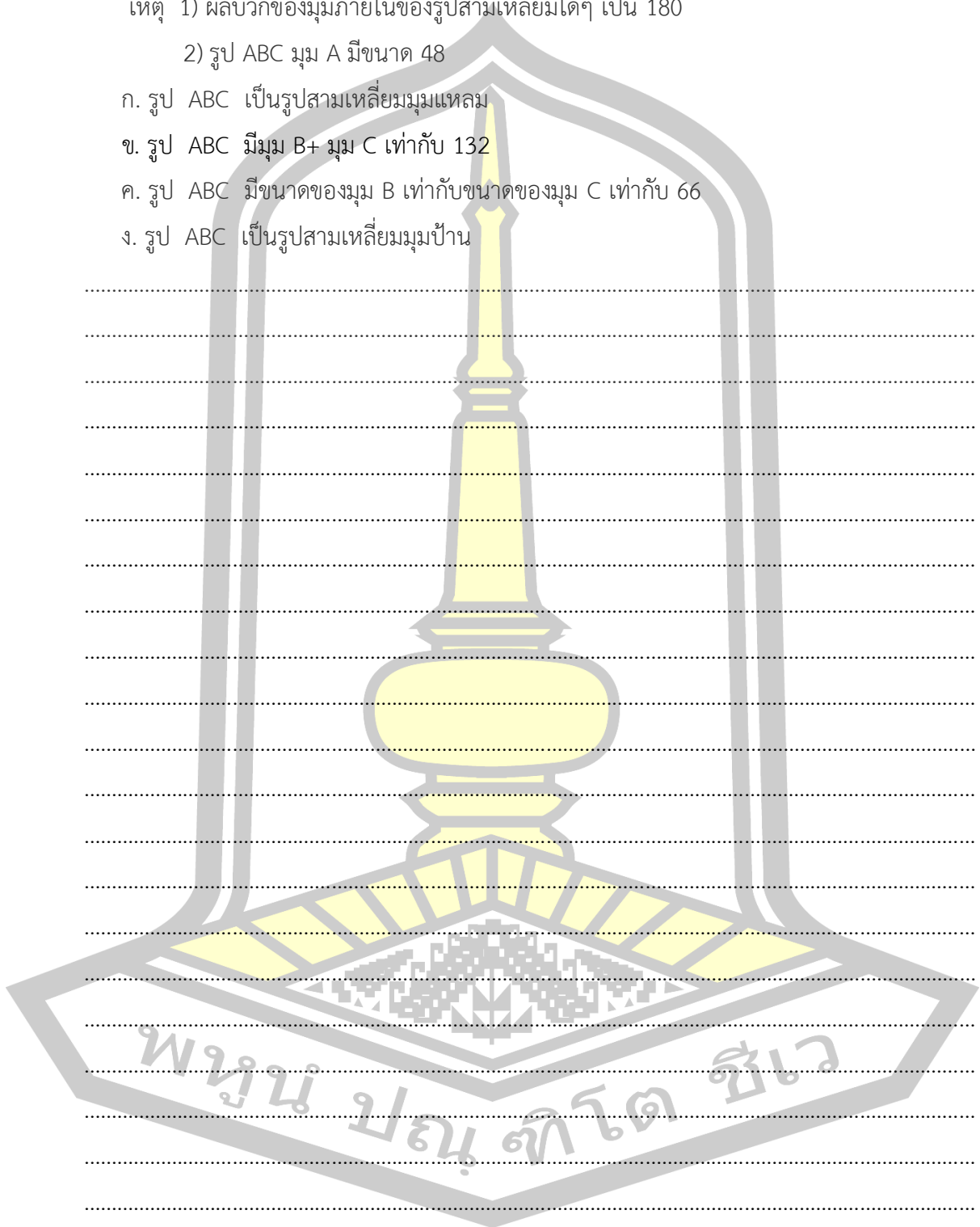
2) รูป ABC มุม A มีขนาด 48

ก. รูป ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมแหลม

ข. รูป ABC มีมุม B+ มุม C เท่ากับ 132

ค. รูป ABC มีขนาดของมุม B เท่ากับขนาดของมุม C เท่ากับ 66

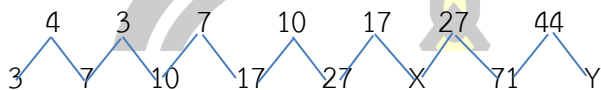
ง. รูป ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมป้าน



เฉลย	
<p>1. มีรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 4 รูป ที่ความสูงคงที่ ให้นักเรียนเขียนอธิบายการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากทั้ง 4 รูป อย่างละเอียดและให้เหตุผลประกอบว่าพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมทั้ง 4 รูป เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร</p>	
	<p>พื้นที่รูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times 2 \times 2$ = 2 ตารางหน่วย</p>
	<p>พื้นที่รูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times 3 \times 2$ = 3 ตารางหน่วย</p>
	<p>พื้นที่รูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times 3 \times 2$ = 4 ตารางหน่วย</p>
	<p>พื้นที่รูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times 2 \times 2$ = 5 ตารางหน่วย</p>
<p>พื้นที่รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีส่วนสูงคงที่และฐานเพิ่มขึ้น จะมีพื้นที่เพิ่มขึ้นด้วย พื้นที่รูปสามเหลี่ยมเพิ่มขึ้นเท่ากับควมยาวฐาน</p>	
<p>พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว</p>	

เฉลย

2) จากลำดับ 3, 7, 10, 17, 27, X, 71, Y, ค่าของ X+Y เท่ากับเท่าไร ให้นักเรียนอธิบายเหตุผล และวิธีการได้มาของคำตอบอย่างละเอียด



$$4 + 3 = 7$$

$$3 + 7 = 10$$

$$7 + 10 = 17$$

$$10 + 17 = 27 \quad \therefore X = 27 + 17 = 44$$

$$17 + 27 = 44 \quad \therefore Y = 71 + 44 = 115$$

$$\therefore X + Y = 44 + 115 = 159$$

พูนุ ปณุกิตโต ชีวะ

เฉลย

3) ข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดผิด อธิบายเหตุผลประกอบ

1. กล่องลูกบาศก์ยาว 2 ตารางหน่วย มีปริมาตร 8 ลูกบาศก์หน่วย
2. กรวยมีปริมาตร 154 ลูกบาศก์เมตร จะมีความสูง 3 เมตร และมีเส้นรอบวงเท่ากับ 44 เมตร
3. ทรงกระบอกมีปริมาตร 88 ลูกบาศก์เมตร มีความสูง 7 เมตร และมีรัศมี 4 เมตร



$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรปริซึม} &= \text{พ.ท.} \times \text{ส} \\ &= 2 \times 2 \times 2 \\ &= 8 \text{ ลูกบาศก์หน่วย} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรกรวย} &= \frac{1}{3} \pi r^2 h \\ &= \frac{1}{3} \times \frac{22}{7} \times 7^2 \times 3 \\ &= 154 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$




$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรทรงกระบอก} &= \pi r^2 h \\ &= \frac{22}{7} \times 4^2 \times 7 \\ &= 8 \text{ ลูกบาศก์หน่วย} \end{aligned}$$


∴ ข้อที่ผิด คือ ข้อที่ 3 เนื่องจากโจทย์บอกว่าปริมาตรทรงกระบอก เท่ากับ 88 ลูกบาศก์เมตร แต่ที่ถูกต้องปริมาตรทรงกระบอกต้อง เท่ากับ 352 ลูกบาศก์เมตร

พหุ ประถมศึกษา

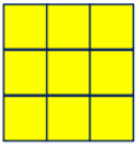
เฉลย



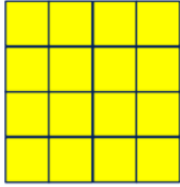
รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4

4) รูปที่ 5 มีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่าใด อธิบายเหตุผลประกอบอย่างละเอียด

รูปที่ 1 มี 1 รูป $\longrightarrow 1^2$

รูปที่ 2 มี 4 รูป $\longrightarrow 2^2$

รูปที่ 3 มี 9 รูป $\longrightarrow 3^2$

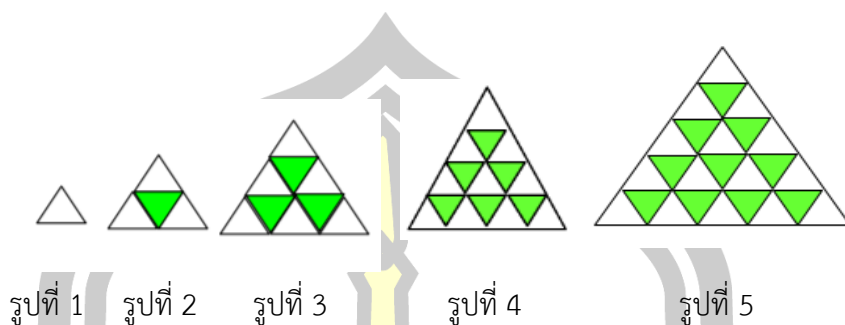
รูปที่ 4 มี 16 รูป $\longrightarrow 4^2$

จะเห็นว่า รูป เพิ่มขึ้นในลักษณะ n^2

\therefore รูปที่ 5 จึงมี 25 รูป $\longrightarrow 5^2$

พจน ปรณ ทิโต ชิว

เฉลย



5) จงหาจำนวนของสามเหลี่ยมที่ระบายสีในรูปที่ 6 อธิบายเหตุผลประกอบอย่างละเอียด

รูปที่ 1 รูปที่ระบายสี เท่ากับ 0 \longrightarrow $0 + 1 = 1$

รูปที่ 2 รูปที่ระบายสี เท่ากับ 1 \longrightarrow $1 + 2 = 3$

รูปที่ 3 รูปที่ระบายสี เท่ากับ 3 \longrightarrow $3 + 3 = 6$

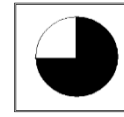
รูปที่ 4 รูปที่ระบายสี เท่ากับ 6 \longrightarrow $6 + 4 = 10$

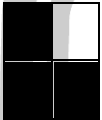
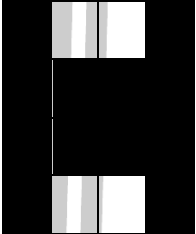
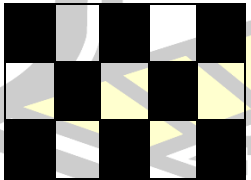
รูปที่ 5 รูปที่ระบายสี เท่ากับ 10 \longrightarrow $10 + 5 = 15$

\therefore รูปที่ 6 จะได้ว่า $15 + 6 = 21$

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

7) จงเขียนวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่” เพื่อบอกว่า ส่วนที่แรเงาของรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับส่วนที่แรเงาของรูปวงกลม



แบบที่	ตามแบบนี้มีพื้นที่เท่ากัน ใช่ หรือ ไม่	ให้เหตุผลประกอบ
<p>1</p> 	<p>ใช่ ไม่ใช่</p>	<p>จาก 4 ส่วน ระบายสีไป 3 ส่วน</p>
<p>2</p> 	<p>ใช่ ไม่ใช่</p>	<p>จาก 16 ส่วน ระบายสีไป 12 ส่วน ถ้าเป็นเศษส่วนจะมีค่าเท่ากับ 4 ส่วน ต่อ 3 ส่วน</p>
<p>3</p> 	<p>ใช่ ไม่ใช่</p>	<p>จาก 15 ส่วน ระบายสีไป 8 ส่วน ซึ่งมีค่าไม่เท่ากับ 4 ส่วน ต่อ 3 ส่วน</p>

เฉลย

8. ข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดถูกต้อง อธิบายเหตุผลประกอบ

เหตุ 1) ผลบวกของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมใดๆ เป็น 180

2) รูป ABC มุม A มีขนาด 48

ก. รูป ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมแหลม

ข. รูป ABC มีมุม B+ มุม C เท่ากับ 132

ค. รูป ABC มีขนาดของมุม B เท่ากับขนาดของมุม C เท่ากับ 66

ง. รูป ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมป้าน

จาก เหตุ 1) ผลบวกของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมใดๆ เป็น 180

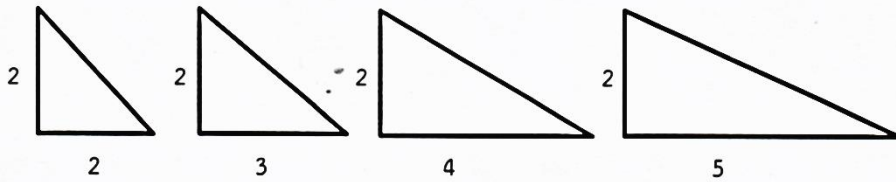
2) รูป ABC มุม A มีขนาด 48

เมื่อมุม A กาง 48 องศา ดังนั้น $180 - 48 = 132$

สรุป ข้อ 2 ถูก เพราะมุม B + มุม C เท่ากับ 132

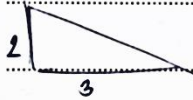
พหุจน์ ปณฺ ทิโต ชีเว

1. มีรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 4 รูป ที่ความสูงคงที่ ให้นักเรียนเขียนอธิบายการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากทั้ง 4 รูป อย่างละเอียดและให้เหตุผลประกอบว่าพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมทั้ง 4 รูปนี้ เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร



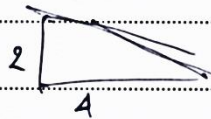
$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} &= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= \frac{1}{2} \times 2 \times 2 \end{aligned}$$

$$= 2 \text{ ตารางหน่วย}$$



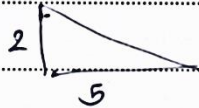
$$\text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times 2$$

$$= 3 \text{ ตารางหน่วย}$$



$$\text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times 4 \times 2$$

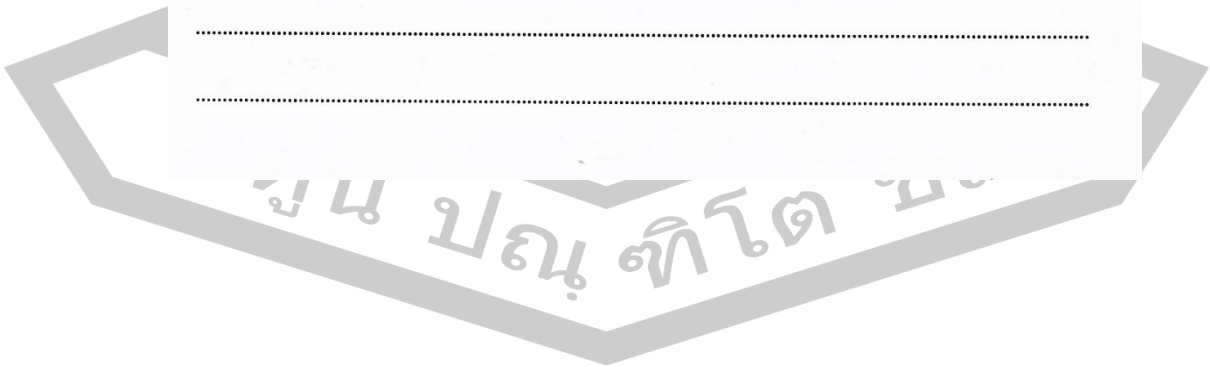
$$= 4 \text{ ตารางหน่วย}$$



$$\text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times 5 \times 2$$

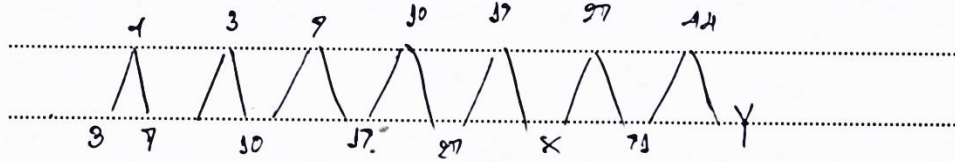
$$= 5 \text{ ตารางหน่วย}$$

จะเห็นว่าพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่ฐานคงที่แต่สูงจะเพิ่มขึ้นจะทำให้พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมเพิ่มขึ้น เพราะถ้าสูงจะเพิ่มขึ้นพื้นที่ก็เพิ่มขึ้นตาม



2) จากลำดับ 3, 7, 10, 17, 27, X, 71, Y, ค่าของ X+Y เท่ากับเท่าไร ให้นักเรียนอธิบายเหตุผล

และวิธีการได้มาของคำตอบอย่างละเอียด



ค่าของข้อที่ 2 จะเขียน จำนวนที่ 3 บวกจาก จำนวนที่ 1 + จำนวนที่ 2

$$\rightarrow 7 = 3 + 3$$

$$10 = 3 + 7$$

$$17 = 10 + 7$$

$$27 = 17 + 10$$

$$\circ\circ \quad X \text{ จะเท่ากับ } 44 \text{ บวกจาก } 27 + 17 = 44$$

$$\circ\circ \quad Y \text{ จะเท่ากับ } 115 \text{ บวกจาก } 71 + 44 = 115$$

$$\circ\circ \quad X + Y = 44 + 115 = 159$$

3) ข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดผิด อธิบายเหตุผลประกอบ

1. กล่องลูกบาศก์ยาว 2 ตารางหน่วย มีปริมาตร 8 ลูกบาศก์หน่วย
2. กรวยมีปริมาตร 154 ลูกบาศก์เมตร จะมีความสูง 3 เมตร และมีเส้นรอบวงเท่ากับ 44 เมตร
3. ทรงกระบอกมีปริมาตร 88 ลูกบาศก์เมตร มีความสูง 7 เมตร และมีรัศมี 4 เมตร



$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรปริซึม} &= \text{พ.ท.} \times \text{ท.} \\ &= 2 \times 2 \times 2 \\ &= 8 \text{ ลูกบาศก์หน่วย} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรกรวย} &= \frac{1}{3} \pi r^2 h \\ 154 &= \frac{1}{3} \times \frac{22}{7} \times 7^2 \times 3 \\ &= 154 \text{ ลูกบาศก์เมตร.} \end{aligned}$$



