



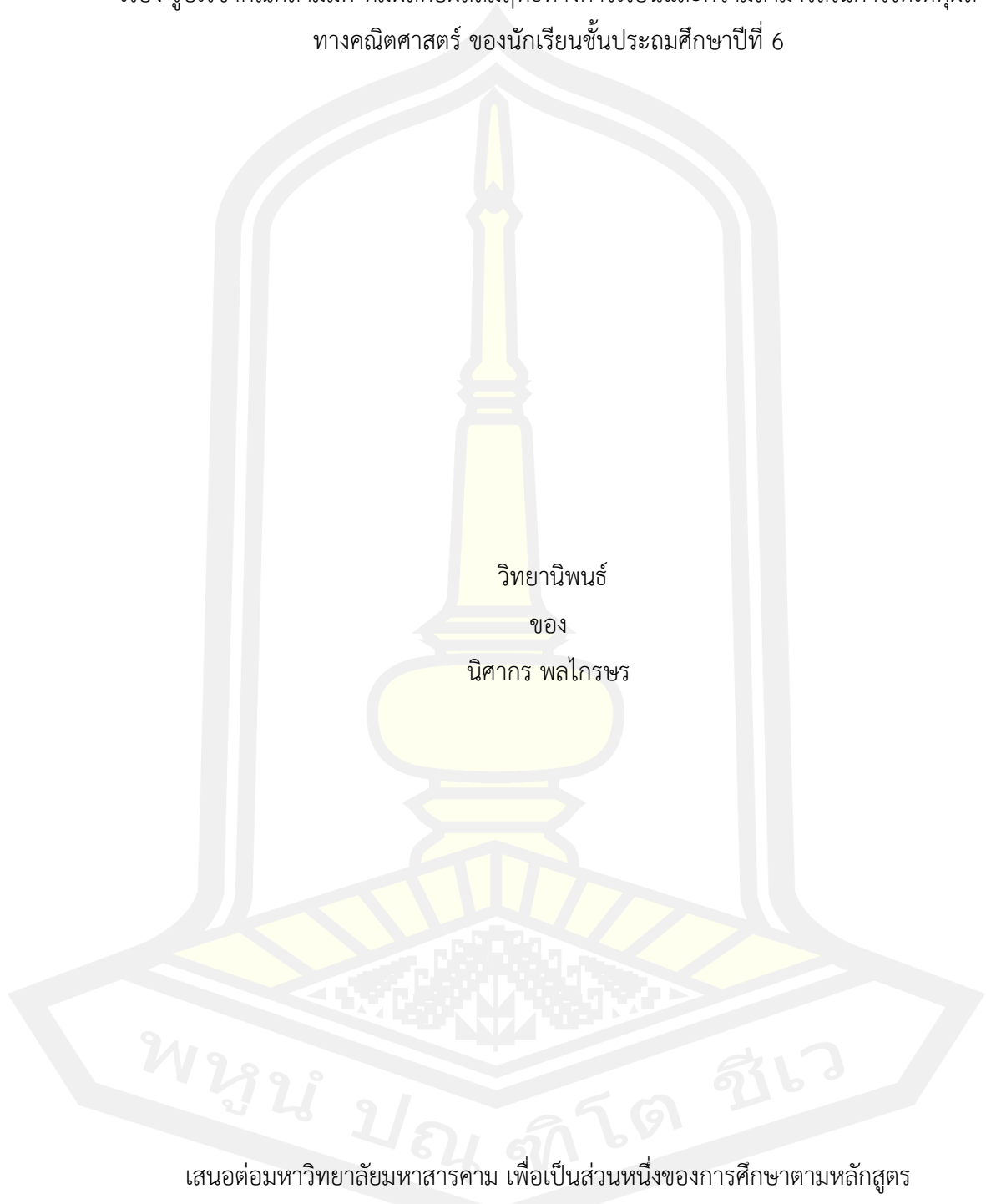
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิทยานิพนธ์
ของ
นิศากร พลไกรสร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
สิงหาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



วิทยานิพนธ์
ของ
นิตากร พลไกรสร

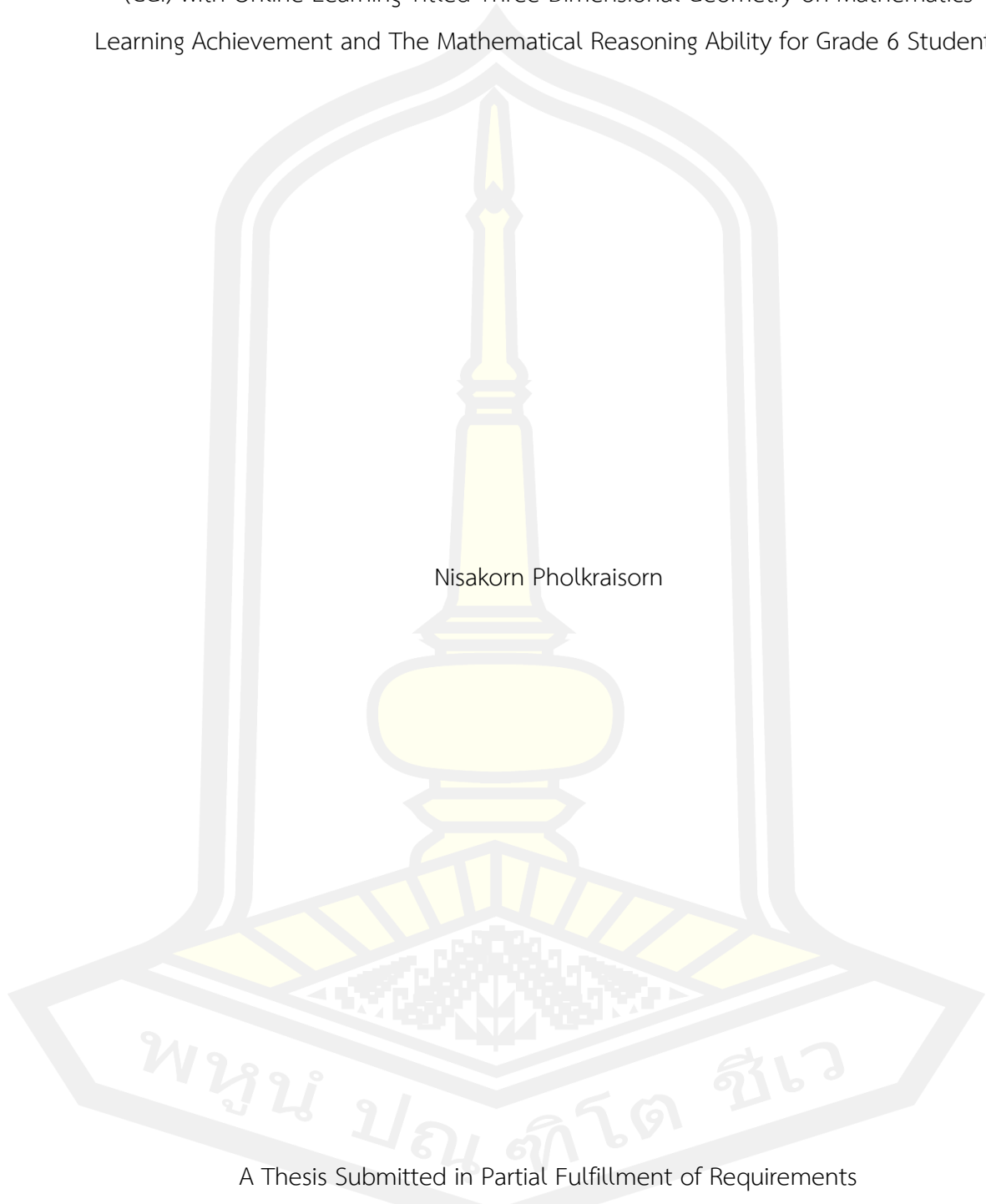
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

สิงหาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Instructional Activities Based on Cognitive Guided Instruction
(CGI) with Online Learning Titled Three Dimensional Geometry on Mathematics
Learning Achievement and The Mathematical Reasoning Ability for Grade 6 Students

Nisakorn Pholkraisorn



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

August 2022

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวนิศากร พลไกรสร
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. จิระพร ชะโน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน)

..... กรรมการ

(ผศ. ดร. มานิตย์ อาชานอก)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมาน เอกพิมพ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

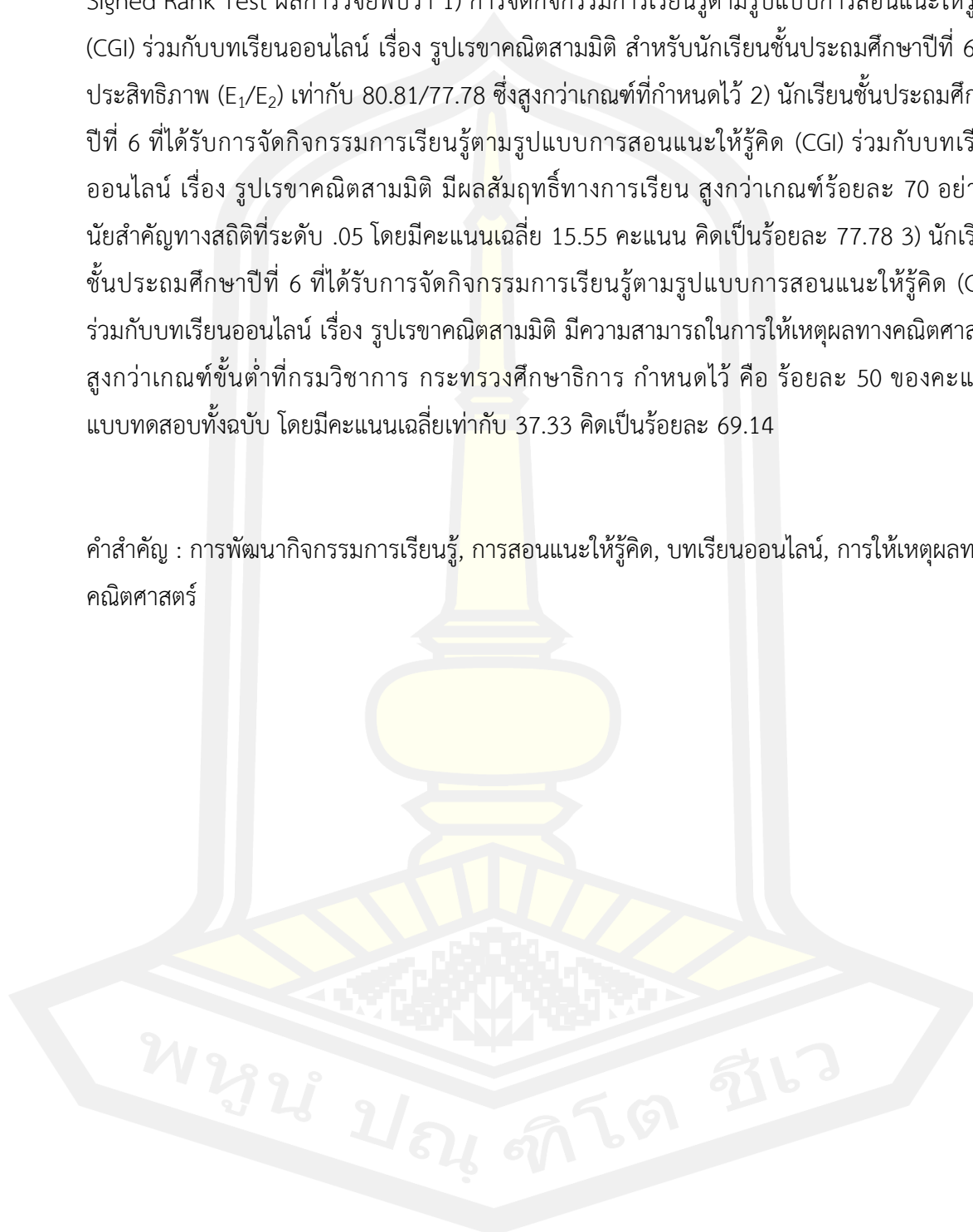
ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ การให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6		
ผู้วิจัย	นิศากร พลไกรสร		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 9 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ จำนวน 12 แผนการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง 2) บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยโปรแกรม Google sites 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องในช่วง 0.60 - 1.00 มีค่าความยากในช่วง 0.23 - 0.71 ค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.20 - 0.61 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยไม่จำกัดการตอบ จำนวน 9 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องในช่วง 0.60 - 1.00 มีค่าความยากในช่วง 0.33 - 0.54 ค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.33 - 0.71 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ

0.93 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Wilcoxon Signed Rank Test ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.81/77.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.55 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.33 คิดเป็นร้อยละ 69.14

คำสำคัญ : การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้, การสอนแนะให้รู้คิด, บทเรียนออนไลน์, การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์



TITLE	The Development of Instructional Activities Based on Cognitive Guided Instruction (CGI) with Online Learning Titled Three Dimensional Geometry on Mathematics Learning Achievement and The Mathematical Reasoning Ability for Grade 6 Students		
AUTHOR	Nisakorn Pholkraisorn		
ADVISORS	Associate Professor Montree Wongsaphan , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

This research aims to 1) Develop learning activities based on the Cognitive Guided Instruction (CGI) model with online learning on three-dimensional geometry of grade 6 students who perform according to the criteria 70/70 2) Comparison of mathematics learning achievement on the subject of three-dimensional geometry of students after receiving the learning activities based on the Cognitive Guided Instruction (CGI) model with online learning with a 70 percent threshold. 3) A study of mathematical reasoning ability on three-dimensional geometry of students after receiving the learning activities based on the Cognitive Guided Instruction (CGI) model with online learning. The sample group used in this research is a grade 6 students in the second semester of the academic year 2021 at Donwairathbamrung School. Fa Daet Song Yang educational quality development network group of Kalasin Primary Education Service Area Office 1 nine people, which were obtained by cluster random sampling, using schools as a random sampling unit. The research instruments were 1) Cognitive Guided Instruction (CGI) lesson plan with online learning, combined with 12 online lessons, 12-hour lesson plans. 2) Online lesson on three-dimensional geometry for grade 6 students with Google sites program. 3) An achievement test on the subject of three-dimensional geometry. It was a multiple choice test with 4 choices of 20 items, with a consistency index in the

range of 0.60 - 1.00, a difficulty in the range of 0.23 - 0.71, a power of discrimination in the range of 0.20 - 0.61 and a confidence value of 0.90 4) Mathematical reasoning test on the subject of three-dimensional geometry. It was characterized as an unlimited subjective test with 9 answers, having a consistency index in the range of 0.60 - 1.00, a difficulty in the range of 0.33 - 0.54, a power of discrimination in the range of 0.33 - 0.71 and a confidence value of 0.93 The statistics used in the data analysis were mean, percentage, standard deviation and Wilcoxon Signed Rank Test. The results of the research were as follows: 1) Learning activities based on the Cognitive Guided Instruction (CGI) model with online learning on three-dimensional geometry. The efficiency (E_1/E_2) was 80.81/77.78, which was higher than the specified threshold. 2) Grade 6 students who received learning activities based on the Cognitive Guided Instruction (CGI) model with online learning on three-dimensional geometry have academic achievement higher than the 70 percent threshold with statistical significance at the .05 level, with an average score of 15.55, representing 77.78% 3) Grade 6 students who received learning activities based on the Cognitive Guided Instruction (CGI) model with online learning on three-dimensional geometry have a mathematical reasoning ability above the minimum required by the department of academic affairs. The Ministry of Education has set it to be 50 percent of the total test score with an average score of 37.33 or 69.14%

Keyword : Development of learning, Cognitively Guided Instruction, Online Lessons, The Mathematical reasoning ability

พหุบัณฑิต ชีวะ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระพร ชะโน ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาชานอก กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างละเอียดตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย เพื่อให้ปริญญาบัตรมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร อัฒจักร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม คุณครูพูลทรัพย์ ธรรมเกสร คุณครูวาสนา กองณรงค์ และคุณครูทิพย์วรรณ อาจวงษ์ ผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยอ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู โรงเรียนสีถนาคำรงวิทย์ โรงเรียนโคกเมยประชาพัฒนา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณผู้อำนวยการ คณะครูโรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง ที่ให้อนุเคราะห์ ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุงทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลในกระบวนการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณพ่อนิกร และคุณแม่ธนพร พลไกรสร ที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิจัย สนับสนุนกำลังทรัพย์มาตลอด และขอบคุณเพื่อน ๆ นิสิตสาขาหลักสูตรและการสอน (รหัส 63) ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจกับผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงบังเกิดขึ้นจากปริญญาบัตรฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

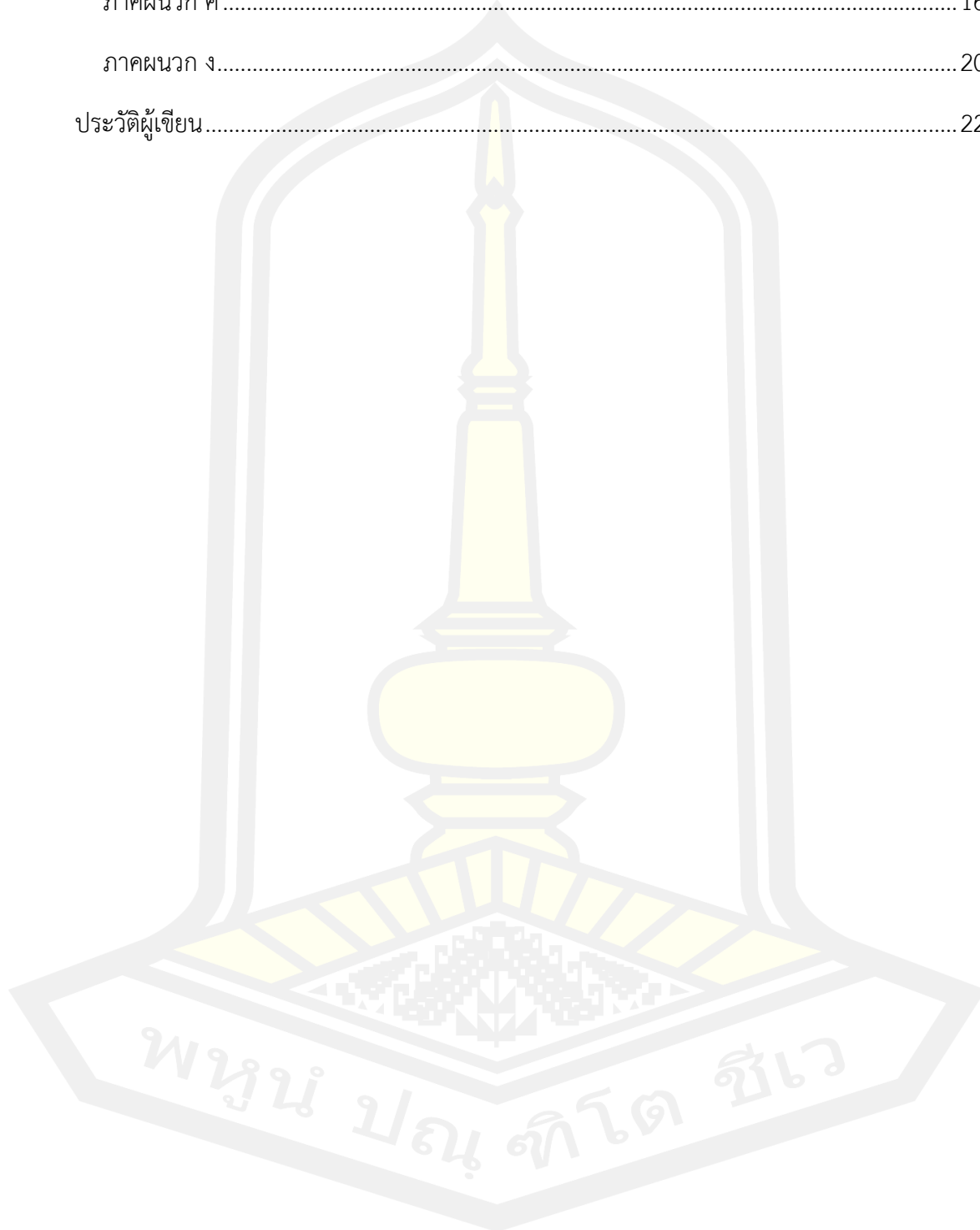
นิศากร พลไกรสร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560).....	12
การสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	17
บทเรียนออนไลน์.....	30
แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์	47
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	49
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	68

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	90
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	95
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	97
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	97
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	97
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ	98
การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล	117
การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	117
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	118
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	124
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	124
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	124
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	125
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	132
ความมุ่งหมายของการวิจัย	132
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	133
การเก็บรวบรวมข้อมูล	133
การวิเคราะห์ข้อมูล	134
สรุปผล	134
อภิปรายผล	135
ข้อเสนอแนะ	140
บรรณานุกรม	2
ภาคผนวก	152
ภาคผนวก ก	153

ภาคผนวก ข	155
ภาคผนวก ค	164
ภาคผนวก ง.....	201
ประวัติผู้เขียน.....	222

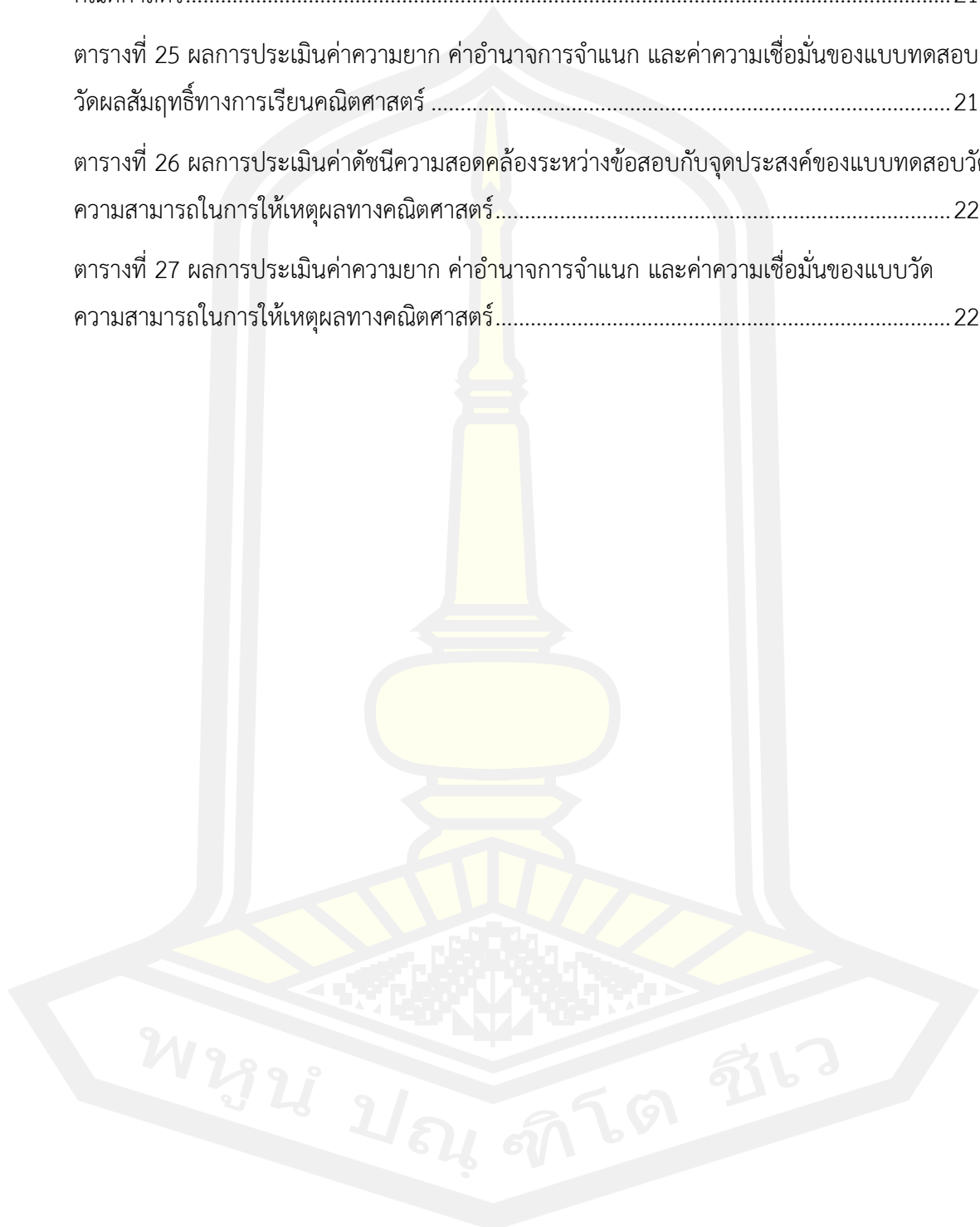


สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 มาตรฐานตัวชี้วัดสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	16
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์การให้เหตุผลแบบอุปนัย นิรนัย และแบบวิเคราะห์.....	76
ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของกรม วิชาการ.....	85
ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).....	86
ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ขวัญ เพ็ญชัย	86
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ วรณารถ อยู่สุข...	87
ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ธัญพิมล จันทร์นุ่ม	88
ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ศิรดา กันอ่ำ.....	88
ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย	90
ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการ เรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	98
ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ และการนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ร่วมกันกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้ คิด (CGI) เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	106
ตารางที่ 12 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....	111
ตารางที่ 13 คะแนนเต็มของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	115
ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของ นักเรียนที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียน	

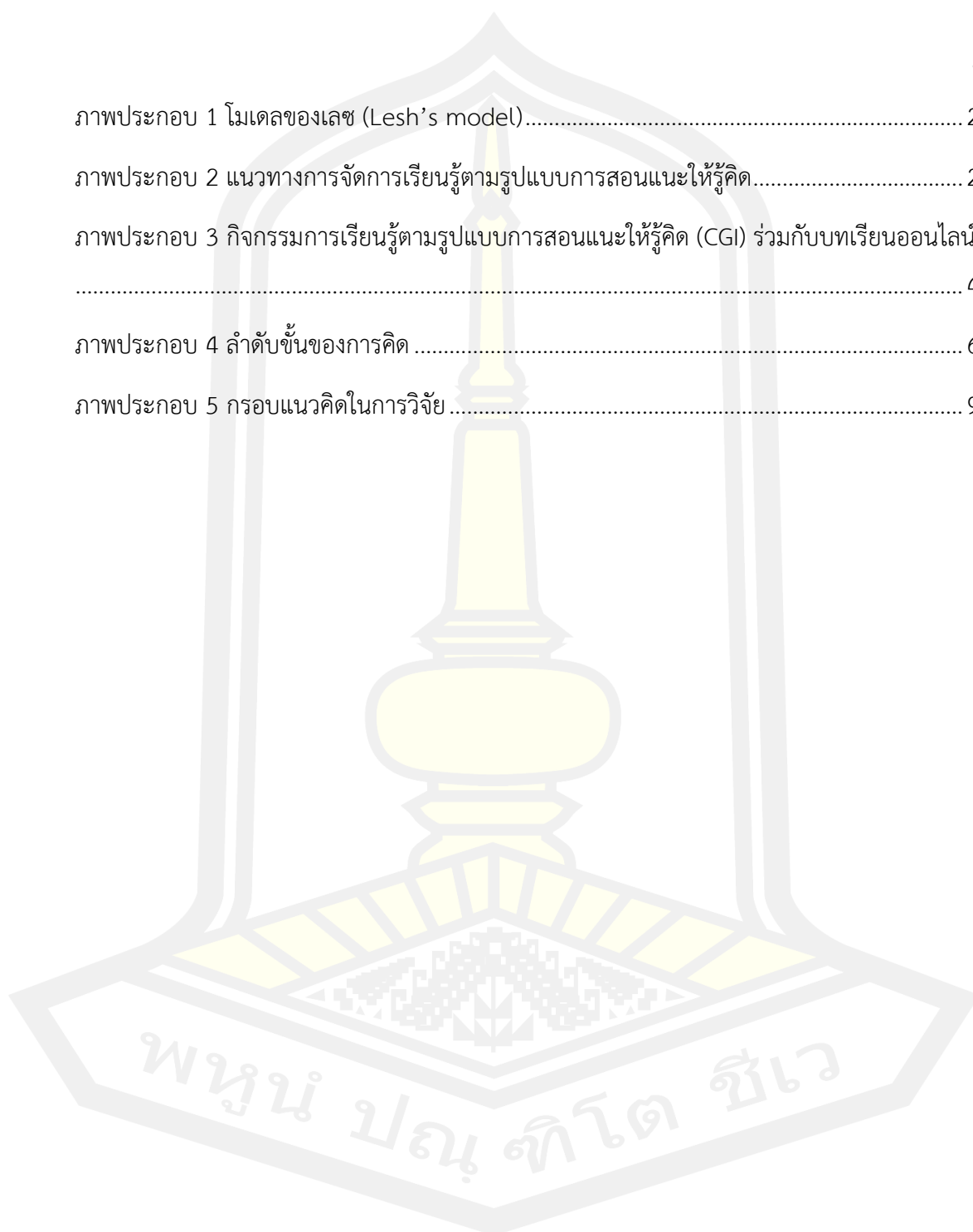
ออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งหมด 12 แผน และ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	125
ตารางที่ 15 สรุปผลประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	127
ตารางที่ 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ	127
ตารางที่ 17 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูป เรขาคณิตสามมิติ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70	128
ตารางที่ 18 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์.....	129
ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 จำนวน 9 คน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับ บทเรียนออนไลน์.....	130
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 จำนวน 9 คน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับ บทเรียนออนไลน์.....	130
ตารางที่ 21 จำนวนนักเรียนและร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์	131
ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	202
ตารางที่ 23 ผลการประเมินบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6...	214

ตารางที่ 24 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์.....	216
ตารางที่ 25 ผลการประเมินค่าความยาก ค่าอำนาจการจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	217
ตารางที่ 26 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	220
ตารางที่ 27 ผลการประเมินค่าความยาก ค่าอำนาจการจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	221



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 โมเดลของเลซ (Lesh's model)	20
ภาพประกอบ 2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด.....	23
ภาพประกอบ 3 กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์	48
ภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นของการคิด	69
ภาพประกอบ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย	96



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ และยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนา มนุษย์ให้มีคุณลักษณะตามที่สังคมต้องการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา (2542: 3) กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิตสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างมีความสุข ด้วยความสำคัญดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการจึงจัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบในการจัดทำหลักสูตร สถานศึกษาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษา ขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการ เปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือ สถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน, 2560) กล่าวคือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นความสามารถของบุคคล ในการที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็น ทักษะและกระบวนการที่จำเป็น เนื่องจากในชีวิตประจำวันของทุกคน ต้องมีการให้เหตุผลกับคนอื่น รวมทั้งต้องการเหตุผลจากบุคคลอื่น และเหตุผลที่อธิบายต้องเป็นเหตุผลที่รับได้ ดังนั้น การให้เหตุผล จึงเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ การฝึกให้เหตุผลจึงเป็น เรื่องจำเป็นที่นักเรียนต้องฝึกฝนให้เกิดเป็นทักษะความสามารถของนักเรียน จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยตระหนักได้ว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนา รวมทั้งกระบวนการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์นั้นเป็นสิ่งที่ผู้สอนจำเป็นต้องตระหนักอยู่เสมอ เพื่อช่วยให้การสอนบรรลุตาม วัตถุประสงค์ที่มุ่งหมาย

การจัดการศึกษาของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความมุ่งหมายที่ต้องการให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ แต่เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) กลับพบว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีผลคะแนนสอบในภาพรวมของนักเรียนทั่วประเทศเฉลี่ยแล้วต่ำกว่าวิชาอื่น และต่ำกว่าร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาผลคะแนนสอบ O-NET ระดับประเทศของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561-2563 วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดจากทุกวิชา โดยในปีการศึกษา 2561 มีสถิติคะแนนเฉลี่ย 37.50 ปีการศึกษา 2562 มีสถิติคะแนนเฉลี่ย 32.90 และในปีการศึกษา 2563 มีสถิติคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 29.99 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2561; 2562; 2563) หากพิจารณาผลการสอบ O-NET ในช่วงปี 2561-2563 จะเห็นว่า สถิติคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในภาพรวมของประเทศอยู่ในระดับต่ำ และมีแนวโน้มของคะแนนค่อนข้างลดลงต่อเนื่องกันทุกปี และจากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดอนห้วยราษฎร์บำรุงที่ผ่านมา พบว่า วิชาคณิตศาสตร์ มีสาระการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา ได้แก่ สาระเรขาคณิต เนื่องจากมีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเกือบทุกปี โดยค่าสถิติระดับโรงเรียนในสาระเรขาคณิต ในปีการศึกษา 2559 มีสถิติคะแนนเฉลี่ย 40.91 จากค่าสถิติระดับประเทศอยู่ที่ 44.21 ปีการศึกษา 2560 มีสถิติคะแนนเฉลี่ย 38.46 จากค่าสถิติระดับประเทศอยู่ที่ 40.96 ปีการศึกษา 2561 มีสถิติคะแนนเฉลี่ย 33.33 จากค่าสถิติระดับประเทศอยู่ที่ 28.92 ปีการศึกษา 2562 มีสถิติคะแนนเฉลี่ย 16.67 จากค่าสถิติระดับประเทศอยู่ที่ 30.36 และในปีการศึกษา 2563 มีสถิติคะแนนเฉลี่ย 30.36 มีสถิติระดับประเทศอยู่ที่ 32.29 จากผลการวิเคราะห์ทั้ง 5 ปีการศึกษา พบว่าคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเกือบทุกปี คิดเป็นร้อยละ 80 และคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกปี จากการวิเคราะห์ผลคะแนนสอบสามารถสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาของโรงเรียนดอนห้วยราษฎร์บำรุง ยังขาดความสามารถในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในสาระการวัดและเรขาคณิต เรื่องเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งเป็นเนื้อหาในหลักสูตร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบกับผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบวัดความรู้ความสามารถนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการเรียน เรื่องเรขาคณิตสามมิติ ในปีการศึกษา 2563 มาแล้วนั้น พบว่า นักเรียนมากกว่าครึ่งได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และจากการสังเกตในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านมา พบว่าหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตสามมิติ เป็นเนื้อหาหนึ่ง que ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนในการหาคำตอบ เพราะคำตอบจะต้องอาศัยการวิเคราะห์โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ได้เหตุผลมาอธิบายคำตอบ ซึ่งต่างจากเนื้อหาคณิตศาสตร์บางเรื่อง และถ้ามีโจทย์ที่ผู้เรียนไม่เคยฝึกทำมาก่อนในชั้นเรียน

หรือมีโจทย์ที่ต้องมีการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอนขึ้นไป ผู้เรียนส่วนใหญ่จะไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น อาจมาจากสาเหตุหลายปัจจัย แต่มีปัจจัยที่สำคัญและส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผู้เรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของครูส่วนใหญ่ยังเป็นวิธีการสอนแบบบรรยาย และให้ท่องจำ มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระจำนวนมาก ๆ พร้อมกันในเวลาที่จำกัด ส่งผลให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเองน้อย อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบเดิมนั้น ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูส่วนใหญ่ไม่ได้นำสื่อการเรียนรู้หรือแหล่งการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียนมาใช้ ทำให้ผู้เรียนมีบทบาทเป็นเพียงผู้รับความรู้ จึงขาดทักษะการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเฉพาะทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และขาดประสบการณ์ในการคิดวิเคราะห์หาเหตุผล เพื่อที่จะอธิบายคำตอบในสถานการณ์ที่ต่างกันไป บางครั้งอาจเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านเวลา ความซับซ้อนและปริมาณของเนื้อหาวิชา ซึ่งสอดคล้องกับ ศักดิ์ศรี ปาณะกุล, นิรมล ศตวุฒิ, ระวีวรรณ ศรีครามครัน (2556: 53) กล่าวว่า วิธีการสอนของครูส่วนใหญ่สอนแบบบรรยาย โดยครูเป็นผู้บอก นักเรียนท่องจำ จากอดีตที่ผ่านมาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนมุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นเนื้อหา และการทำงานตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่ผู้สอนยกตัวอย่าง ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ผู้สอนไม่ได้ฝึกให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ให้มากพอ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการนำไปใช้หรือทักษะกระบวนการ อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังได้รับผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้เกิดการจัดเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ในยุคปัจจุบันขึ้น หรือที่เรียกว่ายุค New Normal ซึ่งทั่วโลกได้รับผลกระทบจากการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโควิด 19 ขึ้น ผลของการระบาดส่งผลถึงทุกภาคส่วน ต้องมีการเปลี่ยนแปลงตนเองทั้งระบบการเรียน การทำงาน การใช้ชีวิต และมหรสพต่าง ๆ ทั้งนี้ผลกระทบต่อการจัดการศึกษา สถานศึกษาต่างต้องขยับตัวจากการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (On-site) มาเป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องพัฒนาตนเองอย่างเร่งด่วนในช่วงเวลาเพียงไม่กี่เดือน ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างต่อเนื่อง จึงมีความจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องพัฒนาสื่อการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและสถานการณ์ในปัจจุบัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น แนวทางในการที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้นั้น ก็คือการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง จากเดิมครูเป็นผู้สอนและผู้บอกในการเรียนการสอนทั้งหมด ควรเปลี่ยนมาเป็นแค่ผู้แนะหรือผู้สนับสนุนในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน

เพื่อให้นักเรียนที่มีความแตกต่างกันระหว่างบุคคลนั้นได้ฝึกการคิดเอง และลงมือปฏิบัติเอง เพราะสิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดการเรียนรู้อาจสามารถพัฒนาไปเป็นทักษะได้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีครูผู้สอนเป็นผู้คอยแนะให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดนั้น ได้สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI) ซึ่งแนวคิดการสอนนี้ถูกพัฒนาโดยคาร์เพนเทอร์และคณะ ในปี ค.ศ.1980 (Carpenter et al., 2000: 1) แนวทางการสอนตามแนวคิดนี้ เชื่อว่า นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้เองบนพื้นฐานความรู้และมโนทัศน์เดิม โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งหลักการสอนแนะให้รู้คิดมีแนวคิดที่ว่า การจัดการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่คอยแนะให้นักเรียนคิดและสามารถค้นพบความรู้ที่ตนเอง ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิดเป็นการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพสูง ที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (Carpenter et al., 1989) คาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al., 1999; Hiebert et al., 1997) ได้อธิบายถึงขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของชั้นเรียน CGI ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ในการเลือกปัญหาควรเป็นปัญหาที่มีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน น่าสนใจ และทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนนำพื้นฐานความรู้เดิม มาวิเคราะห์ปัญหา ครูช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา ให้เวลานักเรียนและช่วยแนะนำ ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอคำตอบและเหตุผล นักเรียนจะต้องรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ครูจึงเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคล ถึงวิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผล เพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา ขั้นตอนที่ 4 การอภิปรายคำตอบและข้อสรุป โดยครูเป็นผู้ทำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถามและครูควรเชื่อมการอภิปรายโดยถามคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่นักเรียนตอบ จากการศึกษาหลักการของการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI) ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบกับงานวิจัยที่ใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) แล้วส่งผลดีต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆ ซึ่งน่าจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆ เริ่มต้นด้วยการนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ ในขั้นตอนนี้จะส่งผลให้เกิดความสามารถด้านการวิเคราะห์ปัญหา จากนั้นในขั้นต่อไปกระตุ้นให้นักเรียน

นำพื้นฐานความรู้เดิมมาวิเคราะห์ปัญหา โดยครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกและชี้แนะ ในขั้นนี้ น่าจะส่งผลให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ต่อมาเป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอคำตอบและเหตุผลที่สำคัญ ในขั้นนี้น่าจะส่งผลให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการแสดงข้อสรุปของข้อมูล และขั้นสุดท้ายเป็นขั้นที่นักเรียนจะอภิปรายคำตอบและสรุปพร้อมกัน ซึ่งในขั้นนี้น่าจะส่งผลให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการแสดงข้อสรุปของข้อมูล อย่างไรก็ตามหากวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิดที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ได้เองบนพื้นฐานความรู้เดิม จะพบว่า การที่นักเรียนจะสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ตามแนวทางการสอนแนะให้รู้คิดนี้ได้ต้องมีประสิทธิภาพนั้น นักเรียนจะต้องมีทักษะความรู้พื้นฐานที่ดี อันจะนำไปสู่การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงข้อสรุปของข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่จากข้อเสนอแนะของงานวิจัยข้างต้นชี้ให้เห็นว่า อาจจะเป็นเรื่องยากที่นักเรียนจะสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สาเหตุหนึ่งอาจจะเนื่องมาจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีพื้นฐานความรู้ที่มากพอที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ โดยเฉพาะถ้าหากเป็นนักเรียนในระดับประถมศึกษาการเรียนรู้ของเด็กในวัยนี้ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เด็กจะยังไม่สามารถเข้าใจหรือเกิดจินตนาการในสิ่งที่เป็นนามธรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีนวัตกรรมที่สามารถส่งเสริมและกระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลของรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด และด้วยสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เทคโนโลยีทางการศึกษาจึงเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในการส่งเสริมผู้เรียนให้สามารถศึกษาหาความรู้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา ดังนั้นเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิดมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงศึกษาเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีความเหมาะสม และมีความน่าสนใจ คือ บทเรียนออนไลน์ ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เพราะมีข้อได้เปรียบของสื่ออินเทอร์เน็ตในการจัดการข้อมูลสารสนเทศให้แก่ผู้เรียน ซึ่งสื่อประเภทอื่น ๆ ไม่สามารถทำได้ เช่น การนำเสนอที่เหมือนจริง ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และความสะดวกในการแก้ไขและเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา ดังนั้นการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่มีการจัดทำสื่อบทเรียนออนไลน์ และนำเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทันสมัย มาใช้ในการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนสนใจและมีความรู้ที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้รับเชื่อมโยงเพื่อใช้แก้ปัญหากับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เป็นการเรียนผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นักเรียนสามารถเข้าเรียนและทำกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบมัลติมีเดีย การส่งงาน การเข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ การถามตอบ การอภิปรายและระบบบริหารจัดการ (วันเพ็ญ กันสุทธิ, 2561) จากการ

วิเคราะห์ขั้นตอนและงานวิจัยที่มีขั้นตอนใกล้เคียงกัน จึงมีความเป็นไปได้ที่แนวทางการใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับบทเรียนออนไลน์จะสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เพื่อศึกษาผลในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเลือกศึกษากับเนื้อหา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และศึกษากับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้วิจัยคาดหวังว่าการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ใช้เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน หรือผู้ที่สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบ
 แนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ ที่เห็นว่า
 เหมาะสม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 ของนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2
 ปีการศึกษา 2564 ในกลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขต
 พื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 18 โรงเรียน รวมนักเรียน 266 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9
 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพ
 การศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 ได้มา
 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ
 การสอนแนให้รู้คิด(CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายวิชา
 คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 12 ชั่วโมง
 โดยวิเคราะห์ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ดังนี้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 ป 6/1

มาตรฐาน ค 2.2 ป 6/3, ป 6/4

รวมทั้งสิ้น 3 ตัวชี้วัด จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้

4. ระยะเวลา

ดำเนินการทดลองทำวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลาในการทำวิจัยทั้งหมดจำนวน 14 ชั่วโมง แบ่งเป็นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง และเวลาในการทดสอบหลังเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด จากนั้นนักเรียนจะได้ลงมือวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาร่วมกับกลุ่มเพื่อน โดยมีบทเรียนใน Google sites เป็นสื่อในการอำนวยความสะดวกให้นักเรียน ในที่นี้ผู้วิจัยเรียกว่า บทเรียนออนไลน์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอคำตอบและเหตุผลต่อเพื่อนร่วมชั้น ระหว่างการนำเสนอครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงผลออกมาอย่างครบถ้วน และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันจนได้ข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล การจัดการเรียนรู้นี้ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและคอยอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยมีขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทบทวนความรู้เดิมโดยครูนำเสนอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาตามวัตถุประสงค์ในชีวิตประจำวันที่ทำทนาย เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่ครูกำหนดให้เบื้องต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนนำพื้นฐานความรู้เดิมมาวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ตลอดจนดำเนินการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา และสรุปผลของคำตอบที่ได้เพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบ โดยในระหว่างทำกิจกรรมครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด และคอยเป็นผู้ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือความสงสัยในระหว่างการทำกิจกรรม รวมถึงอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในด้านสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้สำเร็จ โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้บทเรียนใน Google sites ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นบทเรียนออนไลน์ โดยนำมาใช้ในลักษณะของสื่อเดิมที่สามารถให้นักเรียนค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมแล้วนำมาแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำตอบและเหตุผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมทั้งแสดงแนวคิดหรือเหตุผลที่ใช้ในการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันถามเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้นำเสนอได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ออกมาให้ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดจากการนำเสนอคำตอบเพื่อสรุปประเด็นและองค์ความรู้ โดยครูเป็นคนใช้คำถามเพื่อนำให้เกิดการอภิปรายและสรุปเป็นประเด็นร่วมกัน ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้บทเรียนออนไลน์ใน Google sites โดยให้นักเรียนเข้าไปศึกษาบททบทวนบทเรียนหลังเรียนซ้ำอีกครั้ง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดความรู้ความสามารถทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวอิงเกณฑ์

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และการอธิบายเหตุผลแสดงแนวคิดประกอบการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วนถูกต้องและสมเหตุสมผล ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชนิดอัตนัยแบบไม่จำกัดการตอบ จำนวน 9 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวอิงเกณฑ์ และใช้เกณฑ์การให้คะแนนรูปรีดแบบวิเคราะห์ โดยพิจารณาลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ดังนี้

2.1 ความสามารถด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ปัญหาได้ถูกต้อง

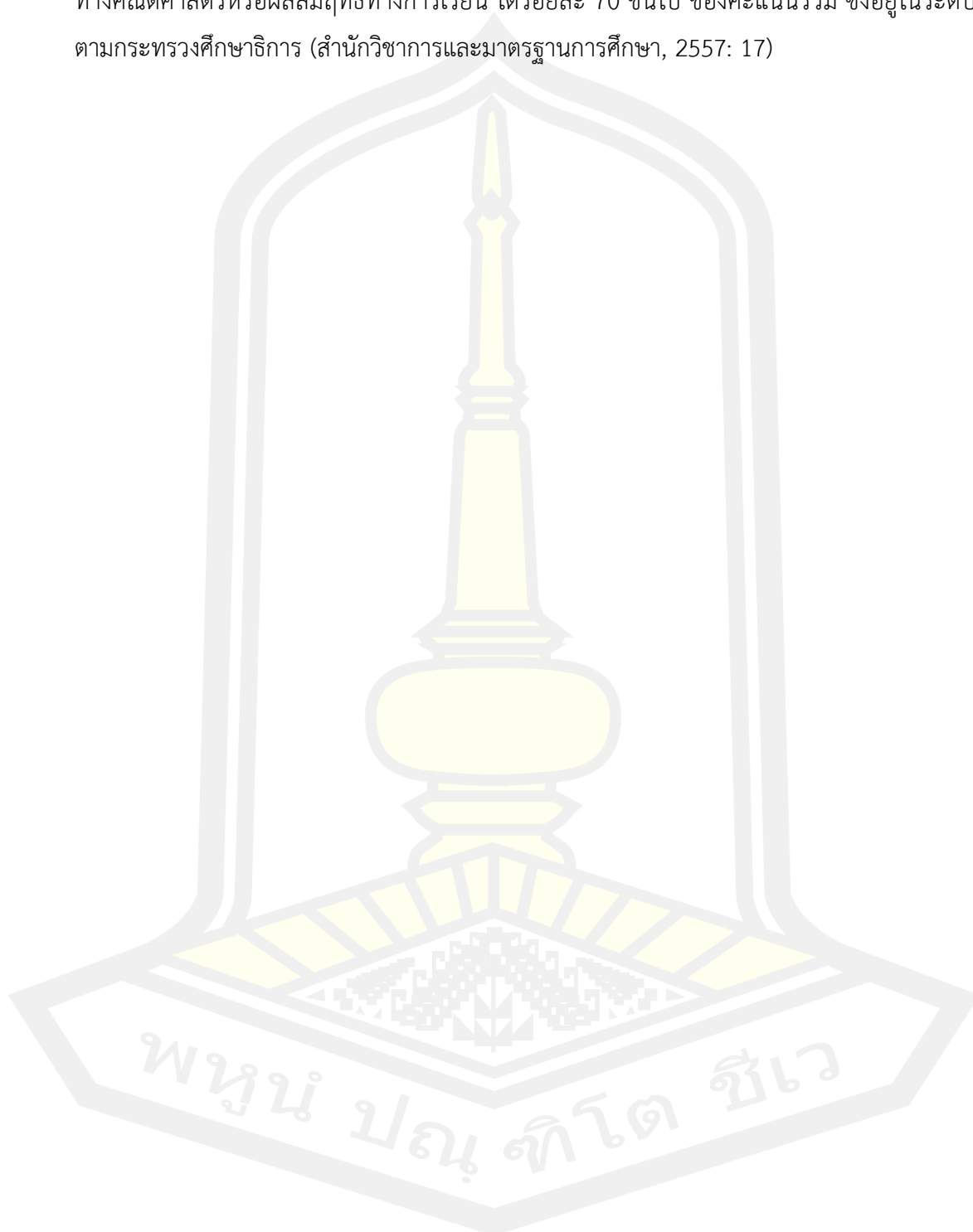
2.2 ความสามารถด้านการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล

4. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ซึ่งค่าระดับคะแนนที่คาดหวังไม่ต่ำกว่า 70/70

70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคน ที่ได้จากคะแนนระหว่างเรียน ประกอบไปด้วย การประเมินใบกิจกรรม การนำเสนอ งาน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานระหว่างการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคน ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านพุทธิพิสัย หลังเรียนของนักเรียนทุกคน ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

5. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ของคะแนนรวม ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามกระทรวงศึกษาธิการ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2557: 17)



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)**
 - 1.1 ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 1.4 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. **การสอนแนะให้รู้คิด (CGI)**
 - 2.1 แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด
 - 2.2 ความหมายของการสอนแนะให้รู้คิด
 - 2.3 แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด
 - 2.4 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด
 - 2.5 บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด
 - 2.6 บทบาทของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด
 - 2.7 ลักษณะห้องเรียนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด
 - 2.8 การใช้คำถามของครูในห้องเรียนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด
3. **บทเรียนออนไลน์**
 - 3.1 ความหมายของบทเรียนออนไลน์
 - 3.2 ลักษณะสำคัญของบทเรียนออนไลน์
 - 3.3 รูปแบบของบทเรียนออนไลน์
 - 3.4 องค์ประกอบของบทเรียนออนไลน์
 - 3.5 แนวคิดในการออกแบบบทเรียน

3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนออนไลน์

3.7 การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ในการเรียนการสอน

4. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 บทบาทของผู้สอนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.4 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.5 ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.4 แนวทางในการพัฒนาทักษะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.5 การวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศ

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

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) จัดทำขึ้นเพื่อให้เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานระดับท้องถิ่น และสถานศึกษาทุกสังกัดที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา

หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560: 1)

1.1 ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

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

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนี้ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็นเรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

จากการศึกษาความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการพัฒนาบุคคลในชาติให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการใช้ชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560 ได้แบ่งสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่มสาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

จากการศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ 3 สาระ รวม 7 มาตรฐาน ซึ่งสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ประกอบงานวิจัยในครั้งนี้ คือ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ประกอบด้วยมาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้และมาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้ง ตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง
4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือ โต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ
5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิด ใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

จากการศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะและกระบวนการที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนพึงมีล้วนเป็นทักษะที่ก่อให้เกิด ในกระบวนการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเห็นได้ชัดว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งเน้น พัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน โดยมุ่งเน้นการสร้างทักษะความสามารถที่สำคัญต่อการ พัฒนาคุณภาพของบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการจัดการที่ดี รู้จักคิด วางแผน แก้ปัญหา อย่างมีระเบียบแบบแผนและสร้างสรรค์

1.4 คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดคุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1. อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณ ผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
2. อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูป เรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิทัศน์แห่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแห่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

จากการศึกษาคุณภาพผู้เรียนที่กล่าวมาข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เน้นคุณภาพผู้เรียนในด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตอธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ พร้อมทั้งให้เหตุผลมาประกอบการหาคำตอบและสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล

1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ผู้วิจัยนำมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาใช้ประกอบการวิจัยในครั้งนี้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานตัวชี้วัดสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้	ค 2.1 ป.6/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	- ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ ค 2.2 ป.6/4 ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	- ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด - รูปคลี่ของทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด

จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.1 ตัวชี้วัด ป.6/1 และมาตรฐาน ค 2.2 ตัวชี้วัด ป.6/3-4 ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

การสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

2.1 แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด

ทิตนา แชมมณี (2555: 59) กล่าวว่า การเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น การเรียนรู้ของมนุษย์มีความซับซ้อนยิ่งไปกว่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูล และการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ การเรียนรู้เน้นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเองสำหรับนักจิตวิทยาที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ เพียเจต์ บรูเนอร์ และออซูเบล

เพียเจต์ (Piaget) เชื่อว่ามนุษย์ทุกคนตั้งแต่เกิดมีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เป็นผู้ที่พร้อมที่จะมีกิจกรรม หรือเริ่มกระทำก่อน นอกจากนี้ เพียเจต์ ถือว่ามนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาตั้งแต่เกิด 2 ชนิด คือ การจัดและรวบรวม (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) ซึ่งการปรับตัวจะประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 อย่าง คือ การซึมซาบ หรือดูดซึม และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา นอกจากนี้ เพียเจต์ กล่าวว่า ระหว่างระยะเวลาตั้งแต่วัยทารกจนถึงวัยรุ่น คนเราจะค่อย ๆ ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงสามารถแบ่งองค์ประกอบที่มีส่วนเสริมสร้างการพัฒนาทางสติปัญญาออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) วุฒิภาวะ 2) ประสบการณ์ที่เนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ 3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม และ 4) กระบวนการพัฒนาสมดุล (สจวร์ต ไคว้ตระกูล, 2541: 48-50) ซึ่งจะพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว (ทิตนา แชมมณี, 2555: 64) นอกจากนี้ เพียเจต์ ได้แบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาตามวัยต่าง ๆ ออกเป็น 4 ขั้น คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory-motor stage อายุ 0-2 ปี) เป็นขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญาความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กจะพูดและใช้ภาษาได้ เพียเจต์ กล่าวว่า สติปัญญาความคิดของเด็กในวัยนี้แสดงออกโดยการกระทำ เป็นการเคลื่อนไหวด้านร่างกาย ยังไม่ใช้สติปัญญาเข้ามาเกี่ยวข้อง เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถที่จะอธิบายได้

2. ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational stage อายุ 2-7 ปี) เป็นขั้นที่เขว้านปัญญาและการรับรู้ของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับการใช้ภาษาและสัญลักษณ์เป็นส่วนใหญ่เด็กสามารถที่จะบอกชื่อสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเขาและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขา สามารถที่จะเรียนรู้สัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ได้แต่ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย ยาวและสั้น และไม่สามารถ

คิดย้อนกลับได้ มีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลางไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นหรือความรู้สึกของผู้อื่น

3. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete operational stage อายุ 7-11 ปี) เป็นขั้นที่เด็กสามารถเรียนรู้จากกิจกรรมการกระทำต่าง ๆ และปฏิบัติได้ดี ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ สามารถมองวัตถุได้ 2 ลักษณะ พร้อม ๆ กัน คือขนาดและน้ำหนัก หรือขนาดและปริมาตร เด็กวัยนี้สามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลาย ๆ อย่าง และคิดย้อนกลับได้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขก็เพิ่มขึ้น แต่การเรียนรู้ของเด็กในขั้นนี้ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เด็กจะยังไม่สามารถเข้าใจหรือเกิดจินตนาการในสิ่งที่เป็นนามธรรม

4. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal operational stage อายุ 12 ปี ขึ้นไป) เด็กวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ เด็กสามารถแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยใช้การคิดหาเหตุผล นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจกระบวนการคิดย้อนกลับขั้นสูง และสามารถใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์สื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (เวชฤทธิ์ อังคนะภทรขจร, 2555: 43)

จากทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์นี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากขั้นทั้งสี่กล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกริยา และพฤติกรรมของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนั้น การจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบแตกต่างจากผู้ใหญ่ หากแนวคิดนี้ถูกนำมาใช้ในห้องเรียน ผู้สอนจะต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ และแนะนำนักเรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง ตามทฤษฎีของเพียเจต์ เมื่อเด็กโตขึ้นและเข้าสู่ลำดับที่สูงกว่าเด็ก การเรียนรู้จากกิจกรรมลดลง เนื่องจากพัฒนาการของสติปัญญาที่ซับซ้อนและทันสมัยขึ้น แต่มีได้หมายความว่า เด็กจะไม่ต้องการทำกิจกรรมเลยการเรียนรู้โดยทำกิจกรรมยังคงอยู่ในทุกลำดับขั้นการพัฒนา นอกจากนี้เพียเจต์ยังเน้นว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้เรียนมีบทบาทอย่างมากต่อการพัฒนาทางสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การให้นักเรียนได้คิดพูดอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554: 17-18) และช่วยให้ผู้สอนเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน โดยผู้สอนสามารถสังเกตความแตกต่างดังกล่าวจากกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เช่น ลักษณะการให้เหตุผลในการคิด การแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนมีความเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียน และสามารถปรับกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน (ระพินทร์ ฉายวิมล, 2546: 47)

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ มาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับบุคลิกภาวะของผู้เรียน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์

ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน รวมทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดเพื่อพูดอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา และมีการอภิปรายถึงการ ให้เหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีอายุ 11-12 ปี ซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้และปฏิบัติตาม กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้ดี สามารถทำงานเป็นกลุ่มได้ สามารถคิดย้อนกลับได้ และในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้กับผู้เรียนในวัยนี้ควรจะนำเสนอสิ่งที่ เป็นรูปธรรม เพราะผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกับสิ่งที่ เป็นรูปธรรม มองเห็นภาพและจินตนาการได้ดีกว่าสิ่งที่ เป็นนามธรรม

บรูเนอร์ (Bruner) เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของพัฒนาการทางสติปัญญา ต่อเนื่องจากเพียเจต์ บรูเนอร์เชื่อว่า ความอยากรู้อยากเห็นเป็นแรงผลักดันทำให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบ นอกจากนี้ ในการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้ ด้วยตนเองและให้ความสำคัญที่สมดุลระหว่างการเรียนการสอนกับผลลัพธ์ที่ถูกต้อง บรูเนอร์ เสนอหลักสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ ประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญ ๆ ดังนี้

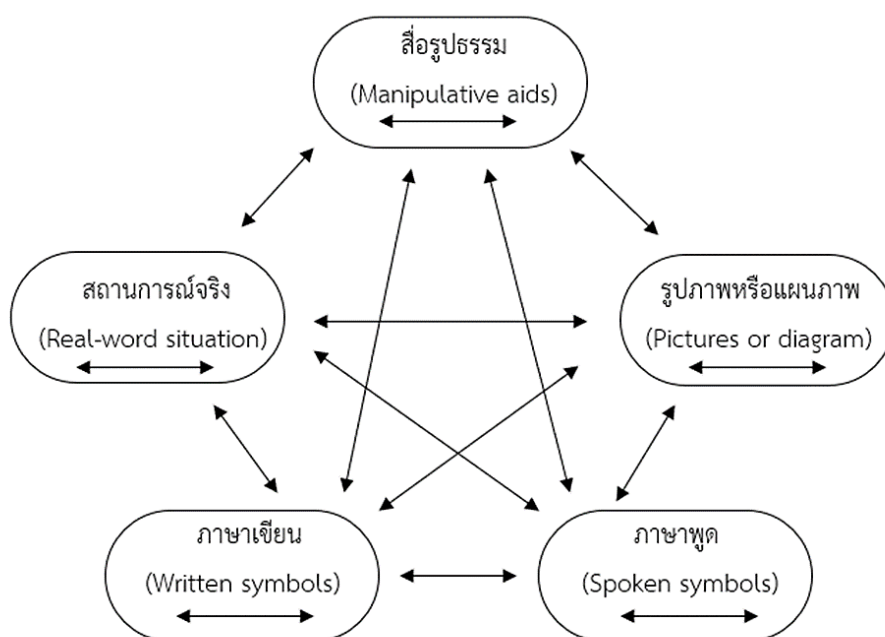
1. การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทาง สติปัญญา ของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก
2. การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของ นักเรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิด ประสิทธิภาพ
3. การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วย พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้
4. แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการ เรียนรู้
5. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์แบ่งได้เป็น 3 ชั้นใหญ่ ๆ ซึ่งคล้ายคลึงกับ ชั้นการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ คือ
 - 5.1 ชั้นที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive stage) เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำและมีประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้องเปรียบเทียบกับขั้นประสาทสัมผัส และการ เคลื่อนไหวของเพียเจต์
 - 5.2 ชั้นของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic stage) เป็นขั้นที่การคิด หรือการตัดสินใจโดยใช้รูปภาพ ไดอะแกรม หรือสื่อทางตาที่เห็นเป็นหลัก เทียบได้กับขั้นเตรียมพร้อม ปฏิบัติการของเพียเจต์

5.3 ขั้นของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic stage) เป็นขั้นที่ใช้สัญลักษณ์แทนภาพหรือสิ่งที่สัมผัสได้ เทียบได้กับขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรมต่อเนื่องกับขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผนของเพียเจต์

6. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

7. การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการให้นักเรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Discovery learning) (ทีศนา เขมมณี, 2555: 66-67; เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555: 44-45)

จากการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของทฤษฎีทั้ง 2 ทฤษฎีว่ามีความสัมพันธ์ และมีส่วนที่คล้ายคลึงกันในการจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้นักเรียน แต่มีส่วนที่ต่างกัน คือ เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนาการทางสมองของเด็กมีขั้นตอนซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงอายุในแต่ละช่วงวัย แต่บรูเนอร์ไม่ได้คำนึงถึงช่วงอายุ บรูเนอร์คำนึงถึงพัฒนาการทางสมองในแง่ของกระบวนการที่ต่อเนื่องไปตลอดชีวิต (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555: 45) แนวคิดของบรูเนอร์ปรากฏอยู่ในผลงานของเลช (Lesh) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในนามของโมเดลของเลช (Lesh's model) แสดงดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 โมเดลของเลช (Lesh's model)

เลชใช้แนวคิดข้างต้นของบรูเนอร์ในการสร้างโมเดลที่แสดงว่านักเรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายรูปแบบ เช่น จากความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรม สามารถแสดงความรู้ในรูปของรูปภาพ ภาษาเขียน ภาษาพูด และสถานการณ์จริงได้ โมเดลนี้ทำให้

เกิดการพัฒนาด้านอื่น ๆ ที่ผู้สอนคำนึงถึง เช่น การให้นักเรียนได้พูดและได้เขียนมากขึ้น การได้พูดและเขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของนักเรียน (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554: 20-21)

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์และเลขที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของบรูเนอร์และเลขมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์และโมเดลของเลขมาใช้ กล่าวคือ เด็กจะเรียนรู้ได้ดี หากมีการจัดการเรียนรู้ที่เรียนรู้จากการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic stage) การใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม ดังนั้น สื่อการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นสถานการณ์หรือสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันสิ่งที่นักเรียนสัมผัสได้ ให้นักเรียนได้นำเสนอคำตอบ อภิปรายคำตอบร่วมกัน ซึ่งเหมาะกับการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์และแสดงการให้เหตุผลในการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปในประเด็นสำคัญต่าง ๆ ของบทเรียนได้

2.2 ความหมายของการสอนแนะให้รู้คิด

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิดไว้ดังนี้

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (2000: 1) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิดไว้ว่า การสอนแนะให้รู้คิด หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ครูยึดความรู้พื้นฐานของนักเรียน ให้นักเรียนมีการพัฒนาด้วยตนเอง โดยที่ครูจะใช้การสังเกต การใช้คำถามแล้วนำมาออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อหาวิธีที่สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2551: 9) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิดไว้ว่า การสอนแนะให้รู้คิด หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน แล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และเป็นการสอนที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจภายในตัวนักเรียน

ขวัญ เพ็ญชัย (2553: 25) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิดไว้ว่า การสอนแนะให้รู้คิด หมายถึง การที่ครูยึดเอาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแนวทางในการสอนโดยครูใช้การสังเกต การถาม และการฟังการอธิบายแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแนวทางในการสอนแล้วนำผลที่ได้จากการสังเกต การถาม การฟังดังกล่าวมาประกอบเป็นข้อมูลในการตัดสินใจที่อยู่บนความรู้และความเชื่อของตัวเอง เพื่อหาวิธีการสอนที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

ชัยวัฒน์ ยลรติโมชิต (2562: 5) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิดไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยยึดความรู้พื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน เน้นการสร้างความรู้และพัฒนาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง โดยอาศัย

การสังเกต การฟังการอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดของตนเอง

สุรัสดี เกรียมโพธิ์ (2564: 20) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิดว่าการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดของนักเรียน เน้นให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจด้วยตนเองผ่านการแก้ปัญหาให้ความสำคัญกับการคิด การให้เหตุผลโดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาความหมายของการสอนแนะให้รู้คิดที่กล่าวมาข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมายของการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided instruction: CGI) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน เกิดจากนักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา จนได้ข้อสรุปด้วยตัวของนักเรียนเอง และสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายคำตอบได้ โดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยแนะแนวทางรวมทั้งส่งเสริมสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด เกิดความเข้าใจด้วยตนเอง ผ่านการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหา

2.3 แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด

การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive guided instruction: CGI) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่มุ่งเน้นประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาโดยให้เหตุผลประกอบ แนวคิดนี้ถูกพัฒนาโดยคาร์เพนเทอร์และคณะในปี ค.ศ.1980 (Carpenter et al., 2000: 1) ซึ่งแนวการสอนแบบแนะให้รู้คิด หรือ CGI นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเชื่อของครูผู้สอนที่เกิดจากการสังสม และการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุดต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา (Carpenter et al., 1989; Fennema et al., 1993) กล่าวคือ ไม่มีวิธีการสอนที่เป็นรูปแบบตายตัว แต่ขึ้นอยู่กับบริบทของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยอยู่บนพื้นฐานปรัชญาที่ว่า การเรียนการสอนต้องเกิดจากความรู้ของผู้เรียน และให้ความสำคัญกับการคิด การแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนผลักดันให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล ไม่คำนึงถึงความถูกต้องของคำตอบแต่จะคำนึงถึงเหตุผลที่ได้มาของคำตอบมากกว่า ผู้เรียนจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการหาวิธีการและรูปแบบที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ต้องเป็นวิธีที่ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลได้และสามารถอธิบายหน้าชั้นเรียนได้อย่างสมเหตุสมผล โดยมีการแลกเปลี่ยนแนวความคิด วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบของผู้เรียนในชั้นนั้น ๆ เพื่อก่อให้เกิดกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์การแก้ปัญหาของตนเองและผู้อื่น จนได้ข้อสรุปในท้ายที่สุด ซึ่งผู้สอนจะไม่สอนวิธีการแก้ปัญหาแต่จะอำนวยความสะดวกหรือสนับสนุนให้ผู้เรียนพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเอง สนับสนุนให้ผู้เรียนค้นพบข้อผิดพลาดของตนเอง เป็นวิธีการเรียนการสอนที่สนับสนุนและพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียน

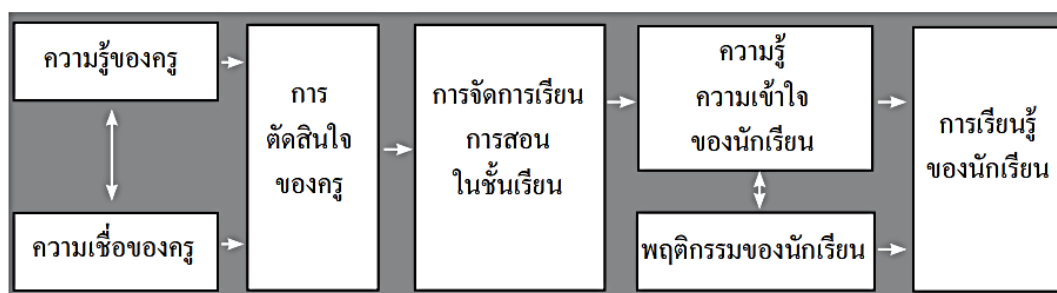
ในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งคาร์เพนเทอร์และคณะ (2000: 1-2) ได้ตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ไว้ว่า

1. การสอนควรเป็นการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจและการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจและการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน
3. ความรู้และความเชื่อของครูมีผลต่อการจัดการเรียนการสอน
4. ความรู้และความเชื่อและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ได้รับอิทธิพลมาจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2552 อ้างอิงจาก Fennema et al., 1989) กล่าวว่า การสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีหลักการ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนต้องอยู่บนพื้นฐานว่าอะไรที่นักเรียนแต่ละคนควรรู้
2. การจัดการเรียนการสอนควรพิจารณาว่าจะสามารถพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างไร
3. ต้องมีกิจกรรมในใจในการเรียนคณิตศาสตร์

รูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction Model) แสดงดังภาพประกอบ 2



ที่มา: เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2552: 3)

ภาพประกอบ 2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด

จากหลักการของการสอนแนะให้รู้คิด และรูปแบบของการสอนแนะให้รู้คิด นำมาซึ่งหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนควรพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนโดยเน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะและการแก้ปัญหาใช้การแก้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

2. การจัดการเรียนการสอนควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจ

3. นักเรียนควรสามารถเชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์ หรือทักษะกับความรู้เดิมที่มีอยู่

4. เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบนี้อยู่บนพื้นฐานของความรู้ และความคิดของนักเรียน จึงต้องมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ได้ประเมินเพียงว่านักเรียนแก้ปัญหาที่ใด ๆ ได้ ต้องประเมินด้วยว่านักเรียนมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร วิธีการประเมินการคิดของนักเรียนที่ได้ผลก็คือ การถามคำถามที่เหมาะสม และฟังคำตอบของนักเรียน (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2552 อ้างอิงจาก Carpenter et al., 1989)

จากการศึกษาแนวทางและหลักการของการจัดกิจกรรมแบบการสอนแนะให้รู้คิด ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง จากประสบการณ์การแก้ปัญหาของนักเรียนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนจนได้ข้อสรุป โดยครูจะต้องประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งมีการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ พร้อมกับเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา

2.4 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด

การจัดการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิด เป็นการสอนที่มุ่งให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นหลักความรู้ของนักเรียนที่ได้มานั้นเป็นผลมาจากกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเอง ดังนั้น ขั้นตอนการสอนจึงให้ความสำคัญไปที่การแก้ปัญหาของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้มีเวลาคิดในการแก้ปัญหาให้มากที่สุด และให้นักเรียนคิดได้อย่างอิสระในการแก้ปัญหา รวมทั้งได้มีโอกาสแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองด้วย และได้มีนันทนาการได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด ไว้ดังนี้

คาร์เพนเทอร์ และคณะ(เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2551 อ้างอิงจาก Carpenter et al., 1999; 2000) และฮิลเบิร์ต และคณะ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2551 อ้างอิงจาก Hiebert et al., 1997) ได้อธิบายถึงขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนการสอนการแนะให้รู้คิด ดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง ครูนำเสนอปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ถ้านักเรียนมีความยุ่งยากในการแก้ปัญหา ครูควรมีการให้ปัญหาที่คล้ายกันกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ในการเลือกปัญหาครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ปัญหาที่เลือกมาควรมีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน

ขั้นตอนที่สอง ครูช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูควรให้เวลานักเรียนเพื่อทำความเข้าใจในปัญหาที่ให้และช่วยแนะนำจนครูมี

ความแน่ใจว่า นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหา นั้น ๆ ได้แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา นอกจากนี้สิ่งสำคัญของชั้นเรียน CGI คือในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ

ขั้นตอนที่สาม นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหา และให้เวลานักเรียนแก้ปัญหาแล้ว ครูจะเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคลถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน และในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้นครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา เช่น ทำไมคุณถึงเริ่มต้นด้วย... , คุณแก้ปัญหานั้นอย่างไร, บอกได้ไหมว่าคุณได้คำตอบมาได้อย่างไร หรือ คุณบอกได้ไหมว่ากำลังคิดอะไรอยู่ เป็นต้น

ขั้นตอนที่สี่ ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช่ หลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่าง โดยครูจะเป็นผู้ทำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม เช่น คำตอบทั้งสองนี้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร ใครแก้ปัญหาคำตอบด้วยวิธีการที่แตกต่างจากที่กล่าวมานี้หรือไม่ เป็นต้น และครูควรเชื่อมการอภิปรายโดยถามคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่นักเรียนตอบ

เวทฤทธิ อังกนะภัทรขจร (2552: 7-9) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของชั้นเรียน CGI ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหา ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/ปัญหาเพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบ โดยในระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวก และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด รวมทั้งให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการนำเสนอคำตอบและเหตุผล นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมทั้งเหตุผลที่ใช้ จากนั้นครูและนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 4 ขั้นการอภิปรายคำตอบและเหตุผล นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบูรณาการคำตอบ แนวคิด และเหตุผลที่ใช้จากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย และสรุปเป็นประเด็นให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

งานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิดของคาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al., 1999) นั่นคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมและนำเสนอโจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาตามวัตถุประสงค์ในชีวิตประจำวันที่ทำทนาย เพื่อกระตุ้นความสนใจ ของนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่ครู กำหนดให้เบื้องต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนนำพื้นฐานความรู้เดิมมาวิเคราะห์ ข้อมูลจากโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ตลอดจนดำเนินการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ ปัญหา และสรุปผลของคำตอบที่ได้เพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบ โดยในระหว่างทำกิจกรรมครูใช้ คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด และคอยเป็นผู้ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือความสงสัย ในระหว่างการทำกิจกรรม รวมถึงอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในด้านสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือ ต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้สำเร็จ

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำตอบและเหตุผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมทั้งแสดง แนวคิดหรือเหตุผลที่ใช้ในการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนในชั้นเรียน ร่วมกันถามเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้นำเสนอได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ออกมาให้ครอบคลุมและสมบูรณ์ ที่สุด

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยน แนวคิดจากการนำเสนอคำตอบเพื่อสรุปประเด็นและองค์ความรู้ โดยครูเป็นคนใช้คำถามเพื่อนำให้เกิด การอภิปรายและสรุปเป็นประเด็นร่วมกัน

2.5 บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด

เวทฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2552: 5-6) ได้เสนอบทบาทผู้สอนในชั้นเรียนการสอนแนะให้ รู้คิด ดังนี้

1. ครูควรใช้คำถาม หรือการชี้แนะในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้
2. ครูควรมีความกระตือรือร้น และครูควรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการทำความเข้าใจ ถึงความคิดของนักเรียนแต่ละคน
3. ครูควรเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาของนักเรียน
4. ครูควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้สึกรักในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและเหตุผลได้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการพูด การเขียน หรือการวาดภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่ทำให้นักเรียนเข้าใจตนเองว่ากำลังคิดอะไร รวมทั้งครู สามารถประเมินความคิด และเหตุผลของนักเรียนได้ด้วย
5. ครูควรนำเสนอปัญหาสถานการณ์หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนทุกคนและพัฒนา ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

6. ครูควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง แทนที่จะเป็นแต่ผู้ถ่ายทอดความรู้

7. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และมีการอภิปรายแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน

8. ครูควรให้เวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

9. ครูไม่ควรเตรียมแนวทางการสอนที่ชัดเจนตายตัว หรือใช้อุปกรณ์การเรียนการสอนที่เฉพาะเจาะจง แต่ครูควรเตรียมการสอนอย่างกว้าง ๆ และปรับกิจกรรมการเรียนการสอนตามความต้องการแนวคิดของนักเรียน

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ครูควรใช้คำถามหรือคอยชี้แนะเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย และเมื่อนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ควรจะสร้างบรรยากาศและจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้สึกดีในการเรียน ควรส่งเสริมให้ทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้เกิดการอภิปรายแนวคิดตนเองกับผู้อื่น และต้องเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ในการสอนที่หลากหลาย เตรียมการสอนที่มีความยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถปรับการเรียนการสอนตามความต้องการหรือแนวคิดของนักเรียนได้

2.6 บทบาทของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด

การจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานความรู้และความคิดของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเองผ่านการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน และเป็นสื่อกลางให้เข้าถึงความเข้าใจในเนื้อหา ใช้คำถามหรือการชี้แนะ ในขณะที่ผู้เรียนเกิดปัญหา ดังนั้นบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดมีดังนี้

Hankes (ศศิธร ขจรจิตต์, 2559 อ้างอิงจาก Hankes J. E., 1998)

1. ผู้เรียนคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหา ผักผ่อนด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนมีการสะท้อนและอภิปรายแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น

จากการศึกษาบทบาทของผู้เรียนข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ผู้สอนจะต้องสนับสนุน ส่งเสริม แล้วสร้างให้ผู้เรียนมีลักษณะ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความสามารถการคิดวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงให้เกิดความรู้ใหม่
2. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. ผู้เรียนมีความกล้าที่จะนำเสนอความคิดหรือเหตุผลของตนเอง
4. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนความรู้หรือแนวคิดกับผู้อื่น

2.7 ลักษณะห้องเรียนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

อุษา ภิรมย์รักษ์ (อุษา ภิรมย์รักษ์, 2562 อ้างอิงจาก Bray, 2012) กล่าวว่าลักษณะห้องเรียนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด จัดเป็นหมวดหมู่ได้ 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านลักษณะปัญหาที่ใช้ในห้องเรียน ปัญหาที่ใช้จะต้องเป็นปัญหาในโลกจริงมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีความยืดหยุ่น และมีรูปแบบในการนำเสนอที่ครูและนักเรียนสามารถอ่านบททวนปัญหาได้หลายครั้งตามที่ต้องการ

2. ด้านทัศนคติของนักเรียน นักเรียนจะต้องรู้จักอดทนและมุ่งมั่นในการแก้ปัญหา แม้ว่าปัญหานั้นจะยากเพียงใด โดยหากนักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่สำเร็จหรือมีความผิดพลาด ข้อผิดพลาดเหล่านั้นจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเห็นคุณค่าของความผิดพลาดนั้น

3. ด้านบทบาทของครูในห้องเรียน ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียน เมื่อนักเรียนมีปัญหา ครูจะต้องให้การช่วยเหลือแนะนำไปตามฐานความคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยไม่ได้เข้าไปช่วยเหลือในทันที การใช้คำถามของครูมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปจนถึงจุดหมายได้ ครูจะต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการมากกว่าผลลัพธ์ และเมื่อนักเรียนได้อธิบายความคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตน ครูจะต้องรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน

4. ด้านบรรยากาศในห้องเรียน มีการสนับสนุนให้นักเรียนได้หาวิธีการในการแก้ปัญหา มีการอภิปรายกันภายในกลุ่มเล็ก และอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วม โดยไม่จำเป็นที่นักเรียนทุกคนจะต้องได้นำเสนอความคิดของตนเองต่อทั้งห้องในทุกคาบ นักเรียนได้ใช้สื่อหรืออุปกรณ์ที่เขาต้องการเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้แก้ปัญหาอย่างอิสระ และมีการจัดบันทึกเชิงคณิตศาสตร์ในสิ่งที่ตัวเองคิด โดยการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจะต้องบูรณาการระหว่างการอ่าน การสื่อสาร และคณิตศาสตร์

5. ด้านสื่อที่ใช้ในห้องเรียน เมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาได้ตามที่เขาต้องการ มีการจัดบันทึกความคิดเชิงคณิตศาสตร์และวาดภาพเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาลักษณะห้องเรียนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิดข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าลักษณะห้องเรียนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด มีลักษณะโดยรวม 3 ด้าน คือ ด้านผู้เรียน ด้านผู้สอน และด้านสภาพแวดล้อมอื่น ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องมีทัศนคติที่ดีในการเรียน คือมีความมุ่งมั่นอดทนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ กล้าลองผิดลองถูกเพื่อให้ตนเองได้เรียนรู้จากประสบการณ์

2. ด้านผู้สอน ผู้สอนมีบทบาทหน้าที่อำนวยความสะดวกในการให้สถานการณ์ปัญหาแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนมีปัญหาครูจะต้องให้การช่วยเหลือแนะนำไปตามฐานความคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยการใช้ข้อคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด มีการสนับสนุนให้นักเรียนได้หาวิธีการในการแก้ปัญหา มีการอภิปรายกันภายในกลุ่มเล็ก และอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วม และสามารถเชื่อมโยงไปยังข้อสรุปได้ ครูจะต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการมากกว่าผลลัพธ์ และเมื่อนักเรียนได้อธิบายความคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนครูจะต้องรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน

3. ด้านสภาพแวดล้อมอื่น ๆ การจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้พร้อมที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เมื่อผู้เรียนได้รับสถานการณ์ปัญหา ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาได้ตามที่ต้องการ

2.8 การใช้คำถามของครูในห้องเรียนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด

ห้องเรียนแบบการสอนแนะให้รู้คตินั้นมีลักษณะที่สำคัญต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีสิ่งหนึ่งที่สำคัญก็คือ การใช้คำถามของครู ซึ่งมีความสำคัญในการทำให้นักเรียนแสดงความคิดของตนเองออกมา ได้กล่าวถึงการให้คำถามที่ควรได้ยินในห้องเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด สรุปได้ดังนี้ (อุษา ภิรมย์รักษ์, 2562 อ้างอิงจาก Bray, 2012)

1. ช่วยอธิบายหน่อยได้ใหม่นักเรียนคิดอะไรอยู่
2. ทำไมนักเรียนถึงทำแบบนั้น
3. สิ่งนี้นักเรียนตอบ นักเรียนสามารถโน้มน้าวให้ครูเชื่อได้หรือไม่
4. ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการบวกหรือการคูณ
5. อะไรคือสิ่งที่แตกต่างจากสิ่งที่นักเรียนทำครั้งแรก
6. นักเรียนสามารถแก้ปัญหานี้โดยไม่ใช้บล็อกได้หรือไม่
7. นักเรียนสามารถบอกข้อมูลอะไรได้บ้างจากปัญหานี้
8. ครูเข้าใจนะว่านักเรียนพูดอะไร ช่วยแสดงให้ครูเห็นหน่อยได้ไหม
9. ช่วยบอกครูหน่อยได้ใหม่นักเรียนกำลังทำอะไรอยู่
10. วิธีการทำสองวิธีนี้เหมือนกันอย่างไร

นอกจากนี้ Franke ได้วิจัยถึงการให้คำถามของครู 3 คน ในการกระตุ้นความคิดของนักเรียน ซึ่งแบ่งลักษณะของคำถามออกเป็น 4 ลักษณะ โดยมีลักษณะการใช้งาน สามารถสรุปได้ดังนี้ (Franke et al., 2009)

1. คำถามทั่วไป (General questions) เป็นคำถามที่ถูกใช้เมื่อนักเรียนตอบไม่ชัดเจน จะทำให้นักเรียนได้อธิบายซ้ำ เช่น นักเรียนสามารถพูดอีกครั้งหนึ่งได้ไหม เมื่อสักครู่นักเรียนพูดว่าอะไร สิ่งนี้นักเรียนตอบหมายถึงอะไร

2. คำถามเฉพาะ (Specific questions) เป็นคำถามที่ถูกใช้เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายถึงรายละเอียดทั่ว ๆ ไป เช่น อะไรคือตัวเลขที่เหมือนกัน นักเรียนจะเติมตัวเลขนั้นใช้หรือไม่ ช่วยอธิบายให้ครูฟังหน่อยว่าที่ขีดเส้นใต้นั้นคืออะไร

3. คำถามที่เป็นลำดับเฉพาะ (Probing sequences of specific questions) เป็นคำถามที่ถูกใช้เมื่อครูไม่ชัดเจนเกี่ยวกับคำอธิบายของนักเรียน โดยครูจะไม่อัดคำถามมาก แต่จะค่อย ๆ ป้อนคำถามเป็นลำดับเฉพาะกับสิ่งที่นักเรียนตอบ เช่น นักเรียนจะเติมตัวเลขอะไรดี ตัวเลขที่นักเรียนตอบมา ได้มาจากไหน ครูเข้าใจแล้วว่าตัวเลขนั้นได้มาจากไหน ไหนลองตรวจคำตอบให้ครูได้เห็นว่าใช้ได้หรือไม่

4. คำถามนำ (Leading questions) เป็นคำถามที่ถูกใช้เมื่อครูป้อนคำถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ เช่น นักเรียนตอบ 100 แสดงว่า 100 คืออะไร ไหนเราจะวาดวงกลมแก้ปัญหาอย่างไร

อุษา ภิรมย์รักษ์ (2562: 40) กล่าวว่า ครูจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาในวิธีการที่หลากหลาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการให้คำแนะนำนักเรียนในการแก้ปัญหา มีการให้ระยะเวลาที่เหมาะสม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ในข้อผิดพลาดของการแก้ปัญหา มีความอดทน และมุ่งมั่นในการแก้ปัญหา แม้จะต้องเจอกับปัญหาที่ยาก ภายใต้บรรยากาศของห้องเรียนที่สนับสนุนให้มีการอภิปรายร่วมกัน บทบาทของครูจะให้ความช่วยเหลือนักเรียนเท่าที่จำเป็น สนับสนุนสื่อหรือเครื่องมือที่นักเรียนต้องการใช้ในการแก้ปัญหา และมีการใช้คำถามเพื่อนำตามฐานความคิดของนักเรียน เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนสามารถไปถึงจุดมุ่งหมายได้

จากการศึกษาการใช้คำถามของครูในห้องเรียนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผู้สอนจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาที่จะทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องทำความเข้าใจในส่วนของรายละเอียดเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง จนสามารถสังเคราะห์ให้เป็นความรู้ของตนเอง แล้วศึกษาการใช้คำถาม โดยผู้สอนมีเจตย์อยู่ว่า จะถามอย่างไรผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดจนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปสู่ข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล

บทเรียนออนไลน์

3.1 ความหมายของบทเรียนออนไลน์

การใช้เว็บเพื่อการศึกษา เป็นการนำเอาประโยชน์ของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตมาพัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอน มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ศุภเศรษฐ์ พึ่งบัว (2562: 5) กล่าวว่า วิว่า บทเรียนออนไลน์ หมายถึง การเรียนจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนไว้อย่างเป็นระบบ และมีการกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน จัดการเรียนการสอน

ตามหลักทฤษฎีทางการศึกษาหลักการเรียนรู้ และจิตวิทยาการศึกษา ซึ่งนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติทั้งนี้การใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “บทเรียน” ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการสื่อสารกระบวนการจัดการเรียนการสอนอย่างสร้างสรรค์อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และทุกรูปแบบของเทคโนโลยีที่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

มนตรี วงษ์สะพาน (2563: 85) กล่าวว่า บทเรียนออนไลน์ (E-Learning) คือ การใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) สร้างการศึกษาที่มีปฏิสัมพันธ์ และการศึกษาที่มีคุณภาพสูง ที่ผู้คนทั่วโลกมีความสะดวกและสามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว ไม่จำกัดสถานที่และเวลา

เบญจพร ตีระวัฒนานนท์ (2563: 9) กล่าวว่า บทเรียนออนไลน์ เป็นการเรียนรู้แบบอิสระ ไม่จำกัดเวลาหรือสถานที่ แต่ต้องอาศัยอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ในการใช้งานเข้าเรียนรู้ออนไลน์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้ามาเรียนรู้ออนไลน์ได้ตลอดเวลา ตอบสนองความต้องการในการค้นคว้าหาความรู้ ผู้สอนก็สามารถเข้ามาอัปเดตสื่อการเรียนการสอนได้ตลอดเวลา

จากการศึกษาความหมายของบทเรียนออนไลน์ที่กล่าวมาข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของบทเรียนออนไลน์ หมายถึง บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีเนื้อหาของบทเรียนที่ประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว ที่สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้ มีความน่าสนใจ และผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา มีความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงความรู้ที่ผู้เรียนสนใจ

3.2 ลักษณะสำคัญของบทเรียนออนไลน์

มนตรี วงษ์สะพาน (2563: 85-86) กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของบทเรียนออนไลน์ สามารถจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งการเรียนรู้ในรายวิชา และการอบรมผ่านระบบเครือข่าย ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือเครือข่ายอินทราเน็ตในองค์กร ดังนั้น บทเรียนออนไลน์ จึงได้ผนวกเข้ากับโลกแห่งการศึกษา และวงจรธุรกิจอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัจจุบันบริษัทหลายบริษัทพัฒนาระบบบทเรียนออนไลน์เพื่ออบรมพนักงานขายของบริษัทให้ทราบและรู้จักผลิตภัณฑ์ใหม่พร้อมเทคนิคการขาย เป็นต้น ดังนั้นจึงพอจะสรุปลักษณะสำคัญของบทเรียนออนไลน์ได้ ดังนี้

1. เรียนรู้ได้ทุกคนทุกที่ทุกเวลา (Anywhere, Anytime and Anybody) คือ ผู้เรียนจะเป็นใครก็ได้ มาจากที่ใดก็ได้ และเรียนเวลาใดก็ได้ตามความต้องการของผู้เรียน เพราะหน่วยงานได้เปิดเว็บไซต์ให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง รวมทั้งบริการจัดทำเป็นชุด CD เพื่อใช้ในลักษณะ Offline ให้กับโรงเรียนหรือสถานศึกษาที่สนใจ แต่ยังไม่พร้อมในระบบอินเทอร์เน็ต

2. ใช้สื่อประสม (Multimedia) สื่อที่นำเสนอในเว็บ ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ตลอดจนวีดิทัศน์ อันจะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. เลือกเรียนรู้ได้ (Non-Linear) ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาที่นำเสนอได้ตามความต้องการ

4. มีระบบการตอบสนอง (Interactive) ด้วยความสามารถของเอกสารเว็บที่มีจุดเชื่อมโยง (Links) ย่อมทำให้เนื้อหาที่มีลักษณะโต้ตอบกับผู้ใช้โดยอัตโนมัติอยู่แล้ว และผู้เรียนยังมีส่วนร่วมติดต่อกับวิทยาการผ่านระบบอีเมล ICQ, Microsoft Messenger และสมุดเยี่ยม ทำให้ผู้เรียนกับวิทยาการสามารถติดต่อกันได้อย่างรวดเร็ว

ดังนั้น บทเรียนออนไลน์จึงเป็นรูปแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีความยืดหยุ่นสูง ผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบ มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากกว่าปกติ มีความตั้งใจใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ ตรงกับระบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำที่ปรึกษา และแนะนำแหล่งความรู้ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียน สามารถทราบผลย้อนกลับของการเรียนรู้ความก้าวหน้าได้จาก E-mail การประเมินผลควรแบ่งเป็น การประเมินย่อย โดยใช้เว็บไซต์เป็นที่สอบ และการประเมินผลรวม ที่ใช้การสอบแบบปกติในห้องเรียน เพื่อเป็นการยืนยันว่าผู้เรียนเรียนจริงและทำข้อสอบจริงได้หรือไม่อย่างไร

จากการศึกษาลักษณะสำคัญของบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า บทเรียนออนไลน์มีลักษณะที่สำคัญ คือ เรียนรู้ได้ทุกคน ทุกที่ ทุกเวลา ใช้สื่อประสมที่ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว และเสียง สิ่งเหล่านี้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งในบทเรียนออนไลน์ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนรู้ได้ เมื่อไม่เข้าใจสามารถเข้าบทเรียนเพื่อทบทวนความรู้ได้ตามที่ต้องการ

3.3 รูปแบบของบทเรียนออนไลน์

บทเรียนออนไลน์ เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลไปยังผู้รับสารหรือผู้เรียน ซึ่งบทเรียนออนไลน์สามารถพิจารณาในลักษณะของการสื่อสารได้ ดังแนวคิดของ กิดานันท์ มลิทอง (2546: 22) กล่าวว่า รูปแบบของการสื่อสาร แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. การสื่อสารทางเดียว (One-Way communication) เป็นการส่งข่าวสารหรือการสื่อสารไปยังผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียวโดยที่ผู้รับไม่สามารถมีการตอบสนองทันที (immediate response) เช่น การฟังวิทยุ หรือการชมโทรทัศน์ เป็นต้น

2. การสื่อสารสองทาง (Two-Way communication) เป็นการสื่อสารที่ผู้รับสารมีการตอบสนองและส่งผลป้อนกลับทันที (immediate feedback) เช่น การสนทนาทางโทรศัพท์ การสนทนาสดทางอินเทอร์เน็ต

ธีระศักดิ์ ธีรวิวัฒนาภา (2559: 39) กล่าวว่า มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงรูปแบบการสร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการเรียนการสอนจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ได้แก่

1. ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง (Human to computer) เป็นการสร้างเนื้อหาที่มีการเชื่อมโยงคำสำคัญ (Key Word) ไปยังเนื้อหารายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรืออาจเชื่อมโยงไปยังสื่อชนิดอื่น ๆ ที่ผู้สอนเห็นว่าจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น บทเรียนออนไลน์จะมีลักษณะเฉพาะที่โดดเด่น คือผู้สอนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนของตนไปสู่เนื้อหาที่มีผู้อื่นสร้างไว้แล้วในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ผู้สอนเห็นว่ามีความประโยชน์เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าไปศึกษา เช่นเดียวกันผู้สอนจะเปิดให้ผู้ใดก็ได้เข้ามาศึกษาบทเรียนที่ตนได้สร้างขึ้นไว้อย่างเสรีหรือจะกำหนดให้เพียงผู้เรียนเฉพาะกลุ่มเข้าเรียนผ่านเครือข่ายก็ได้ นอกจากนั้นผู้สอนยังสามารถแก้ไขปรับปรุงเนื้อหาเพื่อให้ทันสมัยได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องเสียเวลาตามไปแก้ไขให้กับผู้เรียนแต่ละคน

2. ผู้เรียนศึกษาร่วมกับผู้อื่น (Human to Human) การเรียนวิธีนี้มักพบในลักษณะของการเรียนแบบเอาปัญหาเป็นตัวตั้ง (Problem-Based Learning) คือ ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาหรือโจทย์บางอย่างขึ้นมาและให้กลุ่มผู้เรียนร่วมกันระดมความคิดหาสาเหตุ และเสนอหาทางแก้ไข โดยผู้สอนจะทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแสวงหาคำตอบ และจะต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้เรียนอื่นๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนนั้น การเรียนลักษณะนี้นิยมใช้ในกลุ่มการเรียนแทบจะทุกวิชาไม่ว่าจะเป็นประวัติศาสตร์ ภูมิศาสตร์ การบริหารธุรกิจ เป็นต้น

จากการศึกษารูปแบบของบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบของการสื่อสารแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ผู้สอนจะมีหน้าที่เพียงป้อนข้อมูลไว้ให้และผู้เรียนศึกษาร่วมกับผู้อื่น ผู้สอนจะต้องตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้ระดมความคิดร่วมกับผู้อื่นไม่ใช่เพียงแค่ศึกษาข้อมูลและทำความเข้าใจด้วยตนเองเพียงเท่านั้น เมื่อพิจารณาทั้งสองลักษณะจะพบว่ารูปแบบของการสื่อสารของบทเรียนออนไลน์จะเป็นการสื่อสารทางเดียว เพราะผู้เรียนไม่สามารถตอบโต้กับผู้สอนได้ทันที

3.4 องค์ประกอบของบทเรียนออนไลน์

ชุมพวงศ์ ไทยอุบลรัตน์ (2545: 26-27) ระบุว่า องค์ประกอบของบทเรียนออนไลน์ มีดังนี้

1. เนื้อหาของบทเรียน (Content) สำหรับการเรียนการศึกษาแล้วไม่ว่าจะเรียนอย่างไรก็ตามเนื้อหาถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด แต่เนื่องจาก E-Learning นั้นถือว่าเป็นการเรียนรู้แบบใหม่สำหรับวงการการศึกษาในประเทศไทย ดังนั้น เนื้อหาของการเรียนแบบนี้ที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงมีอยู่น้อยมากทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการฝึกอบรม เพิ่มพูนความรู้ พัฒนาศักยภาพทั้งของบุคคล โดยส่วนตัวและของหน่วยงานต่าง ๆ ทางโครงการฯ จึงได้เร่งติดต่อ ประสานสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศ จัดนำเนื้อหาความรู้ที่มีอยู่มาพัฒนาเป็นบทเรียนออนไลน์ โดยเจ้าของเนื้อหาวิชา (Content provider) ที่เป็นแหล่งความรู้ทั้งหลายนั้น