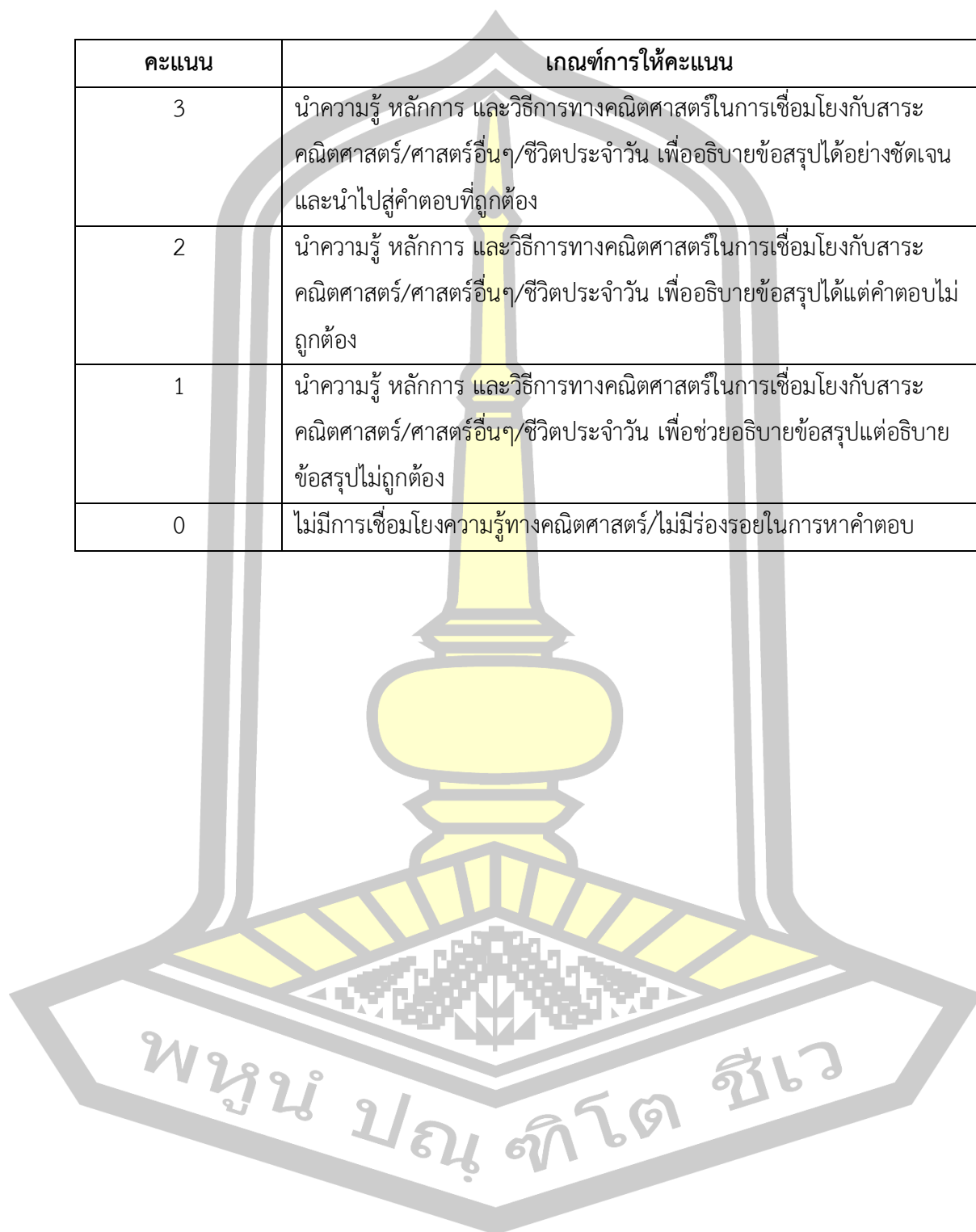
$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรทรงกระบอก} &= \pi r^2 h \\ 88 &= \frac{22}{7} \times 4^2 \times 7 \\ &= 352 \text{ ลูกบาศก์เมตร.} \end{aligned}$$

∴ ข้อที่ผิดคือ ข้อที่ 3 เนื่องจากให้พหุคูณค่าปริมาตรเท่ากับ 88 .

แต่ที่ถูกต้องคือ ปริมาตรทรงกระบอก เท่ากับ 352 ลูกบาศก์เมตร.

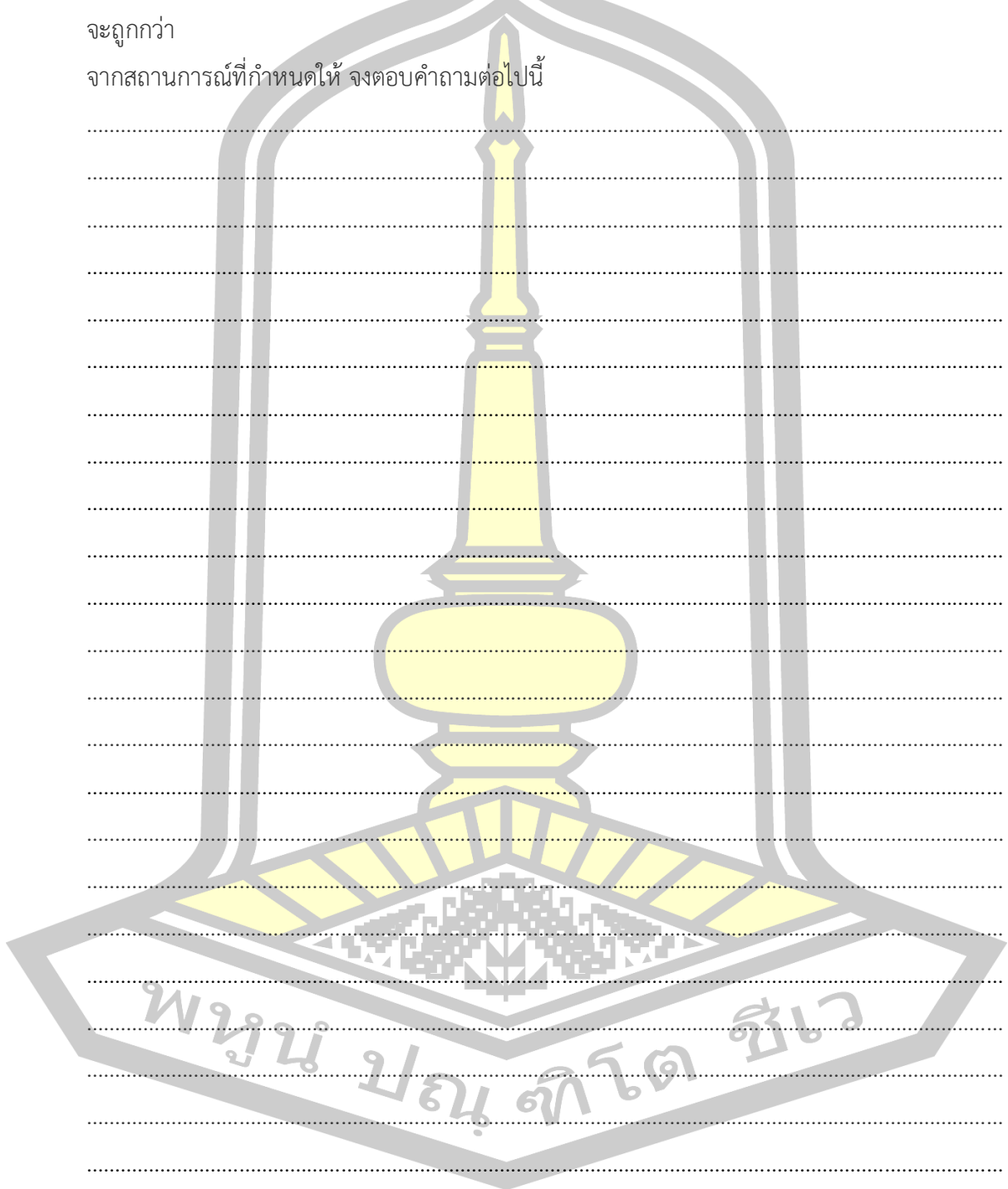
เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่นๆ/ชีวิตประจำวัน เพื่ออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจน และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่นๆ/ชีวิตประจำวัน เพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่นๆ/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยอธิบายข้อสรุปแต่อธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์/ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

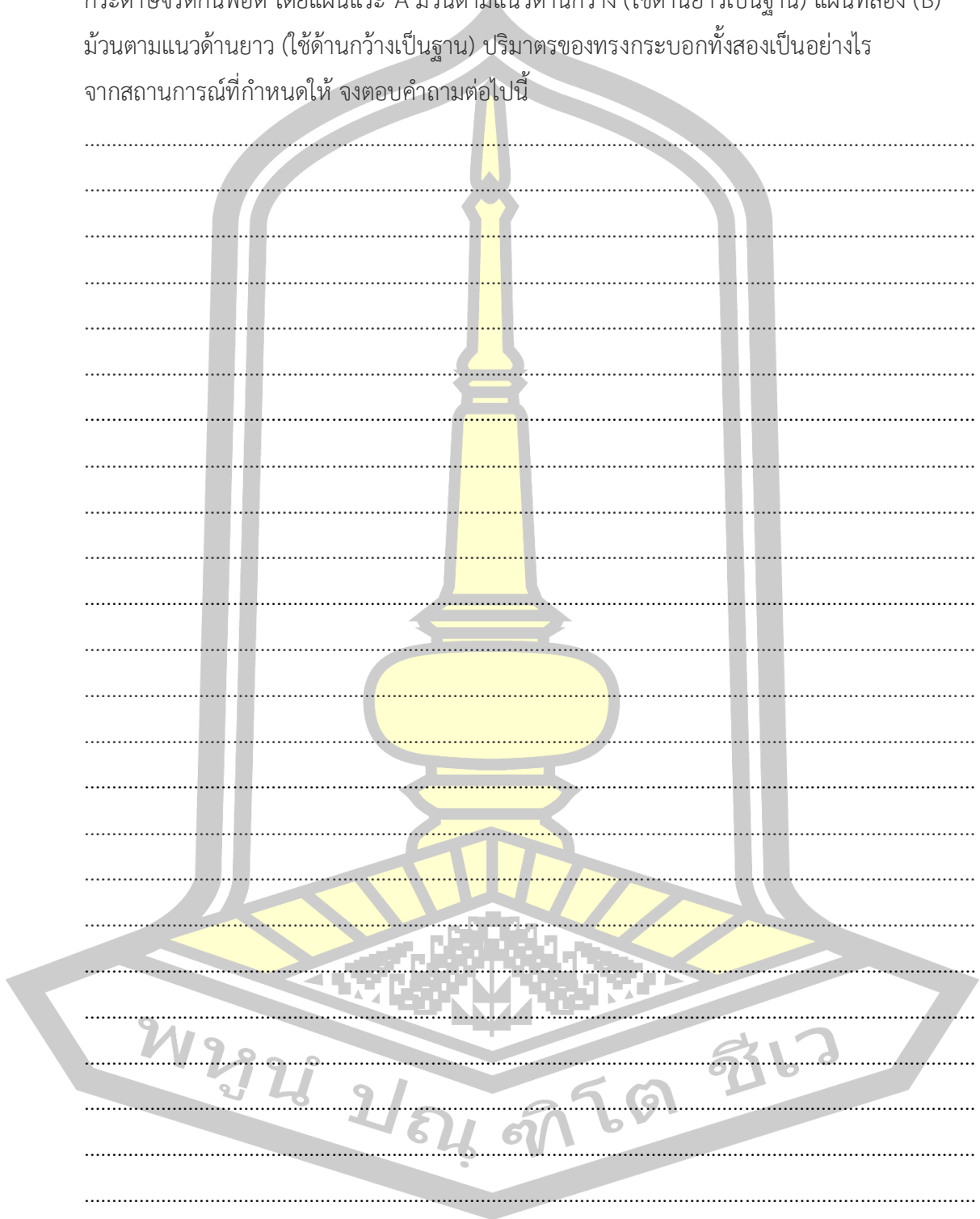


สถานการณ์ที่ 1 น้ำพริกเผชนิดหนึ่งบรรจุในขวดทรงกระบอกสองใบ ใบหนึ่งสูงเป็นสองเท่าของอีก
ใบหนึ่งแต่เส้นผ่านศูนย์กลางของปากขวดใบสูงยาวเพียงครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางของปากขวด
ใบเตี้ย ถ้าผู้ขายคิดราคาน้ำพริกเผขวดสูงไว้ 16 บาท และขวดเตี้ย 30 บาท ชื่อน้ำพริกเผขวดใดจึง
จะถูกกว่า

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้



สถานการณ์ที่ 2 เมื่อนำกระดาษ A4 สองแผ่นมาม้วนเป็นทรงกระบอกฐานเปิดทั้งสองข้างโดยให้ริมกระดาษจรดกันพอดี โดยแผ่นแรก A ม้วนตามแนวด้านกว้าง (ใช้ด้านยาวเป็นฐาน) แผ่นที่สอง (B) ม้วนตามแนวด้านยาว (ใช้ด้านกว้างเป็นฐาน) ปริมาตรของทรงกระบอกทั้งสองเป็นอย่างไร จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้



สถานการณ์ที่ 3 ขายสินค้าชนิดหนึ่งจะมีรายได้ดังนี้

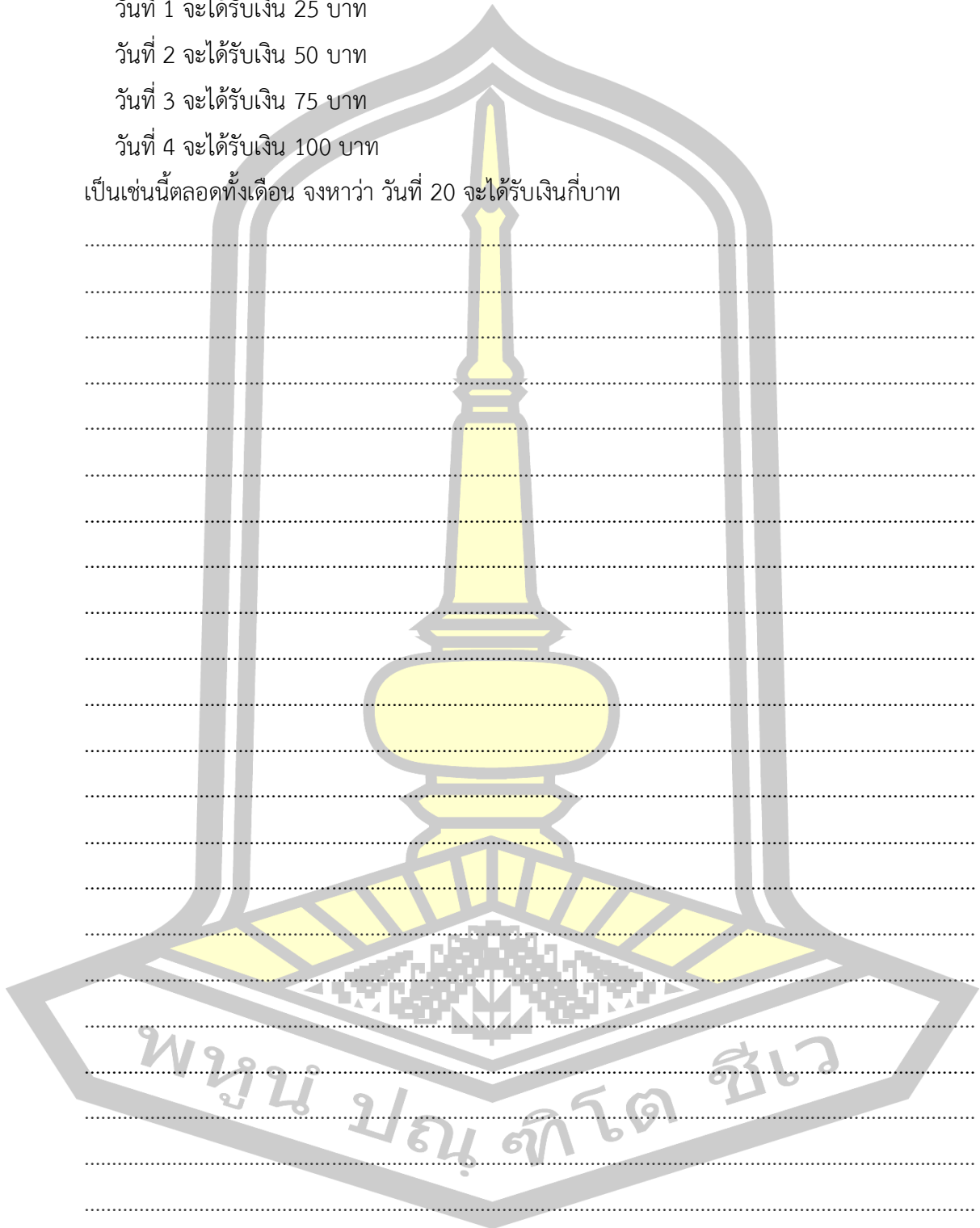
วันที่ 1 จะได้รับเงิน 25 บาท

วันที่ 2 จะได้รับเงิน 50 บาท

วันที่ 3 จะได้รับเงิน 75 บาท

วันที่ 4 จะได้รับเงิน 100 บาท

เป็นเช่นนี้ตลอดทั้งเดือน จงหาว่า วันที่ 20 จะได้รับเงินกี่บาท

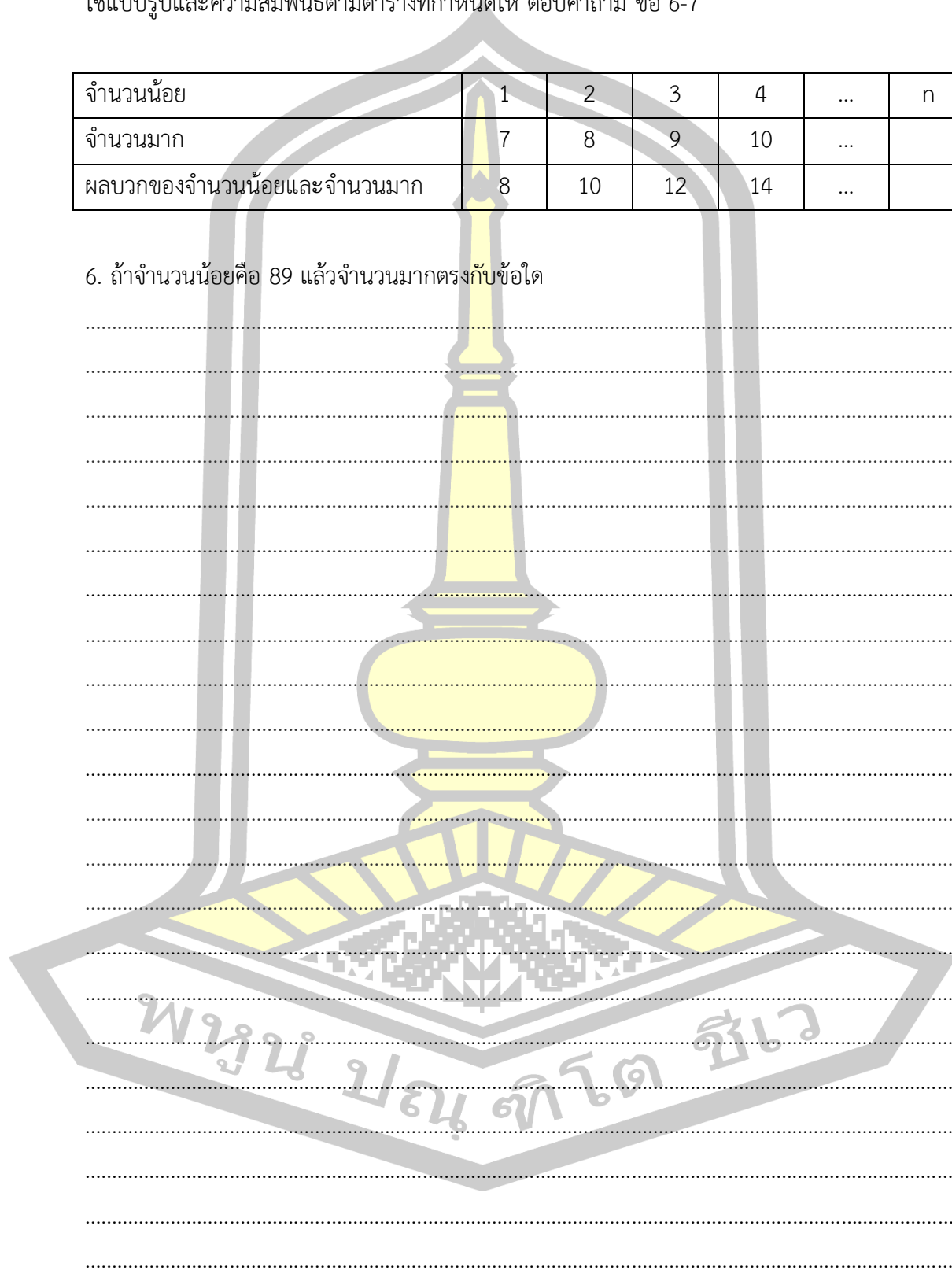


สถานการณ์ที่ 6

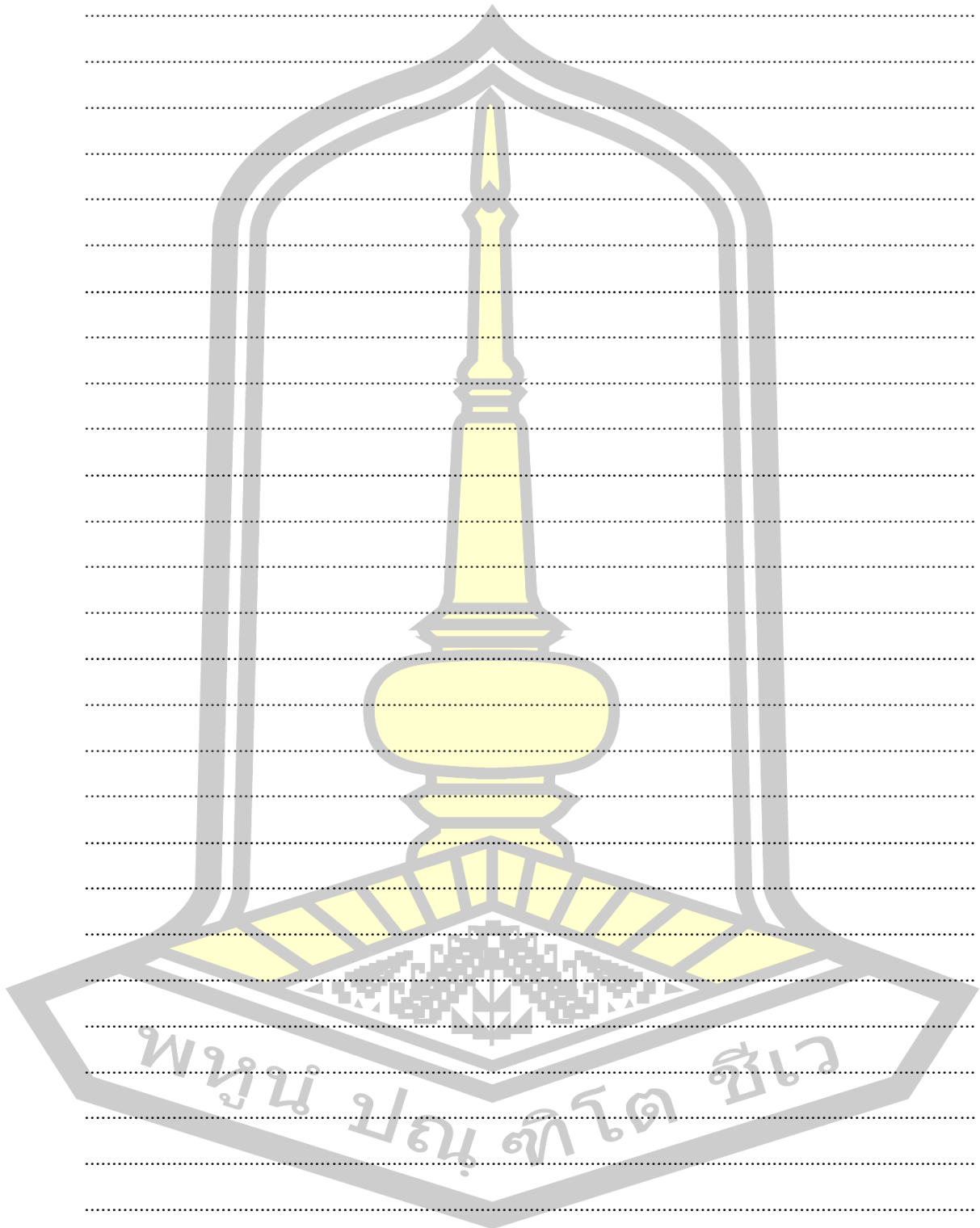
ใช้แบบรูปและความสัมพันธ์ตามตารางที่กำหนดให้ ตอบคำถาม ข้อ 6-7

จำนวนน้อย	1	2	3	4	...	n
จำนวนมาก	7	8	9	10	...	
ผลบวกของจำนวนน้อยและจำนวนมาก	8	10	12	14	...	

6. ถ้าจำนวนน้อยคือ 89 แล้วจำนวนมากตรงกับข้อใด

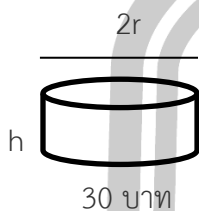


7. ถ้าผลบวกของจำนวนน้อยและจำนวนมากเท่ากับ 114 แล้วจำนวนมากตรงกับข้อใด



เฉลย

สถานการณ์ที่ 1 น้ำพริกเผาชนิดหนึ่งบรรจุในขวดทรงกระบอกสองใบ ใบหนึ่งสูงเป็นสองเท่าของอีกใบหนึ่งแต่เส้นผ่านศูนย์กลางของปากขวดใบสูงยาวเพียงครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางของปากขวดใบเตี้ย ถ้าผู้ขายคิดราคาน้ำพริกเผาขวดสูงไว้ 16 บาท และขวดเตี้ย 30 บาท ชื่อน้ำพริกเผาขวดใดจึงจะถูกกว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้



$$\begin{aligned}\text{ปริมาตรปริซึม} &= \pi r^2 h \\ &= 3.14 \times r^2 \times h \\ &= 3.14r^2h\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{ปริมาตรปริซึม} &= \pi r^2 h \\ &= 3.14 \times \frac{r^2}{2} \times h \\ &= 1.57r^2h\end{aligned}$$

∴ น้ำพริกเผาแบบที่ 1 ถูกกว่าน้ำพริกเผาขวดที่ 2 เพราะ จากการหาปริมาตรของน้ำพริกเผาทั้ง 2 แบบ พบว่า น้ำพริกเผาแบบที่ 1 มีปริมาตรเป็น 2 เท่าของน้ำพริกเผาแบบที่ 2 หากผู้ซื้อเลือกชื่อน้ำพริกเผาปริมาตรเท่ากันแล้ว แบบที่ 1 จะต้องจ่ายในราคา 30 บาท แต่หากเลือกชื้อแบบที่ 2 จะต้องจ่ายในราคา 32 บาท

พจนานุกรมศัพท์โต ชิว

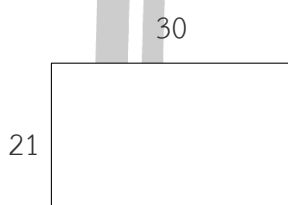
เฉลย

สถานการณ์ที่ 2 เมื่อนำกระดาษ A4 สองแผ่นม้วนเป็นทรงกระบอกฐานเปิดทั้งสองข้างโดยให้ริมกระดาษจรดกันพอดี โดยแผ่นแรก A ม้วนตามแนวด้านกว้าง (ใช้ด้านยาวเป็นฐาน) แผ่นที่สอง (B) ม้วนตามแนวด้านยาว (ใช้ด้านกว้างเป็นฐาน) ปริมาตรของทรงกระบอกทั้งสองเป็นอย่างไร จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

หา r จากเส้นรอบวงจะได้ $2\pi r = 30$

$$2 \times 3.14 \times r = 30$$

$$\therefore r \approx 4.77 \text{ เซนติเมตร}$$



$$\text{ปริมาตรทรงกระบอก} = \pi r^2 h$$

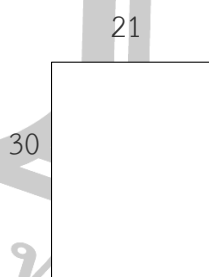
$$= 3.14 \times 4.77^2 \times 21$$

$$= 1501.69 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

หา r จากเส้นรอบวงจะได้ $2\pi r = 21$

$$2 \times 3.14 \times r = 21$$

$$\therefore r \approx 3.34 \text{ เซนติเมตร}$$



$$\text{ปริมาตรทรงกระบอก} = \pi r^2 h$$

$$= 3.14 \times 3.34^2 \times 30$$

$$= 1051.81 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

จะเห็นว่าแม้กระดาษ A4 ที่มีความกว้างและความยาวยาวเท่ากันแต่เมื่อหาปริมาตรโดยการม้วนกระดาษในลักษณะที่ต่างกัน พบว่า กระดาษที่ม้วนแบบ A มีปริมาตรมากกว่าการม้วนกระดาษแบบ B

เฉลย

สถานการณ์ที่ 3 ขายสินค้าชนิดหนึ่งจะมีรายได้ดังนี้

วันที่ 1 จะได้รับเงิน 25 บาท

วันที่ 2 จะได้รับเงิน 50 บาท

วันที่ 3 จะได้รับเงิน 75 บาท

วันที่ 4 จะได้รับเงิน 100 บาท

เป็นเช่นนี้ตลอดทั้งเดือน จงหาว่า วันที่ 20 จะได้รับเงินกี่บาท

วันที่ 1 จะได้รับเงิน 25 บาท

วันที่ 2 จะได้รับเงิน 50 บาท

วันที่ 3 จะได้รับเงิน 75 บาท

วันที่ 4 จะได้รับเงิน 100 บาท

จะเห็นว่า จำนวนเงินที่ได้รับเพิ่มเป็น $2n$

$$\begin{aligned} \therefore \text{วันที่ 20 จะได้รับเงิน } 25n &= 25 \times 20 \\ &= 500 \text{ บาท} \end{aligned}$$

พูนุ ปณุ ทิโต ชีเว

เฉลย

สถานการณ์ที่ 4 ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นควรให้ทางราชการจัดตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มเชื่อว่า การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ในขณะที่บางกลุ่มเชื่อว่าความใกล้/ไกล จากจุดตรวจไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรม ในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรม

จำนวนกิโลเมตรที่เกิดเหตุห่างจากจุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตร
1-5	13
6-10	14
มากกว่า 10	16

1) จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกล จุดตรวจกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด

2) มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไรการทำการกิจกรรมในลักษณะนี้

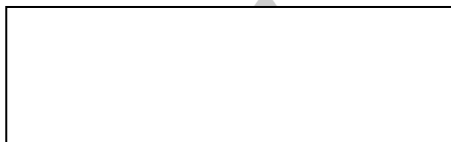
ตอบ 1) การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม เพราะจากข้อมูลจุดตรวจที่ระยะไกลขึ้น จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมก็เพิ่มขึ้นด้วย

ตอบ 2) จากข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมบ่งบอกให้เห็นว่า จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมมีผลต่อระยะทางในการตั้งจุดตรวจ ถ้าจุดตรวจมีระยะห่างจากหมู่บ้าน จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมก็จะมีเพิ่มขึ้นด้วย

พหุบัณฑิต ชีวะ

เฉลย

สถานการณ์ที่ 5



1 ซม.

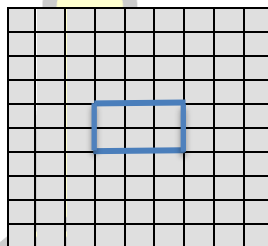
4 ซม.

1. ให้วาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าลงในตารางข้างล่าง โดยมีเงื่อนไข ดังนี้

- 1) ด้านยาวเป็นเศษสามส่วนสี่ของความยาวของด้านยาวของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าข้างบน
- 2) ด้านกว้างมีความยาวเป็นสองเท่าของความยาวของด้านกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าข้างบน

พร้อมระบุค่าความยาวของด้านยาวและด้านกว้างโดยใช้หน่วยเซนติเมตร

ทน 1 เซนติเมตร \times 1 เซนติเมตร



จากเงื่อนไข ข้อที่ 1 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{ด้านยาว} &= \frac{3}{4} \times 4 \\ &= 3 \text{ เซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ด้านกว้าง} &= 2(1) \\ &= 2 \text{ เซนติเมตร} \end{aligned}$$

2. อัตราส่วนของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปเดิมต่อพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใหม่เป็นเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมรูปเดิม} &= ก \times ข \\ &= 1 \times 4 \\ &= 4 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมรูปใหม่} &= ก \times ข \\ &= 3 \times 2 \\ &= 6 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{อัตราส่วนของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปเดิมต่อรูปใหม่} = \frac{4}{6} \text{ หรือ } \frac{2}{3}$$

เฉลย

สถานการณ์ที่ 6

ใช้แบบรูปและความสัมพันธ์ตามตารางที่กำหนดให้ ตอบคำถาม ข้อ 6-7

จำนวนน้อย	1	2	3	4	...	n
จำนวนมาก	7	8	9	10	...	
ผลบวกของจำนวนน้อยและจำนวนมาก	8	10	12	14	...	

6. ถ้าจำนวนน้อยคือ 89 แล้วจำนวนมากตรงกับข้อใด

หากพิจารณาจำนวนน้อยและจำนวนมาก พบว่า จำนวนน้อยเพิ่มขึ้นทีละ 1 ในขณะที่ จำนวนมากก็เพิ่มขึ้นทีละ 1 โดยเริ่มต้นจาก 7 จะได้ว่า $n = 6 + n$

$$\therefore \text{หากจำนวนน้อย} = 89$$

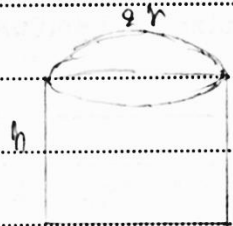
$$\text{จะได้ว่าจำนวนมาก} = 6 + 89 = 95$$

7. ถ้าผลบวกของจำนวนน้อยและจำนวนมากเท่ากับ 114 แล้วจำนวนมากตรงกับข้อใด

หากจำนวนผลบวกของจำนวนน้อยและจำนวนมากเท่ากับ 114 แล้ว จะได้จำนวนน้อยเท่ากับ 54 และ จำนวนมากจะเท่ากับ 60

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

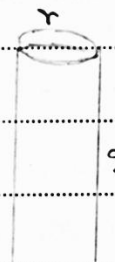
สถานการณ์ที่ 1 น้ำพริกเผาชนิดหนึ่งบรรจุในขวดทรงกระบอกสองใบ ใบหนึ่งสูงเป็นสองเท่าของอีกใบ
หนึ่งแต่เส้นผ่านศูนย์กลางของปากขวดใบสูงยาวเพียงครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางของปากขวดใบเตี้ย
ถ้าผู้ขายคิดราคาน้ำพริกเผาขวดสูงไว้ 16 บาท และขวดเตี้ย 30 บาท ชื่อน้ำพริกเผาขวดใดจึงจะถูกกว่า
จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้



$$= \pi r^2 h$$

$$= \frac{22}{7} \times r^2 \times h$$

$$= 3.14 \times r^2 \times h$$



$$\pi r^2 h$$

$$= 3.14 \times \left(\frac{r}{2}\right)^2 \times 2h$$

$$= 1.57 r^2 h$$

ซื้อพริกเผาขวดที่ 1 ถูกกว่า

จากทฤษฎีบทการคูณกำลังยกเศษ

ตัว 2 จะลดลงว่า น้ำพริกเผาขวดที่ 1

จึงใช้เงินคือ 2 เท่าของขวดที่ 2

สถานการณ์ที่ 3 ขายสินค้าชนิดหนึ่งจะมีรายได้ดังนี้

วันที่ 1 จะได้รับเงิน 25 บาท

วันที่ 2 จะได้รับเงิน 50 บาท

วันที่ 3 จะได้รับเงิน 75 บาท

วันที่ 4 จะได้รับเงิน 100 บาท

เป็นเช่นนี้ตลอดทั้งเดือน จงหาว่า วันที่ 20 จะได้รับเงินกี่บาท

วันที่ 1	ได้รับเงิน	25	บาท
วันที่ 2	ได้รับเงิน	50	บาท
วันที่ 3	ได้รับเงิน	75	บาท
วันที่ 4	ได้รับเงิน	100	บาท
วันที่ 5	ได้รับเงิน	125	บาท
วันที่ 6	ได้รับเงิน	150	บาท
วันที่ 7	ได้รับเงิน	175	บาท
วันที่ 8	ได้รับเงิน	200	บาท
วันที่ 9	ได้รับเงิน	225	บาท
วันที่ 10	ได้รับเงิน	250	บาท
วันที่ 11	ได้รับเงิน	275	บาท
วันที่ 12	ได้รับเงิน	300	บาท
วันที่ 13	ได้รับเงิน	325	บาท
วันที่ 14	ได้รับเงิน	350	บาท
วันที่ 15	ได้รับเงิน	375	บาท
วันที่ 16	ได้รับเงิน	400	บาท
วันที่ 17	ได้รับเงิน	425	บาท
วันที่ 18	ได้รับเงิน	450	บาท
วันที่ 19	ได้รับเงิน	475	บาท
วันที่ 20	ได้รับเงิน	500	บาท

∴ วันที่ 20 ได้รับเงินเพิ่มขึ้นครั้งละ 25 บาท ดังนั้นในวันที่ 20
ขายสินค้าได้เงินทั้งหมด 500 บาท

สถานการณ์ที่ 5



1 ซม.

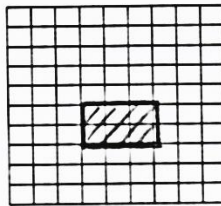
4 ซม.

1. ให้วาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าลงในตารางข้างล่าง โดยมีเงื่อนไข ดังนี้

- 1) ด้านยาวเป็นเศษสามส่วนสี่ของความยาวของด้านยาวของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าข้างบน
- 2) ด้านกว้างมีความยาวเป็นสองเท่าของความยาวของด้านกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าข้างบน

พร้อมระบุค่าความยาวของด้านยาวและด้านกว้างโดยใช้หน่วยเซนติเมตร

แทน 1 เซนติเมตร × 1 เซนติเมตร



2. อัตราส่วนของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปเดิมต่อพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใหม่เป็นเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ 1} \text{ คือได้หา } \text{ด้านยาว} &= \frac{3}{4} \times 4 \\ &= 3 \text{ เซนติเมตร} \end{aligned}$$

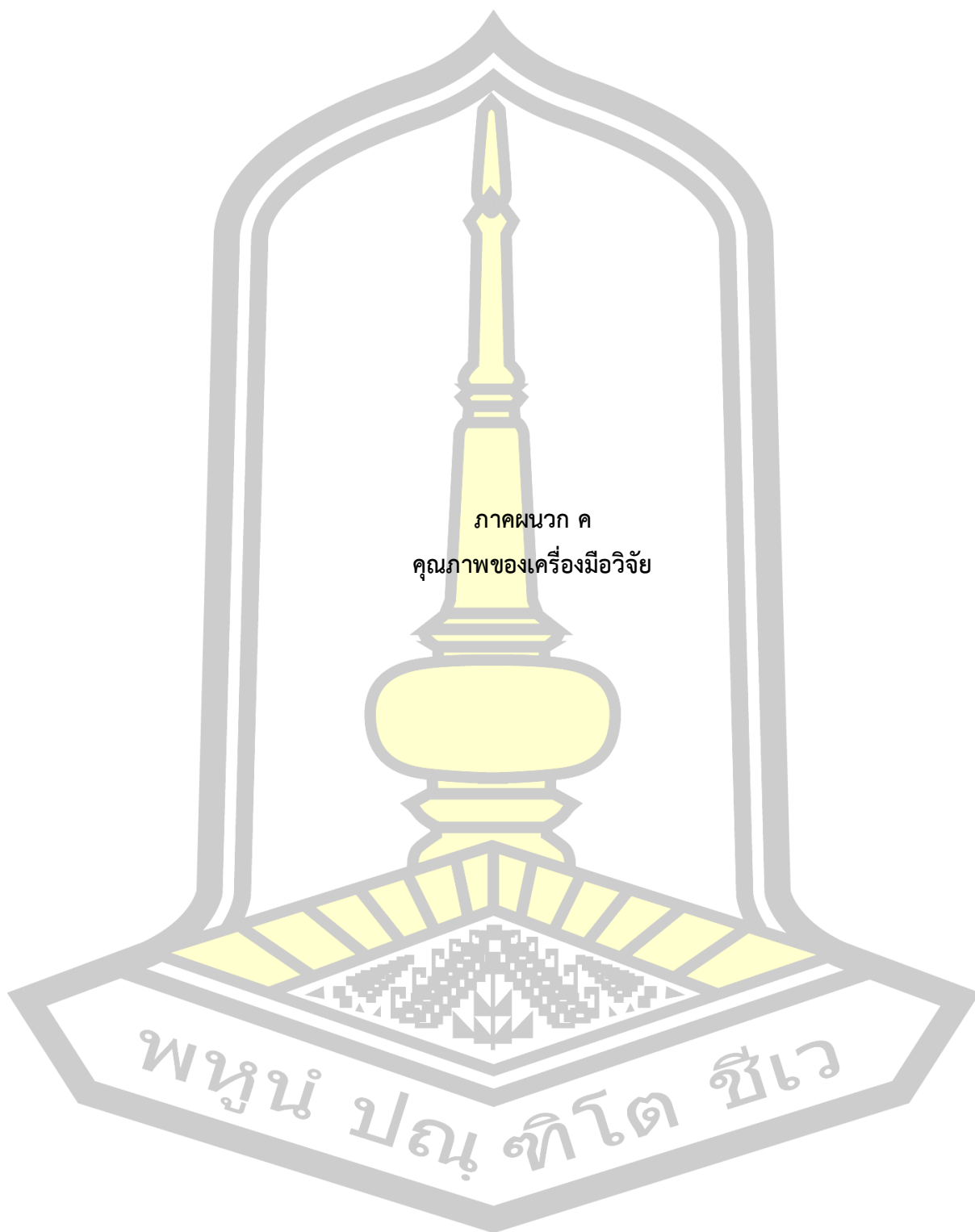
$$\begin{aligned} \text{ด้านกว้าง} &= 2(1) \\ &= 2 \text{ เซนติเมตร} \end{aligned}$$

อัตราส่วนของพื้นที่ที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปเดิมต่อพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใหม่

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รูป } \square \text{ รูปเดิม} &= 3 \times 4 \\ &= 12 \\ &= 12 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รูป } \square \text{ รูปใหม่} &= 3 \times 2 \\ &= 6 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{อัตราส่วนของพื้นที่ที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปเดิมต่อรูปใหม่} = \frac{12}{6} \text{ หรือ } \frac{2}{1}$$



ภาคผนวก ค
คุณภาพของเครื่องมือวิจัย

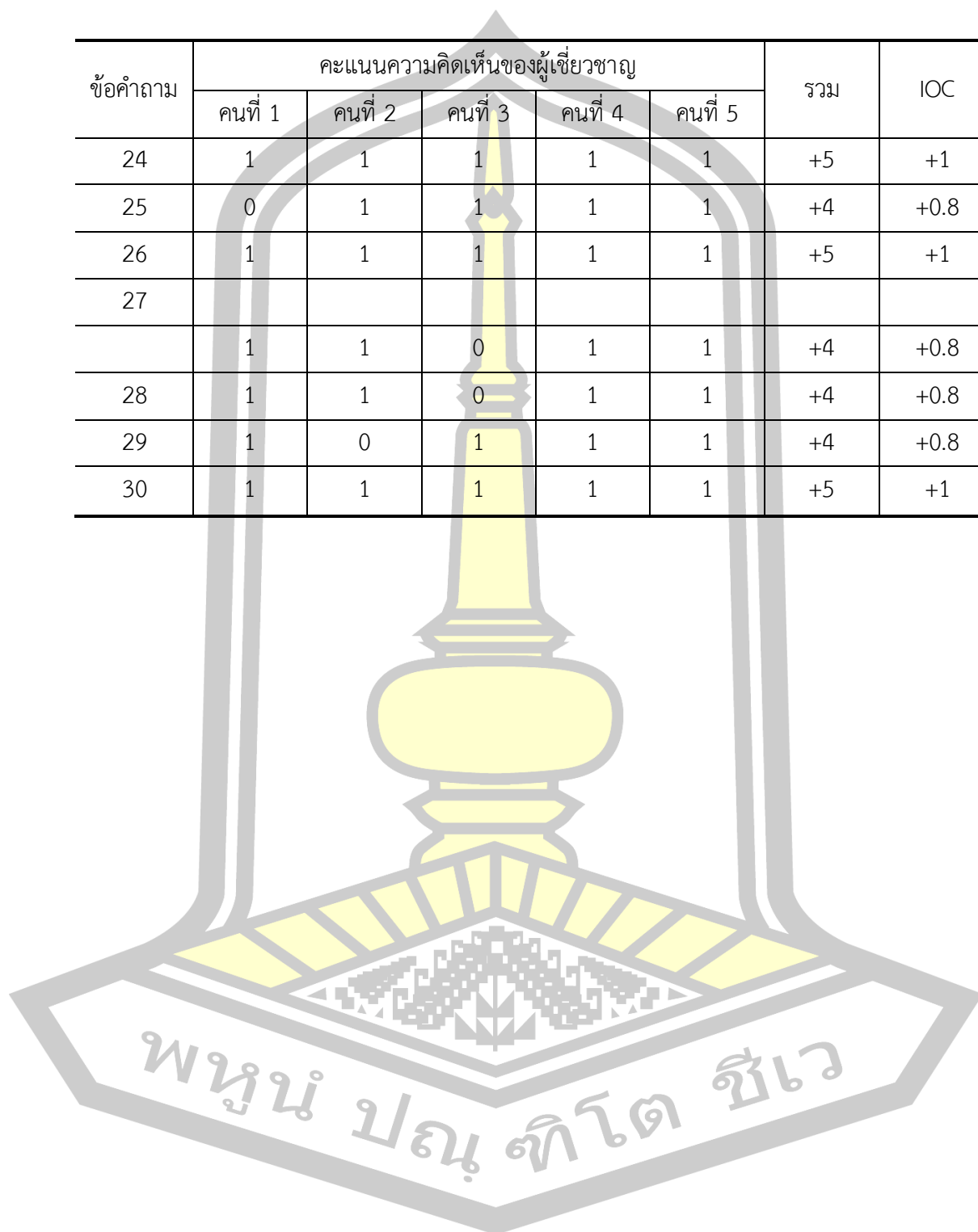
พหุมนั ปณุ ทิโต ชีเว

ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเกี่ยวกับการปฏิบัติและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อคำถาม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	+5	+1
2	1	1	0	1	1	+4	+0.8
3	1	1	0	1	1	+4	+0.8
4	1	1	1	1	1	+5	+1
5	1	0	0	1	1	+3	+0.6
6	1	0	1	1	1	+4	+0.8
7	0	1	1	1	1	+4	+0.8
8	1	1	1	1	1	+5	+1
9	1	1	1	1	1	+5	+1
10	1	0	0	1	1	+3	+0.6
11	1	1	1	1	1	+5	+1
12	1	1	0	1	1	+4	+0.8
13	1	1	1	0	1	+4	+0.8
14	0	1	1	1	1	+4	+0.8
15	1	1	1	1	1	+5	+1
16	1	1	1	1	1	+5	+1
17	1	1	1	0	1	+4	+0.8
18	1	1	1	1	1	+5	+1
19	1	1	1	1	1	+5	+1
20	1	1	0	1	1	+4	+0.8
21	1	1	0	1	1	+4	+0.8
22	1	1	1	1	1	+5	+1
23	1	1	1	1	1	+5	+1

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อคำถาม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
24	1	1	1	1	1	+5	+1
25	0	1	1	1	1	+4	+0.8
26	1	1	1	1	1	+5	+1
27							
	1	1	0	1	1	+4	+0.8
28	1	1	0	1	1	+4	+0.8
29	1	0	1	1	1	+4	+0.8
30	1	1	1	1	1	+5	+1



ตาราง 24 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
3	1	0	-1	0	1	1	0.2	ตัดออก
4	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
5	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
8	-1	1	1	1	1	1	0.6	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
10	-1	1	1	1	0	2	0.4	ตัดออก

ตาราง 25 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

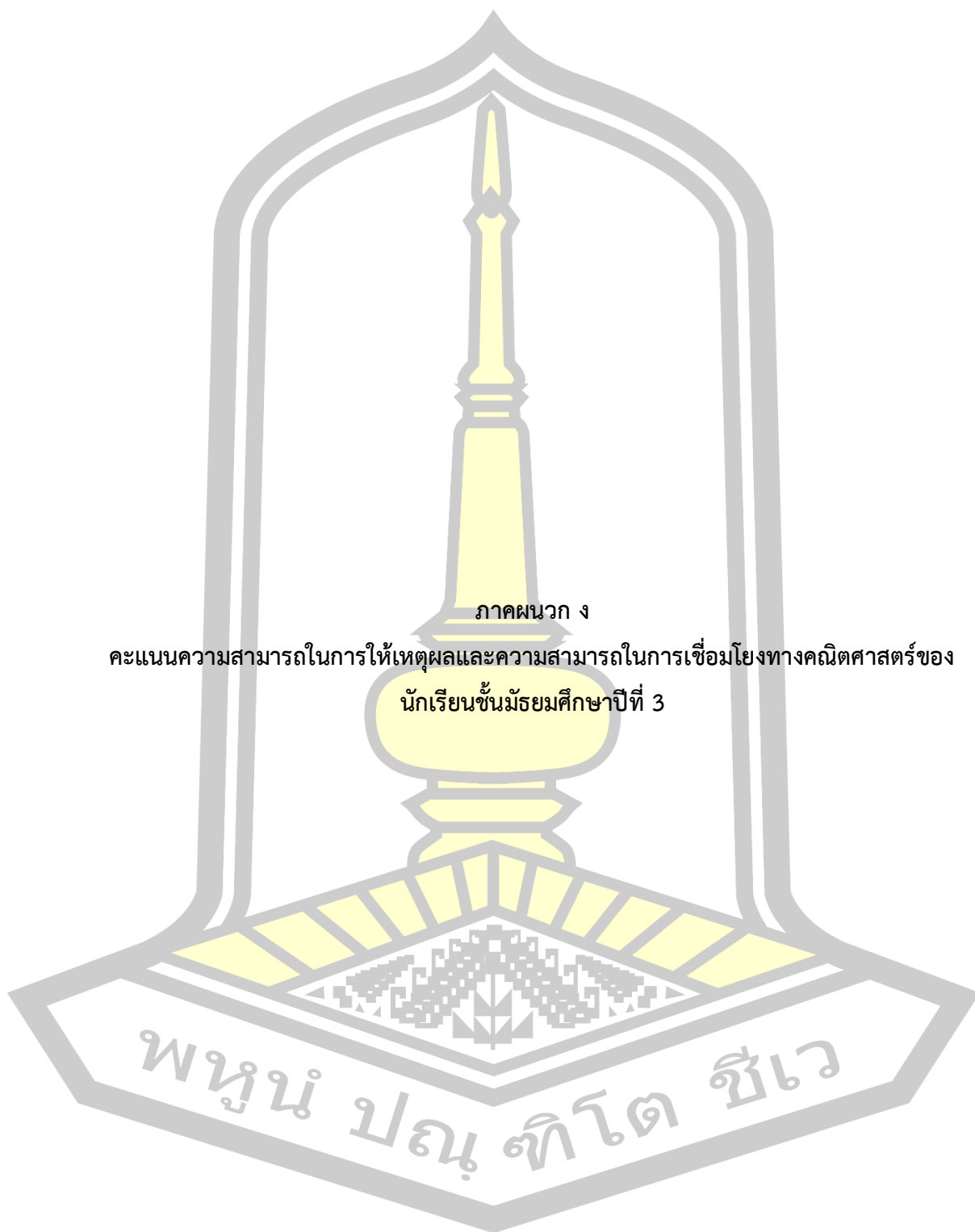
ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	-1	0	1	1	1	2	0.4	ตัดออก
4	0	-1	1	1	0	1	0.2	ตัดออก
5	1	1	0	0	0	2	0.4	ตัดออก
6	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
7	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
8	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้

ตาราง 26 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	สรุปผล
1	0.50	0.65	ใช้ได้
2	0.49	0.79	ใช้ได้
3	0.50	0.76	ใช้ได้
4	0.50	0.71	ใช้ได้
5	0.43	0.56	ใช้ได้
6	0.46	0.50	ใช้ได้
7	0.53	0.65	ใช้ได้
8	0.56	0.65	ใช้ได้

ตาราง 27 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	สรุปผล
1	0.47	0.71	ใช้ได้
2	0.53	0.76	ใช้ได้
3	0.44	0.53	ใช้ได้
4	0.49	0.68	ใช้ได้
5	0.54	0.68	ใช้ได้
6	0.49	0.74	ใช้ได้
7	0.49	0.79	ใช้ได้



ภาคผนวก ง

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

พหุณี ปณฺ ทิโต ชีเว

ตาราง 28 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน-หลังเรียน ของกลุ่มทดลองโรงเรียนขยายโอกาส

เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน (24 คะแนน)	หลังเรียน (24 คะแนน)		ก่อนเรียน (24 คะแนน)	หลังเรียน (24 คะแนน)
1	15	21	16	9	16
2	7	15	22	15	22
3	9	18	18	11	18
4	8	16	19	15	19
5	10	16	19	13	19
6	7	19	20	14	20
7	14	22	19	10	19
8	8	17	18	9	18
9	12	20	19	15	19
10	12	19	18	9	18
11	13	19	20	16	20
	\bar{x}			11.41	18.63
	SD.			2.94	1.87
	t			17.38*	
	p			0.00	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 29 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน-หลังเรียน ของกลุ่มทดลองโรงเรียนขยายโอกาส

เลขที่	คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์		เลขที่	คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน (21 คะแนน)	หลังเรียน (21 คะแนน)		ก่อนเรียน (21 คะแนน)	หลังเรียน (21 คะแนน)
1	12	19	12	8	14
2	4	15	13	10	19
3	5	14	14	9	17
4	5	13	15	11	18
5	5	14	16	10	17
6	7	16	17	11	17
7	12	18	18	8	16
8	6	13	19	8	16
9	10	18	20	10	15
10	10	16	21	4	13
11	9	16	22	12	19
	\bar{x}			8.45	16.05
	SD.			2.65	1.98
	t			27.51*	
	p			0.00	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 30 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน-หลังเรียน ของกลุ่มทดลองโรงเรียนมัธยมศึกษา

เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน (24 คะแนน)	หลังเรียน (24 คะแนน)		ก่อนเรียน (24คะแนน)	หลังเรียน (24คะแนน)
1	3	14	18	8	15
2	16	21	19	15	21
3	10	18	20	16	21
4	7	17	21	12	21
5	11	19	22	8	18
6	9	18	23	9	19
7	14	21	24	13	21
8	12	21	25	13	22
9	12	19	26	11	20
10	7	17	27	8	16
11	9	15	28	10	17
12	6	17	29	13	19
13	9	18	30	9	18
14	10	16	31	12	19
15	8	17	32	10	17
16	9	18	33	12	18
17	5	16	34	7	14
			35	8	19
	\bar{x}			10.03	18.20
	SD.			2.99	2.14
	t			27.51*	
	p			0.00	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 31 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน-หลังเรียน ของกลุ่มทดลองโรงเรียนมัธยมศึกษา

เลขที่	คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์		เลขที่	คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน (21 คะแนน)	หลังเรียน (21 คะแนน)		ก่อนเรียน (21คะแนน)	หลังเรียน (21คะแนน)
1	4	14	18	7	14
2	13	19	19	14	20
3	10	16	20	14	19
4	9	16	21	10	20
5	10	17	22	6	14
6	7	15	23	10	17
7	12	18	24	12	18
8	10	18	25	11	19
9	10	17	26	10	16
10	5	16	27	6	13
11	9	16	28	9	16
12	5	13	29	14	19
13	7	15	30	8	15
14	8	15	31	10	16
15	8	14	32	8	17
16	3	13	33	11	17
17	4	13	34	3	14
			35	7	16
	\bar{x}			8.69	16.14
	SD.			3.04	2.06
	t			27.62*	
	p			0.00	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

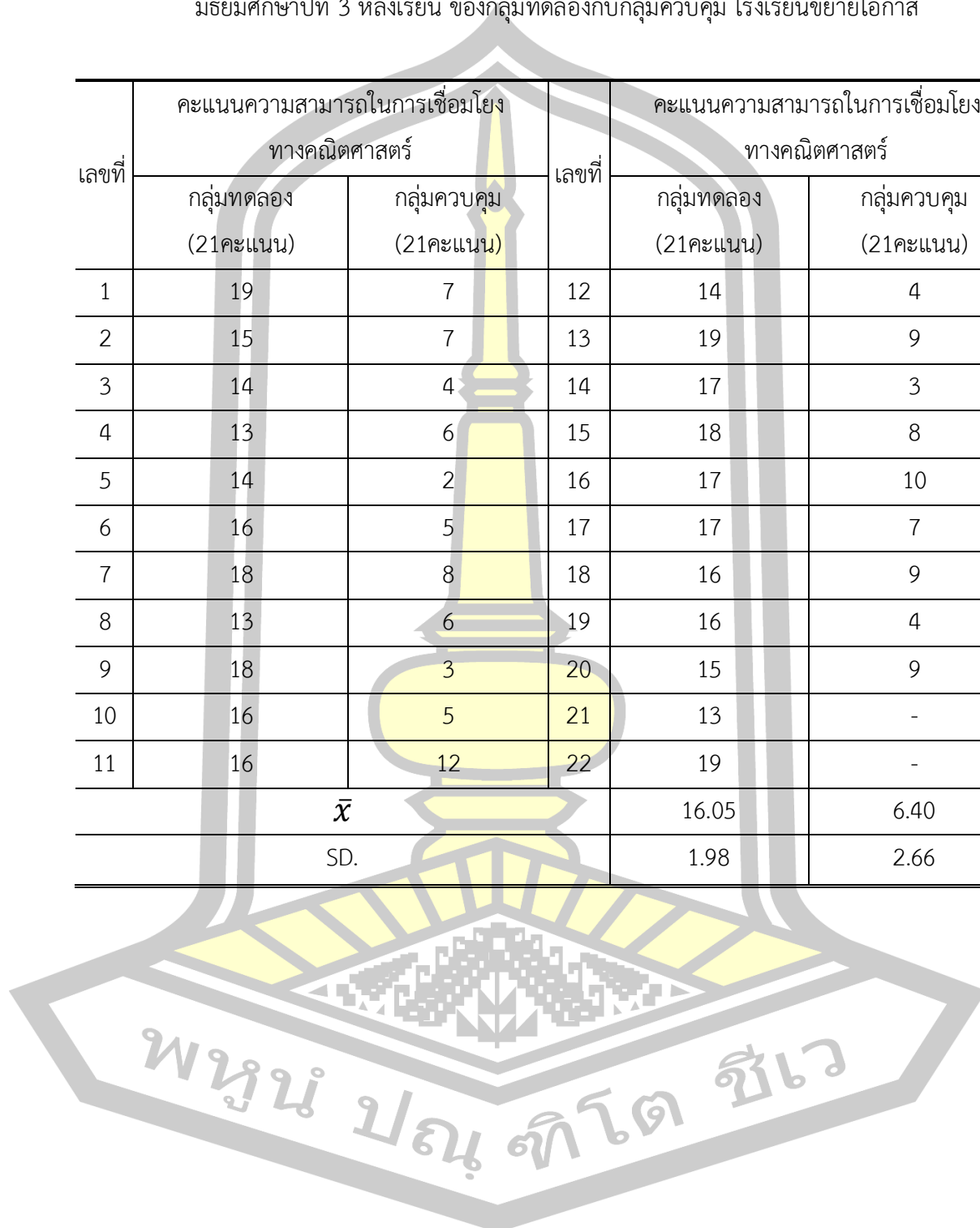
ตาราง 32 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โรงเรียนขยายโอกาส

เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์		เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์	
	กลุ่มทดลอง (24คะแนน)	กลุ่มควบคุม (24คะแนน)		กลุ่มทดลอง (24คะแนน)	กลุ่มควบคุม (24คะแนน)
1	21	8	12	16	8
2	15	8	13	22	12
3	18	5	14	18	6
4	16	6	15	19	10
5	16	4	16	19	11
6	19	7	17	20	14
7	22	10	18	19	12
8	17	6	19	18	6
9	20	6	20	19	13
10	19	7	21	18	-
11	19	15	22	20	-
\bar{x}				18.63	8.70
SD.				1.87	3.21



ตาราง 33 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โรงเรียนขยายโอกาส

เลขที่	คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์		เลขที่	คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์	
	กลุ่มทดลอง (21คะแนน)	กลุ่มควบคุม (21คะแนน)		กลุ่มทดลอง (21คะแนน)	กลุ่มควบคุม (21คะแนน)
1	19	7	12	14	4
2	15	7	13	19	9
3	14	4	14	17	3
4	13	6	15	18	8
5	14	2	16	17	10
6	16	5	17	17	7
7	18	8	18	16	9
8	13	6	19	16	4
9	18	3	20	15	9
10	16	5	21	13	-
11	16	12	22	19	-
	\bar{x}			16.05	6.40
	SD.			1.98	2.66

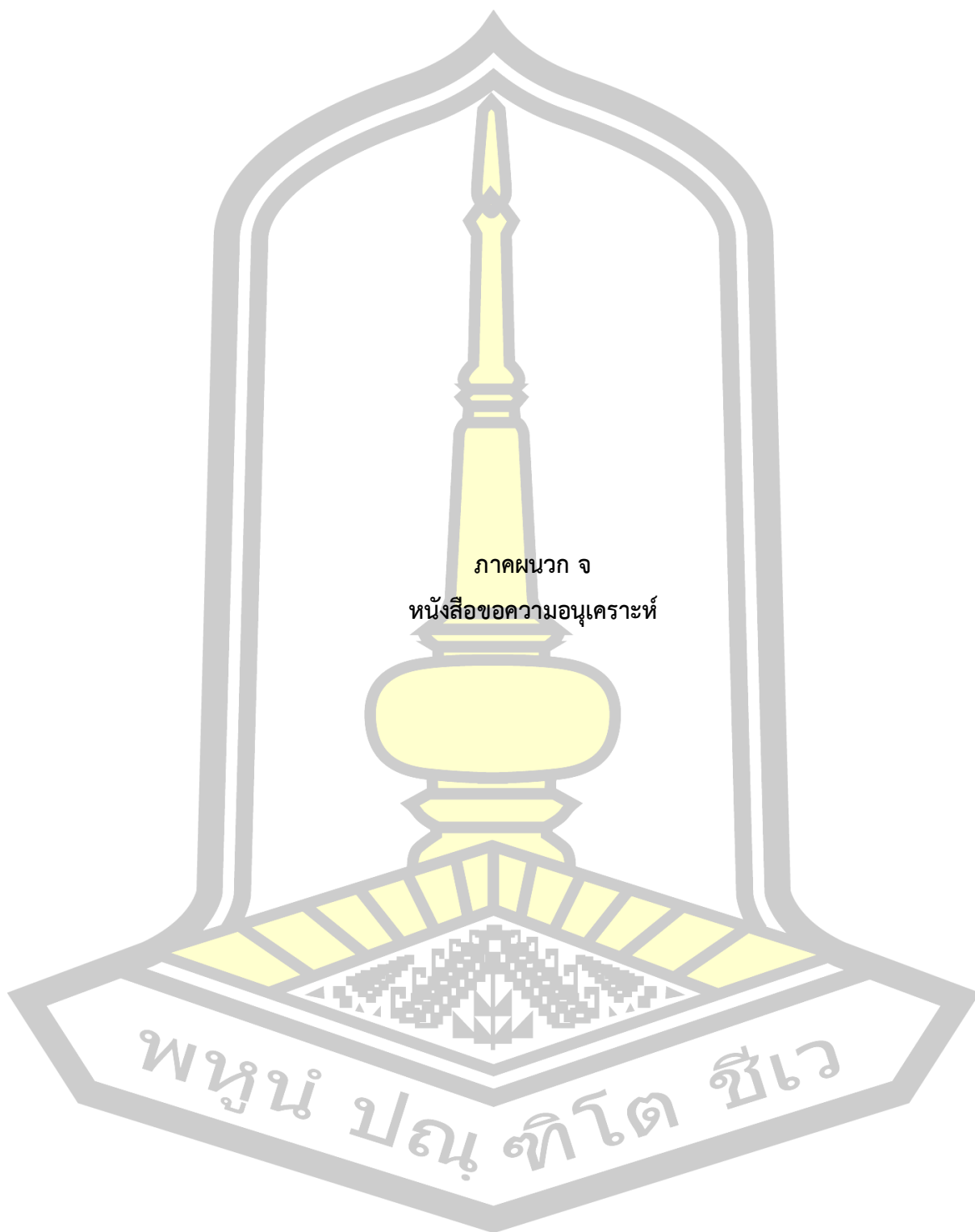


ตาราง 34 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โรงเรียนมัธยมศึกษา

เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์		เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์	
	กลุ่มทดลอง (24คะแนน)	กลุ่มควบคุม (24คะแนน)		กลุ่มทดลอง (24คะแนน)	กลุ่มควบคุม (24คะแนน)
1	14	9	18	15	12
2	21	15	19	21	12
3	18	11	20	21	10
4	17	11	21	21	12
5	19	12	22	18	13
6	18	10	23	19	9
7	21	11	24	21	10
8	21	12	25	22	12
9	19	15	26	20	11
10	17	11	27	16	7
11	15	11	28	17	14
12	17	10	29	19	12
13	18	11	30	18	9
14	16	12	31	19	8
15	17	11	32	17	10
16	18	12	33	18	12
17	16	9	44	14	9
			35	19	10
\bar{x}				18.20	11.00
SD.				2.14	1.77

ตาราง 35 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โรงเรียนมัธยมศึกษา

เลขที่	คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์		เลขที่	คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์	
	กลุ่มทดลอง (21คะแนน)	กลุ่มควบคุม (21คะแนน)		กลุ่มทดลอง (21คะแนน)	กลุ่มควบคุม (21คะแนน)
1	14	5	18	14	8
2	19	11	19	20	6
3	16	7	20	19	9
4	16	9	21	20	8
5	17	8	22	14	6
6	15	6	23	17	7
7	18	7	24	18	8
8	18	8	25	19	8
9	17	7	26	16	5
10	16	9	27	13	4
11	16	7	28	16	9
12	13	6	29	19	9
13	15	9	30	15	7
14	15	11	31	16	7
15	14	9	32	17	7
16	13	9	33	17	8
17	13	7	34	14	7
			35	16	6
	\bar{x}			16.14	7.54
	SD.			2.06	1.55



ภาคผนวก จ
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัน ปณ ทิโต ชีเว



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
 ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 533 21 กุมภาพันธ์ 2561
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนกะการ

ด้วย นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ประ.ด. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ จิตสุวรรณ์)
 รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 533

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 กุมภาพันธ์ 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุตประไพ บุษศิริ

ด้วย นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปร.ศ. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิวัฒน์ จุลสุวรรณ)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 533

คณะกรรมการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 กุมภาพันธ์ 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ฐิติวรตา พลเยี่ยม

ด้วย นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ป.ร.ศ. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีทองมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.นิราศ จันทระจิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 533

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 กุมภาพันธ์ 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ชรินทร์ เจริญไชย

ด้วย นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ป.ร.ศ. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ท่านได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) /ว 533

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 กุมภาพันธ์ 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.อรุณรุ่ง โยธสิงห์

ด้วย นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปร.ศ. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดการทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ์)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิติน 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว1096

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤษภาคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรียน รศ.ดร.อัญชลี สารรัตน์

ด้วย นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ศ.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
เบอร์โทรนิสิต 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว1096

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤษภาคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรียน รศ.ดร.สุพรรณณี อึ้งปัญญัตตวงศ์

ด้วย นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ศ.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สิทธิมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดการทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อผลิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ์)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
เบอร์โทรนิสิต 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว1096

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤษภาคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรียน ผศ.ดร.บุษยพงศ์ ทิพย์ชาติ

ด้วย นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ศ.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี

เพื่อให้การจัดการวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
เบอร์โทรนิติ 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว1096

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤษภาคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรียน ผศ.ว่าที่ รศ.ดร.อรรักษ์ ชูภรรยาเรือง

ด้วย นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ศ.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สีหยมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนิตินิจฉัยนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
เบอร์โทรนิติน 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว1096

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤษภาคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เขียน ผศ.ดร. อรุณี จันทร์ศิลา

ด้วย นางสาวภาณีชา ศรีจันทร์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ศ.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี

เพื่อให้การจัดการทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
เบอร์โทรนิติสด 0807456417



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว1096 วันที่ 23 พฤษภาคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถ
ในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรียน ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สหพาน

ด้วย นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนารูปแบบ
การจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ศ.)
หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สิทธิมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
และรศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ
และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ ศธ. 0530.5(2) / 658

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

15 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์
เรียน

ด้วย นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบ
การจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ศ.)
หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
และ รศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้
นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี เพื่อ นิสิตจะนำข้อมูล
ที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว1589

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

1 สิงหาคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพนบกหนองผือ

ด้วย นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตร (ปร.ด.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สิงหนงศล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี

เพื่อให้การจัดการวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์ ทำการทดลอง ใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมชา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0807456417



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว1589

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

1 สิงหาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกุศเรือก้าพิทยาศาสตร์

ด้วย นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ต.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผศ.ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.นิราศ จันทร์จิตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ไตร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวภาณีชา ศรีรัตน์ ทำการทดลอง ใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

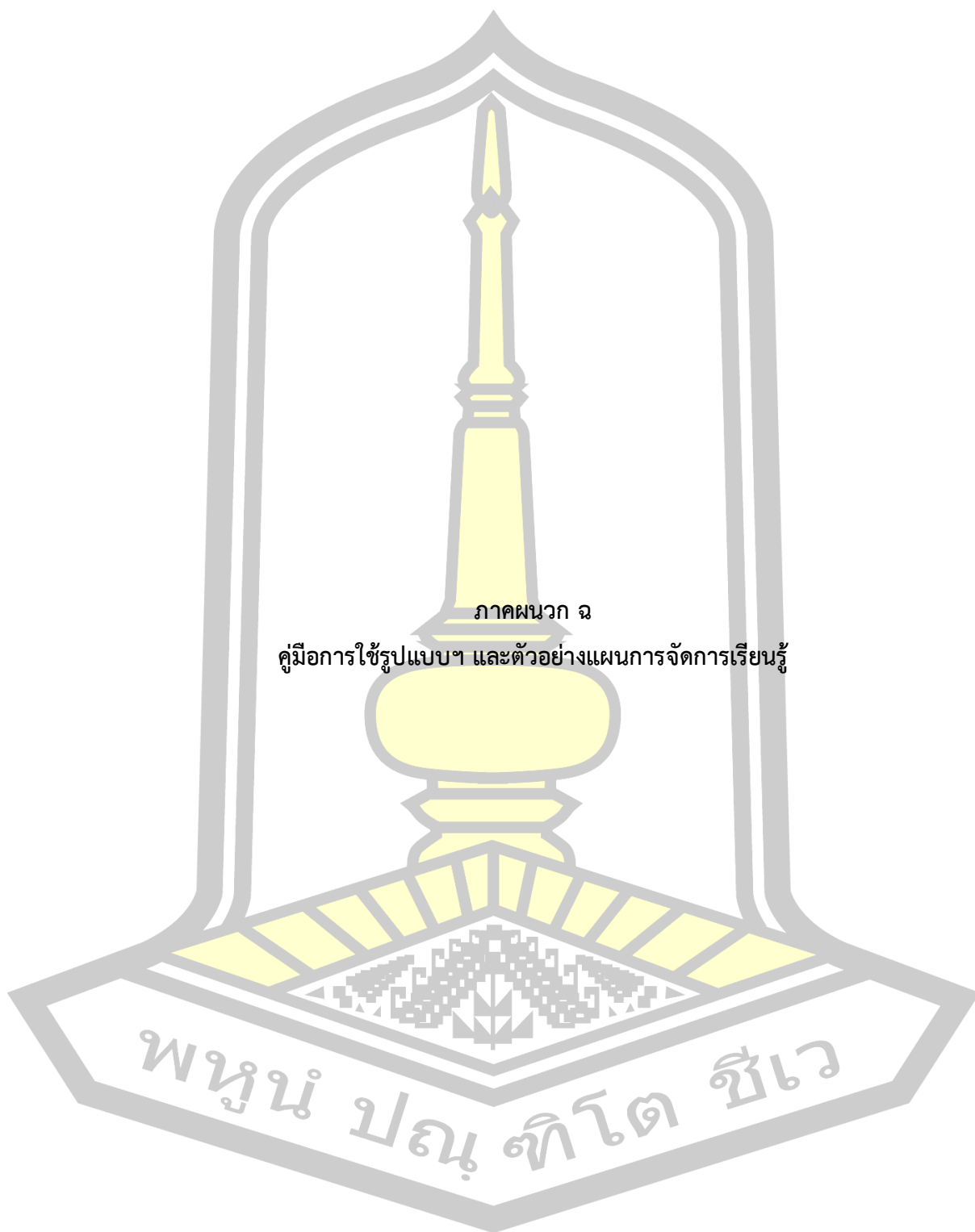
ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โอมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0807456417



ภาคผนวก ฉ

คู่มือการใช้รูปแบบฯ และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



พัฒนาโดย

นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์

นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พหุ ภู ทัต ชีวะ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พฤศจิกายน 2561

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ เป็นศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ทำงานอย่างเป็นระบบ มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1) คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาคนและการพัฒนาประเทศ ช่วยให้ผู้สามารถแก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังเป็นพื้นฐานในการพัฒนากระบวนการคิดเพื่อนำไปสู่ความเจริญในด้านต่างๆ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 143) ได้ระบุว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการคิดของมนุษย์ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ ช่วยในการวางแผน ตัดสินใจ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะต่างๆ แต่การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร การจัดการเรียนการสอนยังมีปัญหาหรือไม่ประสบความสำเร็จตามที่มุ่งหวัง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จากสภาพปัญหาดังกล่าว การที่วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานนั้น อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งอาจมาจากตัวครูผู้สอน ดังเช่นที่ เกวลิน ชัยณรงค์ (2555 : 1256-1270) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนเป็นการบรรยาย ครูยังมีปัญหาในเรื่องการจัดการเรียนรู้ไม่เป็นไปตามหลักสูตร ครูมีภาระงานมาก ทำให้ไม่มีเวลาเตรียมการสอน และโรงเรียนมีกิจกรรมมาก ทำให้มีเวลาเรียนไม่พอ และ ครูส่วนใหญ่ใช้การสอนแบบบรรยายเป็นเพราะเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม และบางคาบเรียนไม่สามารถเรียนเต็มชั่วโมงได้ เพราะโรงเรียนมีกิจกรรมอื่นมาแทรกเสมอ ทั้งนี้ วัชร กายูจน์กิริติ (2554 : 17) กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้เด็กไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ไม่เทียบเท่ากับชาติอื่นๆ เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนไม่เอื้อต่อการทำให้เด็กๆ ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อาทิ การเริ่มต้นยาก แบบฝึกหัดยาก มีการค้นคว้า

ทดลองน้อย ทำแบบฝึกหัดไม่เหมาะสม สื่อการเรียนการสอนมีน้อยการประเมินผลส่วนหนึ่งใช้การสอบข้อสอบปรนัยเป็นหลัก ปกติในชีวิตประจำวันเราจะพบเรื่องต่างๆ ความสามารถในการบูรณาการคือ ประสมประสาน เชื่อมโยงวิชาความรู้ ประสบการณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2557, 2558 และ 2559 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ร้อยละ 29.65, 32.40 และ 29.31 ตามลำดับ ซึ่งสาระที่โรงเรียนควรพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการประเมินผลการศึกษาของ PISA (Program me for International Student Assessment) โครงการ PISA 2003 มีการประเมินผลด้านคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า นักเรียนของไทยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศในกลุ่มประเทศองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (The Organization for Economic Co-operation and Development [OECD])(EDI. 2003) สำหรับผลการศึกษาของ PISA 2006 พบว่านักเรียนของไทยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์เท่ากับ 417 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศใน OECD ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในปี 2003 กับปี 2006 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมีความแตกต่างอย่างไม่น่าสำคัญทางสถิติ (OECD. 2007) จากผลการเปรียบเทียบและผลของคะแนนดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าคุณภาพด้านผู้เรียนไม่เปลี่ยนแปลง และยังคงต้องได้รับการปรับปรุงคุณภาพ นอกจากผลการประเมินผลการศึกษาของ PISA แล้วสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 4) เปิดเผยผลการวิจัยการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2554 ดำเนินการโดย IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement) โดยผลประเทศไทยได้เข้าร่วมประเมินในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในส่วนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้น มีประเทศที่เข้าร่วมประเมิน 45 ประเทศ โดยไทยมีผลคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 427 คะแนน ซึ่งมีค่ากลางของการประเมินอยู่ที่ 500 คะแนน จัดอยู่ในลำดับที่ 28 (สสวท. 2556 : 4) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยในปี 2007 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ลดลง โดยเมื่อปี 2007 คณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 441 เมื่อพิจารณาในภาพรวมประเทศไทยแล้วระดับคะแนนในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ถูกจัดกลุ่มให้อยู่ในระดับแย่มาก (poor) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 (2559 : 16) ได้สรุปผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยข้อสอบมาตรฐานกลาง ปีการศึกษา 2559 พบว่า ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.1-3/1-5 ได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 18 ผลการประเมินอยู่ในระดับต่ำ

จากผลการติดตามและประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำ

ปีการศึกษา 2558 คะแนนเฉลี่ย 59.86 ปีการศึกษา 2559 คะแนนเฉลี่ย 62.88 (โรงเรียนบ้านหนองแขวน้อย.2559 : 15) จะเห็นได้ว่าผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนทางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด โรงเรียนบ้านหนองแขวน้อย พบปัญหาและอุปสรรคทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ด้านการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนา อีกทั้งการจัดการเรียนรู้โดยการมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า หรือการทำแบบฝึกหัดที่เป็นการแสดงเหตุผลส่วนใหญ่ นักเรียนใช้วิธีการลอกขั้นตอนมาเรียงต่อกัน ขาดการเชื่อมโยงความรู้เรื่องต่างๆ และไม่สามารถให้เหตุผลในสิ่งที่ทำได้ รวมถึงสิ่งที่นำเสนอ นั้นไม่ได้เป็นสิ่งที่นักเรียนมีความเข้าใจอย่างแท้จริง สังกัดได้จากการซักถามผู้เรียนเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ พบว่าหลายครั้งผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักเรียนค้นคว้าวิธีการต่างๆ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตลอดจนมีการสะท้อนผลในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงานจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ครูจะต้องส่งเสริม ให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเดิม และนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ (พจนานามะกรุดินทร์. 2551) ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูควรเพิ่มกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ค้นหาข้อมูล สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551 : 170)

หนึ่งในทักษะที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และมีส่วนทำให้นักเรียนก้าวทันในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต (Baroody. อ้างถึงใน อัมพร ม้าคอง. 2559 : 48) คือ การให้เหตุผล เนื่องจากมนุษย์ต้องใช้เหตุผลทั้งกับคนอื่นและต้องการได้รับเหตุผลจากคนอื่นเช่นกัน การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551 : 45) ทั้งนี้การให้เหตุผลเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551 : 46) และเป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตของมนุษย์ทุกคน เป็นเรื่องใกล้

ตัวและสามารถนำไปแก้ปัญหาในการทำงานในชีวิตประจำวันได้ เป็นเครื่องมือของผู้เรียนในการทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมายและมีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนแก้ปัญหาในห้องเรียน ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กันและเป็นสิ่งจำเป็นต่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้นการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลจึงเน้นไปที่การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล (อัมพร ม้าคนอง. 2559 : 49) ในการฝึกทักษะการให้เหตุผลต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องจากบรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาร่วมกัน (Lappan and Schram. 1989 : 18–19) โดยครูต้องจัดบรรยากาศ ที่แสดงให้เห็นนักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง (Rowan and Morrow. 1993 : 16–18) อีกทั้งการเชื่อมโยงเป็นอีกทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อซึ่งจำเป็นต้องมีการบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน นอกจากนี้การใช้เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันแล้วยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้แก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 47) การเชื่อมโยงเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง. 2559 : 49)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น สืบค้นตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับความรู้นั้นอย่างมีความหมาย ซึ่งจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง การเรียนรู้หรือการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการนำประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นมาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม มาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง การหลอมรวมเชื่อมโยงปัจจัยเงื่อนไขที่เป็นไปได้รวมทั้งวิธีการคิดโต้แย้งด้วยข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปด้วยหลักเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แชนมณี (2558 : 94) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยจัดกระบวนการให้เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ ผู้เรียนสร้าง (Construct) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จึงเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นง่ายๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูล

เพียงเท่านั้น ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจจากการมีโอกาสได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ถือเป็นหน้าที่ของครูโดยตรง ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงระดับความสามารถและวุฒิภาวะของผู้เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องเริ่มจากง่ายไปยากจากรูปธรรมไปสู่กึ่งนามธรรมและนามธรรม ใช้สื่อต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ประกอบการศึกษาค้นคว้าอันได้มาซึ่งกฎเกณฑ์ต่างๆ (ศุภกิจ เถลิวิสุตม์กุล. 2553 : คำนำ) ตลอดจนต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหา ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และพัฒนาไปพร้อมๆ กัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีการสอนและวิธีการสอนในรูปแบบต่างๆ ที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งรูปแบบการสอนที่น่าสนใจรูปแบบหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

การคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา โดยมีการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Singapore Mayh. 2005 : 1 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552 : 383) และ Garnett (1991 : 102-103) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์ ว่าช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่างๆ ได้ พร้อมทั้งช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสดงโครงสร้างการแก้ปัญหาได้ ทำให้ผู้เรียนมีการคิดที่เป็นระบบมากขึ้น การคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีฐานมาจากแนวคิดของไซมอนและนีเวล (Simon & Newell. 1971 : 72-93) การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข การฝึกทักษะนี้เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างมาก โดยฝึกให้เริ่มต้นจากสิ่งง่ายไปสู่สิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น ทำให้สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ การจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์จะทำให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองและเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาและสามารถตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยพิจารณาจากผลสรุปที่ได้ไปยังสิ่งที่กำหนดให้ (Working backward)

การสะท้อนคิด เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเกิดจากการประเมินตนเองของผู้เรียนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพื่อแสดงผลการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำผลการประเมินที่ได้ของแต่ละบุคคล ไปประเมินพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการเรียนการสอนหรือการวัดและการประเมินผล การสะท้อนการจัดการเรียนรู้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

การใช้ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ (Open-Ended problem) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่ชัดเจน ผลลัพธ์จะถูกตัดสินโดยใช้เหตุผลและ

หลักฐานมาสนับสนุน ต้อง ตัดสินใจว่าข้อมูลหรือหลักฐานใดมีความสัมพันธ์สอดคล้องหรือไม่ สอดคล้องกับวิธีแก้ปัญหา (Kurfiss. 1998) ซึ่งการแก้ปัญหาปลายเปิดต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงในการหาคำตอบ และให้ความสำคัญกับกระบวนการของการแก้ปัญหามากกว่ามุ่งเน้นไปที่คำตอบเพียงอย่างเดียว นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดของตนเองอย่างอิสระ แต่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนและพิสูจน์แนวคิดและคำตอบของตนเอง (Sheffield, 2013) โดยปัญหาที่จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นควรมีวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย นำเสนอได้หลายแบบ มีหลายคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด (Henningsen & Stein. 1997) การใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจและต้องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยทำการวิจัยผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนและกระตุ้นคว้าวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

2. ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน

1. ทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist Theory)

ใช้ทฤษฎีของวิกอสกีซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ โดยเชื่อว่า 1) ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การเรียนรู้สิ่งใหม่กับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ 4) การจัดสิ่งแวดล้อมกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยได้นำแนวคิดเหล่านี้ไปใช้ในเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ชั้นเชิงและวิเคราะห์ปัญหา ชั้นประมวลความคิดค้นหา คำตอบ ซึ่งในขั้นตอนเหล่านี้ นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา สะท้อนความคิดที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้วจากประสบการณ์หรือความรู้เดิม เชื่อมโยงกับความรู้ในเนื้อหาใหม่ รวมทั้งนักเรียนเชื่อมโยงประเด็นปัญหาไปสู่ประเด็นที่ต้องการศึกษาโดยการค้นหาข้อมูล การไตร่ตรอง วางแผนกับสิ่งที่รู้ได้นำเสนอ

2. การคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic)

โดยใช้แนวคิดของ Krulick & Rudnick (1987 : 3) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงกับการใช้เหตุผลสนับสนุน เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์จริง เพราะจะเป็นประสบการณ์ที่จะช่วยอธิบายวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจชัดเจนในความคิดทาง

คณิตศาสตร์มากขึ้น กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การเลือกใช้วิธีค้นหาคำตอบตามลำดับชั้น จะเรียกว่าเป็นแบบแผนของ ฮิวริสติกส์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้สติปัญญาทางการคิดและทักษะย่อยทางกายสำหรับปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาให้บรรลุผล โดยใช้ในชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ

3. แนวคิดของการสะท้อนคิด (Reflection)

โดยใช้แนวคิดของการสะท้อนคิด (Reflection) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนรู้จุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และนำไปสู่การพัฒนาตนเอง โดยมีเป้าหมายที่จะเข้าใจและควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ดีขึ้น Bailey, Curtis and Nunan (2001 : 22-33) โดยได้นำแนวคิดเหล่านี้ไปใช้ในเป็นพื้นฐานในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นอภิปราย สรุปผล หมายถึง นักเรียนได้ร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนในประเด็นการสร้างความภาคภูมิใจของคำตอบด้วยแบบแผนการให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาและการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาบทเรียนทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ปรากฏในชีวิตจริงด้วยความเข้าใจแล้วตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน การเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนตระหนักรู้ตนเอง วิเคราะห์ความรู้สึกและความรู้ที่มีต่อสถานการณ์ และพัฒนามุมมองหรือความคิดใหม่ และการเรียนรู้เกิดจากการส่งเสริมให้นักเรียนใช้คำถามเพื่อสะท้อนคิดทั้งระหว่างการปฏิบัติงาน และหลังการปฏิบัติงาน (Johns. 2009 : 34)

4. แนวคิดปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์

โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการใช้ปัญหาแบบเปิดร่วมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามผลการเรียนของนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว และสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียน ช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกันเรียนร่วมกันได้อย่างลงตัว กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถสูง ชอบค้นหาคำตอบด้วยตนเองและสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่สามารถอยู่กับการแก้ปัญหาได้นานขึ้นเนื่องจากปัญหาที่ได้สิ้นสุดเพียงคำตอบเดียว จึงทำทนายให้นักเรียนค้นหาต่อไป ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถใช้เวลากับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าได้มากขึ้นโดยไม่ทำให้นักเรียนที่เก่งเกิดความเบื่อหน่าย (Foong, n.d.2000:136)

3. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยหลักการ ดังนี้ การเรียนรู้ ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง การเชื่อมโยงกับการใช้เหตุผลสนับสนุน เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์จริง การประเมินตนเองอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนรู้จุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และนำไปสู่การพัฒนาตนเองให้เกิด

การเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาอย่างถ่องแท้ นอกจากนี้การใช้ปัญหาแบบเปิดทางคณิตศาสตร์ช่วยในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียน ช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่นักเรียน มีความสามารถแตกต่างกันเรียนร่วมกันได้อย่างลงตัว

4. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) สามารถแสวงหาความรู้จากข้อมูลต่างๆ เพื่ออธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการให้เหตุผล 2) สามารถให้เหตุผลโดยการอุปนัย หรือนิรนัย 3) สามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล

2. เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยมีพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ 2) สามารถวิเคราะห์ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3) สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่สร้างความสนใจให้กับนักเรียน ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นผ่านกิจกรรมสั้นๆ จัดให้ผู้เรียนรู้สถานการณ์ปัญหาในบทเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เดิมที่สัมพันธ์กับบทเรียนหรือเนื้อหาใหม่

บทบาทนักเรียน : นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา สะท้อนความคิดที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว เชื่อมโยงกับความรู้ในเนื้อหาใหม่

บทบาทครู : ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ใช้การซักถาม การสนทนาแลกเปลี่ยน โดยการเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา พยายามทำให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างแนวความคิดที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้วกับสิ่งที่จะเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาข้อมูล โดยคำนึงถึงเหตุและผล การไตร่ตรอง วางแผน เพื่อหาแนวทางที่หลากหลายในการค้นหาข้อสรุป เลือกแนวทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสู่การเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บทบาทนักเรียน : นักเรียนเชื่อมโยงประเด็นปัญหาไปสู่ประเด็นที่ต้องการศึกษาโดยการค้นหาข้อมูลกับสิ่งที่ครูได้นำเสนอ

บทบาทครู : ครูกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิด ค้นหาข้อมูล โดยคำนึงถึงเหตุและผล เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ หมายถึง ขั้นกิจกรรมที่นักเรียนค้นหาคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนองค์ความรู้ที่ได้จากการประมวลความคิดค้นหาคำตอบ โดยการลงมือกระทำ นำเอาองค์ความรู้ วิธีการ หรือแนวทางที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปปรับใช้เพื่อได้มาซึ่งคำตอบ

บทบาทนักเรียน : นักเรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง ตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยการทำงานเป็นกลุ่ม การค้นหาคำตอบ/การออกแบบ เพื่อหาคำตอบของปัญหา

บทบาทครู : ครูเป็นผู้ชี้แนะในการทำกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปราย สรุปผล หมายถึง ขั้นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในบทเรียน โดยการนำเสนอ อภิปราย สรุปผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ เพื่ออธิบายหรือแสดงว่าสามารถให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

บทบาทนักเรียน : นักเรียนได้ทำงานโดยใช้กิจกรรมอภิปราย สรุปผล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในบทเรียน ใช้หลักการมีเหตุผลและการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับข้อสงสัย

บทบาทครู : การเปิดโอกาสและส่งเสริมให้นักเรียนรวบรวมความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ การทำงานร่วมกันเป็นทีม และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้นำมาสรุปเป็นหลักการทั่วไป ความคิดรวบยอด และองค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง

6. ระบบสังคม

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดหลักการของการปฏิสัมพันธ์ ไว้ดังนี้

บทบาทผู้เรียน : ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ฝึกการคิด หาเหตุผลโดยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และค้นหาข้อมูล เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ เรียนรู้การทำงานร่วมกัน

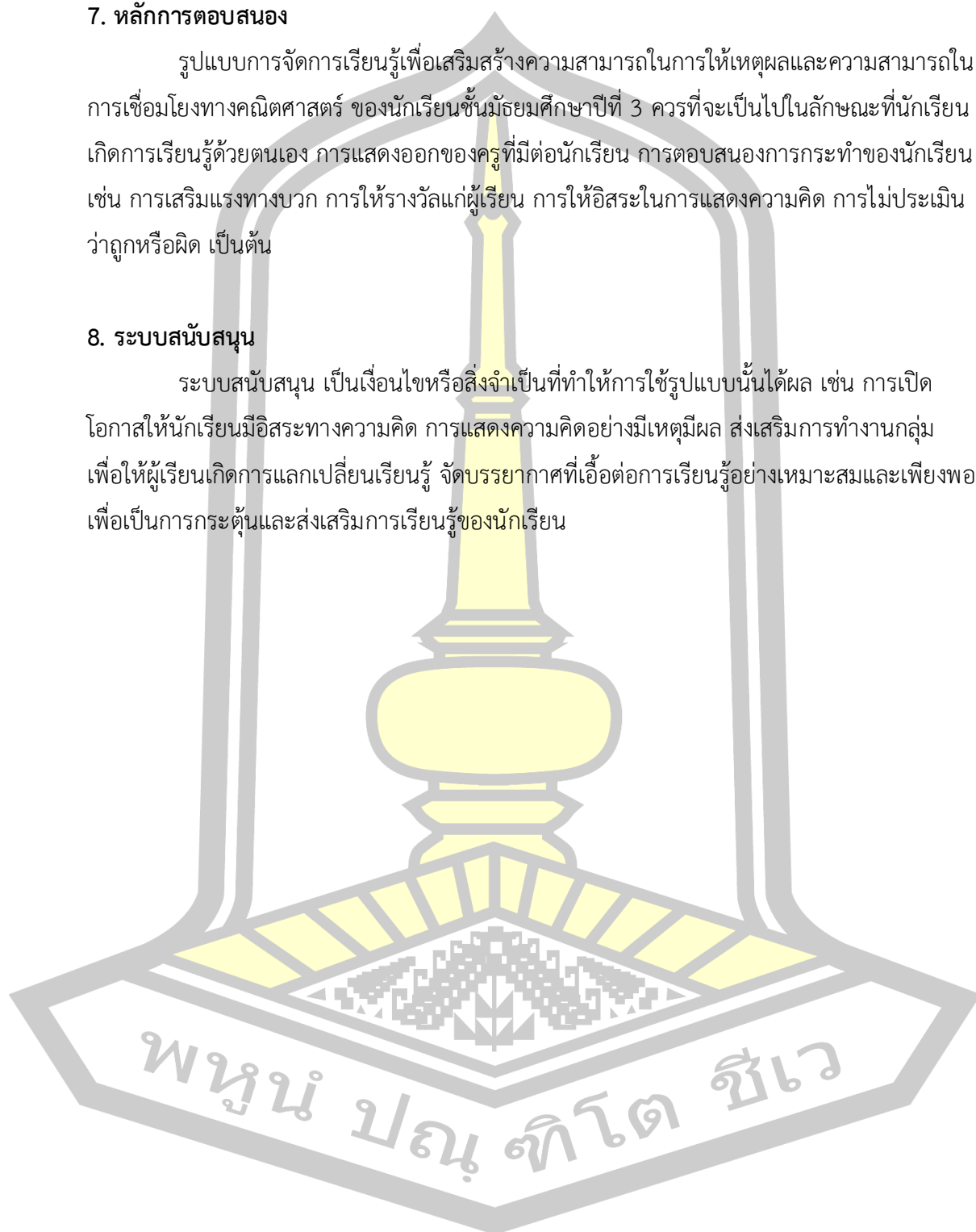
บทบาทครู : ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและคอยชี้แนะในการทำกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ครูพยายามทำให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างแนวความคิดที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้วกับสิ่งที่จะเรียน กระตุ้นผู้เรียนในการสร้างแนวความคิดใหม่ กล้าคิด กล้าแสดงออก โดยการตั้งคำถาม และการใช้เหตุผล

7. หลักการตอบสนอง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรที่จะเป็นไปในลักษณะที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง การแสดงออกของครูที่มีต่อนักเรียน การตอบสนองการกระทำของนักเรียน เช่น การเสริมแรงทางบวก การให้รางวัลแก่ผู้เรียน การให้อิสระในการแสดงความคิด การไม่ประเมินว่าถูกหรือผิด เป็นต้น

8. ระบบสนับสนุน

ระบบสนับสนุน เป็นเงื่อนไขหรือสิ่งจำเป็นที่ทำให้การใช้รูปแบบนั้นได้ผล เช่น การเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระทางความคิด การแสดงความคิดอย่างมีเหตุมีผล ส่งเสริมการทำงานกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมและเพียงพอ เพื่อเป็นการกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน



ตาราง 36 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

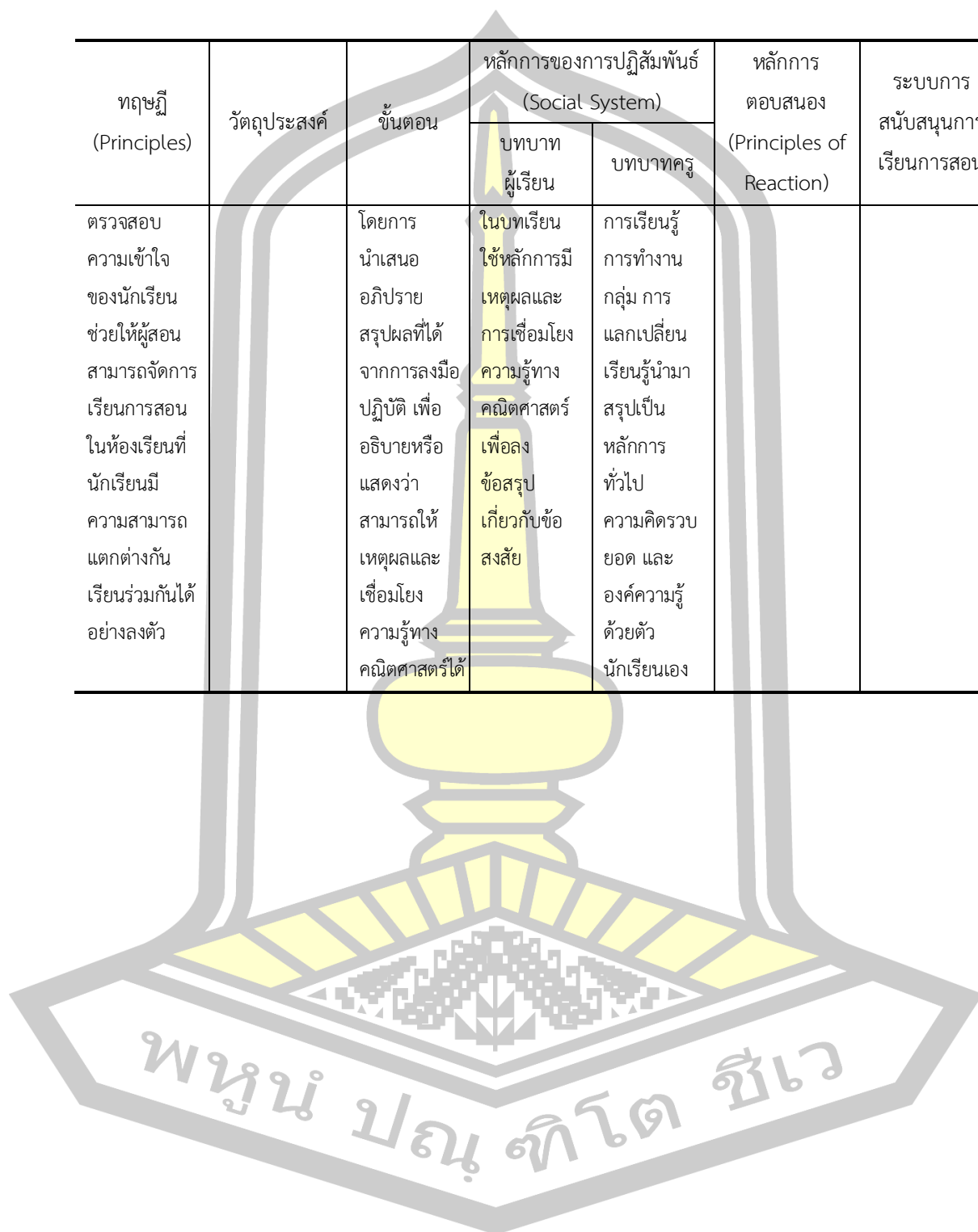
ทฤษฎี (Principles)	วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	หลักการของการปฏิสัมพันธ์ (Social System)		หลักการ ตอบสนอง (Principles of Reaction)	ระบบการ สนับสนุนการ เรียนการสอน
			บทบาท ผู้เรียน	บทบาทครู		
1. ทฤษฎีการสร้าง ความรู้ (Constructivism) วิกิออสก็ เชื่อว่า ผู้เรียนสร้าง ความรู้ด้วยตนเอง การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่ คล้ายคลึงกับชีวิต จริงทำให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย	เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถ ในการให้ เหตุผลและ ความสามารถ ในการเชื่อมโยง ทาง คณิตศาสตร์	ขั้นที่ 1 ขั้น เผชิญและ วิเคราะห์ ปัญหา กระตุ้น ความสนใจ นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น จัด สถานการณ์ ปัญหา ทบทวนความรู้ พื้นฐานที่มี อยู่ เดิมที่สัมพันธ์ กับบทเรียน หรือเนื้อหา ใหม่	นักเรียน วิเคราะห์ ปัญหา สะท้อน ความคิดที่ นักเรียนมีอยู่ ก่อนแล้ว เชื่อมโยงกับ ความรู้ใน เนื้อหาใหม่	ครูกระตุ้น ความสนใจ นักเรียน สร้าง แรงจูงใจใน การเรียนรู้ ใช้ การซักถาม การสนทนา แลกเปลี่ยน โดยการเผชิญ และวิเคราะห์ ปัญหา พยายามทำให้ เกิดความ เชื่อมโยง ระหว่าง แนวความคิดที่ นักเรียนมีอยู่ ก่อนแล้วกับสิ่ง ที่จะเรียนรู้	นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ด้วย ตนเอง กล้า แสดง ความคิดเห็นเชิง เหตุผลและ เชื่อมโยงความรู้ ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งส่งเสริม ด้านวิชาการและ สังคมแก่ นักเรียน มีการ เสริมแรง ทางบวกอย่าง ต่อเนื่องเพื่อ ความคงทนใน การเรียนรู้	นักเรียนจะได้ฝึก การให้เหตุผล และการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ โดย การเผชิญและ วิเคราะห์ปัญหา อาศัย กระบวนการเก็บ รวบรวมข้อมูล การแสดง ความคิดอย่างมี เหตุมีผล ส่งเสริมการ ทำงานกลุ่ม
2. แนวคิดแบบฮิว ริสติกส์(Heuristic) แนวคิดของ Novak and Gowin(1984)การ เชื่อมโยงกับการใช้ เหตุผลสนับสนุน เป็นทักษะพื้นฐาน สำคัญที่ทำให้ ผู้เรียนสามารถ		ขั้นที่ 2 ขั้น ประมวล ความคิด ค้นหาคำตอบ ขั้นกิจกรรมที่ นักเรียน ค้นหาข้อมูล โดยคำนึงถึง เหตุและผล การไตร่ตรอง	นักเรียน เชื่อมโยง ประเด็น ปัญหาไปสู่ ประเด็นที่ ต้องการ ศึกษาโดย การค้นหา ข้อมูลกับสิ่งที่ ครูได้นำเสนอ	ครูกระตุ้น นักเรียนให้ เกิด กระบวนการ คิด ค้นหา ข้อมูล โดย คำนึงถึงเหตุ และผล เชื่อมโยง ความรู้ทาง	- นักเรียนเรียนรู้ ด้วยตนเอง เรียนรู้ โดยการปฏิบัติ - การให้อิสระใน การแสดง ความคิดเห็น - ใช้การ เสริมแรง ในการเรียน	จัดบรรยากาศที่ เอื้อต่อการ เรียนรู้ เหมาะสมและ เพียงพอเพื่อเป็น การกระตุ้นและ ส่งเสริมการ เรียนรู้ของ นักเรียน ฝึกวิถี

ตาราง 36 (ต่อ)

ทฤษฎี (Principles)	วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	หลักการของการปฏิสัมพันธ์ (Social System)		หลักการ ตอบสนอง (Principles of Reaction)	ระบบการ สนับสนุนการ เรียนการสอน
			บทบาท ผู้เรียน	บทบาทครู		
เพื่อโยกความรู้สู่ สถานการณ์จริง ช่วยอธิบายวิธีการ แก้ปัญหาให้ ชัดเจน มากขึ้น		วางแผน เพื่อ หาแนวทางที่ หลากหลาย ในการค้นหา ข้อสรุป		คณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ การค้นหา คำตอบที่ ถูกต้อง		ประชาธิปไตย และพัฒนาสื่อ
แนวคิดของการ สะท้อนคิด แนวคิดของ Bailey, Curtis and Nunan (2001) การ ประเมินตนเอง อย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนรู้จุด ที่ตนเองต้อง ปรับปรุงแก้ไข และนำไปสู่การ พัฒนาตนเองให้ เกิดการเรียนรู้ใน แต่ละเนื้อหา อย่าง ถ่องแท้		ขั้นที่ 3 ขั้น เรียนรู้จากการ ปฏิบัตินักเรียน ค้นหาคำตอบ ทบทวนองค์ ความรู้ที่ได้จาก การประมวล ความคิดค้นหา คำตอบ โดย การลงมือ กระทำ นำเอา องค์ความรู้ วิธีการ หรือ แนวทางที่ได้ จากการ วิเคราะห์ ไป ปรับใช้เพื่อ ได้มาซึ่งคำตอบ	นักเรียนลงมือ กระทำด้วย ตนเอง ตัดสินใจเลือก วิธีที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหา โดย การทำงานเป็น กลุ่ม การ ค้นหาคำตอบ/ การออกแบบ เพื่อหาคำตอบ ของปัญหา	ครูเป็นผู้ ชี้แนะในการ ทำกิจกรรม สังเกต พฤติกรรม การเรียนรู้		
แนวคิดปัญหา แบบเปิดทาง คณิตศาสตร์ แนวคิดของ (Foong,n.d., 2000:136) สามารถ		ขั้นที่ 4 ขั้น อภิปราย สรุปผล เป็น ขั้นตรวจสอบ ความรู้ ความ เข้าใจ ใน บทเรียน	นักเรียนได้ ทำงานโดยใช้ กิจกรรม อภิปราย สรุปผล เพื่อ ตรวจสอบ ความเข้าใจ	เปิดโอกาสและ ส่งเสริมให้ นักเรียน รวบรวมความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเนื้อหา สาระที่ได้จาก		

ตาราง 36 (ต่อ)

ทฤษฎี (Principles)	วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	หลักการของการปฏิสัมพันธ์ (Social System)		หลักการ ตอบสนอง (Principles of Reaction)	ระบบการ สนับสนุนการ เรียนการสอน
			บทบาท ผู้เรียน	บทบาทครู		
ตรวจสอบ ความเข้าใจ ของนักเรียน ช่วยให้ผู้สอน สามารถจัดการ เรียนการสอน ในห้องเรียนที่ นักเรียนมี ความสามารถ แตกต่างกัน เรียนร่วมกันได้ อย่างลงตัว		โดยการ นำเสนอ อภิปราย สรุปผลที่ได้ จากการลงมือ ปฏิบัติ เพื่อ อธิบายหรือ แสดงว่า สามารถให้ เหตุผลและ เชื่อมโยง ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ได้	ในบทเรียน ใช้หลักการมี เหตุผลและ การเชื่อมโยง ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ เพื่อลง ข้อสรุป เกี่ยวกับข้อ สงสัย	การเรียนรู้ การทำงาน กลุ่ม การ แลกเปลี่ยน เรียนรู้นำมา สรุปเป็น หลักการ ทั่วไป ความคิดรวบ ยอด และ องค์ความรู้ ด้วยตัว นักเรียนเอง		



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รหัสวิชา ค 23101

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

เวลาเรียน 17 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผู้สอน นางสาวภาณิชา ศรี

รัตน์

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

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

มาตรฐาน ค 6.1 ม. 3/1 อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

มาตรฐาน ค 6.1 ม.3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.1 ม.3/3 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ

2. สาระการเรียนรู้

1. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึม การเรียกชื่อ ปริซึม เรียกตามลักษณะของฐาน เช่น ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเรียก ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นต้น

2. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้วจะได้น้ำตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ เรียกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นว่า ทรงกระบอก

3. สาระสำคัญ

1. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึม

2. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้น้ำตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ เรียกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นว่า ทรงกระบอก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึมและทรงกระบอกได้
2. การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย การนำเสนอและการเชื่อมโยงหลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น
3. ทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

5. ภาระงาน หรือชิ้นงาน

ใบกิจกรรมที่ 1

ใบกิจกรรมที่ 2

6. กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ

6.1 ขั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา

6.1.1 ครูและนักเรียนสนทนา ทักทายกัน จากนั้นครูนำปริซึมที่มีหน้าตัดหัวท้ายเป็นรูปหลายเหลี่ยมต่างๆ และทรงกระบอก (ครูอาจประดิษฐ์เองหรือใช้กล่องสำเร็จรูป เช่น กล่องยาสีฟัน กล่องนม แกนกระดาษทิชชู กล่องใส่ปากกา ฯลฯ) มาแสดงให้นักเรียนดู

6.1.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาถือปริซึมที่มีหน้าตัดหัวท้ายเป็นรูปหลายเหลี่ยมต่างๆ และทรงกระบอกคนละกล่องตามจำนวนที่ครูเตรียมมา จากนั้นให้นักเรียนหมุนกล่อง (ปริซึมและทรงกระบอก) ให้เพื่อนๆ ดูทีละด้านจนครบทุกด้าน รวมทั้งหน้าตัดหัวท้าย

6.1.3 นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์และสังเกตลักษณะของรูปหลายเหลี่ยมที่ได้เห็น

6.2 ขั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ

6.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยละความสามารถ

6.2.2 ให้ตัวแทนกลุ่มออกมาหยิบสลาก ซึ่งภายในสลากเป็นคำสั่งให้วาดรูปปริซึมหรือทรงกระบอก แต่ละกลุ่มร่วมกันหาข้อมูล ออกแบบว่ากลุ่มของตนจะนำเสนอรูปปริซึมหรือทรงกระบอก ในลักษณะใด

6.3 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ

นักเรียนช่วยกันวาดรูป ตามที่กลุ่มตนเองได้รับมอบหมาย เสร็จแล้วให้ภายในกลุ่มอธิบายลักษณะของปริซึมและทรงกระบอกที่กำหนดให้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ และทำใบกิจกรรมที่ 1-2

6.4 ขั้นอภิปราย สรุปผล

ตัวแทนกลุ่ม ออกมานำเสนอตามที่กลุ่มตนเองได้รับมอบหมาย ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันพิจารณา สังเกต วิเคราะห์ และอภิปรายสรุป เพื่ออธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึมแต่ละแบบว่ามี

ความเหมือนอย่างไร และแตกต่างอย่างไร ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปได้ว่า ปริซึมมีด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทุกด้าน ความแตกต่างคือหน้าตัดหัวท้ายเป็นรูปหลายเหลี่ยมต่างๆ เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม เป็นต้น เรียกกล่องที่มีลักษณะเหล่านี้ว่า “ปริซึม” นั่นคือ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า **ปริซึม** การเรียกชื่อปริซึม เรียกตามลักษณะของฐาน เช่น ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียก ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นต้น และทรงกระบอกกล่าวคือมีหน้าตัดทั้งสองเป็นรูปวงกลม ซึ่งเมื่อคลี่รูปออกจะมีด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ไม่มีความแตกต่าง เราเรียกว่า “ทรงกระบอก” นั่นคือ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้วจะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ เรียกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นว่า **ทรงกระบอก**

7. การวัดและการประเมิน

รายการประเมิน	วิธีการวัดและประเมิน/ หลักฐานการเรียนรู้ (ภาระงาน/ชิ้นงาน)	เครื่องมือวัดผลและ ประเมินผล	เกณฑ์การวัดและ ประเมินผล
ด้านความรู้ : K	การทำใบกิจกรรมที่ 1- 2	ใบกิจกรรมที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 2	นักเรียนทุกคนทำ ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะ/ กระบวนการ : P	สังเกตพฤติกรรม ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม	พฤติกรรมกรปฏิบัติ กิจกรรมกลุ่ม	นักเรียนทุกคนผ่าน เกณฑ์การประเมินใน ระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ : A	สังเกตพฤติกรรม ทางการเรียนการสอน	แบบสังเกตพฤติกรรม ทางการเรียนการสอน	นักเรียนทุกคนผ่าน เกณฑ์การประเมินใน ระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำใบกิจกรรม ใบงาน หรือแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม ใช้เกณฑ์ดังนี้

80 % ขึ้นไป	หมายถึง	ดีมาก
70-79 %	หมายถึง	ดี
60-69 %	หมายถึง	ปานกลาง
50-59 %	หมายถึง	ผ่าน
ต่ำกว่า 50 %	หมายถึง	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนการสอน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ความสามารถใน การให้เหตุผล	ความสามารถใน การเชื่อมโยง	ความตั้งใจเรียน	ความรับผิดชอบ	การให้ความร่วมมือ	รวม
		4	4	4	4	4	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

เกณฑ์การให้คะแนน

- พฤติกรรมที่ปฏิบัติเป็นประจำ ให้ 4 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติบ่อยครั้ง ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

กลุ่มที่ (ชื่อกลุ่ม)

สมาชิกในกลุ่ม 1. 2.

3. 4.

5. 6.

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน			
	4	3	2	1
1. การมีส่วนร่วมในการวางแผน				
2. การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่				
3. การให้ความร่วมมือในการทำงาน				
4. การแสดงความคิดเห็น				
5. การยอมรับความคิดเห็น				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติเป็นประจำ ให้ 4 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบ่อยครั้ง ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียน คณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 1

8.2 ปริซึมหน้าตัดหัวท้ายเป็นรูปเหลี่ยมต่างๆ และทรงกระบอก (กล่องยาสิฟัน กล่องนม

กล่องใส่ปากกา แกนกระดาษทิชชู ฯลฯ)

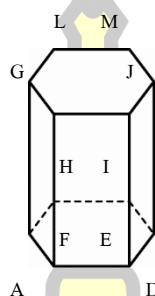
8.3 ใบกิจกรรมที่ 1-2

8.4 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

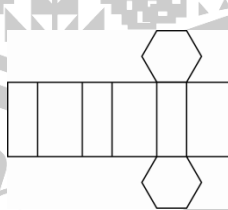
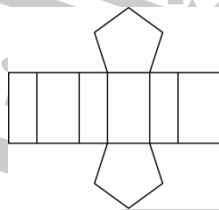
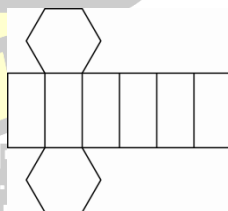
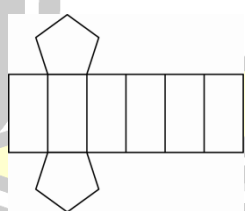
ใบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ดังนี้

1. พิจารณาปริซึมหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

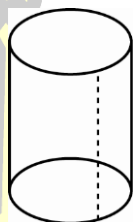


- 1.1 ปริซึมนี้มีทั้งหมดกี่หน้า
 - 1.2 รูปเหลี่ยมที่เป็นฐานของปริซึมมีกี่รูป เป็นรูปอะไร
 - 1.3 รูปเหลี่ยมที่เป็นด้านข้างของปริซึมมีกี่รูป เป็นรูปอะไร
 - 1.4 รูปเหลี่ยมที่เป็นด้านข้างทุกรูปเท่ากันทุกประการหรือไม่
2. รูปใดต่อไปนี้เป็นรูปคลี่ของปริซึมหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า



ใบกิจกรรมที่ 2

นำวัสดุที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกฐานเปิดทำด้วยกระดาษ มาปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้



1. ใช้เชือกวัดความสูงของทรงกระบอกและความยาวของเส้นรอบวงที่ฐาน
.....
2. ตัดทรงกระบอกตามแนวส่วนสูงแล้วคลี่ออก ให้วาดรูปคลี่นั้น
.....
3. วัดความกว้างและความยาวของรูปคลี่นั้น
.....
4. เปรียบเทียบความสูงและความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมที่หาได้จากข้อ 1 กับความกว้างและความยาวที่หาได้จากข้อ 3 พร้อมทั้งระบุว่าความยาวของส่วนใดบ้างที่เท่ากัน
.....

พูนุ ปณ ทิโต ชีเว

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ดังนี้

1. พิจารณาปริซึมหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

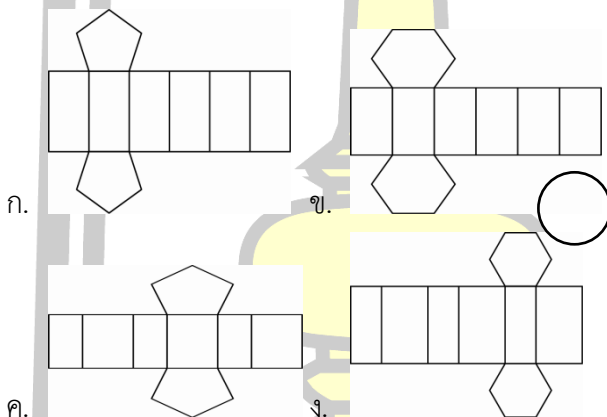
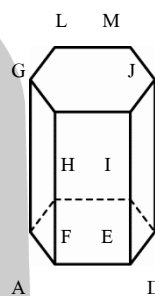
1.1 ปริซึมนี้อาจมีทั้งหมดกี่หน้า 8 หน้า

1.2 รูปเหลี่ยมที่เป็นฐานของปริซึมนี้อาจมีกี่รูป เป็นรูปอะไร
..... 2 รูป เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าทั้งสองรูป

1.3 รูปเหลี่ยมที่เป็นด้านข้างของปริซึมนี้อาจมีกี่รูป เป็นรูปอะไร
..... 6 รูป เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

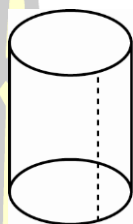
1.4 รูปเหลี่ยมที่เป็นด้านข้างทุกรูปเท่ากันทุกประการหรือไม่ เท่ากันทุกประการ

1.5 รูปใดต่อไปนี้เป็นรูปคลี่ของปริซึมหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

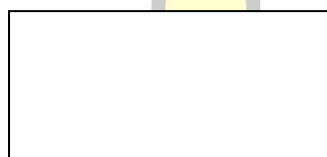


เฉลยใบกิจกรรมที่ 2

นำวัสดุที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกฐานเปิดทำด้วยกระดาษ มาปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้



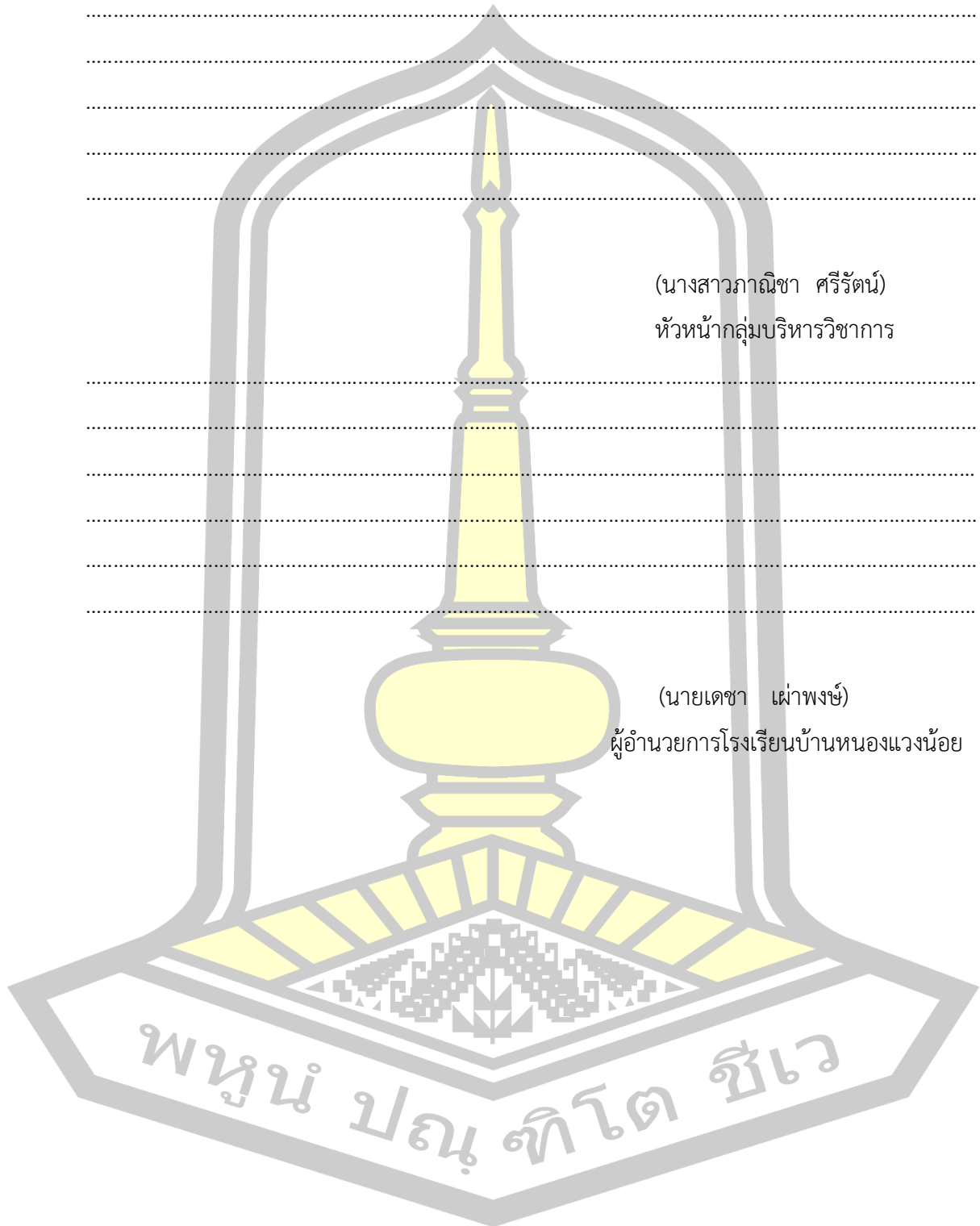
1. ใช้เชือกวัดความสูงของทรงกระบอกและความยาวของเส้นรอบวงที่ฐาน
..ทรงกระบอกสูง 21 เซนติเมตร และความยาวของเส้นรอบวงที่ฐานยาว 30 เซนติเมตร
2. ตัดทรงกระบอกตามแนวส่วนสูงแล้วคลี่ออก ให้วาดรูปคลี่นั้น



3. วัดความกว้างและความยาวของรูปคลี่นั้น
กว้าง 21 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร
4. เปรียบเทียบความสูงและความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมที่หาได้จากข้อ 1 กับความกว้างและความยาวที่หาได้จากข้อ 3 พร้อมทั้งระบุว่าความยาวของส่วนใดบ้างที่เท่ากัน
จากข้อ 1 และ 3 ความกว้างและความยาวเท่ากัน จากรูปทรงกระบอกเมื่อตัดออกมาแล้วจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

พูนุ ปณุ ทิโต ชีเว

ผลการนิเทศและข้อเสนอแนะ

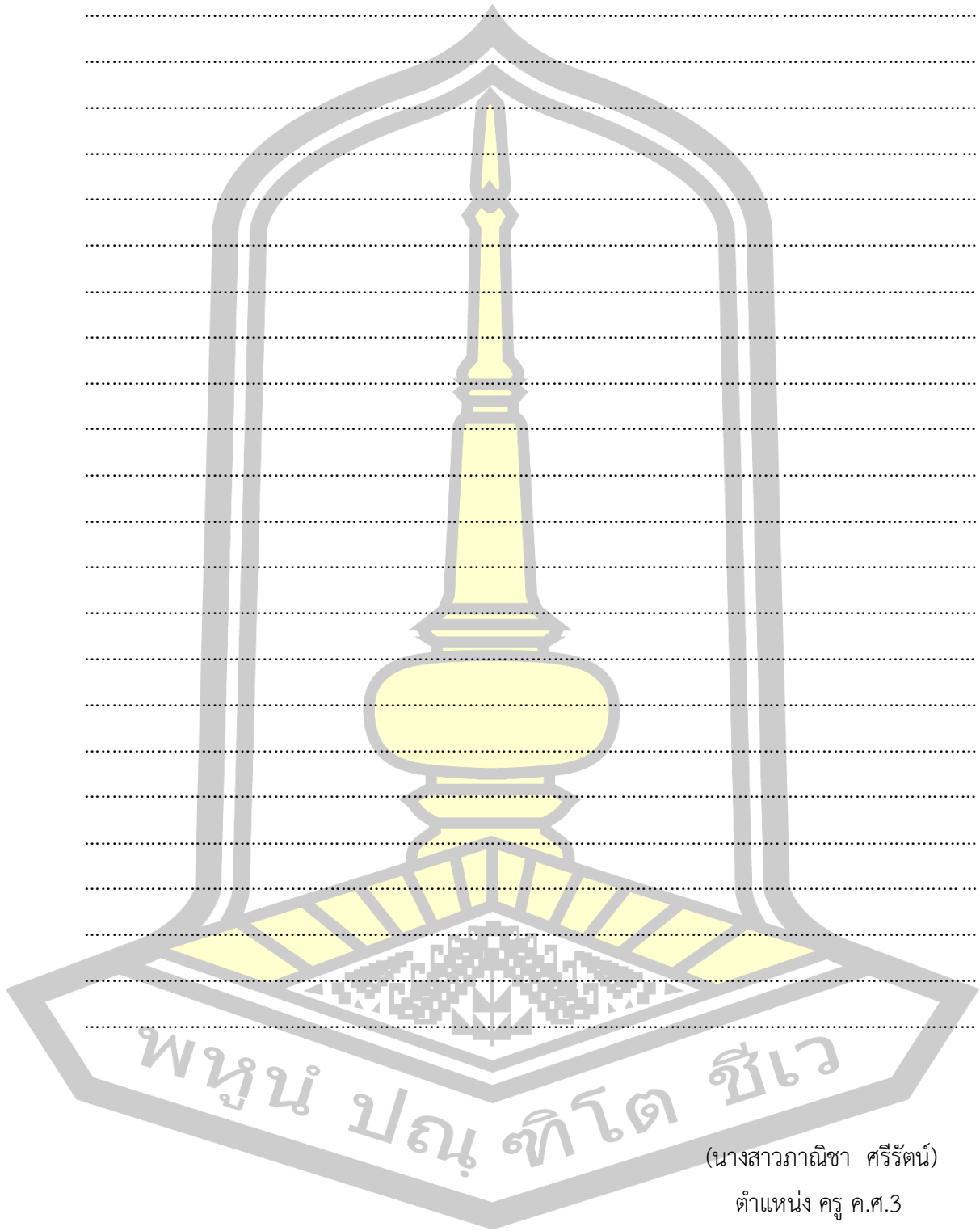


(นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์)
หัวหน้ากลุ่มบริหารวิชาการ

(นายเดชา เผ่าพงษ์)
ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย

พหุ ประจักษ์ วิทย์ ชีวะ

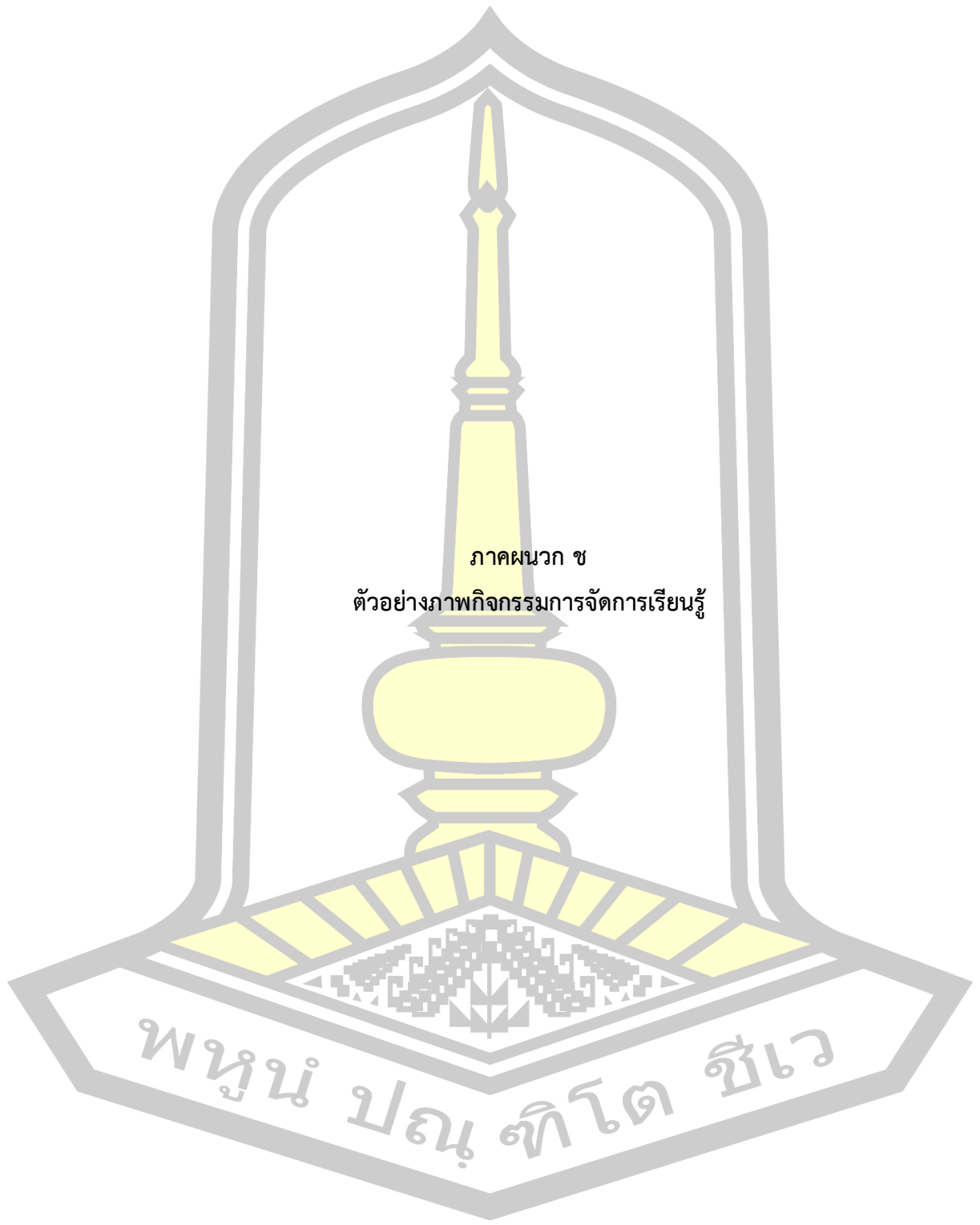
บันทึกผลหลังการเรียนรู้



(นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์)

ตำแหน่ง ครู ค.ศ.3

โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

พหุ ประจักษ์ วิทยา

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้



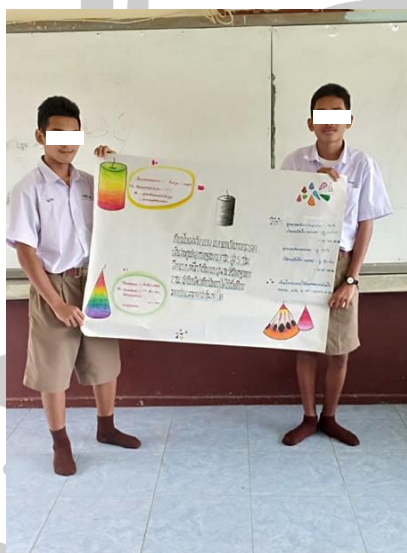
ขั้นเผชิญและวิเคราะห์ปัญหา



ขั้นประมวลความคิดค้นหาคำตอบ



ชั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ



ชั้นอภิปราย สรุปผล

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวภาณิชา ศรีรัตน์
วันเกิด	วันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 63 หมู่ที่ 3 บ้านสันติสุข ตำบลกุดเรือคำ อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47120
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านหนองแวงน้อย ตำบลบ้านเหล่า อำเภอเจริญศิลป์ จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47290
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร อำเภอมือง จังหวัดมุกดาหาร พ.ศ. 2549 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร พ.ศ. 2550 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2562 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนัน ปณฺ ทิโต ชีเว