จะมีความเด่นในเนื้อหาต่าง ๆ ครอบคลุมทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ ตลอดจนความรู้ที่เป็น ภูมิปัญญาท้องถิ่น เนื้อหาของ E-Learning สามารถแบ่งเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1.1 ระดับเน้นข้อความออนไลน์ (Text online) เนื้อหาจะอยู่ในรูปของข้อความ เป็นหลัก ซึ่งมีข้อดี คือ เป็นการประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการผลิตเนื้อหาและการบริหารจัดการ รายวิชา โดยผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา สามารถผลิตได้ด้วยตนเอง

1.2 ระดับรายวิชาออนไลน์เชิงโต้ตอบและประหยัด (Low-cost interactive online course) เนื้อหาจะอยู่ในรูปตัวอักษร ภาพ เสียง และวีดิทัศน์ที่ผลิตขึ้นมาอย่างง่าย ๆ ซึ่งควรมีการพัฒนา LMS ที่ดีเพื่อช่วยผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาในการสร้างและปรับเนื้อหา ให้ทันสมัยได้ด้วยตนเอง

1.3 ระดับรายวิชาออนไลน์คุณภาพสูง (High quality online course) เนื้อหา จะอยู่ในรูปของมัลติมีเดียที่มีลักษณะมีอาชีพ การผลิตต้องใช้ทีมงานในการผลิตที่ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Content experts) ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบการสอน (Instructional designers) และผู้เชี่ยวชาญการผลิตมัลติมีเดีย (Multimedia experts) เนื้อหาในระดับนี้ต้องมีการ ใช้เครื่องมือ หรือโปรแกรมเฉพาะสำหรับการผลิตและเรียกดู เช่น Macromedia Flash หรือ Flash Player เป็นต้น

2. ระบบบริหารการเรียน (Management) เนื่องจากการเรียนแบบออนไลน์หรือ E-Learning นั้น เป็นการเรียนที่สนับสนุนให้ผู้เรียน ได้ศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ระบบบริหาร การเรียนที่ทำหน้าที่ศูนย์กลาง กำหนดลำดับเนื้อหาในบทเรียน นำส่งบทเรียนผ่านเครือข่าย คอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียน ประเมินผลความสำเร็จของบทเรียน ควบคุม และสนับสนุนการให้บริการ ทั้งหมดแก่ผู้เรียน จึงถือว่าเป็นองค์ประกอบของ E-Learning ที่สำคัญมาก โดยจัดเตรียมหลักสูตร บทเรียนทั้งหมดเอาไว้ พร้อมทั้งจะให้ผู้เรียนได้เข้ามาเรียน เมื่อผู้เรียนได้เริ่มต้นบทเรียนแล้วระบบ จะเริ่มทำงาน โดยส่งบทเรียนตามคำขอของผู้เรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (อินเทอร์เน็ต , อินทราเน็ต หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์อื่นๆ) ไปแสดงที่ Web browser ของผู้เรียนจากนั้นระบบก็จะ ติดตาม และบันทึกความก้าวหน้า รวมทั้งสร้างรายงานกิจกรรม และผลการเรียนของผู้เรียน ในทุกหน่วยการเรียนอย่างละเอียด จนกระทั่งจบหลักสูตร

3. การติดต่อสื่อสารการเรียนทางไกล (Communication) โดยทั่วไปแล้วจะเป็นการเรียนด้วยตัวเองโดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียนปกติ ซึ่งผู้เรียนจะเรียนจากสื่อการเรียนการสอนประเภท สิ่งพิมพ์ วิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และสื่ออื่น ๆ การเรียนแบบ E-Learning ก็เช่นกัน ถือว่าเป็นการเรียนทางไกลแบบหนึ่ง แต่สิ่งสำคัญที่ทำให้ E-Learning มีความโดดเด่นและแตกต่างไปจาก การเรียนทางไกลทั่ว ๆ ไป ก็คือ การนำรูปแบบการติดต่อสื่อสารแบบ 2 ทาง มาใช้ประกอบในการ เรียนเพื่อเพิ่มความสนใจ ความตื่นตัวของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนให้มากยิ่งขึ้น และเป็นเครื่องมือที่จะ

ช่วยให้ผู้เรียนได้ติดต่อ สอบถาม ปรีกษาหารือ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างตัวผู้เรียนกับ ครูผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนคนอื่น ๆ

4. การสอบ/วัดผลการเรียน (Test and evaluation) โดยทั่วไปแล้วการเรียนไม่ว่าจะเป็นการเรียนในระดับใดหรือเรียนวิธีใดก็ย่อมต้องมีการสอบ/การวัดผลการเรียนเป็นส่วนหนึ่งอยู่เสมอ ดังนั้นการสอบ/วัดผลการเรียนจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะทำให้การเรียนแบบ E-Learning เป็นการเรียนที่สมบูรณ์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learningจะมีระบบการบริหารจัดการเรียนที่จะสามารถทดสอบ โดยเรียกข้อทดสอบนั้น ๆ มาจากระบบบริหารการเรียนที่เรียกว่า ระบบคลังข้อสอบ (Test bank system) นำมาทดสอบได้เลย ซึ่งจะทำให้การวัดผล ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา (2547: 10) กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านบทเรียนออนไลน์ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน โดยแต่ละส่วนจะต้องได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดี เพราะเมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันแล้ว ระบบทั้งหมดจะต้องทำงานประสานกันได้อย่างลงตัว ดังต่อไปนี้

1. เนื้อหาบทเรียนออนไลน์ (Content) เป็นสิ่งสำคัญของการเรียนการสอน นำเนื้อหาที่มีอยู่มาพัฒนาเป็นบทเรียนออนไลน์

2. ระบบบริหารการเรียน (E-learning management system: LMS) เป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง เป็นศูนย์กลางกำหนดลำดับเนื้อหาในบทเรียน นำส่งบทเรียนผ่านเครือข่ายไปยังผู้เรียน ประเมินผล ควบคุม รวมทั้งสร้างรายงานกิจกรรม และผลการเรียนของผู้เรียนในทุกหน่วยการเรียนอย่างละเอียด

3. การติดต่อสื่อสาร (Communication) เนื่องจากการเรียนผ่านบทเรียนออนไลน์ เป็น การเรียนที่ไม่ต้องเข้าชั้นเรียน เป็นการสื่อสารแบบสองทาง มีเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ติดต่อ สอบถาม ปรีกษา และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน โดยเครื่องมือประเภท Real-time

4. การสอบ/วัดผลการเรียน (Evaluation) จำเป็นต้องวัดความรู้ก่อนสมัครเข้าเรียน เมื่อเข้าสู่บทเรียนจะมีการทดสอบย่อยท้ายบท และการทดสอบใหญ่หลังเรียน การเรียนการสอนแบบออนไลน์ จะมีการเรียกข้อสอบจากระบบคลังข้อสอบ มีระบบย่อยที่มีอยู่ในระบบบริหารจัดการ การเรียน LMS นั้นเอง

นิพพร สาลี (2562: 14) กล่าวว่า การจัดการสอนแบบออนไลน์ ต้องได้รับการออกแบบ มาเป็นอย่างดี เพราะเมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันแล้วระบบทั้งหมดจะต้องทำงานประสานกัน ได้อย่างลงตัว ในการจัดการระบบออนไลน์นั้น อย่างน้อยที่สุดควรประกอบไปด้วยส่วนประกอบ ที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

1. เนื้อหาของบทเรียน สำหรับการเรียนการศึกษาแล้ว ไม่ว่าจะเรียนอย่างไรก็ตาม เนื้อหาถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด การเรียนแบบออนไลน์ ก็เช่นกัน อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเรียนแบบออนไลน์นั้นถือว่าเป็นการเรียนรู้อย่างใหม่สำหรับวงการการศึกษาในประเทศไทย ดังนั้นเนื้อหาของการเรียนแบบนี้ที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงมีอยู่น้อยมากทำให้ไม่เพียงพอความต้องการในการฝึกอบรม เพิ่มพูนความรู้ พัฒนาศักยภาพทั้งของบุคคลโดยส่วนตัวและของหน่วยงานต่าง ๆ ให้มีการพัฒนา เนื้อหาบทเรียนออนไลน์ (Course ware) ให้มากขึ้น

2. ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนแบบออนไลน์หรือ E-Learning นั้นเป็นการเรียนที่สนับสนุนให้ผู้เรียน ได้ศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ระบบบริหารการเรียนที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง กำหนดลำดับของเนื้อหาในบทเรียน นำส่งบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียน ประเมินผลความสำเร็จ ของบทเรียน ควบคุมและสนับสนุนการให้บริการทั้งหมดแก่ผู้เรียน จึงถือว่าเป็นองค์ประกอบของการเรียนแบบออนไลน์ที่สำคัญมาก เรียกขานระบบนี้ว่าระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ (LMS: E-learning management system) ถ้าจะกล่าวโดยรวม LMS จะทำหน้าที่ตั้งแต่ผู้เรียนเริ่มเข้ามาเรียน โดยจัดเตรียมหลักสูตร บทเรียนทั้งหมดเอาไว้พร้อมที่จะให้ผู้เรียนได้เข้ามาเรียน เมื่อผู้เรียนได้ เริ่มต้นบทเรียนแล้ว ระบบจะเริ่มทำงานโดยส่งบทเรียนตามคำขอของผู้เรียน ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (อินเทอร์เน็ต, อินทราเน็ตหรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์อื่น ๆ) ไปแสดงที่ Web browser ของผู้เรียนจากนั้นระบบก็จะติดตามและบันทึกความก้าวหน้า รวมทั้งสร้างรายงานกิจกรรมและผลการเรียนของผู้เรียนในทุกหน่วยการเรียนอย่างละเอียด จนกระทั่งจบหลักสูตร

3. การติดต่อสื่อสาร การเรียนทางไกลโดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นการเรียนด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน ปกติซึ่งผู้เรียนจะเรียนจากสื่อการเรียนการสอนประเภทสิ่งพิมพ์ วิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และสื่ออื่น การเรียนแบบออนไลน์ก็เช่นกัน ถือว่าเป็นการเรียนทางไกลแบบหนึ่งแต่สิ่งสำคัญที่ทำให้การเรียนแบบออนไลน์มีความโดดเด่น และแตกต่างไปจากการเรียนทางไกลทั่ว ๆ ไปก็คือ การนำรูปแบบการติดต่อสื่อสารแบบ 2 ทาง มาใช้ประกอบในการเรียน เพื่อเพิ่มความสนใจความตื่นตัว ของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนให้มากยิ่งขึ้น เช่น ในระหว่างเรียน ถ้ามีคำถามซึ่งเป็นการทดสอบย่อยในบทเรียนเมื่อคำถามปรากฏขึ้นมา ผู้เรียนก็ต้องเลือกคำตอบ และส่งคำตอบกลับมายังระบบในทันที เหตุการณ์ดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนรักษาระดับความสนใจในการเรียนได้เป็นระยะเวลายาวนานขึ้น นอกจากนี้วัตถุประสงค์สำคัญอีกประการของการติดต่อแบบ 2 ทาง ก็คือ ใช้เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ติดต่อ สอบถาม ปรีกษาหรือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างตัวผู้เรียนกับครู อาจารย์ผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนคนอื่น ๆ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 ประเภท Real-time ได้แก่ Chat (Message, voice) White board/ Text slide, Real-time Annotations, Interactive poll, Conferencing และอื่น ๆ

3.2 ประเภท Nonreal-time ได้แก่ Web-board, E-mail

4. การสอบและการวัดผลการเรียน โดยทั่วไปแล้วการเรียนไม่ว่าจะเป็นการเรียนในระดับใด หรือเรียนวิธีใด ก็ย่อมต้องมีการสอบ การวัดผลการเรียนเป็นส่วนหนึ่งอยู่เสมอ การสอบและการวัดผลการเรียนจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะทำให้การเรียนแบบออนไลน์เป็นการเรียนที่สมบูรณ์ กล่าวคือ ในบางวิชา จำเป็นต้องวัดระดับความรู้ก่อนเข้าสมัครเข้าเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนในบทเรียน หลักสูตรที่เหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด ซึ่งจะทำให้การเรียนที่จะเกิดขึ้นเป็นการเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อเข้าสู่บทเรียนในแต่ละหลักสูตรก็จะมีกรอบย่อยท้ายบท และการสอบใหญ่ก่อนที่จะจบหลักสูตร

Kearsley (ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ, 2550: 32 อ้างถึงจาก Kearsley G., 2000: 105) กล่าวว่า การพัฒนาบทเรียนออนไลน์มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายส่วน เช่น ด้านเนื้อหา กระบวนการพัฒนาหรือบุคลากร ซึ่งเคียร์สเลย์ (2000) ได้เสนอองค์ประกอบสำหรับการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ที่มีคุณภาพ ดังนี้

1. เนื้อหา มีความถูกต้องทันสมัย น่าเชื่อถือและสมบูรณ์
2. หน้าที่ครู ยุทธศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา และความสามารถของผู้เรียน รวมถึงการจัดกระบวนการกิจกรรม และสร้างความน่าสนใจให้กับผู้เรียน
3. แรงจูงใจ องค์ประกอบของเนื้อหาที่น่าสนใจ และการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมด้วยภาพกราฟิก และสื่อมัลติมีเดีย
4. ผลย้อนกลับ ผู้เรียนสามารถรู้ความก้าวหน้า หรือผลการเรียนจากบทเรียนออนไลน์ทันทีทันเวลาว่าผลการเรียนดีขึ้นเพียงใดได้ตลอดเวลา
5. การเชื่อมโยง มีการจัดระเบียบทรัพยากรการเรียนและการเชื่อมโยงที่ดี ผู้เรียนจะต้องรู้ชัดเจนว่า เขาต้องทำอะไรบ้าง เมื่อไร ทำที่ไหน และทำทำไม
6. บทเรียน ง่ายต่อการใช้งาน มีความเหมาะสมกับผู้เรียน
7. การช่วยเหลือ มีเมนูช่วยเหลือ หรือการบริการติดต่อสื่อสารที่มีความสะดวก เช่น โทรศัพท์หรือเจ้าหน้าที่ดูแลผ่านระบบออนไลน์
8. การประเมินผล ผลการเรียนมีความครอบคลุมทั้งกระบวนการเชื่อถือได้
9. ภาระงาน ควรมีจำนวนที่เหมาะสมกับรายวิชาและสอดคล้องกับรูปแบบระดับการเรียน
10. ความยืดหยุ่น ผู้เรียนมีความสนใจพื้นฐานความรู้ความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นบทเรียนต้องมีทางเลือกและช่องทางในการเรียนที่หลากหลายเพื่อสร้างทางเลือกให้กับผู้เรียนตอบสนองการเรียนรู้มากที่สุด

จากการศึกษาองค์ประกอบของบทเรียนออนไลน์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนออนไลน์มีองค์ประกอบทั้งหมด 4 ส่วน ประกอบไปด้วยส่วนเนื้อหา ส่วนระบบบริหารการเรียน ส่วนการติดต่อสื่อสารทางไกล และส่วนการสอบวัดผลประเมินผลการเรียน ซึ่งบทเรียนออนไลน์ต้องมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับบทเรียน โดยผู้วิจัยควรศึกษาเนื้อหาและออกแบบบทเรียนให้มีความเหมาะสมกับช่วงวัย การเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อบทเรียนออนไลน์ ด้วยภาพกราฟิก และสื่อมัลติมีเดียที่มีความสร้างสรรค์ ผู้เรียนสามารถรู้ผลการทำแบบทดสอบได้ทันที ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนทราบพัฒนาการของตนเองได้อย่างชัดเจนหลังจากกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนและผู้สอนสามารถมีการปฏิสัมพันธ์กันผ่านบทเรียนออนไลน์เพื่อให้คำแนะนำหรือให้การช่วยเหลือในการเรียน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างตัวผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งจะส่งผลให้การเรียนของผู้เรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.5 แนวคิดในการออกแบบบทเรียนออนไลน์

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2546: 75-89) กล่าวว่า เทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนโดยให้เน้นการผสมผสานของกราฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมการให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่ บริกส์ และแวกเนอร์ ดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain attention) ก่อนที่จะเริ่มเรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและจูงใจให้อยากที่จะเรียน ทำได้โดยการใช้ภาพ สี เสียงประกอบในการสร้างไตเติล (Title) ใช้กราฟิกขนาดใหญ่ง่ายไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สี และเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิก ภาพควรค้างอยู่ที่จอภาพจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียนแสดงผลบนจอได้เร็วและควรเหมาะกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify objective) การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนออนไลน์นั้นเพื่อให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเค้าโครงเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ เพื่อให้การเรียนรู้อมีประสิทธิภาพ การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงด้วยว่าควรใช้ถ้อยคำง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ มีวัตถุประสงค์กว้าง ๆ ควรต่อด้วยเมนู (Menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อ โดยใช้กราฟิกง่าย ๆ และการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (Active prior knowledge) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจไม่มีพื้นฐานมาก่อนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรจะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่

นอกจากจะเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานแล้วก็จะเป็นการทบทวน แต่ก็ไม่จำเป็นต้องมีการทดสอบเสมอไป ชั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4. ให้นำเนื้อหาและความรู้ใหม่ (Present new information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กะทัดรัดง่าย และได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลานานไปไม่เกี่ยวกับเนื้อหาเข้าใจยากหรือการออกแบบไม่เหมาะสม การออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟิกในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ แผนภาพ ภาพเปรียบเทียบ ช่วยเนื้อหาที่ยากและสลับซับซ้อน ควรใช้ตัวชี้แนะ เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยากควรจัดรูปแบบให้หน้าอ่านยกตัวอย่างที่เข้าใจง่ายควรเสนองราฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สีในจอสี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide response) ในชั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรม ซึ่งยอมทำให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาได้ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่ และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน บางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้าง ถ้าเนื้อหาอยากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit responses) ในชั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรม ซึ่งยอมทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดีควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร้าความคิดอาจใช้กราฟิกหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถามและผลป้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (Frame) เดียวกัน

7. ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Provide feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มาก ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เรียน โดยบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและให้ผลป้อนกลับเพื่อบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใดและควรคำนึงด้วยว่าผลป้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถาม คำตอบ และผลป้อนกลับ ควรอยู่ในกรอบเดียวกันควรใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาช่วยหลีกเลี่ยงการใช้ภาพที่ตื่นตาเพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพ จะทำให้ผู้เรียนสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้เคียงจากจุดหมายและควรเปลี่ยนรูปแบบของผลป้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจ

8. ทดสอบ (Assess performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถ จำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบ คำตอบ

และข้อมูลป้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกัน และต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลป้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอื่นด้วยหรือไม่ ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบและต้องคำนึงถึงความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบอย่าตัดสินใจว่าตอบผิด ถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบ ในการตั้งคำถามไม่ควรตัดสินใจว่าคำตอบผิด พิมพ์ผิด วรรณคดี ใช้ตัวอักษรผิด

9. การนำความรู้ไปใช้ (Enhancing retention and transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบว่า ความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง จากข้อมูล ข้างต้นเทคนิคการออกแบบบทเรียนออนไลน์ควรจะได้รับแรงกระตุ้นและจูงใจให้อยากที่จะเรียนทำได้ โดยการใชภาพ สีเสียงประกอบในการสร้างไต่เตล (Title) และใช้กราฟิกขนาดใหญ่ง่ายไม่ซับซ้อน

LUO HAN (2560: 24) ได้เสนอแนวคิดของการเรียนการสอนออนไลน์เหมือนกับการเรียน การสอนในชั้นเรียนตรงที่ครูผู้สอนต้องจัดเตรียมกิจกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยคำนึงถึงสิ่งที่ดีนั้น ผู้เรียนและผู้สอน ต้องปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ดังนั้นการเรียนการสอนออนไลน์ จึงไม่ได้เป็นเพียงแค่การสร้างบทเรียน บนเว็บ เพื่อให้ผู้เรียนเข้ามาศึกษาเนื้อหาบทเรียนเท่านั้น แต่ยัง ต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเทคโนโลยีการศึกษา ส่วนใหญ่จึงยึดตามการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการ 9 ขั้นตอน ของโรเบิร์ต กากะ ในการ ออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเว็บ เพื่อให้ได้บทเรียนลักษณะการเรียนการสอนจริง มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจกับบทเรียนและเนื้อหาที่จะเรียน (Motivate the learner) การเร้าความสนใจผู้เรียนนี้อาจทำได้โดยการจัดสภาพแวดล้อมให้ดึงดูด ความสนใจ เช่น การใช้ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหวและ/หรือการใช้เสียงประกอบบทเรียน ในส่วนบทนำ

ขั้นตอนที่ 2 บอกให้ผู้เรียนทราบถึงจุดประสงค์ของบทเรียน (Inform learners of learning objectives) การบอกให้ผู้เรียนทราบถึงจุดประสงค์ของบทเรียนนี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการเรียนการสอนบนเว็บที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้โดยการศึกษา เนื้อหาที่ต้องการศึกษาได้เอง ดังนั้นการที่ผู้เรียนได้ทราบถึงจุดประสงค์ของบทเรียนล่วงหน้าทำให้ ผู้เรียนสามารถมุ่งความสนใจไปที่เนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังสามารถเลือกศึกษาเนื้อหา เฉพาะที่ตนยังขาดความเข้าใจที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตรงตามจุดประสงค์ของ บทเรียนที่ได้กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน (Recall previous knowledge) การทบทวนความรู้เดิมช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

รูปแบบการทบทวนความรู้เดิมในบทเรียนบนเว็บทำได้หลายวิธี เช่น กิจกรรมการถาม-ตอบคำถาม หรือการแบ่งกลุ่มให้ผู้เรียนอภิปราย หรือสรุปเนื้อหาที่ได้เคยเรียนมาแล้ว เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอบทเรียน (Present the material to be learned) การนำเสนอ บทเรียนบนเว็บสามารถทำได้หลายรูปแบบด้วยกัน คือการนำเสนอด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง หรือแม้กระทั่งวีดิทัศน์ อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรให้ความสำคัญก็คือผู้เรียน ผู้สอน ควรพิจารณาลักษณะของผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้การนำเสนอบทเรียนเหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Provide guidance for learning) การชี้แนวทางการเรียนรู้ หมายถึง การชี้แนะให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนใหม่ผสมผสานกับความรู้เก่าที่เคยได้เรียนไปแล้วเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่รวดเร็วและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน (Active involvement) นักการศึกษา ต่างทราบดีว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน โดยตรง ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนบนเว็บจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนซึ่งอาจทำได้โดยการจัดกิจกรรมการสนทนาออนไลน์รูปแบบ Synchronous หรือการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านเว็บบอร์ดในรูปแบบ Asynchronous เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 7 ให้ผลย้อนกลับ (Provide feedback) ลักษณะเด่นประการหนึ่งของการ เรียนการสอนบนเว็บก็คือการที่ผู้สอนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนได้โดยตรงอย่างใกล้ชิด เนื่องจาก บทบาทของผู้สอนนั้นเปลี่ยนจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แต่เพียงผู้เดียวมาเป็นผู้ให้คำแนะนำ และช่วยกำกับ การเรียนของผู้เรียนรายบุคคลและด้วยความสามารถของอินเทอร์เน็ตที่ทำให้ผู้เรียน และผู้สอนสามารถติดต่อกันได้ตลอดเวลาทำให้ผู้สอนสามารถติดตามก้าวหน้า และสามารถ ให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนแต่ละคนได้ด้วยความสะดวก

ขั้นตอนที่ 8 ทดสอบความรู้ (Testing) การทดสอบความรู้ความสามารถผู้เรียน เป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง เพราะทำให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนได้ทราบถึงระดับความรู้ ความเข้าใจที่ผู้เรียน มีต่อเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ การทดสอบความรู้ในบทเรียนบนเว็บสามารถทำได้ หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นข้อสอบแบบปรนัยหรืออัตนัย การจัดทำกิจกรรมการอภิปรายกลุ่มใหญ่หรือ กลุ่มย่อย เป็นต้น ซึ่งการทดสอบนี้ผู้เรียนสามารถทำการทดสอบบนเว็บผ่านระบบเครือข่ายได้

ขั้นตอนที่ 9 การจำและการนำไปใช้ (Providing enrichment or remediation) สามารถทำได้โดยการกำหนดตัวเชื่อม (Links) ที่อนุญาตให้ผู้เรียนเลือกเข้าไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม ในสิ่งที่จะเป็นประโยชน์ในการนำองค์ความรู้ที่ได้รับมาไปใช้

จากการศึกษาแนวคิดและเทคนิคในการออกแบบบทเรียนออนไลน์ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เพื่อนำความรู้มาใช้ในการออกแบบบทเรียนออนไลน์ของผู้วิจัย จนได้ข้อสรุป ดังนี้

การออกแบบบทเรียนออนไลน์ มีลำดับขั้นตอนนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน ดังนี้

1. การกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียน โดยการจัดรูปแบบของบทเรียน ในเว็บไซต์ให้มีความทันสมัย น่าดู น่าสนใจ ใช้ภาพ สี และเสียงที่สร้างสรรค์ การเข้าสู่บทเรียน ควรเข้าได้ง่ายและไม่ซับซ้อน มีชื่อบทเรียน และเนื้อหาในบทเรียน องค์ประกอบอื่น ๆ ที่ผู้เรียน มองเห็นได้และเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน

2. การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนบทเรียน ควรบอกให้ชัดเจนและไม่ควรเป็น ข้อความ ที่ยาวจนเกินไป ใช้ภาษาระดับกึ่งทางการ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ได้ง่าย และสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ และหลังจากเรียนแล้วผู้เรียนสามารถกลับมาทบทวน ในบทเรียนได้อีกครั้ง โดยการเลือกศึกษาเนื้อหาเฉพาะที่ตนยังขาดความเข้าใจได้ ที่

3. ทบทวนความรู้เดิม (Active prior knowledge) โดยก่อนเข้าสู่บทเรียนมีกิจกรรม ถามตอบ หรือกล่าวถึงเนื้อหาที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนนำพื้นฐานความรู้เดิมมาเชื่อมโยง กับความรู้ใหม่บทเรียนในลำดับต่อไป

4. นำเสนอบทเรียน การนำเสนอบทเรียนบนเว็บ ควรใช้ภาพประกอบที่มีขนาดพอดี กับเนื้อหา ไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป ส่วนเนื้อหา ควรใช้ตัวอักษรที่อ่านง่าย และมีขนาดที่พอเหมาะ กับวัยของผู้เรียน ที่ใช้ข้อความที่กะทัดรัดง่าย น่าอ่านและได้ใจความ สีที่ใช้ในบทเรียนควรเป็นสีที่ เหมาะกับการเรียนรู้ และการใช้เสียงประกอบในบทเรียนควรเป็นเสียงที่น่าฟัง และน่าเรียนรู้ ไม่ควร เสียงดังหรือเบาจนเกินไป ทั้งนี้ผู้สอนควรพิจารณาลักษณะของผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้การนำเสนอ บทเรียนเหมาะสมกับผู้เรียนและได้ประสิทธิภาพมากที่สุด

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา เนื้อหาในบทเรียนใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิม ของผู้เรียน ในการตัวอย่างควรเป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ถ้าเนื้อหาอยากควรให้ตัวอย่าง ที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

6. การมีส่วนร่วมในบทเรียน โดยมีการสร้างคำถามสั้น ๆ หรือเกมที่ใช้เวลาไม่นาน เป็นกิจกรรมในเฟรมเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและมีส่วนร่วมในการตอบสั้น ๆ ซึ่งอาจจะทำไว้ใน ตอนต้น ตอนกลาง หรือตอนท้ายของบทเรียนก็ได้ การมีส่วนร่วมในบทเรียนจะทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหา ได้ดียิ่งขึ้น

7. ให้ข้อมูลป้อนกลับ ในกิจกรรมการถาม-ตอบ เกมหรือการทำแบบทดสอบ ควรมีเฉลย ตอนท้ายทุกครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนทราบผลได้ทันที

8. ทดสอบความรู้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนและผู้สอนได้ทราบถึงระดับความรู้ความเข้าใจที่ผู้เรียนที่มีต่อเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ การทดสอบความรู้ในบทเรียนบนเว็บสามารถทำได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นข้อสอบแบบปรนัย หรืออัตนัย ซึ่งการทดสอบนี้ผู้เรียนสามารถทำการทดสอบบนเว็บผ่านระบบเครือข่ายได้

9. การนำไปใช้ ให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไร มีการทบทวนแนวคิดสำคัญ และควรเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม ที่ผู้เรียนสามารถเลือกเข้าไปศึกษา เนื้อหาเพิ่มเติมในสิ่งที่น่าจะเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่อไป

3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนออนไลน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2545: 9-10) กล่าวว่า ข้อดีของบทเรียนออนไลน์มีดังนี้

1. รองรับยุทธศาสตร์การสอน (Instructional strategy) ได้หลากหลายและมีประสิทธิภาพเนื่องจากเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ครอบคลุมทั้งเทคโนโลยีและบุคคล (Technology based and human based) เป็นสื่อที่นำเสนอได้ทั้งข้อความธรรมดาและสื่อประสม มีเครื่องมือช่วยการสื่อสารระหว่างการเรียนการสอนทั้งแบบระหว่างบุคคลและระหว่างบุคคลกับกลุ่ม ทั้งการสื่อสารในเวลาเดียวกันและต่างเวลายกตัวอย่างยุทธศาสตร์ที่ใช้คือ Resource based learning, Self-paced learning, Collaborative/Cooperative learning, Individualized instruction เป็นต้น

2. ลดเวลาในการบริหารจัดการเรียนการสอนเนื่องจากเป็นระบบการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือมีระบบคอมพิวเตอร์ระบบฐานข้อมูลรองรับการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม ดังนั้นผู้พัฒนาสามารถพัฒนาให้บทเรียนออนไลน์ช่วยในการลดภาระการบริหารจัดการเรียนการสอน เช่น ช่วยบันทึกเวลาความถี่ในการเข้าใช้บทเรียน เก็บคะแนน สรุปคะแนนหาค่าสถิติต่าง ๆ บริหารคลังข้อสอบ เป็นต้น ข้อดีที่เป็นผลจากการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาสนับสนุนการทดสอบ ผู้สอนสามารถออกแบบให้บทเรียนออนไลน์ให้ข้อมูลป้อนกลับมายังผู้เรียนอย่างทันทีทำให้ผู้เรียนได้รับแรงจูงใจจากการเรียนหรือทำกิจกรรมผ่านเว็บ

3. บทเรียนออนไลน์ที่อยู่ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงกับแหล่งข้อมูลมากมายที่ค่อนข้างเป็นปัจจุบัน (Updated) หรือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาตานั้นจริง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบบทเรียนและความพร้อมในการดำเนินงาน

4. เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมกัน เนื่องจากกิจกรรมที่จัดไม่ได้ถูกจำกัดด้วยเวลาเหมือนการเรียนในห้องเรียนและไม่ได้ถูกจำกัดที่ความเร็วในการคิดในการโต้ตอบของผู้เรียนผู้เรียนทุกคนสามารถใช้เวลาเพื่อถามหรือตอบคำถาม หรือมีส่วนในกิจกรรมตามความสามารถและศักยภาพของตน

5. เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่เปิดให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าถึงคำถามและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนร่วมเรียนได้มากกว่ารูปแบบการเรียนการสอนอย่างอื่น และมีระบบที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลายรูปแบบนอกจากนี้ยังสามารถสื่อสารในเวลาเดียวกันทั้งแบบระหว่างบุคคลและกลุ่ม

6. เป็นสภาพที่เอื้อต่อการสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียนในลักษณะการนำเสนอผลงานการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อให้เกิดความภูมิใจและจูงใจในการใช้ความพยายามทำงานตามกิจกรรมการเรียนการสอนผู้สอนอาจจะออกแบบให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอผลงานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

7. เปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถติดตามกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างใกล้ชิด ได้รับข้อมูลป้อนกลับและสามารถประเมินผลการเรียนการสอนกิจกรรมได้จากข้อมูลหลายด้าน เช่น คะแนนของผู้เรียน คำถามคำตอบของผู้เรียน เป็นต้น และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ใกล้ชิดในระดับบุคคล

8. ผู้สอนสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งความรู้หรือข้อมูลที่ทันสมัยที่มีประโยชน์ในระบบเครือข่ายมาสนับสนุนการเรียนการสอน นอกจากจะทำให้เนื้อหาการสอนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นแล้วยังช่วยลดเวลาในการเตรียมการสอนลงได้อีกด้วย

9. ผู้สอนสามารถปรับการเรียนการสอนและกิจกรรมการสอนได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากระบบการผลิตการแก้ไขสื่อการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์รวมทั้งผู้สอนสามารถนำข้อมูลข่าวสารและเหตุการณ์ที่ทันสมัยเข้าเสริมในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตลอดเวลาซึ่งไม่สามารถกระทำได้ในสื่อการเรียนการสอนรูปแบบอื่น

อัญชลี ตุ่มทอง และอัมพร ขาวบาง (2552: 10-11) กล่าวว่า บทเรียนออนไลน์จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องการเรียนการสอน แต่ในขณะเดียวกันยังมีข้อจำกัดหากขาดความพร้อมเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ในด้านเทคโนโลยี ดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนจะต้องคุ้นเคยกับเทคโนโลยีโดยเฉพาะการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเนื่องจากการเข้าร่วมกิจกรรมบทเรียนผ่านเว็บต้องกระทำผ่านเครื่องมือเหล่านี้

2. บทเรียนผ่านเว็บต้องพึ่งพาเทคโนโลยีหากมีปัญหาทางเทคนิคจะทำให้การเรียนการสอนชะงักได้ ต่างจากการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนซึ่งสามารถดำเนินไปได้โดยไม่ขึ้นกับเทคโนโลยี

3. ผู้เรียนและผู้สอนต้องเข้าใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่เป็นสื่อกลางในบทเรียนผ่านเว็บได้ตลอดเวลาหากมีข้อจำกัดที่จำนวนเครื่องที่ใช้หรือต้องคอยเวลาไม่สามารถเข้าใช้ได้อย่างสะดวกจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอนได้

4. ผู้สอนต้องใช้เวลามากขึ้นในกระบวนการเรียนการสอนเนื่องจากผู้เรียนทุกคนสามารถสอบถามได้ตลอดเวลาไม่จำกัดเพียงเวลาในชั้นเรียนหรือเวลาทำงานของผู้สอน อีกทั้งผู้สอนจำเป็นต้องติดตามการดำเนินไปของกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างใกล้ชิดหากต้องการทราบปัญหาของการเรียนการสอนหรือต้องการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

5. ผู้เรียนต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนจะเปลี่ยนเป็นการเรียนแบบใฝ่รู้ (Active learning) การสื่อสารด้วยการเขียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการคิดและการแปลงเป็นข้อความต้องเรียบเรียงซึ่งใช้เวลามากกว่าการพูด ขณะเดียวกันแหล่งข้อมูลและความรู้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีมากและมีการเชื่อมโยงต่อกัน ทำให้การติดตามอ่านเพื่อนำมาร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนต้องใช้เวลา

6. บทเรียนออนไลน์แบบเต็มรูปแบบเป็นระบบที่มีการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต อย่างไรก็ตามผู้เรียนและผู้สอนจะขาดการปฏิสัมพันธ์แบบเห็นหน้า (Face to face interaction) ซึ่งอาจจะเพิ่มความคลาดเคลื่อนในการสื่อสารข้อความรู้สึกจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลไป

7. หากผู้สอนและผู้เรียนยังไม่คุ้นเคยกับการสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์อาจเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอน

8. บทเรียนออนไลน์อาจมีผลข้างเคียงต่อผู้เรียนในการรวบรวมการทำกิจกรรมการเรียนการสอนได้ เช่น การเข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเว็บอื่นจะเป็นสิ่งเร้าดึงให้ผู้เรียนหลงไปนอกบทเรียน เป็นต้น

พิระนุช คงทน (2551: 58) กล่าวว่า ข้อจำกัดของบทเรียนออนไลน์ มีดังนี้

1. ไม่สามารถรับรู้ความรู้สึกปฏิกิริยาที่แท้จริงของผู้เรียนและผู้สอน
2. ไม่สามารถสื่อความรู้สึกอารมณ์ในการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง
3. ผู้เรียนและผู้สอนจะต้องมีความพร้อมในการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต
4. ผู้เรียนบางคนไม่สามารถศึกษาด้วยตนเองได้

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนออนไลน์ดังกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ข้อดีของบทเรียนออนไลน์นอกจากจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนแล้ว ยังช่วยลดระยะเวลาในการเตรียมการสอนของผู้สอนอีกทั้งผู้เรียนเองก็มีระยะเวลาในการเรียนรู้ ได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาที่กำลังศึกษา สามารถศึกษา หาความรู้ได้ทุกเวลา ข้อจำกัดของบทเรียนออนไลน์ ได้แก่ บทเรียนออนไลน์นั้นผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมในการใช้อินเทอร์เน็ต หากผู้เรียนไม่มีสมาธิจดจ่อกับบทเรียนออนไลน์หรือสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้ลดลง หากผู้วิจัยสามารถจัดข้อจำกัดของบทเรียนออนไลน์ไปได้ ก็จะทำให้บทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เต็มศักยภาพของตัวเอง

3.7 การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ในการเรียนการสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2545: 16) กล่าวว่า การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้ 3 ระดับ ดังนี้

1. เป็นสื่อเสริม (Supplementary) หมายถึง การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ในลักษณะสื่อเสริม กล่าวคือ นอกจากเนื้อหาที่ปรากฏในลักษณะบทเรียนออนไลน์แล้ว ผู้เรียนยังสามารถศึกษา

เนื้อหาเดียวกันนี้ในลักษณะอื่น ๆ เช่น จากเอกสารการสอน จากวีดิทัศน์ (Videotape) ฯลฯ การใช้บทเรียนออนไลน์ในลักษณะนี้ เท่ากับว่าผู้สอนเพียงต้องการ จัดหาทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่ง สำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงเนื้อหา เพื่อให้ประสบการณ์พิเศษเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนเท่านั้น

2. สื่อเติม (Complementary) หมายถึง การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ในลักษณะเพิ่มเติม จากวิธีการสอนในลักษณะอื่น ๆ เช่น นอกจากการบรรยายในห้องเรียนแล้ว ผู้สอนยังออกแบบเนื้อหา ให้ผู้เรียนเข้าไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากบทเรียนออนไลน์ โดยเนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนจากบทเรียนออนไลน์แล้ว ผู้สอนไม่จำเป็นต้องสอนซ้ำอีก แต่สามารถใช้เวลาในชั้นเรียนในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก ค่อนข้างซับซ้อน หรือเป็นคำถามที่มีความเข้าใจผิดบ่อย ๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เวลาในการทำกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์แทนได้

3. สื่อหลัก (Comprehensive replacement) หมายถึง การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ในลักษณะแทนที่การบรรยายในห้องเรียน ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาทั้งหมดออนไลน์ และตอบโต้กับเพื่อนและผู้เรียนอื่น ๆ ในชั้นเรียนผ่านทางเครื่องมือติดต่อสื่อสารต่าง ๆ ที่บทเรียนออนไลน์เตรียมไว้ บทเรียนออนไลน์ เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเพื่อตอบสนองการเรียนใน 2 ลักษณะ ได้แก่

3.1 ผู้เรียนปกติ (Resident students) หมายถึง ผู้เรียนที่เดินทางมาเรียนในสถานที่ และเวลาเดียวกัน ซึ่งส่วนใหญ่ ผู้เรียนมักจะพักอาศัยอยู่ไม่ไกลเกินไปจากสถานที่ซึ่งตกลงกันไว้ในการที่จะมาเรียนร่วมกัน จะเรียกว่า ผู้เรียนปกติ ในการประยุกต์ใช้ E-learning กับผู้เรียนปกติ จะต้องพิจารณาให้มากในเรื่องของการออกแบบเนื้อหาการสอน ให้มีความน่าสนใจ เพียงพอที่จะดึงดูดความสนใจผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนประเภทนี้มีทางเลือกอื่น ๆ ในด้านของสื่อการสอน หรือติดต่อสื่อสารกับเพื่อนหรือครู นอกจากนี้ ยังควรพิจารณาให้เหมาะสมในด้านของระดับของการนำไปใช้ เนื่องจากหากใช้ในลักษณะสื่อเสริมเท่านั้น ผู้เรียนก็สามารถที่จะพิจารณาเลือกศึกษาเนื้อหาเดียวกันโดยการใช้สื่ออื่น ๆ ได้

3.2 ผู้เรียนทางไกล (Distant learners) หมายถึง ผู้เรียนที่สามารถเรียนจากสถานที่ ซึ่งต่างกันรวมทั้งในเวลาที่แตกต่างกันได้ด้วย (Anywhere, anytime) ดังนั้น ผู้เรียนจะมีอิสระ หรือความยืดหยุ่น ในด้านของสถานที่และเวลา การเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการศึกษามากกว่าผู้เรียนปกติ แต่ในขณะเดียวกัน ผู้เรียนทางไกลก็มักจะมีข้อจำกัดในด้านของทางเลือกที่จำกัดของวิธีการเรียนการสอน หรือโอกาสในการติดต่อสื่อสารกับเพื่อนหรือครู ดังนั้น การประยุกต์ใช้ E-learning กับผู้เรียนทางไกลนั้น การออกแบบการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ที่น่าสนใจ ยังมีความสำคัญ เช่นกัน อย่างไรก็ตามสิ่งที่ผู้ออกแบบต้องให้ความสำคัญ ได้แก่ ความสมบูรณ์ (Self-contained) ของตัวสื่อการเรียนการสอน เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านติดต่อสื่อสารกับผู้สอน วิทยากร ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคหรือเพื่อนร่วมชั้น

จากการศึกษาการนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ในการเรียนการสอนที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้เป็นสื่อหลัก เป็นการนำไปใช้ในลักษณะแทนที่การบรรยายในห้องเรียน ซึ่งเป็นการจัดทำรายละเอียดเนื้อหาของบทเรียนทั้งหมดไว้ในบทเรียนออนไลน์ โดยผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียนออนไลน์ให้ครบจึงจะสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างครบถ้วน

2. การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้เป็นสื่อเสริม เป็นการนำไปใช้ในกรณีที่ผู้เรียนเรียนจากสื่อหลักหรือในห้องเรียนแล้วยังไม่เข้าใจหรือมีปัญหาอยู่ก็สามารถศึกษาเพิ่มเติมจากสื่อเสริมได้ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนกระจ่างสมบูรณ์ขึ้น

3. การนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้เป็นสื่อเติม เป็นการนำไปใช้ในลักษณะเพิ่มเติมจากวิธีการสอนในลักษณะอื่น ๆ เช่น นอกจากการบรรยายในห้องเรียนแล้ว ผู้สอนยังออกแบบเนื้อหาให้ผู้เรียนเข้าไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมในบทเรียนออนไลน์ได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนออนไลน์มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิดเป็นลักษณะของสื่อเติม ในขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล และขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและสรุปของรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด เพื่อให้นักเรียนได้มีพื้นฐานความรู้ในการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และได้ทบทวนความรู้หลังเรียน

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และบทเรียนออนไลน์พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด เป็นกระบวนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองจากประสบการณ์การแก้ปัญหาของตนเองและผู้อื่นจนได้ข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะและเอื้ออำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการอย่างเต็มที่ และในส่วนของบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถทำการค้นคว้าสืบเสาะความรู้ได้สะดวกและรวดเร็ว ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เพราะเป็นสื่อประสมที่ประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง ข้อความ และเสียง ทั้งนี้บทเรียนออนไลน์ยังสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ 3 ลักษณะ ทั้งการนำมาใช้เป็นสื่อหลัก สื่อเสริม และสื่อเติม ซึ่งการนำบทเรียนออนไลน์มาใช้ร่วมกับรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด มีเป้าหมายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ในการค้นคว้าสืบเสาะเกิดเป็นองค์ความรู้และนำความรู้มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้ ผู้วิจัยจึงใช้บทเรียนออนไลน์ในลักษณะของสื่อเติม

ซึ่งเป้าหมายในการนำบทเรียนออนไลน์มาใช้มีความสอดคล้องกับแนวคิดของรูปแบบการสอน
 แนะนำให้รู้คิดตามที่กล่าวมาข้างต้น ที่จะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถใช้กระบวนการคิดในการวิเคราะห์
 ข้อมูลมาแสวงหาคำตอบของปัญหาได้อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

จากการศึกษารูปแบบการสอนแนะนำให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยได้ใช้
 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของคาร์เพนเทอร์ และคณะ (Carpenter et al.,
 1999) โดยใช้แนวทางของ เวชฤทธิ์ อังกนะภักทขจร (2552) และบทเรียนออนไลน์ มาสังเคราะห์เป็น
 กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะนำให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะนำให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

จากภาพประกอบ 3 จะพบว่า การสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นกระบวนการสอนที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและคอยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนเท่านั้น ซึ่งในบทเรียนออนไลน์เป็นนวัตกรรมที่ช่วยส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้นำไปแทรกไว้ในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ประกอบไปด้วยรายละเอียดและขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมและนำเสนอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาตามวัตถุประสงค์ในชีวิตประจำวันที่ทำทนาย เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่ครูกำหนดให้เบื้องต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนนำพื้นฐานความรู้เดิมมาวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ตลอดจนดำเนินการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา และสรุปผลของคำตอบที่ได้เพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบ โดยในระหว่างทำกิจกรรมครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด และคอยเป็นผู้ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือความสงสัยในระหว่างการทำกิจกรรม รวมถึงอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในด้านสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้สำเร็จ โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้บทเรียนใน Google sites ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นบทเรียนออนไลน์ โดยนำมาใช้ในลักษณะของสื่อเดิมที่สามารถให้นักเรียนค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมแล้วนำมาแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำตอบและเหตุผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมทั้งแสดงแนวคิดหรือเหตุผลที่ใช้ในการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันถามเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้นำเสนอได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ออกมาให้ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดจากการนำเสนอคำตอบเพื่อสรุปประเด็นและองค์ความรู้ โดยครูเป็นคนใช้คำถาม เพื่อนำให้เกิดการอภิปรายและสรุปเป็นประเด็นร่วมกัน ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้บทเรียนออนไลน์ใน Google sites โดยให้นักเรียนเข้าไปศึกษาทบทวนบทเรียนหลังเรียนซ้ำอีกครั้ง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

วิลสัน (1971: 643-696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

สุธาร์ตัน สมรรถการ (2556: 21) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ระดับความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ของบุคคลหลังจากการเรียนหรือการฝึกอบรม ซึ่งสามารถแบ่งเป็น

1. ด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และกระบวนการในการคิดคำนวณ
2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ การสรุป อ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การอ่านและทำความเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ การอ่านและการตีความ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข หรือกราฟ
3. ด้านการนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน การแยกแยะโจทย์ปัญหาที่กำหนดออกเป็น ส่วน ๆ เพื่อความสะดวกในการแก้ปัญหา ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร
4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่เคยพบมาก่อน แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การสร้างข้อพิสูจน์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อพิสูจน์ ตลอดจนความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตรสำหรับการนำไปใช้ในกรณีทั่วไป

สุนีย์ คำควร (2559: 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความสำเร็จในการเรียนรู้ที่ระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจในการคิดคำนวณ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

บลูม และคณะ (1971) ได้จัดการจำแนกพฤติกรรมทางการศึกษาเป็น 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และ พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งสมรรถภาพทางด้านสมองหรือสติปัญญา ของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จัดอยู่ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สามารถแบ่งเป็น 6 ระดับเรียงตาม ขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุดไปถึงขั้นสูงสุด ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถทางสมองในการทรงไว้ หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับรู้ไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้
 - 1.1 ความรู้ในเรื่องเฉพาะ (Knowledge of Specifics) เป็นสมรรถภาพทางสมอง ขั้นต่ำสุดที่จะเป็นพื้นฐานให้เกิดสมรรถภาพสมองขั้นสูงสุดที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมต่อไป จำแนกเป็น 2 ข้อ ดังนี้

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น ให้คำนิยามศัพท์ทางคณิตศาสตร์ได้ เป็นต้น

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงบางอย่าง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถในการบอกกฎ สูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่างๆ เช่น สามารถบอกสูตรการหาพื้นที่สามเหลี่ยมได้ตามที่เรียนมา

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (Knowledge of Ways and Means of Dealing with Specifics) เป็นความรู้ในเรื่องของวิธีการ และการจัดระเบียบ จำแนกเป็น 5 ลักษณะ ดังนี้

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Knowledge of Conventions) เป็นความสามารถในการบอกรูปแบบ การปฏิบัติ และแบบฟอร์มหรือระเบียบที่เหมาะสมในการปฏิบัติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่ เช่น บอกลักษณะการแต่งกายของชาวเขาเผ่าต่าง ๆ เป็นต้น

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Knowledge of Trends and Sequence) เป็นความสามารถในการบอกขั้นตอนก่อนหลังและทิศทางการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น บอกได้ว่าการขับรถยนต์ควรทำอย่างไรก่อนหลัง เป็นต้น

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท (Knowledge of Classification and Categories) เป็นความสามารถในการจัดจำแนก จัดหมวดหมู่ ความเหมือนและความแตกต่างตามคุณลักษณะ คุณสมบัติ และหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราว หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น สามารถจัดประเภทอาหารจำแนกตามคุณค่าอาหารได้ เป็นต้น

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of Criteria) เป็นความสามารถในการบอกเกณฑ์ หลักการในการตรวจสอบ และวินิจฉัยข้อเท็จจริงต่าง ๆ เช่น บอกได้ว่าอะไรเป็นเกณฑ์ตัดสินว่าใครผ่านหรือไม่ผ่าน เป็นต้น

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of Methodology) เป็นความสามารถในการบอกเทคนิค กระบวนการ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในอันที่จะให้ได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น บอกวิธีการแก้สมการได้ เป็นต้น

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (Knowledge of the universal and Abstractions in a field) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อสรุปลักษณะสามัญของสิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา (Knowledge of Principles and Generalizations) เป็นความรู้ในการสรุปใจความสำคัญของเรื่องและนำหลักหรือความรู้ที่ได้ไปอภิปรายเรื่องอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้ เช่น บอกได้ว่าฝนตกเกิดจากอะไร เป็นต้น

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of Theories and Structure) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาหลาย ๆ หลักวิชา ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กันจนได้เป็นโครงสร้างของเนื้อความใหม่ในเรื่องเดียวกันได้ เช่น บอกคุณสมบัติร่วมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ เป็นต้น

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเดิมออกมาเป็นภาษาของตนเองได้โดยที่ยังมีความหมายเหมือนเดิม พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมามีความเข้าใจมี 3 ลักษณะดังนี้

2.1 การแปลความ (Translation) เป็นความสามารถในการถอดความหมายจากภาษาหนึ่งหรือแบบฟอร์มหนึ่งไปสู่ภาษาหนึ่งหรืออีกแบบฟอร์มหนึ่ง ซึ่งอาจแปลได้หลายลักษณะ ดังนี้

2.1.1 แปลจากภาษาสามัญเป็นภาษาเทคนิค หรือจากภาษาเทคนิคเป็นภาษาสามัญ

2.1.2 แปลจากภาษาพูดเป็นภาษาเขียน

2.1.3 แปลจากพฤติกรรม รูปภาพ ท่าทาง เป็นข้อความหรือจากข้อความ เป็นพฤติกรรม รูปภาพ ท่าทาง

2.2 การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการสรุปความ การแปลความ มองภาพส่วนรวมมาเป็นใจความสั้น ๆ อย่างได้ใจความ เช่น อ่านเรื่องแล้วตีความหมายข้อคิดที่แฝงอยู่ในเนื้อเรื่องได้ อ่านเรื่องแล้วค้นหาจุดมุ่งหมายของผู้แต่งได้ เป็นต้น

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เป็นความสามารถในการเสริมแต่งหรือขยายแนวความคิดให้กว้างไกลไปจากข้อมูลเดิมอย่างสมเหตุสมผลซึ่งต้องอาศัยการแปลความหมาย และการตีความประกอบกันจึงจะสามารถขยายความหมายของเรื่องราวนั้นได้ เช่น อ่านเรื่องที่แต่งยังไม่จบแล้วขยายความคิดได้ว่าตอนจบน่าจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เคยพบเห็นมาก่อน เช่น การนำสูตรหาพื้นที่สามเหลี่ยมไปใช้หาพื้นที่สามเหลี่ยมรูปใหม่ได้ เป็นต้น

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้น ๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจของเรื่อง ค้นหาสาเหตุ ผลลัพธ์ และจุดมุ่งหมายสำคัญของเรื่องต่าง ๆ เช่น อ่านบทความแล้วบอกได้ว่าหัวใจสำคัญของเรื่องคืออะไร ค้นหาเหตุผลของเรื่องราวที่อ่านได้ เป็นต้น

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และการพาดพิงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในลักษณะใด คล้อยตามกัน หรือขัดแย้งกัน เกี่ยวข้องกัน หรือไม่เกี่ยวข้องกัน เช่น แยกข้อความที่ไม่จำเป็นในคำถามได้ เป็นต้น

4.3 วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational principles) เป็นความสามารถในการค้นหาว่าการที่โครงสร้าง และระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ที่ร่วมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้เพราะยึดหลักการหรือแกนอะไรเป็นสำคัญ เช่น การที่กระตักน้ำร้อนสามารถเก็บความร้อนไว้ได้เพราะยึดหลักการใด เป็นต้น

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อเป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่งที่มีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ที่แปลกแตกต่างไปจากเดิมแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of Unique Communication) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ข้อความโดยสื่อ หรือโดยการพูด การเขียน การวิพากษ์วิจารณ์ หาข้อยุติบางประการ เช่น สามารถวาดภาพโดยอาศัยจินตนาการของตนเองได้ เป็นต้น

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน (Production of Plan, or Proposed set of Operation) เป็นความสามารถในการกำหนดแนวทางวางแผน ออกแบบ เขียนโครงการหรือโครงการต่าง ๆ ล่วงหน้าขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับข้อมูลและจุดหมายที่วางไว้ เช่น เขียนโครงการวิทยาศาสตร์ได้ เป็นต้น

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of a set of Abstract relation) เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อย ๆ มาจัดระบบของข้อเท็จจริงหรือส่วนประกอบมาผสมผสานให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปหน่วยใหม่มีแปลกไปจากเดิม เกิดเป็นเรื่องราวใหม่ เป็นทฤษฎี กฎสมมติฐาน หรือสูตรขึ้น เช่น ให้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาที่มีสาเหตุและผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ เมื่อกำหนดข้อเท็จจริงหรือเงื่อนไขของเรื่องราวให้แล้วสมมติสถานการณ์ที่ขึ้นสามารถหาข้อยุติหรือข้อสรุปของเรื่องนั้นในแง่มุมต่าง ๆ ได้

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือลงสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

6.1 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน (Judgment in Terms of Internal Evidence) เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งโดยใช้เนื้อหาสาระในเหตุการณ์นั้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน เช่น การตัดสินพฤติกรรมของนักเรียนว่ากระทำถูกต้องหรือไม่ตามระเบียบโรงเรียน เป็นต้น

6.2 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgment in Terms of External criteria) ความสามารถในการตัดสินใจเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง โดยใช้เกณฑ์ที่ไม่ได้ปรากฏตามเนื้อเรื่องหรือเหตุการณ์นั้น ๆ แต่ใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมาใหม่ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ตามหลักเหตุผลหรือเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดไว้ก็ได้ เช่น การตัดสินคุณค่าของวิชาบางวิชาตามสภาพปัจจุบันว่ามีคุณค่าเพียงใดกับการเรียนในยุคปัจจุบัน เป็นต้น

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดความรู้ความสามารถทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นตามศักยภาพของผู้เรียน ดังนี้

บลูม (1976) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. พฤติกรรมทางด้านความรู้ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัด และพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน
2. คุณลักษณะทางจิตใจ หมายถึง สภาพการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติต่อเนื้อหา สถาบัน และระบบการเรียนยอมรับความสามารถของตนเอง
3. คุณภาพการสอน หมายถึง ประสิทธิภาพที่ผู้เรียนจะได้รับผลสำเร็จในการเรียนรู้ ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อบกพร่อง และการรู้ผลสะท้อนกลับถึงการกระทำของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่

สุธารัตน์ สมรรถการ (2556: 22) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. ความพร้อมทางร่างกายของผู้เรียน ได้แก่ ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกภาพของผู้เรียน
2. คุณภาพของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตร
3. ความสัมพันธ์ที่ดีกับสมาชิกในครอบครัวและการอบรมเลี้ยงดูของผู้ปกครอง
4. สติปัญญา ความสนใจ และเจตคติของผู้เรียน

สุนีย์ คำควร (2559: 47) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายปัจจัย ทั้งในด้านของสิ่งแวดล้อม ตัวผู้เรียนเอง เพื่อน ผู้ปกครอง และครู โดยคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ชัยวัฒน์ ยลตรีโฆษิต (2562: 40) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผู้เรียน ได้แก่

ด้านผู้เรียน เช่น ร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และความสนใจ เป็นต้น

ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การสนใจของครู และการบริหารของผู้บริหาร เป็นต้น

ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวของนักเรียน เป็นต้น

จากการศึกษาขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ด้านผู้เรียน ได้แก่ ร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ ความพร้อม และประสบการณ์
2. ด้านผู้สอน ได้แก่ คุณภาพของการจัดการเรียนการสอนและความรู้ความสามารถ
3. ด้านความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ได้แก่ การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

5.3 บทบาทของผู้สอนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นการประเมินตามสภาพจริง ด้วยการวัดและประเมินผลการปฏิบัติงานในสภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง รวมทั้งการประเมินเกี่ยวกับสมรรถภาพของผู้เรียนเพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้จากการท่องจำโดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือสถานการณ์จำลอง ได้แก่ ปัญหา สืบค้น และนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งแสดงออกทางความคิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 10)

ดังนั้นผู้สอนจึงเป็นผู้มีบทบาทหน้าที่สำคัญในการสร้างหรือจัดหาเครื่องมือทางการวัดผลชนิดต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพการวัดและประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ดังนี้

Goslin (1967:5-6) กล่าวว่า ครูมีบทบาทสำคัญมากในการวัดผล เพราะ

1. ครูเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างเด็กนักเรียนกับระบบการศึกษา สิ่งที่ครูพูดและประพฤติมีอิทธิพลอย่างสูงสำหรับการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถภาพสมองของนักเรียน

2. ครูจะต้องเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3. คะแนนที่ได้จากการสอบข้อสอบมาตรฐานของนักเรียนสามารถนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการสอนของครูได้ ฉะนั้นครูจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับขบวนการทดสอบและสามารถหาทางปรับปรุงคะแนนที่ได้จากการทดสอบของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลสะท้อนถึงการปรับปรุงหลักสูตรให้ดีขึ้น จึงเห็นได้ว่าครูมีบทบาทสำคัญในการกำหนดว่า “จะสอนอะไร” และ “จะสอบอย่างไร”

นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดหา และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในชั้น เพื่อประโยชน์ในการเลื่อนชั้น การแนะนำการเรียนต่อ การเลือกอาชีพ ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะได้มาจากการทดสอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข: 15) ผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการวัดผลสัมฤทธิ์และเป็นผู้นำผลสัมฤทธิ์ไปใช้โดยตรง คือครู ซึ่งเป็นผู้จัดการเรียนการสอนควบคู่ไปกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครูหรือผู้วัดผลจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี โดยต้องมีคุณลักษณะสำคัญดังนี้

1. มีความรู้ในเนื้อหาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและลึกซึ้งเพียงพอที่จะพอใช้สร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ให้ได้ตรงตามสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2. มีความรู้เรื่องการวัดผลสัมฤทธิ์ เข้าใจหลักการ วิธีการ และเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์สามารถเลือกใช้และสร้างเครื่องมือในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีคุณภาพตรงตามระดับพฤติกรรมและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3. มีความสามารถในด้านภาษา ใช้คำศัพท์และประโยคที่ถูกต้อง ชัดเจน สื่อความหมายได้เข้าใจได้ง่าย และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน รวมทั้งสามารถวิเคราะห์วิจารณ์ เครื่องมือและให้คำแนะนำได้

4. มีความเที่ยงตรงและความเป็นธรรมในการตรวจ การให้คะแนน และเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ รวมทั้งแปลผล และลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และให้โอกาสในการประเมินนักเรียนอย่างเท่าเทียมกัน

ทั้งนี้ครูควรตระหนักว่าองค์ประกอบสำคัญที่สุดของคุณภาพการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ที่ความสามารถของครูเอง ซึ่งเป็นทั้งผู้สร้างเครื่องมือ ผู้ที่ใช้เครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

จากการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของครูผู้สอนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของผู้สอนที่มีผลต่อการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้สอนเป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ต้นกระบวนการจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ ดังนั้นครูผู้สอนต้องพัฒนาตนเองอยู่เสมอ เพื่อให้การจัดกระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะส่งผลที่ดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

5.4 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.4.1 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2526: 79) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถออกมาในรูปการกระทำจริง เช่น วิชาศิลปะ ละคร หรืองานช่าง เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ (Achievement test)

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538: 146-147) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้ผู้เรียนตอบด้วยกระดาษ และคืนสอบก็ให้ผู้เรียนปฏิบัติ

สุธารัตน์ สมรรถการ (2556: 23) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การวัดความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว ซึ่งวัดได้ทั้งในด้านทฤษฎีและการปฏิบัติจริง ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาที่จะวัด

ชวลิต ชูกำแหง (2561: 142) กล่าวว่า แบบทดสอบมีหลายลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้แบ่ง เช่น การแบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด มี 3 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (achievement test) แบบทดสอบวัดความถนัด (aptitude test) และแบบทดสอบบุคคล-สังคม (personal-social test) แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง (subjective test or essay type) และแบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (objective test or short answer) นำเสนอแบบทดสอบจำแนกตามวิธีหาคุนภาพเครื่องมือมี 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบตามแนวอิงเกณฑ์ (criterion referenced test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินการวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบแบบนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 53) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการวัดผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาที่เรียน หรืออาจกล่าวอีกนัยว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างตามกระบวนการของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (norm referenced test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งหวังให้วัดครอบคลุมหลักสูตร หรือครอบคลุมตามนิยามของตัวแปรที่จะวัด ความสามารถในการจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มเก่งกลางอ่อนเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบประเภทนี้ หรือหลักสูตรที่เน้นศึกษาตัวแปรอื่นในด้านความรู้ความสามารถทางด้านสมองที่นอกเหนือจากการวัดผลสัมฤทธิ์ เช่น ความสามารถในการคิดแบบต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงสร้างขึ้นตามกระบวนการของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

ประสาธ เนืองเฉลิม (2563: 184) กล่าวว่า การทดสอบนิยมใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่นิยมมาใช้เพื่อวัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยหรือวัดความสามารถทางด้านสติปัญญา ประกอบด้วยชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดกลุ่มตัวอย่างพฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง หรือความรู้สึกรู้สึกนึกคิดทางจิตใจหรือทักษะการดำเนินงานของบุคคล หรือกลุ่มบุคคลภายใต้สถานการณ์ที่เป็นมาตรฐาน และมีการกำหนดหลักเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2563 อ้างอิงจาก ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

มนตรี วงษ์สะพาน (2563: 203) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของการเรียนแบบทดสอบหรือข้อสอบสามารถใช้วัดผลและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือใช้ประเมินความสามารถด้านต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher – Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้น ใช้แล้วก็เลิกกัน ถ้านำไปใช้ก็ก็ต้องดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไข เพราะเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะครั้ง อาจยังไม่มีมีการวิเคราะห์หาคุณภาพ แต่มีการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแล้วเบื้องต้นหลังจากดำเนินการสร้างข้อสอบแล้ว

1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่ได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติมาแล้วหลายครั้งหลายหน จนมีคุณภาพสมบูรณ์ทั้งด้านความตรง ความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัยและมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ไว้เปรียบเทียบกับ รวมความแล้วต้องมีมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบและแปลผลคะแนนที่ได้

2. แบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองของคนว่า มีความรู้ ความสามารถมากน้อยเพียงใด และมีความสามารถทางด้านใดเป็นพิเศษ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบความถนัดที่วัดความสามารถทางวิชาการว่ามีความถนัดในวิชาอะไร ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการเรียนต่อแขนงวิชานั้น และจะสามารถเรียนไปได้มากน้อยเพียงใด

2.2 แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Specific Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถพิเศษของบุคคล เช่น ความถนัดทางดนตรี ทางการแพทย์ ทางศิลปะ เป็นต้น ใช้สำหรับการแนะแนวการเลือกอาชีพ เช่น แบบทดสอบวัดความถนัดทางศิลป์ (ญาณภัทร สีหะมงคล , 2558)

3. แบบทดสอบบุคคล - สังคม (Personal – Social Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพและการปรับตัวเข้ากับสังคมของบุคคล

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ จึงเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเองโดยจะดำเนินการสร้างตามแนวอิงเกณฑ์ เพื่อวัดความรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว

5.4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้นำเสนอประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2555) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะ คำถาม แล้วนักเรียนเขียนอย่างเสรีเขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบถูก-ผิด (True-false test) คือข้อสอบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริงเหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short answer test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยี่สิบ) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ถูกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) คำถามโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตัวเลือกนี้ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

ประสาธ เนืองเฉลิม (2563: 184-186) กล่าวว่า แบบทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. แบบเขียนตอบ (Essay item) เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอบต้องเขียนตอบอย่างอิสระ ภายใต้ประเด็นคำถามตามกรอบของผู้ออกข้อสอบโดยใช้ภาษาและความสามารถของตนเองในการที่จะระลึกถึงความรู้ที่มีอยู่ แล้วเรียบเรียงหรือจัดระเบียบความรู้ที่ได้ออกเป็นภาษาเขียน

เช่น จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง...กับ...

จงแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ...พร้อมทั้งระบุเหตุผลมาพอสังเขป

จงสรุปประเด็นสำคัญของ...

2. แบบถูกผิด (True-False) คำถามชนิดนี้ถามถึงความจริงหลักการ กฎต่าง ๆ และการตีความ เช่น ให้เขียนเครื่องหมายลงในหน้าข้อที่ท่านเห็นว่าถูก (✓) หรือผิด (×) เป็นต้น

3. แบบจับคู่ (Matching) ลักษณะของข้อสอบจะมี 2 คอลัมน์ คอลัมน์หนึ่งจะเป็นชุดของคำถาม อีกคอลัมน์หนึ่งจะเป็นชุดของคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อให้สอดคล้องกับคำถาม

4. แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice) ข้อสอบแบบนี้แต่ละข้อกระทง (Item) จะประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกของโจทย์ (Stem) อีกส่วนหนึ่งเป็นตัวเลือก (Alternative) มีตั้งแต่ 3 ตัวเลือกถึง 5 ตัวเลือก แบบทดสอบนี้จะวัดความสามารถของสมองได้ตั้งแต่ขั้นต่ำถึงขั้นสูง โดยคำตอบในตัวเลือกนั้นจะมีข้อถูกต้องอยู่เพียงข้อเดียว ส่วนข้ออื่น ๆ เป็นตัวลวง (Distracters)

มนตรี วงษ์สะพาน (2563: 204-212) กล่าวว่า ประเภทของข้อสอบ มีดังนี้

1. แบบทดสอบอัตนัย (Subjective) คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะ ผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบ ผู้ตอบมีสิทธิจะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจจะมี ความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง แบบทดสอบอัตนัย แบ่งประเภทได้ ดังนี้

1.1 แบบไม่จำกัดการตอบ (Extended Response) ข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัด คำตอบนี้ให้อิสระแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลที่แท้จริงต่าง ๆ มาใช้ในการสอน โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความรู้ที่ลึกซึ้งในแนวทางที่ตนเองสนใจหรือมีความถนัด มีวิธีการตอบที่อิสระ สามารถแสดงคำตอบได้ทั้งในลักษณะของความเรียง ผังมโนทัศน์ ตารางหรือรูปภาพ

ตัวอย่างข้อคำถามข้อสอบอัตนัยแบบไม่จำกัด

- จงอธิบายหลักการการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาโดยละเอียด
- จงอธิบายทฤษฎีของการเกิดระบบสุริยะจักรวาล

1.2 แบบจำกัดการตอบ (Restricted Response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขตแบบฟอร์มและประเด็นในการตอบที่เฉพาะเจาะจง ทำให้นักเรียนต้องใช้ความรู้ที่ลึกซึ้งเฉพาะด้านในการตอบและมีแนวทางในการตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน แบบทดสอบนี้ให้ตอบสั้นกว่าแบบแรก

คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วย

ตัวอย่างข้อคำถามข้อสอบอัตนัยแบบไม่จำกัด

- จงอธิบายสาเหตุหลักของการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 จำนวน 3 ข้อ
- จงยกตัวอย่างการกระทำที่แสดงถึงความมีวินัย จำนวน 5 ข้อ

2. แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ และกำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบตามนั้น แบ่งเป็น

2.1 ข้อสอบแบบถูก - ผิด (True - False Item) กำหนดข้อความมาให้และให้ตอบว่า ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือไม่จริง อย่างใดอย่างหนึ่ง สามารถออกข้อสอบได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

2.1.1 แบบข้อความเดียวรูปแบบที่พบกันทั่วไป คือ กำหนดข้อความที่สมบูรณ์มาให้ ผู้ตอบจะต้องตอบว่าถูกหรือผิด

2.1.2 แบบสองข้อความสัมพันธ์ รูปแบบนี้กำหนดข้อความให้สองข้อความ โดยกำหนดให้ทำเครื่องหมายถูกหน้าข้อความทั้งสองที่สัมพันธ์กันตามหลักวิชาการ และทำเครื่องหมายผิดหน้าข้อความที่ไม่สัมพันธ์กัน

2.1.3 แบบข้อความหลักตามหลังด้วยข้อความย่อย รูปแบบนี้รายการคำถามเป็นข้อความหลักและข้อความย่อย โดยแต่ละข้อความหลักจะมีหลายข้อความย่อย ที่มีทั้งถูกและผิดคละกันไป

2.2 ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Item) รูปแบบทั่วไปของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะมีข้อคำถามซึ่งเขียนเป็นประโยคสมบูรณ์และมีตัวเลือกหลายรายการที่กำหนดไว้ให้เลือกตอบ โดยตัวเลือกที่กำหนดให้ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวลวง ข้อสอบแบบเลือกตอบมีหลายชนิด ดังนี้

2.2.1 ข้อสอบเลือกตอบที่มีตัวเลือกที่ตอบถูกเพียง 1 ข้อ ถ้าตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดจะได้ 0 คะแนน

2.2.2 ข้อสอบเลือกตอบที่มีตัวเลือกถูกทุกข้อ แต่มีเพียงตัวเลือกที่ถูกที่สุด ถ้าตอบข้อที่ถูกที่สุดจะได้ 1 คะแนน ถ้าตอบข้ออื่นจะได้ 0 คะแนน

2.2.3 แบบให้เลือกตัวเลือกผิด รูปแบบนี้ตรงกันข้ามกับแบบแรก

2.2.4 แบบเปรียบเทียบ รูปแบบตัวคำถามจะบอกสิ่งของสองสิ่งเปรียบเทียบกันให้เห็นความสัมพันธ์โดยใช้เกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

2.3 แบบให้ตอบสั้น (Short Answer Item) เป็นแบบที่ผู้ตอบต้องคิดหาคำตอบเอง แต่จำกัดคำตอบเพียงเป็นคำหรือข้อความสั้น ๆ เท่านั้น มี 2 รูปแบบ คือ

2.3.1 แบบข้อคำถามสมบูรณ์ (Completion Item) รูปแบบการถามจะใช้ประโยคที่มีเนื้อหาสมบูรณ์ แต่ให้ตอบสั้น ๆ เพียงคำตอบเดียว

2.3.2 แบบข้อความไม่สมบูรณ์ (Incomplete Statement) รูปแบบการถามจะใช้ประโยคที่เป็นข้อความไม่สมบูรณ์ เมื่อเติมคำหรือวลีลงไปจะทำให้ประโยคสมบูรณ์

2.4 ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) ลักษณะข้อสอบ ข้อสอบเติมคำจะเขียนประโยคหรือข้อความตอนนำไป แล้วเว้นว่างข้อความหรือท้ายข้อความสำหรับให้เติมคำ เพื่อให้ข้อความนั้นถูกต้องสมบูรณ์ การเว้นช่องว่างให้เติมอาจเว้นมากกว่าหนึ่งแห่งก็ได้

2.5 แบบจับคู่ (Matching Test) เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอด้วยวลีหรือข้อความ 2 ส่วน เพื่อจับคู่กัน ส่วนที่ 1 คือคำถามที่มีลักษณะเป็นข้อความซึ่งเป็นมนทัศน์เขียนเรียงกันเป็นแนวตั้ง 1 แถว ส่วนที่ 2 คือ คำตอบซึ่งเป็นข้อความที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับคำถาม เขียนเรียงเป็นแนวตั้งอีกแถว โดยทั่วไปจำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่าคำถาม

จากการศึกษาประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบปรนัย สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกที่ตอบถูกเพียง 1 ข้อ

5.4.3 หลักการสร้างแบบทดสอบ

ข้อสอบที่ดีต้องวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือเป้าหมายที่ต้องการวัด ครูผู้สอนจึงควรเลือกข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ หลักการสำคัญของการสร้างข้อสอบนั้น ผู้สร้างจะต้องยึดจุดประสงค์ในการสอนเป็นหลัก และจะต้องเขียนข้อสอบให้เป็นไปตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่กำหนดไว้ โดยจะต้องออกข้อสอบให้มีจำนวนข้อมากกว่าจำนวนข้อสอบในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ทั้งนี้เพราะว่า เมื่อนำข้อสอบไปหาคุณภาพแล้วจะมีข้อสอบอยู่จำนวนหนึ่งที่ไม่ได้คุณภาพต้องตัดทิ้งไป ข้อสอบมีหลายประเภททั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า จะยึดสิ่งใดเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ข้อสอบที่ดีควรมีลักษณะ 5 ประการเป็นอย่างน้อย คือ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความมีประสิทธิภาพ ข้อสอบอัตนัยจะมีเฉพาะคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงออกโดยการเขียนที่แสดงถึงความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่ ส่วนข้อสอบปรนัยจะมีทั้งคำถามและคำตอบมาให้แล้วให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 215)

มีนักศึกษานำเสนอหลักการสร้างแบบทดสอบไว้ ดังนี้

ประสาธ เนืองเฉลิม (2563: 186-187) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้องตามหลักการวัดผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดี ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวาของการได้คะแนน คะแนนที่ได้วัดได้จากผู้สอบไม่ว่าจะกี่ครั้งก็ให้ผลคงเดิม ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีก ผลที่ได้ย่อมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) ความชัดเจนของข้อความที่ทำให้ผู้ตอบเกิดความเข้าใจในความหมายได้อย่างถูกต้องตรงกัน การตรวจให้คะแนนตรงกันไม่ว่าจะเป็นใครตรวจให้คะแนนก็ตาม และคะแนนที่ได้ก็สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน
4. อำนาจจำแนก (Discrimination) ความสามารถในการจำแนกบุคคลที่มีลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้
5. ความยาก (Difficulty) คุณลักษณะของข้อสอบไม่ยากหรือง่ายเกินไป
6. วัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) ลักษณะ ของคำถามต้องวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด ไม่เป็นคำถามที่วัดเพียงแต่ความรู้ความจำเท่านั้น หากแต่สามารถวัดพฤติกรรมสูง ๆ ผู้ตอบคำถามต้องใช้ความคิดและใช้สมอง
7. ยุติธรรม (Fair) ลักษณะคำถามที่ไม่เปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้เปรียบในการตอบคำถามมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง
8. จำเพาะเจาะจง (Definite) ลักษณะคำถามต้องไม่ถามหลายแง่มุมหรือหลายประเด็นของคำถามในข้อเดียวกัน
9. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ข้อสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ประหยัดเวลาและงบประมาณ
10. มีการจูงใจให้ตอบ (Exemplary) ทำได้โดยเรียงข้อสอบข้อง่าย ๆ ไว้ก่อนแรก ๆ แล้วค่อยเพิ่มความยากขึ้นในข้อถัด ๆ ไป ซึ่งรูปแบบการจัดพิมพ์ข้อสอบ ควรจัดวางเป็นระบบและดูสวยงาม อาจใช้ภาพหรือแผนผังประกอบคำถาม เพื่อสร้างความสนใจของผู้ตอบ

มนตรี วงษ์สะพาน (2563: 205-207) กล่าวว่า หลักการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย มีดังนี้

1. กำหนดให้ชัดเจนว่าต้องการวัดพฤติกรรมด้านใด (มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้) ของนักเรียน โดยจัดทำเป็นพิมพ์เขียว (Test Blueprint)
2. เขียนข้อคำถาม
 - 2.1 เขียนให้ชัดเจน จำเพาะเจาะจงว่าต้องการให้ผู้ตอบทำอะไร เช่น อธิบาย วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ฯลฯ รวมทั้งการเขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน
 - 2.2 เขียนคำถามวัดพฤติกรรมระดับสูง ๆ ตั้งแต่ความเข้าใจขึ้นไป คำถามแต่ละข้อ มีความยากง่ายไม่เท่ากัน

2.3 เขียนคำถามโดยใช้สถานการณ์ใหม่ ๆ ไม่ควรถามตามตำราหรือหนังสือเรียนหรือถามในสิ่งที่เรียนมาแล้ว

2.4 ต้องเลือกคำถามเฉพาะจุดที่สำคัญ เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องมาเป็นข้อคำถาม

3. กำหนดความซับซ้อนและความยากให้เหมาะสมกับวัยของผู้ตอบ

4. ควรเฉลยคำตอบหรือเกณฑ์การตรวจให้คะแนนไปพร้อม ๆ กับการเขียนข้อสอบ

5. กำหนดเวลาการตอบ นานพอสมควร

6. เมื่อได้ข้อสอบเพื่อจัดทำเป็นฉบับแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาข้อสอบ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล ได้ทำการตรวจสอบว่า มีความสอดคล้อง เหมาะสม และมีความเป็นปรนัยหรือไม่ อย่างไร

7. เมื่อผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาที่ใช้เขียนข้อสอบมาแล้ว เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพเป็นรายข้อและคุณภาพทั้งฉบับต่อไป

ลักษณะคำถามที่ดีของข้อสอบอัตนัย ข้อสอบอัตนัย สามารถเขียนคำถามเพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยได้ทุกระดับพฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ เช่น

- คำที่สะกดด้วย มาตราแม่ กต แบบไม่ตรงมาตรา ได้แก่

- จงบอกประโยชน์ของ.....มา 5 ข้อ

2. ความเข้าใจ

- จงอธิบายลักษณะอากาศของภาคเหนือกับภาคใต้

- จงอธิบายวิวัฒนาการของการเมืองในประเทศไทย

- จงอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบทางเดินอาหารมาตามลำดับ

3. การนำไปใช้

- ให้ยกตัวอย่างการนำหลักการของความร้อนที่ทำให้เส้นลวดขยายตัวไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

- ให้ระบุเมนูอาหารที่มีคุณค่าและราคาประหยัดในท้องถิ่น และอธิบายด้วยว่ามีคุณค่าต่อร่างกายอย่างไร

- นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตไปใช้ใน ชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง

4. การวิเคราะห์

- จงสรุปเงื่อนไขที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปฏิวัติในประเทศไทย

- ใจความสำคัญของเรื่อง.....กล่าวไว้อย่างไร

- ผลที่ได้รับจากการมีนักท่องเที่ยวต่างชาติ มาเที่ยวในประเทศไทยมากจะเป็นอย่างไร

- เหตุใด การสื่อสารทางโทรศัพท์ จึงมีความจำเป็นต่อวงการธุรกิจ
- แนวโน้มสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอีกสิบปีจะเป็นอย่างไร
- จงอธิบายหลักการทำงานของ.....

5. การประเมินค่า

- การเล่นเกมออนไลน์ เป็นประโยชน์หรือเป็นโทษต่อนักเรียน เพราะอะไร
- การผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบใดเหมาะสมกับภูมิศาสตร์ประเทศไทย
- การมีความรักในระหว่างเรียนเป็นสิ่งที่ดีหรือไม่ เพราะอะไร

6. การสร้างสรรค์

- จงเขียนแผนภาพการออกแบบระบบไฟฟ้าในบริเวณโรงเรียนให้ปลอดภัย
- จงเขียนรายละเอียดวิธีการแปรรูปผลผลิตข้าวในท้องถิ่นให้มีมูลค่ามากที่สุด
- จงแสดงวิธีทำ.....ด้วย.....ให้เป็นขั้นตอนที่สมบูรณ์
- จงเขียนแผนภาพเพื่อออกแบบบริเวณโรงเรียนให้เป็นแหล่งเรียนรู้

นอกจากนี้ มนตรี วงษ์สะพาน (2563: 210-211) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ว่า ลักษณะข้อสอบ จะประกอบด้วยโจทย์หรือข้อความที่เป็นประโยชน์ที่สมบูรณ์เป็นตัวคำถาม (Stem) เพื่อวัดความรู้ความสามารถ และตัวเลือกตั้งแต่ 3 ตัวเลือกขึ้นไปอีก 1 ชุด รวมเป็น 1 ข้อ ในตัวเลือกนั้น จะมีทั้งคำตอบถูก (Key) และคำตอบผิด (Distracter) ที่เป็นตัวลวงมาให้นักเรียนพิจารณา มีหลักในการสร้าง ดังนี้

1. คำถามควรเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ เพื่อจะช่วยให้มีความชัดเจน และเข้าใจง่ายกว่าประโยคบอกเล่า
2. เน้นจุดที่เป็นคำถามให้ชัดเจน เพื่อให้เกิดความเป็นปรนัย
3. หลีกเลี่ยงคำถามที่เป็นประโยคปฏิเสธ โดยเฉพาะปฏิเสธซ้อน แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธควรขีดเส้นใต้ให้ชัดเจน
4. การถามคำถามจะต้องสั้น อ่านแล้วได้ใจความ ไม่ควรใช้คำฟุ่มเฟือย
5. ถามในสิ่งที่มีประโยชน์ เพราะจะช่วยให้เด็กได้เรียนรู้สิ่งที่ดีงาม เป็นการปลูกฝังค่านิยมที่พึงประสงค์ กล่าวคือ ถ้าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ดีสังคมยอมรับ ให้ถามในทางที่ดี แต่ถ้าสิ่งใดไม่ดีสังคมไม่ยอมรับ ให้ถามในทางที่ไม่ดี
6. ถามในสิ่งที่สามารถหาข้อยุติได้ตามหลักวิชา เพื่อให้เด็กได้ใช้ความคิด ไม่ถามในสิ่งที่เป็นความเชื่อ
7. ควรถามพฤติกรรมที่ต้องใช้ความคิด และควรหลีกเลี่ยงการถามความจำจากตำรา
8. ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยของเด็ก เพราะถ้าใช้ภาษาที่ยากเกินไป เด็กก็จะไม่สามารถที่จะเข้าใจความหมาย จึงไม่สามารถทำข้อสอบนั้นได้

9. ควรใช้คำถามที่ยั่วให้เด็กขวนคิด และบางครั้งคำถามหรือตัวเลือกอาจเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ สถานการณ์ เพื่อยั่วให้เด็กอยากทำ

10. ตัวเลือกควรสั้น อ่านแล้วได้ใจความและมีความหมาย ไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย

11. ตัวเลือกแต่ละตัวควรมีความยาวเท่า ๆ กัน ถ้าตัวเลือกยาวไม่เท่ากัน ควรเรียงจากสั้นไปหายาว แต่ทั้งนี้ถ้าเป็น วัน เดือน พ.ศ. ตัวเลขหรือจำนวน ให้เรียงจากน้อยไปหามาก

12. หลีกเลี่ยงการเขียนตัวเลขซ้ำซ้อนกัน หรือมีความหมายเหมือนกัน เพราะจะทำให้ตัวเลือกมีคุณค่าน้อยลง

13. ตัวเลือกต้องเป็นเอกพันธ์กัน (Homogeneity) หรือไม่มีโครงสร้างสอดคล้องกัน

14. ควรระมัดระวังการใช้ตัวเลือกประเภท ปลายเปิด และปลายปิด ซึ่งได้แก่ ถูกทุกข้อ ไม่มีข้อถูก ผิดทุกข้อ สรุปแน่นอนไม่ได้ เป็นต้น

15. หลีกเลี่ยงการแนะคำตอบ เพราะเพียงแต่เด็กสังเกตก็สามารถหาคำตอบได้โดยไม่ต้องใช้ความคิดเลย

16. ไม่ควรถามในสิ่งที่เด็กคล่องปาก

17. ควรกระจายตัวเลือกที่เป็นตัวถูกให้อยู่ในตำแหน่งที่ต่าง ๆ กัน และแต่ละตัวเลือกควรมีโอกาสเป็นตัวถูกในจำนวนที่เท่า ๆ กัน

18. หลีกเลี่ยงการเขียนตัวถูกที่ฟ้องเสียงหรือพร้อมความหมายกับตัวคำถามเพราะจะเป็นการแนะคำตอบ

จากการศึกษาหลักการสร้างข้อสอบข้างต้น พอสรุปได้ว่า ข้อสอบที่ดีนั้น ต้องสร้างขึ้นให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด และควรมีลักษณะ 5 ประการเป็นอย่างน้อย คือ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และควรมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการสร้างข้อสอบแต่ละประเภท ครูผู้สอนต้องศึกษาและทราบถึงหลักการในการสร้างข้อสอบเป็นอย่างดี เพราะเป็นสิ่งที่สำคัญในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

5.5 ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการสอบที่ดีมีคุณภาพจะมีประโยชน์ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล, 2552: 18-19)

1. ในด้านครูและนักเรียน การสอบวัดที่ดีสามารถช่วยให้เราทราบว่า

1.1 นักเรียนแต่ละคนเก่ง-อ่อน ด้านใด

1.2 ใครมีอัตราอองงาม เร็ว-ช้าปานใด

1.3 ควรจะจัดกลุ่มนักเรียนอย่างไร

1.4 ควรเริ่มต้นสอนจากตรงไหน

1.5 นักเรียนคนใดควรเอาใจใส่เป็นพิเศษ เพราะ ใกล้เคียงเกินไป

1.6 บอกให้นักเรียนรู้สถานะของตนเอง และหาทางแก้ไขโดยตนเอง ตามคำแนะนำของครู

1.7 ช่วยให้รู้ว่า ใครสนใจ และมีทัศนคติ เด่น-ด้อยทางไหน

1.8 ใช้เป็นการกระตุ้นการเรียน

1.9 ช่วยให้เราเห็นว่า วิธีสอนแบบไหน ให้ผลมากน้อยอย่างไร

1.10 ควรตัดสินใจ ได้-ตก อย่างไร

1.11 ควรปรับปรุงกิจกรรม และหลักสูตรอย่างไร

1.12 ช่วยเรารู้ว่า จะแจ้งผลการเรียนแก่ผู้ปกครองอย่างไร

1.13 ใช้เป็นระเบียบสะสม

ประโยชน์ของการวัดประเมินผลที่สำคัญ คือ มุ่งนำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการศึกษา ซึ่งผลจากการประเมินจะคุ้มค่ามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผู้เกี่ยวข้องจะนำไปใช้กับใคร ในกิจการใด และอย่างไรบ้างซึ่งในที่นี่จะพิจารณาประโยชน์จากการประเมิน ดังนี้ (พิชิต ฤทธิจรรยา, 2553: 23-24)

1. ประโยชน์ต่อนักเรียน

1.1 ทำให้เกิดการพัฒนาดตนเองในแนวทางที่เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจากผลการประเมินความสามารถของตนเอง

1.2 ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะรักษามาตรฐานไว้และช่วยให้ผลการเรียนดีขึ้นตามลำดับ

1.3 ทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะการสอบแต่ละครั้งทำให้นักเรียนต้องอ่านหนังสือทบทวนเนื้อหา มีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมทำให้เกิดการเรียนรู้อื่นๆเพิ่มขึ้น

1.4 ทำให้ทราบจุดมุ่งหมายผลการเรียนชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะก่อนสอบครูจะแจ้งจุดประสงค์ที่จะประเมินให้ทราบ

2. ประโยชน์ต่อครู

2.1 ทำให้ครูได้ทราบผลการเรียนของนักเรียนว่า เก่ง-อ่อน เพียงใด เพื่อหาทางช่วยเหลือ

2.2 ทำให้ครูทราบผลการบรรลุจุดประสงค์การเรียนของนักเรียนว่า มีนักเรียนผ่านจุดประสงค์มากน้อยเพียงใดซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าครูมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนเพียงใด เทคนิควิธีการสอนที่ครูใช้เหมาะสมเพียงใด อันจะนำไปสู่การปรับปรุงตนเองของครู

2.3 ผลการประเมินจะทำให้ครูใช้เป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน

ยิ่ง

2.4 ช่วยให้ครูตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบว่ามีความยากง่ายเพียงใด มีค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงเพียงใด

3. ประโยชน์ต่อการวิจัย

3.1 เครื่องมือในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยได้

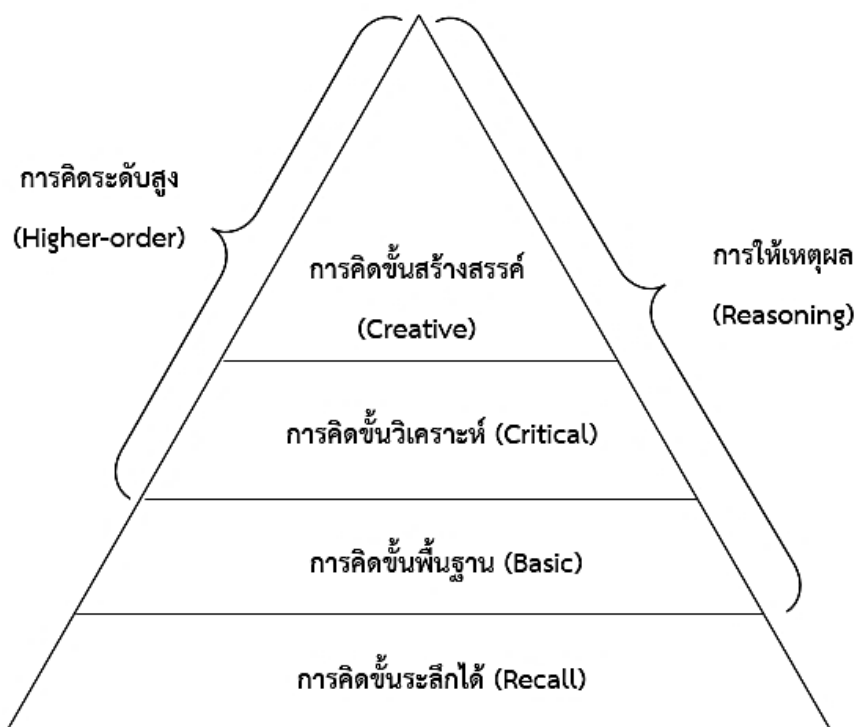
3.2 ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำวิจัยต่อได้ขึ้นจากการศึกษาประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าการสร้างเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีความสำคัญมาก เพราะการวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการพัฒนานักเรียน ครู และโรงเรียนให้มีพัฒนาการที่ดียิ่งขึ้น นักเรียนจะทราบ และพิจารณาตนเองในการเรียนได้โดยจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งผลให้นักเรียนพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้นเพื่อการเรียน ครูก็จะสามารถทราบพัฒนาการของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน และสามารถออกแบบการจัดการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน อีกทั้งโรงเรียนยังสามารถนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพทางการศึกษาได้อีกด้วย

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Krulik and Rudnick (ภัทรอร อริยชนพงศ์, 2558: 53 อ้างอิงจาก Krulik and Rudnick, 1993: 3-5) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิด ซึ่งการคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด โดยนักเรียนต้องสร้างข้อความคาดคะเน หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปนั้น ซึ่งข้อสรุปก็คือแนวคิดหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับ โดยครูลิคและรูดนิคได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น คือ การคิดขั้นระลึกได้ (Recall) การคิดขั้นพื้นฐาน (Basic) การคิดขั้นวิเคราะห์ (Critical) และการคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) ส่วนการให้เหตุผลครูลิคและรูดนิค มองว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่เหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังภาพประกอบ 4



ที่มา: Krulik and Rudnick. (1993). Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers. Needham Heights, Mass: Allyn and Bacon.

ภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นของการคิด

Krulik and Rudnick (ภัทรอร อริยชนพงศ์, 2558: 53 อ้างอิงจาก Krulik and Rudnick, 1993: 3) อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นที่แสดงในภาพมิได้แยกขาดออกจากกันเลยทีเดียว แต่ละขั้นตอนอาจคาบเกี่ยวกันบ้าง จากแผนภาพดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการให้เหตุผลจะรวมถึงการคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดขั้นวิเคราะห์และการคิดขั้นสร้างสรรค์ Krulik and Rudnick เรียกว่าเป็นการคิดระดับสูง (Higher-order thinking)

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2551: 19) กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป และการหาข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 79) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์และให้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้ อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ ข้อคาดการณ์ หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้น ๆ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560: 45) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหา และสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่ผู้เรียนจะนำไปใช้พัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและการดำรงชีวิต

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และการอธิบายเหตุผลแสดงแนวคิดประกอบการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน ถูกต้องและสมเหตุสมผล

6.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการได้ให้ความหมายที่เกี่ยวกับความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

A. J. Baroody (1993: 58-60) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพราะในปัจจุบันมนุษย์ต้องใช้เหตุผลกับผู้อื่น และต้องการเหตุผลจากคนอื่น มนุษย์ต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผล และคนส่วนใหญ่รับได้ด้วยเหตุนี้การให้เหตุผลจึงมีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ที่จะช่วยให้นักเรียนมีการคิด การไตร่ตรอง และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล

V. L. Stiff (1999: 1) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น ๆ โดยการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาให้อยู่ในลักษณะของการอ้างอิง เพื่อให้สามารถใช้ข้อเท็จจริงที่เรียนรู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 39) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะ/กระบวนการ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างมีระบบ สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและดำเนินชีวิต ดังนั้น การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจของการสอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่าการสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและยาวนานกว่าเดิม

วิไลวรรณ ชูปั้น (2563: 30) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์และชีวิตจริง และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพราะการให้เหตุผลของนักเรียนทำให้ครูทราบถึงกระบวนการคิดของนักเรียน ซึ่งครูสามารถนำมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่าการให้เหตุผลเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ที่ช่วยพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ส่งผลให้มีเป็นบุคคลที่มีศักยภาพในการทำงานและการดำเนินชีวิต

6.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ตามเหตุผลในการจำแนก ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

O'Daffer (ศศิธร แม้นสงวน, 2556 อ้างอิงจาก O'Daffer, 1990) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) คือ การใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหารูปแบบทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ อธิบายสมบัติเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นนิยาม หรืออาจกล่าวว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) คือ การใช้รูปแบบลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏเป็นการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลแบบตรรกยะ เป็นการให้เหตุผลที่ใช้

โครงสร้างคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลักแล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นหลักการที่เป็นจริงเสมอ

ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร (2547: 70-71) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มี 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่ยกตัวอย่างเอาสิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริง โดยที่ไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์อ้างอิงจากสิ่งที่รู้ว่ารู้อะไร เพิ่มเติมขึ้นอีก โดยการให้เหตุผลแบบนิรนัย จะคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของผลสรุปที่ตามมาจากเหตุเป็นสำคัญ ไม่คำนึงว่า ผลสรุปนั้นจะเป็นจริงหรือไม่ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1.1 เหตุ (Premises) ซึ่งในทางตรรกศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์

1.2 ผล (Conclusion) ซึ่งได้แก่ ข้อสรุปที่ได้จากเหตุ การสรุปผลจากเหตุจะต้องเป็นการสรุปผลที่เป็นไปตามหลักตรรกศาสตร์ เรียกว่า เป็นการให้เหตุผลแบบสมเหตุสมผล เช่น เรายอมรับว่า ผู้ที่เรียนคณิตศาสตร์ทุกคนเป็นคนมีเหตุผล และสมชายเรียนคณิตศาสตร์ เราใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัย สรุปได้ว่า สมชายเป็นคนมีเหตุผล ผลสรุปนี้อาจจะเป็นจริงหรือเท็จก็ได้ ทั้งนี้เพราะเรายังไม่แน่ใจว่าเหตุที่เรายอมรับนั้นเป็นจริงหรือไม่

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลที่นำไปใช้ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลซึ่งผลสรุปได้จากการพบเห็นปรากฏการณ์ที่ซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เช่น เด็กเอามือไปแหย่ไฟ จะรู้สึกร้อน จึงสรุปว่า ไฟร้อน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 40-45) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นการให้เหตุผลที่มาจากการใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองหลาย ๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเชื่อว่า น่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสนับสนุนนั้นว่า ข้อความคาดการณ์

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อ้างอิงจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่

นาเดีย กองเป็ง (2555) กล่าวว่า ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแอบสแตรกชันที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้สรุปรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ใน 3 ลักษณะ คือ

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสังเกตสิ่งๆ ที่ร่วมกันหลายหลายตัวอย่าง และนำสิ่งเหล่านั้นมาสรุปในรูปแบบทั่วไป

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการใช้กฎข้อตกลงบนนิยามรู้สิ่งที่เคยรับทราบมาก่อนว่าเป็นจริงมาใช้ในการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความจริงเหล่านั้นและสามารถหาข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลได้

3. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนในการหาคำตอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

วิชัย เสวกงาม (2557) ได้แบ่งความสามารถในการให้เหตุผลออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เริ่มต้นด้วยการอ้างถึงกฎโดยทั่วไปเพื่อยืนยันผลสรุปที่เฉพาะเจาะจง การนิรนัยเป็นการยืนยันข้อสรุปที่เฉพาะเจาะจง จากกฎหรือข้อสรุปโดยทั่วไปที่นำมาอ้างนั้นเป็นจริงแล้วข้อสรุปที่เกิดขึ้นต้องเป็นจริงด้วยและข้อสรุปนั้นต้องเป็นไปตามข้ออ้างอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เริ่มต้นโดยการสังเกตที่มีความเฉพาะเจาะจง และจำกัดอยู่ในขอบเขตและวิธีการที่จะได้ข้อสรุปทั่วไปที่อาจเป็นไปได้แต่เชื่อว่าจะไม่เกิดข้อผิดพลาดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวมกันไว้ อาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการอ้างข้อเท็จจริงเฉพาะย่อยย่อยไปสู่ข้อสรุป โดยทั่วไปการวิจัยทางวิทยาศาสตร์จำนวนมากจึงดำเนินการด้วยวิธีอุปนัยซึ่งเป็นการรวบรวมหลักฐานเพื่อมองหาทุกแบบแล้วตั้งสมมุติฐานจากนั้นจึงทดสอบแล้วพัฒนาเป็นทฤษฎีที่อธิบายสิ่งที่พบการให้เหตุผลอุปนัยอาจเรียกได้ว่าเป็นการอ้างเหตุผลในชีวิตประจำวันเกี่ยวข้องกับการลงข้อสรุปที่มีความไม่แน่นอนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลความน่าจะเป็นรวมถึงข้อสรุปที่มีแนวโน้มเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

3. การให้เหตุผลเชิงอธิบาย (Abductive Reasoning) เริ่มต้นด้วยชุดที่ไม่สมบูรณ์ของการสังเกตและวิธีการที่จะอธิบายความเป็นไปได้ทั้งหมดสำหรับชุดที่ไม่สมบูรณ์นั้น การให้เหตุผลเชิงอธิบายทำให้การตัดสินใจที่ดีที่สุดในชีวิตประจำวันขึ้นกับข้อมูลที่อยู่ในมือซึ่งมักจะไม่สมบูรณ์ การให้เหตุผลเชิงอธิบาย เป็นการให้เหตุผลที่พิจารณาข้ออ้างที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดในการได้มาซึ่งข้อสรุปหรือเป็นการคาดเดาเหตุการณ์อย่างมีหลักการที่เป็นการอธิบายข้อสรุปที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นเพียงความน่าจะเป็นแต่ไม่ได้ยืนยันว่าเหตุการณ์ที่ถูกต้อง

4. การให้เหตุผลเชิงอุปมา (Analogical Reasoning) เป็นวิธีการประมวลผลข้อมูลที่มีการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันระหว่างแนวคิดใหม่กับแนวคิดที่เข้าใจแล้วและใช้ความคล้ายคลึงกันนั้นเพื่อให้เข้าใจแนวคิดใหม่ การให้เหตุผลเชิงอุปมาเป็นรูปแบบของการให้เหตุผลแบบอุปนัยเพราะมุ่งที่จะทำความเข้าใจในสิ่งที่มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นจริงมากกว่าการนิรนัยเพื่อพิสูจน์สิ่งที่เป็จริง การให้เหตุผลเชิงอุปมานี้ สามารถนำมาใช้เป็นวิธีการเรียนรู้ข้อมูลใหม่และเป็นส่วนหนึ่งของการอ้างเหตุผลที่ใช้อย่างแพร่หลาย นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงอุปมาอยู่ที่ความสามารถของสมองในการสร้างรูปแบบด้วยการสร้างความสัมพันธ์สมองจะเข้าใจแนวคิดใหม่ได้ง่ายขึ้นและรวดเร็วถ้าสมองเคยรับรู้รูปแบบที่คล้ายกันหรือเหมือนกันกับแนวคิดใหม่นั้น

5. การให้เหตุผลเชิงจริยธรรม (Moral Reasoning) เป็นกิจกรรมทางจิตสำนึกที่ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงในการกำหนดข้อมูลเกี่ยวกับผู้คนที่ให้สามารถเข้าถึงการตัดสินใจทางจริยธรรม เหตุผลเชิงจริยธรรมช่วยในการตัดสินใจว่าควรทำหรือไม่ควรทำอะไรเพื่อดำรงไว้ซึ่งจริยธรรม การอ้างเหตุผลทางจริยธรรมเป็นการใช้เหตุผลอย่างมีหลักการและน่าเชื่อถือการตัดสินใจทางจริยธรรมอาจใช้การให้เหตุผลเชิงจริยธรรมที่ชัดเจนซึ่งถูกผิดควรทำไม่ควรทำได้ง่ายแต่ถ้ามีเงื่อนไขที่ซับซ้อนขึ้นมาเกี่ยวกับการตัดสินใจแล้วการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมอาจต้องมีการจัดลำดับความสำคัญด้วย

Stiggins (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 อ้างอิงจาก Stiggins, 1997) กล่าวว่า การให้เหตุผลหลัก ๆ 3 แบบ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ และการให้เหตุผลในการประเมิน โดยได้อธิบายไว้ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาส่วนย่อยหรือส่วนประกอบ ซึ่งประกอบกันเป็นสิ่งนั้น ๆ เป็นการศึกษาหลักในส่วนย่อย ๆ เมื่อต้องการศึกษาสิ่งนั้นอย่างลึกซึ้ง ก็ใช้การวิเคราะห์เพื่อศึกษารายละเอียด หรือในกรณีที่ต้องการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา แล้วนำความรู้และการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

2. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative reasoning) เป็นกระบวนการศึกษาว่าสิ่งนั้น ๆ มีอะไรที่เหมือนกัน การใช้การให้เหตุผลวิธีนี้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบอย่างลึกซึ้ง มีข้อตกลงอย่างชัดเจนว่าอย่างไรที่ถือว่าเหมือนกัน อย่างไรก็ตามถือว่าต่างกันก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบ

3. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative reasoning) เป็นการให้เหตุผลประเมินเมื่อเรตัดสินใจคุณค่าหรือความถูกต้องโดยใช้เหตุผลอาศัยความสมเหตุสมผลเป็นเครื่องตัดสิน

นอกจากนี้ Stiggins ยังได้กล่าวถึงการให้เหตุผลในลักษณะอื่น ๆ อีก ได้แก่

การสังเคราะห์ (Synthesizing) เป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ มาหลอมรวมเป็นข้อสรุป หรือเป็นการนำข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งมาทำความเข้าใจและหาข้อสรุป เช่น การสอนแบบเป็นหัวเรื่อง (Thematic) ที่นำการให้เหตุผลและความรู้จากหลาย ๆ สาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษามานำมาบูรณาการให้การให้เหตุผลมาแก้ปัญหาทางสังคมหรือทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

การจำแนก (Classifying) เป็นการจัดแบ่งประเภท เช่น การจำแนกประเภทของพืช ประเภทของสัตว์ ซึ่งการจำแนกในลักษณะนี้ ผู้จำแนกต้องรู้จักแต่ละประเภทที่ต้องการจำแนก เป็นอย่างดี และอาศัยการให้เหตุผลในการจำแนก

การอนุมาน (Inferential) เป็นการให้เหตุผลให้ได้มาเป็นผลผลิต เช่น หลักการข้อสรุป เป็นการหากรณีทั่วไปจากหลักฐาน กล่าวคือ ใช้ความจริงจากกรณีหนึ่ง ๆ นำไปสู่กฎหรือหลักการทั่วไป และในทางกลับกัน การให้เหตุผลที่อ้างอิงกฎ หรือกรณีทั่วไปเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ก็ถือเป็นการให้เหตุผลแบบอนุมาน

สุรัสดี เกรียมโพธิ์ (2564: 59) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นการให้เหตุผลจากความรู้สึกของตนเอง หรือความรู้สึกตามสามัญสำนึกของตนเองโดยไม่ได้อาศัยข้อมูลใด ๆ ประกอบการตัดสินใจ
2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลจากการสังเกต ประสบการณ์หรือการทดลองหลาย ๆ ครั้งแล้วนำมาสร้างเป็นข้อสรุป
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นำ ความรู้พื้นฐาน ข้อตกลงกฎ บทนิยาม ซึ่งเป็นสิ่งที่ยอมรับว่า เป็นจริง เพื่อหาเหตุผลไปสู่ข้อสรุป

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นักวิชาการเลือกใช้พิจารณา อาจแบ่งตามลักษณะหรือวัตถุประสงค์ก็ได้ ซึ่งส่วนใหญ่การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออก 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning)
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)

ทั้งนี้ มีนักวิชาการบางท่านที่แบ่งประเภทของการให้เหตุผลที่แตกต่างออกไป ได้แก่ การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ การให้เหตุผลในการประเมิน การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน และการให้เหตุผลเชิงอธิบาย เป็นต้น จากการศึกษาหลักการของรูปแบบการสอนและให้รู้คิดและประเภทของการให้เหตุผล ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการให้เหตุผลแบบการวิเคราะห์จึงได้วิเคราะห์เปรียบเทียบประเภทของการให้เหตุผลแบบอุปนัย นิรนัย และแบบวิเคราะห์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์การให้เหตุผลแบบอุปนัย นิรนัย และแบบวิเคราะห์

ประเภทของการให้เหตุผล	ความหมาย
การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning)	การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์ สร้างหลักการหรือรูปแบบทั่วไปทางคณิตศาสตร์จาก การสังเกตตัวอย่างเป็นจำนวนมากแล้วนำมาสร้างเป็นข้อสรุป หรือ กล่าวว่าเป็นการใช้ความจริงจากส่วนย่อยนำไปสรุปความจริงของ ส่วนรวม
การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)	การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปซึ่งเป็นจริงเสมอ เป็นหลักในการหาผลสรุปของกรณีอื่น ๆ ที่ สอดคล้องกับกฎเกณฑ์นั้น หรือกล่าวว่าเป็นการใช้ความจริงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปย่อยใด ๆ
การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical reasoning)	การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาส่วนย่อย หรือส่วนประกอบ ซึ่งประกอบกันเป็นสิ่งนั้น ๆ เป็นการศึกษาลึกลง ในส่วนย่อย ๆ เมื่อต้องการศึกษาสิ่งนั้นอย่างลึกซึ้ง ก็ใช้การวิเคราะห์ เพื่อศึกษารายละเอียด หรือในกรณีที่ต้องการแก้ปัญหา นักเรียน จะต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา แล้วนำความรู้และ การให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical reasoning) เนื่องจาก เป็นการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา ที่พิจารณาจากพฤติกรรมส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันในการ แก้ปัญหาสิ่งนั้น ๆ โดยผู้เรียนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา แล้วนำความรู้และ การให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งการให้เหตุผลประเภทนี้มีความสอดคล้องกับนิยาม การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

6.4 แนวทางในการพัฒนาทักษะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลายท่าน ดังนี้

Guilford and Hoepfner (1971: 28-32) กล่าวว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถ ในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการ ให้เหตุผลเป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำและเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

Brandt (1984: 3) กล่าวว่า การคิดกับการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น ได้พยายามศึกษาทดลองเพื่อหาว่าทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล และสอนอย่างไรจึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น ได้มีการกล่าวถึงการสอนไว้ 3 คือ

1. แนวการสอนเพื่อให้คิด (Teaching for thinking) การสอนตามแนวทางที่เน้นในด้านการสอนเนื้อหาวิชาโดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของนักเรียน

2. แนวทางการสอนการคิด (Teaching of thinking) การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำไปใช้ในการคิด โดยเฉพาะการเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือเป็นแนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรง แนวทางในการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทางตามความเชื่อพื้นฐานของผู้จัดสร้างแนวทางการสอน

3. แนวการสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about thinking) การสอนตามแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระการสอน โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่ เป็นความคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนกำลังทำอะไร ต้องการรู้อะไรและในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้ อะไร และไม่รู้ อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่าการสังเคราะห์ความคิด (Metacognition) ของตนเอง

กรมวิชาการ (2545: 198-199) ได้เสนอเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลว่าเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด และให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาวิชาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักการให้เหตุผล ดังนี้

1. ครูควรให้นักเรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียนที่จะคิดและให้เหตุผล

2. ครูควรให้นักเรียนมีโอกาส และเป็นอิสระที่แสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตนเอง

3. ครูช่วยสรุป และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า เหตุผลของนักเรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ขาดตกบกพร่องอย่างไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 18) ได้ให้แนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลว่ามีแนวทางที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอ

2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม

3. ระดับการให้เหตุผลควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน

4. การให้เหตุผลควรจัดให้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอตั้งแต่ก่อนวัยอนุบาลจนระดับมหาวิทยาลัยซึ่งควรจะมีปลูกฝังให้เกิดเป็นนิสัย

5. ควรให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล

6. ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผลแนวทางการดำเนินการเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดทักษะในการให้เหตุผล

นอกจากนี้บทบาทครูที่จะส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547: 15) คือ

1. ครูสร้างบรรยากาศให้นักเรียนตระหนักในสิ่งต่อไปนี้

1.1 การเรียนคณิตศาสตร์ให้เรียนด้วยความเข้าใจ ก่อนอื่นครูต้องทำให้นักเรียนเกิดความคิดว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ และต้องเรียนด้วยความเข้าใจ นักเรียนหรือบุคคลทั่ว ๆ ไปมักจะมีความคิดว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก เรียนไม่รู้เรื่องไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะเข้าใจได้ วิธีการเขียนต้องใช้การจดจำขั้นตอนวิธีการ จำสูตรเพื่อหาคำตอบโดยไม่รู้ว่าจะทำไมต้องเป็นเช่นนั้น ความคิดเช่นนี้ทำให้เบื่อวิชาคณิตศาสตร์ เห็นว่าคณิตศาสตร์มีไว้สำหรับคนเก่งเท่านั้น แนวคิดเช่นนี้สกัดกั้นการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขและเห็นคุณค่า ครูมีบทบาทอย่างยิ่งในการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนนี้ไม่ยาก

1.2 ให้นักเรียนเรียนรู้ว่ามีเหตุผล นักเรียนจะต้องรู้ว่าทำไม เพราะอะไร และสามารถแสดงเหตุผลได้

1.3 ครูต้องทำให้นักเรียนรู้ว่า ครูให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผล โดยครูจะต้องประเมินความเข้าใจของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ ที่สำคัญเมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ดี ครูควรให้การเสริมแรงทันที

2. ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและให้เหตุผลยืนยันแนวคิดนั้น ๆ การให้เหตุผลอาจทำได้ด้วยวาจา ด้วยการเขียน โดบใช้ภาษาง่าย ๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

3. ควรถามบ่อย ๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล

4. สนับสนุนให้นักเรียนสร้างข้อาคัดเดาบนพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. เปิดโอกาสให้ทดสอบและปรับแต่งข้อาคัดเดาโดยอาศัยเหตุผล

6. ให้นักเรียนได้วิเคราะห์แบบรูป รวมทั้งสร้างแบบรูปเอง

7. ใช้วิธีแสดงสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดนั้น

8. ใช้คำถามปลายเปิด
9. ให้มีการอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อหากรณีทั่วไป
10. ทำทนายให้นักเรียนคิดและทำกิจกรรม
11. ให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนได้ฝึกการรับฟังทำความเข้าใจเหตุผลผู้อื่น
12. มีความยืดหยุ่น สามารถปรับแนวการอภิปรายให้เข้ากับวิธีคิดของนักเรียน
13. มีความอดทน ให้ความเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียน
14. เน้นความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่ากฎเกณฑ์หรือการอาศัยคำที่ใช้เป็นกุญแจไปสู่การบอกวิธีการ

15. ครูควรใช้ภาษาที่เหมาะสมรัดกุม เพื่อให้นักเรียนได้เกิดเรียนรู้ ครูไม่ควรตำหนิเมื่อนักเรียนใช้ภาษาไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม ไม่รัดกุม ครูไม่ควรติตติง แต่ควรช่วยสรุปอีกครั้ง

16. ครูควรใช้ภาษาตรรกศาสตร์ในเหตุการณ์ทั่ว ๆ ไป ให้นักเรียนคุ้นเคย
17. ครูจะต้องสร้างความเข้าใจว่าครูให้ความสำคัญกับการให้เหตุผล ในการประเมินจะต้องมีคะแนนจากการประเมินการให้เหตุผลจากงานที่ทำ หรือในข้อสอบจะต้องมีส่วนร่วมที่ให้นักเรียนแสดงเหตุผล

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555: 119-120) ได้กล่าวว่า ปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ดังนี้

1. ครูควรสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ และต้องเรียนด้วยความเข้าใจ เนื่องจากนักเรียนมักจะมีความคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก วิธีการเรียนต้องใช้การจดจำ จำขั้นตอนวิธีการ จำสูตรเพื่อหาคำตอบ ความคิดเช่นนี้ทำให้นักเรียนเบื่อวิชาคณิตศาสตร์และสกัดกั้นการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข

2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนควรสนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผล แนวคิดอย่างอิสระโดยการแสดงเหตุผลอาจทำด้วยวาจา ด้วยการเขียน โดยใช้ภาษาง่าย ๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

3. ครูควรถามบ่อย ๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล เช่น ใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้ว นักเรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” นักเรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ครูจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า ไม่ถูกต้อง แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรง และให้กำลังใจว่า คำตอบที่นักเรียนตอบมามีบางส่วนที่ถูกต้อง นักเรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้นักเรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากขึ้น รวมทั้งโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์

ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open- ended problem) ที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็น หรือเหตุผลที่แตกต่างกันได้

4. ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม และแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาคการณ์ ค้นหาวิธีพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยอธิบายรูปแบบด้วยภาพหรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่าง ๆ เช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า...” “จงให้ตัวอย่างของ” “สามารถใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ ถ้าการดำเนินการเดิมไม่บรรลุผล” ซึ่งล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด การสร้าง คาคเตา ทดสอบ และปรับแต่งโดยอาศัยเหตุผล การกำหนดแบบจำลอง (Modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการใช้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์

5. ครูควรให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนได้เกิดการรับฟังและทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายและเปรียบเทียบ คำตอบที่ต่างกันของปัญหาและได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเหล่านั้น และครูต้องสามารถปรับแนวการ อภิปรายให้เข้ากับวิถีคิดของนักเรียน ช่วยสรุปและชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า เหตุผลของนักเรียน ถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร รวมทั้งครูต้องมีความอดทน ใจเวลา ให้โอกาส แก่นักเรียน

6. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลนี้ เป็นสิ่งที่ฝึกได้และเป็นสิ่งที่จำเป็นที่โรงเรียนต้องจัดทำโดยสอนควบคู่กับเนื้อหาปกติในสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

7. ครูจะต้องทำให้นักเรียนรู้ว่าครูให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผลโดยครู จะต้องประเมินสิ่งเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ที่สำคัญเมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ดีครูควรให้การ เสริมแรงทันที อีกทั้งในข้อสอบควรมีส่วนที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล

จากการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้น่าเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถามตอบและนำเสนอเหตุผลของตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม ในการอภิปรายร่วมกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิด กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลโดยผู้สอนใช้คำถามในลักษณะปลายเปิดอย่างต่อเนื่อง มีการเสริมแรง ทันทีเมื่อมีนักเรียนตอบคำถาม และผู้สอนจะต้องประเมินผู้เรียนโดยใช้ลักษณะข้อสอบที่มีส่วน ให้ผู้เรียนได้แสดงเหตุผลลงไป

6.5 การวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.5.1 แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางกระประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ ดังนี้

Krulik and Rudnick (1993: 3-5) กล่าวว่า เทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสังเกต โดยผู้สอนควรเดินรอบ ๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาอยู่กับกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน

2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบแต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

สมเดช บุญประจักษ์ (2540) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล

1.1 อธิบายความหมายคำ ศัพท์เฉพาะของข้อมูล

1.2 แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล และแทนความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ที่เหมาะสม

1.3 คาดเดาคำตอบของปัญหาและตรวจสอบข้อคาดเดาอย่างมีเหตุผล

2. ความสามารถในการสรุป

2.1 สรุปแนวคิดในการแก้ปัญหาได้

2.2 อธิบายเหตุผลสำหรับผลสรุปนั้น

3. ความสามารถในการแสดงข้อสรุป ยืนยันข้อสรุปของแนวคิด

3.1 ตรวจสอบข้อสรุปของแนวคิดในการแก้ปัญหา

3.2 อธิบายการได้มาซึ่งข้อสรุปของแนวคิดในการแก้ปัญหา

3.3 ขยายข้อสรุปไปสู่รูปทั่วไปได้

ศิริดา กันอ่ำ (2562: 51) ได้กล่าวถึง ลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบ 2 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

2. ความสามารถด้านการแสดงข้อสรุปของข้อมูล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงเหตุผล พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 106-136) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล โดยเน้นความสามารถ 6 ด้าน คือ

1. ด้านการจำแนกประเภท (Classification) เป็นความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบกับสิ่งต่าง ๆ ว่าอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน เพื่อนำมาสร้างกลุ่มขึ้น จะได้สามารถ

เปรียบเทียบว่าอะไรแตกต่างไปจากกลุ่ม หรืออะไรมีคุณสมบัติเหมือนกัน กลุ่มที่กำหนดให้ ความสามารถด้านนี้เป็นความสามารถในการแยกแยะหรือวิเคราะห์คุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ นั่นเอง

2. ด้านการอุปมาอุปมัย (Analogy) เป็นความสามารถด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของคำ 2 คำ อ้างอิงไปยังความหมายของ คำอีก 2 คำ โดยผู้ที่มีความสามารถด้านอุปมาอุปมัยจะต้องไปเป็นผู้ที่มีความสามารถในการมอง ความหมายเหมือนหรือความหมายต่างของคำได้อย่างคล่องแคล่ว และยังสามารถจัดกลุ่มพวกของคำ หรือมโนภาพนั้น ๆ ได้อย่างดีด้วย จึงจะสามารถเอามาเปรียบเทียบอุปมาอุปมัยได้เก่ง

3. ด้านอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ เป็นความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์ กฎเกณฑ์ของรูปภาพ ซึ่งมีทั้งอนุกรมภาพธรรมดาจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนอนุกรมที่มีทั้ง แนวตั้ง และแนวนอนจะมีความสัมพันธ์กันในหลายทิศทางเนื่องจากต้องคิดหลายทิศทางจึงเรียก อนุกรมนี้ว่า อนุกรมมิติ

4. ด้านสรุปความ เป็นแบบทดสอบที่อาศัยภาษาค่อนข้างมากแต่ก็เป็นการใช้ภาษา เพื่อไล่เลียงหาเหตุผลโดยโครงสร้างของตัวคำถามเป็นคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งคือ ตรรกวิทยา นั่นคือ การเขียนข้อสอบแบบนี้จะประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อย เมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงข้อสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร

5. ด้านตัวร่วมหรือตัวต่าง เป็นแบบทดสอบที่จะยกสิ่งต่าง ๆ มาให้พิจารณาส่วนใหญ่ เป็นคำ หรือจะใช้ภาพแทนก็ได้ เมื่อยกมาแล้วให้ครูปิจารณาตัวร่วมของมันว่าน่าจะเป็นอย่างไร ก่อนจะสามารถหาตัวร่วมหรือมโนภาพซึ่งจะต้องวิเคราะห์ทุก ๆ คำให้ดีอาจจะต้องใช้จินตนาการ โยงความสัมพันธ์แต่ละสิ่งอย่างดีแล้วมาผสมกลมกลืนเป็นสิ่งใหม่ที่สามารถรับรู้และเข้าใจได้ตรงกัน ในทันที

6. ด้านการวิเคราะห์ จุดประสงค์ของแบบทดสอบนี้จะให้ผู้สอบคิดหาความสัมพันธ์ เกี่ยวข้องของตัวแปรจากสถานการณ์ที่สมมติขึ้นมา ซึ่งการสร้างสถานการณ์ จะต้องเขียนให้มีความ เกี่ยวพันกันอย่างซับซ้อน มิฉะนั้น ผู้อ่านก็ไม่ได้ใช้ความสามารถด้านการวิเคราะห์

กรมวิชาการ (2546) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าควรใช้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ควรเป็นปัญหาปลายเปิด ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 50-52) กล่าวว่า การประเมิน ความสามารถในการให้เหตุผลนอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผล ผู้ประเมิน ควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อาคาดเดาส่งที่จะเกิดขึ้น

3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์

4. การเลือกใช้รูปแบบหาวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์

ในการประเมินผลควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าประเมินเพื่ออะไร เช่น

4.1 ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่าคุณนักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ หรือไม่ เพื่อนำมาใช้ข้อคาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำ เอามาออกแบบกิจกรรมการประเมินเพื่อจุดประสงค์ในลักษณะนี้จะประเมินด้วยการวิเคราะห์เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่าง ๆ ตามที่ต้องการทราบ

4.2 ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลการประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้อาจใช้การให้คะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวมโดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน ในการประเมินความสามารถด้านการให้เหตุผล จะใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เพื่อมุ่งหวังที่จะขจัดปัญหาที่จะเกิดจากการให้คะแนน ป้องกันความลำเอียงและเสริมสร้างความเป็นธรรมตลอดจนสร้างระบบการประเมินที่จะนำไปสู่การพัฒนาทั้งนี้อาจเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์จะขึ้นกับบริบทของเรื่องและระดับชั้นเรียนนั้น ๆ

จากการศึกษาแนวทางประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วเห็นว่าในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ควรดำเนินการประเมินโดยการทดสอบผู้เรียนหลังกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น ทั้งนี้เครื่องมือที่จะนำมาใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดของตนออกมาได้อย่างไม่จำกัด เมื่อพิจารณาแล้วเห็นควรว่าการใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยจะช่วยวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้จริง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

6.5.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

การตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใดนั้นต้องอาศัยเกณฑ์เป็นตัวจำแนกความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งเกณฑ์ที่นิยมใช้ คือ เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบรูบริก ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ไว้ดังนี้

เวซทูร์ตี อังกนะภัทรขจร (2555: 184-185) กล่าวถึงประเภทของการให้คะแนนแบบรูบริก ว่าโดยทั่วไปการให้คะแนนแบบรูบริก มี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของนักเรียน โดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรม

ของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่านเปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนน ลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยจุดเด่นจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ช: 168-170) ได้ระบุว่า การประเมินผลที่มีเกณฑ์การให้คะแนนอย่างเป็นระบบและชัดเจน จะช่วยให้ผู้สอนสามารถพิจารณาและตัดสินใจได้ว่า นักเรียนของตนมีความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด เกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric scoring) ซึ่งเป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก มีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม ซึ่งไม่ได้พิจารณาคำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ยังพิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของนักเรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบรูบรีคที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน อาจแยกพิจารณาให้คะแนนและกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้าน ๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยก็ได้ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้านแล้วนำผลของการประเมินผลที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมมีประสิทธิภาพก่อนที่นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนแบบรูบรีคที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ต้องแยกแยะเป็นด้าน ๆ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบองค์รวมมักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มี

วัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีพิสัยกว้าง ๆ และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubrics) เป็นวิธีการประเมินความสามารถของผู้เรียน โดยมีการกำหนดคะแนนและรายละเอียดการให้คะแนนอย่างชัดเจน ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาความสามารถของผู้เรียนด้วยการให้คะแนนการให้คะแนนแบบรูบริกที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์และการให้คะแนนแบบองค์รวม ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบวิเคราะห์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้นของผู้เรียน อีกทั้งยังมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นให้ผู้สอนสร้างสถานการณ์ปัญหาและใช้คำถามชี้แนะให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล

6.5.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กรมวิชาการ (2546: 123) ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 3
ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของกรมวิชาการ

คะแนน/ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการให้เหตุผล
4 / ดีมาก	การแสดงวิธีชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบ การตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 / ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้องคำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบ การตัดสินใจ
2 / พอใช้	การแสดงวิธีทำ ยังไม่ชัดเจนหรือไม่แสดงวิธีทำคำตอบถูกต้องครบถ้วนหรือการแสดงวิธีทำชัดเจนสมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการให้เหตุผล
1 / ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนมากนักแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ
0 / ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 51) กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ มีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้ อย่างชัดเจนพร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	ให้คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

ขวัญ เพี้ยซ้าย (2553: 165) กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 4 ระดับ มีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ขวัญ เพี้ยซ้าย

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เขียนอธิบายได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ได้คำตอบถูกต้อง
2	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการแก้ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมหรือยุทธวิธีที่เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ แต่อาจจะมีการเขียนอธิบายที่ไม่ค่อยสมบูรณ์หรือชัดเจนในบางส่วนหรือมีความผิดพลาดในการคำนวณทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
1	มีความพยายามในการเขียนอธิบายที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจบางส่วน มีความผิดพลาดในยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหาอยู่ หรือได้คำตอบที่ไม่สมบูรณ์ หรือคำตอบที่ถูกต้อง อาจจะได้มาจากการเดา
0	ไม่มีความพยายามในการแก้ปัญหา ไม่รู้จะอธิบายอย่างไรหรือแสดงแนวคิด ในการแก้ปัญหาไม่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามเลย

วรรณารถ อยู่สุข (2555) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ วรรณารถ อยู่สุข

ลักษณะคำตอบ	ระดับ คะแนน
1. ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล	
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด แต่ยังขาดข้อมูลหรือยังไม่สมบูรณ์นัก	2
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด	1
นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้เลย	0
2. ด้านความสามารถในการอธิบายข้อสรุป	
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่ง แต่ยังไม่สมบูรณ์	2
- นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่ง - นักเรียนสามารถเขียนอธิบายได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่สามารถใช้อธิบายจากสถานการณ์ที่กำหนดในการอธิบายได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้เลย	0

ธัญพิมล จันทรนุ้ม (2558) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ธัญพิมล จันทรนุ้ม

ความสามารถในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูล	คะแนน
วิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนทั้งหมด	3
วิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้	2
วิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้อย่างถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้	1
วิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนเลย	0
ความสามารถในการแสดงข้อสรุปของข้อมูล	คะแนน
เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และสมเหตุสมผล	3
เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้ถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่ง และสมเหตุสมผล หรือเขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี	2
เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่ง และสมเหตุสมผล หรือ เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และไม่สมเหตุสมผลเลย	1
เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่งและไม่สมเหตุสมผล หรือเขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปไม่ถูกต้อง และไม่สมเหตุสมผลเลย หรือไม่เขียนเลย	0

ศิรดา กันอ่ำ (2562: 73) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ศิรดา กันอ่ำ

ความสามารถด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	คะแนน
วิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	3
วิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้	2
วิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้	1
- วิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่เขียนเลย	0

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ความสามารถด้านการแสดงข้อสรุปของข้อมูล	คะแนน
เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผล	3
- เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่ง และสมเหตุสมผล หรือ - เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง และไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี	2
- เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่ง และสมเหตุสมผล หรือ - เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง และไม่สมเหตุสมผลเลย	1
- เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่ง และไม่สมเหตุสมผล หรือ - เขียนอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง และไม่สมเหตุสมผลเลย หรือ - ไม่เขียนเลย	0

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ 2 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ปัญหาได้ถูกต้อง
2. ความสามารถด้านการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	เมื่อนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จินนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์	เมื่อนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จินนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ผิดจนนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ไม่ถูกต้อง	เมื่อนักเรียนไม่เขียนคำตอบ
การให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป	เมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลของคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องและครบถ้วนทุกประเด็น	เมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลของคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกประเด็น หรือให้เหตุผลผิดบางประเด็น	เมื่อนักเรียนให้เหตุผลของคำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่ตรงประเด็นกับคำตอบ	เมื่อนักเรียนไม่ให้เหตุผลของคำตอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

กุลวดี อำภางษ์ (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดป่าสะแก จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 10 คน ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด

4 ขั้นตอน ได้แก่ ชื่อนำเสนอปัญหา ชั่งลงมือปฏิบัติกิจกรรม ชื่อนำเสนอ และชั้นสรุป ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วีรพล เทพบรรหาร (2560) ได้ศึกษาผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่งในสังกัดมหาวิทยาลัยรัฐ/มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ เขตกรุงเทพมหานคร แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 34 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิดมีพัฒนาการดีขึ้น

ชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต (2562) ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ที่มีปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 26 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 59.38 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 68.75 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 74.28 ซึ่งนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และพบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 61.2

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 70.8 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 75.8

ศิรดา กันอ่ำ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ กรุงเทพมหานคร จำนวน 44 คน ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 5) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น

วิไลวรรณ ชูปั้น (2563) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-pair-share) ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและสมรรถนะด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดประสิทธิเวช จังหวัดนครนายก จำนวน 23 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-pair-share) มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-pair-share) มีสมรรถนะด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรัสดี เกรียมโพธิ์ (2564) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 35 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ

70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทเรียนออนไลน์

สุกิตา เทียงจันทร์ (2560) ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้วยกลวิธีการแก้ปัญหา STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดธรรมศาลา (หลวงพ่อน้อยอุปถัมภ์) 1 ห้องเรียน จำนวน 24 คน โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ มีประสิทธิภาพ 81.19/82.08 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเมื่อเรียนผ่านบทเรียนออนไลน์ พบว่าคะแนนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .01 3) ความพึงพอใจของนักเรียนเมื่อเรียนผ่านบทเรียนออนไลน์ มีคะแนนรวมเฉลี่ย อยู่ในระดับมาก

พรวิภา แสงสว่าง (2560) ได้พัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียออนไลน์แบบสถานการณ์จำลองร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไร่ขิง (สุนทรอุทิศ) 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียออนไลน์แบบสถานการณ์จำลองร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ เท่ากับ 83.16/83.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 2) ผลการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียออนไลน์แบบสถานการณ์จำลองร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน หลังเรียน พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในเกณฑ์ดี 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนมัลติมีเดียออนไลน์แบบสถานการณ์จำลองร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาพรวมอยู่ในระดับมาก

เบญจพร ตีระวัฒนานนท์ (2563) ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง การสร้างภาพกราฟิก โดยโปรแกรมนำเสนอ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 23 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง การสร้างภาพกราฟิกโดยโปรแกรมนำเสนอ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.09/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง การสร้างภาพกราฟิกโดยโปรแกรมนำเสนอ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.15, SD = 0.32)

งานวิจัยต่างประเทศ

Carpenter et al. (1989) ได้ศึกษาผลการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กลุ่มตัวอย่างเป็นครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน จาก 24 โรงเรียน โดยสุ่มครู 20 คน ใช้การเรียนสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และครูอีก 20 คน ใช้การสอนแบบปกติ โดยมีการประเมินผลจากความสามารถในการคำนวณและการแก้ปัญหา และมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เท่ากับ 8.6 คะแนน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 7.8 คะแนน นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา 5.61 ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.38

Sahin (2015) ได้ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการสอนแนะให้รู้คิด CGI ที่มีต่อกลวิธีในการแก้ปัญหาและผลการเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างประสบความสำเร็จ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบ่งออกเป็น ครูที่ใช้การสอนแบบ CGI กับครูที่ใช้การสอนแบบปกติ โดยการศึกษาระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้การสอนของครูแบบ CGI ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนของครูแบบปกติซึ่งแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 ระดับชั้น ได้แก่ 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวนครูผู้สอนแบบ CGI ในกลุ่มทดลองจำนวน 47 คน และจำนวนครูผู้สอนแบบปกติในกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวนครูผู้สอนแบบ CGI ในกลุ่มทดลองจำนวน 46 คน และจำนวนครูผู้สอนแบบปกติในกลุ่มควบคุมจำนวน 44 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวนทั้งหมด 336 คน และกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวนทั้งหมด 286 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนของครูที่ใช้ CGI สามารถใช้กลวิธีในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนของครูแบบปกติ นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถคิดค้นหรือหากกลวิธีในการแก้ปัญหด้วยตนเองได้ดีกว่า พร้อมทั้งมีความสามารถในด้านความเข้าใจเกี่ยวกับค่าประจำหลักและความรู้สึกเชิงจำนวนที่สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Robert Douglas Walters (2018) ได้ศึกษาประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการเรียนรู้แบบย้อนกลับในห้องเรียนคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูประถมศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 ห้อง ในโรงเรียนสองแห่งที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการเรียนรู้แบบย้อนกลับในห้องเรียนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ และหลังจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า 1) หลังการจัดการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการเรียนรู้แบบย้อนกลับทำให้นักเรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนดีขึ้น 2) นักเรียนมีส่วนร่วมของในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น 3) มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เปลี่ยนไปจากเดิมรวมถึงการวัดผลประเมินมีความหลากหลายมากขึ้น

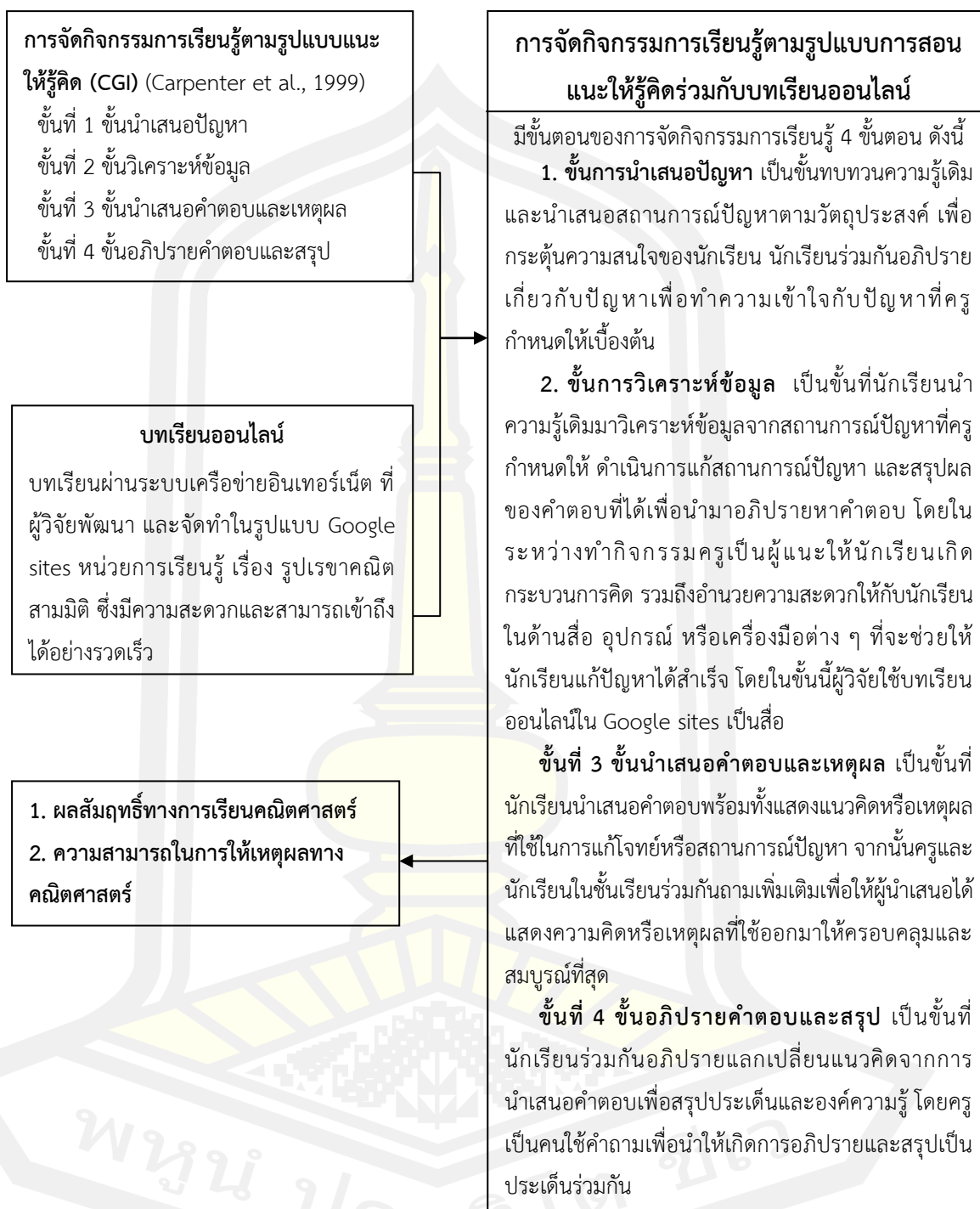
4) ทำให้ครูพัฒนาตนเองและเพิ่มความรู้ของครูทั้งในด้านการเรียนการสอนและเนื้อหาวิชา
คณิตศาสตร์ 5) วิธีการสอนนี้เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ ครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะ
และคอยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้โดยครูต้องใช้คำถาม ซึ่งวิธีการสอนนี้ทำให้นักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถด้านทักษะการคำนวณ และทักษะการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) บทเรียนออนไลน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ที่นำรูปแบบ
การสอนแนะให้รู้คิดไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ที่สูงขึ้น ซึ่งรูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ครูนำมาใช้ก็เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น รูปแบบการเรียนการสอนจะมีขั้นตอนการสอนที่จะช่วยส่งเสริม
ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามา
มีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก การใช้บทเรียนออนไลน์ก็มีส่วนที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน เพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา จากที่กล่าวมาข้างต้น
ล้วนเป็นผลดีและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากงานวิจัย
ที่เกี่ยวข้อง ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่นำแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถ
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด
(CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีกรอบแนวคิด
ดังภาพประกอบ 5

พหุ มณู จิต โธ ชี เว



ภาพประกอบ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดการกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ในกลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 18 โรงเรียน รวมนักเรียน 266 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 9 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 แผน รวม 12 ชั่วโมง

2. บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยโปรแกรม Google sites จำนวน 9 บทเรียน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยไม่จำกัดการตอบ จำนวน 9 ข้อ โดยมีคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล และด้านการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง ในด้านคำอธิบายรายวิชา จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล หนังสือแบบเรียนและคู่มือครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI)

3. วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และชั่วโมงที่สอน ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1 รูปปริซึม	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิต	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปปริซึมได้	ลักษณะ ของรูป ปริซึม	1

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	คณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง ลักษณะของ รูปปริซึม มาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้ เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล		
2 รูป พีระมิด	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหา คำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูป พีระมิดได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง ลักษณะของ รูปพีระมิด มาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้ เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ลักษณะ ของรูป พีระมิด	1
3 รูปทรง กระบอก	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหา คำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูป ทรงกระบอกได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง ลักษณะของ รูปทรงกระบอก มาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือ ให้เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ลักษณะ รูปทรง กระบอก	1
4 รูปกรวย	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหา คำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูป กรวยได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง ลักษณะของ รูปกรวย มาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้ เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ลักษณะ รูปกรวย	1
5 รูป ทรงกลม	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหา คำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับ รูปทรงกลมได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง ลักษณะของ รูปทรงกลมมาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้ เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ลักษณะ ของรูป ทรงกลม	1

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
6 รูปคลี่ ของรูป เรขาคณิต สามมิติ	ค.2.2 ป.6/4 ระบุ รูปเรขาคณิตสาม มิติที่ประกอบจาก รูปคลี่และระบुरु รูปคลี่ของรูปเรขาค ณิตสามมิติ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและ สามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้เกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิต สามมิติรูปได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิด หรือให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบ โดยใช้ความรู้เรื่องรูปคลี่ของรูปเรขาคณิต สามมิติได้อย่างสมเหตุสมผล	รูปคลี่ของรูป เรขาคณิต สามมิติ	1
7 รูปที่ ประกอบ กันเป็น รูปเรขาค ณิต สามมิติ	ค.2.2 ป.6/4 ระบุ รูปเรขาคณิตสาม มิติที่ประกอบจาก รูปคลี่และระบुरु รูปคลี่ของรูปเรขาค ณิตสามมิติ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและ สามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้เกี่ยวกับรูปที่ประกอบกันเป็นรูป เรขาคณิตสามมิติได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิด หรือให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบ โดยใช้ความรู้เรื่องรูปที่ประกอบกันเป็นรูป เรขาคณิตสามมิติได้อย่างสมเหตุสมผล	รูปเรขาคณิต สองมิติที่ประ กอบกันเป็น รูปเรขาคณิต สามมิติ	1
8 ปริมาตร และ ความจุ ของรูป เรขาค ณิต สามมิติ (1)	ค.2.1 ป.6/1 แสดงวิธีหา คำตอบของโจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรและ ความจุของรูป เรขาคณิตสามมิติ ที่ประกอบด้วย ทรงสี่เหลี่ยมมุม ฉาก	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสาม มิติที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาปริมาตร และความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดย วิธีการแบ่งและให้เหตุผลประกอบวิธีการ หาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ปริมาตรและ ความจุของ รูปเรขาคณิต สามมิติที่ ประกอบด้วย ทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากที่หา โดยการแบ่ง	1

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
9 ปริมาตร และ ความจุ ของรูป เรขาคณิต สามมิติ (2)	ค 2.1 ป.6/1 แสดง วิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยว กับปริมาตรและ ความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยวิธีการเติมและให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่หาโดยการเติม	1
10 ปริมาตร และ ความจุ ของรูป เรขาคณิต สามมิติ (3)	ค 2.1 ป.6/1 แสดง วิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยว กับปริมาตรและ ความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยวิธีการตัดและให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่หาโดยการโดยตัด	1
11 โจทย์ ปัญหา รูปเรขาคณิต สามมิติ (1)	ค 2.1 ป.6/1 แสดง วิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยว กับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติและให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
12 โจทย์ ปัญหา รูปเรขาคณิต สามมิติ (2)	ค 2.1 ป.6/1 แสดง วิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยว กับปริมาตรของรูป เรขาคณิตสามมิติที่ ประกอบด้วยทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาของโจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุ ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและ ความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติและให้ เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบได้ อย่างสมเหตุสมผล	โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับปริ มาตรของรูป เรขาคณิตสาม มิติที่ประกอบ ด้วยทรงสี่ เหลี่ยมมุมฉาก	1
รวม				12

4. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 12 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย

- 4.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 4.2 ตัวชี้วัด
- 4.3 สาระหลักสูตรแกนกลาง
- 4.4 สาระสำคัญ
- 4.5 สาระการเรียนรู้
- 4.6 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน
- 4.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน
- 4.8 จุดประสงค์การเรียนรู้

4.9 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมและนำเสนอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาตามวัตถุประสงค์ในชีวิตประจำวันที่ทำทนาย เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่ครูกำหนดให้เบื้องต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนนำพื้นฐานความรู้เดิมมาวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ตลอดจนดำเนินการแก้โจทย์หรือสถานการณ์

ปัญหาและสรุปผลของคำตอบที่ได้เพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบ โดยในระหว่างทำกิจกรรมครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด และคอยเป็นผู้ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือความสงสัย ในระหว่างการทำกิจกรรม รวมถึงอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในด้านสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้สำเร็จ โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้บทเรียนใน Google sites ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นบทเรียนออนไลน์ โดยนำมาใช้ในลักษณะของสื่อเสริมที่สามารถให้นักเรียนค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมแล้วนำมาแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำตอบและเหตุผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมทั้งแสดงแนวคิดหรือเหตุผลที่ใช้ในการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันถามเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้นำเสนอได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ออกมาให้ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดจากการนำเสนอคำตอบเพื่อสรุปประเด็นและองค์ความรู้ โดยครูเป็นคนใช้คำถามเพื่อนำให้เกิดการอภิปรายและสรุปเป็นประเด็นร่วมกัน ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้บทเรียนออนไลน์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใน Google sites โดยนำมาใช้ในลักษณะของสื่อเสริมที่นักเรียนสามารถทบทวนบทเรียนหลังเรียนซ้ำอีกครั้ง เมื่อไม่เข้าใจเพื่อทบทวนความรู้ได้ตามที่ต้องการ

4.10 สื่อการเรียนรู้

4.11 การวัดผลและประเมินผล

4.12 กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติม

4.13 การตรวจสอบ/ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ แผนการจัดการเรียนรู้

4.14 แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

5. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และแบบประเมินความเหมาะสมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ ภาษาที่ใช้ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและแบบประเมินความเหมาะสมที่ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาหลักแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดดังภาคผนวก ก) เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการกิจกรรม

การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล ตลอดจนภาษาที่ใช้ โดยนำข้อมูลจากการประเมินมาบันทึกคะแนนตามเกณฑ์มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 235) ดังนี้

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

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายชื่อเพื่อตัดสินคุณภาพด้านความเหมาะสมของแผน โดยมีเกณฑ์ยอมรับคุณภาพของแต่ละข้อมีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 และแปลความหมายระดับความเหมาะสมของนวัตกรรมตามเกณฑ์ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 235) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

จากการนำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 12 แผน เท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 (รายละเอียดดังภาคผนวก ง ตารางที่ 22) แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคุณภาพดีมาก

8. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

8.1 แก้ไขจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ (K) ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จากเดิม “เพื่อให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้” เป็น “เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดได้”

8.2 ควรเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านเจตคติ (A) และปรับการวัดและประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน

8.3 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นให้ลดบทบาทครู และเพิ่มบทบาทของนักเรียนโดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ และนำทรัพยากรทั้งหมดมาบูรณาการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรหากิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับท้องถิ่นและชีวิตประจำวันของนักเรียน

8.4 ปรับเกณฑ์กระบวนการวัดและประเมินผลในแผนการจัดการเรียนรู้ ในด้านความรู้ จากเดิม “มีผลการประเมินระดับคุณภาพดีขึ้นไป” เป็น “ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70” ปรับเกณฑ์ในด้าน ทักษะ จากเดิม “มีผลการประเมินร้อยละ 50 ขึ้นไป” เป็น “ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป” และเพิ่มการ วัดและประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยกำหนดเกณฑ์การผ่านในระดับดีขึ้นไป

2. ระดับคุณภาพ 3 ผ่านเกณฑ์”

8.5 ปรับเกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโคกเมยประชาพัฒนา กลุ่มเครือข่ายพัฒนา คุณภาพการศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 17 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้

ผลจากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล การทำ กิจกรรมกลุ่มของนักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนพูดคุยกันภายในกลุ่มน้อย ทำให้ผู้วิจัยต้องเพิ่มการ แนะนำขั้นตอนการทำงานกลุ่มก่อนให้นักเรียนลงมือวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อส่งเสริมให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดแก้ปัญหาสถานการณ์ของกิจกรรมและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคน ได้แสดงความสามารถในการให้เหตุผลร่วมกัน แบ่งปันความรู้ ความคิดซึ่งกันและกัน

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วมาจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือ ในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

2. บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ด้วยโปรแกรม Google sites

ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และ หลักสูตรสถานศึกษาในด้านคำอธิบายรายวิชา จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ แนวทางการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล หนังสือแบบเรียนและคู่มือครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดทำบทเรียนออนไลน์

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนออนไลน์

3. วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสร้างบทเรียนออนไลน์ และ นำไปใช้ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แนะให้รู้คิด (CGI) ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ และการนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้ร่วมกันกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เนื้อหาของ บทเรียน		ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	การนำไปใช้
ที่	เรื่อง			
1	รูปปริซึม	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปปริซึมได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องลักษณะของรูปปริซึมมาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปปริซึม ในชั้นที่ 2 ชั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและชั้นที่4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป
2	รูปพีระมิด	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปพีระมิดได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องลักษณะของรูปพีระมิด มาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปพีระมิด ในชั้นที่ 2 ชั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและชั้นที่4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป
3	รูปทรงกระบอก	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปทรงกระบอกได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องลักษณะของรูปทรงกระบอก มาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รูปทรงกระบอก ในชั้นที่ 2 ชั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและชั้นที่4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เนื้อหาของ บทเรียน		ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	การนำไปใช้
ที่	เรื่อง			
4	รูปกรวย	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปกรวยได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องลักษณะของรูปกรวยมาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปกรวย ในชั้นที่ 2 ชั้นการวิเคราะห์ข้อมูล และชั้นที่4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป
5	รูปทรง กลม	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปทรงกลมได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องลักษณะของรูปทรงกลมมาใช้เขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง รูปทรงกลม ในชั้นที่ 2 ชั้นการวิเคราะห์ข้อมูล และชั้นที่4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป
6	รูปคลี่ของ รูปเรขาคณิตสาม มิติ	ค 2.2 ป.6/4 ระบुरुปเรขาคณิตสามมิติที่ ประกอบจากรูปคลี่และระบुरुปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติรูปได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบโดยใช้ความรู้เรื่องรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างสมเหตุสมผล	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในชั้นที่ 2 ชั้นการวิเคราะห์ข้อมูล และชั้นที่4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เนื้อหาของ บทเรียน		ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	การนำไปใช้ร่วมกับ การจัดการเรียนรู้ตาม รูปแบบแนะให้รู้คิด
ที่	เรื่อง			
7	รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ	ค 2.2 ป.6/4 ระบुरुูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่และระบुरुูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบโดยใช้ความรู้เรื่องรูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างสมเหตุสมผล	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ในชั้นที่ 2 ชั้น การวิเคราะห์ข้อมูล และชั้นที่ 4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป
8	การหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค 2.1 ป.6/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-10 เรื่อง การหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ในชั้นที่ 2 ชั้นการวิเคราะห์ข้อมูล และชั้นที่ 4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป
9	โจทย์ปัญหาของรูปเรขาคณิตสามมิติ	ค 2.1 ป.6/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของ	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิต	ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11-12 โจทย์ปัญหา ในชั้นที่ 2 ชั้นการวิเคราะห์ข้อมูล และชั้นที่ 4 ชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เนื้อหาของ บทเรียน		ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	การนำไปใช้ร่วมกับการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ แนะให้รู้คิด
ที่	เรื่อง			
		รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ประกอบด้วยทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก	คณิตสามมิติและให้เหตุผล ประกอบวิธีการหาคำตอบ ได้อย่างสมเหตุสมผล	

4. ศึกษาคู่มือการสร้างบทเรียนออนไลน์ด้วย Google sites
 5. ดำเนินการสร้างบทเรียนออนไลน์จำนวน 9 เนื้อหา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีเครื่องมือที่ใช้สร้างบทเรียนออนไลน์ ดังนี้
 - 5.1 เครื่องมือในการสร้างเว็บไซต์ใช้ Google sites
 - 5.2 เครื่องมือในการสร้างงานกราฟิก ใช้โปรแกรม GeoGebra Classic, Canva, Microsoft PowerPoint 2010
 - 5.3 เครื่องมือในการสร้างและตกแต่งข้อมูลประเภทเสียง ใช้โปรแกรม Loom
 - 5.4 เครื่องมือในการนำเสนอวิดีโอบทเรียน ใช้โปรแกรม Youtube
 - 5.5 เครื่องมือในการนำเสนอแบบฝึกหัดของบทเรียน ใช้โปรแกรม Liveworksheets
 - 5.6 เครื่องมือในการนำเสนอแบบทดสอบหลังเรียน ใช้โปรแกรม Google Forms
 6. จัดทำแบบประเมินความเหมาะสมสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียน
ออนไลน์
 7. นำบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และแบบประเมินความเหมาะสม
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักเพื่อพิจารณาตรวจสอบความ
ถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข
 8. นำบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมกับแบบประเมินความเหมาะสม
ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาหลักแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้าน
เทคโนโลยีการศึกษาหรือมีประสบการณ์ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ จำนวน 5 ท่าน
(รายละเอียดดังภาคผนวก ก) เพื่อประเมินคุณภาพ ตรวจสอบความเหมาะสม 5 ด้าน ดังนี้
1) ด้านเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้ 2) ด้านภาพและเสียง 3) ด้านตัวอักษรและสี 4) แบบทดสอบ
และ 5) เทคนิคการนำเสนอบทเรียน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของสื่อเป็นชนิดมาตราส่วนประมาณ
ค่าแบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด
- นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และหาค่า
เบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายชื่อเพื่อตัดสินคุณภาพด้านความเหมาะสม โดยมีเกณฑ์ยอมรับคุณภาพของ

แต่ละข้อมีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 และแปลความหมายระดับความเหมาะสมของนวัตกรรมตามเกณฑ์ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 235) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

จากการนำผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่า บทเรียนออนไลน์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 (รายละเอียดดังภาคผนวก ง ตารางที่ 23)

9. ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำบทเรียนออนไลน์ไปทดลองใช้ (Try out) ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโคกเมยประชาพัฒนา กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 17 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนออนไลน์

10. นำบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง โดยเข้าถึงได้จากเว็บไซต์ <https://sites.google.com/msu.ac.th/k-nisakorn>

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แบบอิงเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลและวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สารระการการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ เนื้อหา และเอกสารประกอบการสอน หนังสือเรียน ที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม (จำนวน ข้อ)
		ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ วิเคราะห์	
1. รูปปริซึม	นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับลักษณะของรูปปริซึมได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
2. รูปพีระมิด	นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับลักษณะของรูปพีระมิดได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
3. รูปทรงกระบอก	นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับลักษณะของรูปทรงกระบอกได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
4. รูปกรวย	นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับลักษณะของรูปกรวยได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)

ตารางที่ 12 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม (จำนวน ข้อ)
		ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ วิเคราะห์	
5. รูปทรง กลม	นักเรียนมีความรู้ความ เข้าใจและสามารถหา คำตอบจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้เกี่ยวกับลักษณะ ของรูปทรงกลมได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
6. รูปร่างของ รูปเรขาคณิต สามมิติ	นักเรียนมีความรู้ความ เข้าใจและสามารถหา คำตอบจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้เกี่ยวกับรูปร่าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
7. รูป ประกอบของ รูปเรขาคณิต	นักเรียนมีความรู้ความ เข้าใจและสามารถหา คำตอบจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้เกี่ยวกับรูป ประกอบของรูปเรขาคณิต ได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
8. ปริมาตร ของรูป เรขาคณิต สามมิติที่ ประกอบด้วย ทรงสี่เหลี่ยม มุมฉาก	นักเรียนสามารถแก้ปัญหา เกี่ยวกับปริมาตรของรูป เรขาคณิตสามมิติที่ ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากที่กำหนดได้	-	-	5 (3)	-	5 (3)

ตารางที่ 12 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม (จำนวน ข้อ)
		ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ วิเคราะห์	
9. โจทย์ ปัญหา เรขาคณิต สามมิติ	นักเรียนสามารถแก้ปัญหา ของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรและความจุของรูป เรขาคณิตสามมิติที่ กำหนดให้ได้	-	-	5 (3)	-	5 (3)
	รวม	14 (7)	14 (7)	10 (6)	-	38 (20)

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 38 ข้อ โดยสร้างให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) แล้วนำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์พิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาหลักแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผลทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดดังภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of objective congruence) ค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 -1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

โดยผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้ง 38 ข้อ มีข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ง ตารางที่ 24)

ทุกข้อผ่านเกณฑ์มีความตรงเชิงเนื้อหา หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่ได้รับมาปรับปรุงให้แบบทดสอบมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสีถนังดำรงวิทย์ และโรงเรียนโคกเมยประชาพัฒนา กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 31 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้เรียนเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

7. นำผลการทดสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

ให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่นักเรียนตอบถูก

ให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่นักเรียนตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน

8. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ตามแนวคิดของเบรนนัน (Brennan) โดยวิธีดัชนี บี (B-Index หรือ Brennan Index) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ระหว่าง 0.20 – 1.00

9. คัดเลือกแบบทดสอบที่มีความยากและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์และครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.23 – 0.71 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 – 0.61 (รายละเอียดดังภาคผนวก ง ตารางที่ 25)

10. นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) ซึ่งแบบทดสอบที่มีคุณภาพต้องมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) เท่ากับ 0.90 แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีคุณภาพนำไปใช้ได้

11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ และตรวจสอบความถูกต้องและสมบูรณ์อีกครั้งก่อนนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยไม่จำกัดการตอบ จำนวน 9 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดการตอบ

3. ศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยในตารางออกข้อสอบ โดยแบบทดสอบฉบับนี้ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมกรการให้เหตุผลที่ต้องการวัด แล้วกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องให้เหมาะสมกับจำนวนชั่วโมงการสอนจำนวน 1 ฉบับ ทั้งหมด 14 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงจำนวน 9 ข้อ

5. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์มาจากเกณฑ์การให้คะแนนของ วรณารถ อยู่สุข (2555), ธัญพิมล จันทร์น่วม (2558) และ ศิรดา กันอ่ำ (2562) ซึ่งพิจารณาจากลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 9

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน โดยมีการให้คะแนนเต็ม ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 คะแนนเต็มของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม
1. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	3 คะแนน
2. ด้านการให้เหตุผลในการแสดงความสรุป	3 คะแนน
รวม	6 คะแนน
รวมคะแนนทั้งหมด 9 ข้อ	54 คะแนน

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลักตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของภาษา เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

7. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาหลักแล้ว เสนอต่อ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดดังภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และพิจารณาคำถามที่สอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of objective congruence) ค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 -1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ มีค่าระหว่าง 0.60-1.00 ทุกข้อผ่านเกณฑ์มีความตรงเชิงเนื้อหา (รายละเอียดดังภาคผนวก ง ตารางที่ 26)

8. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสีฐานดำรงวิทย์ และโรงเรียนโคกเมยประชาพัฒนา กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาเมืองฟ้าแดดสงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 31 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้เรียนเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

9. นำผลการทดสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (P_E) ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

10. คัดเลือกแบบทดสอบที่มีความยากและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์และครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 9 ข้อ มีค่าความยาก (P_E) ตั้งแต่ 0.33 – 0.54 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.33 – 0.71 (รายละเอียดดังภาคผนวก ง ตารางที่ 27)

11. นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งแบบทดสอบ ที่มีคุณภาพต้องมีความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้

12. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ ที่ปรับปรุงแล้ว ไปใช้ในการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยยื่นขอการพิจารณาจริยธรรมวิจัย
2. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ – 4 มีนาคม 2564
3. ผู้วิจัยชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อให้ นักเรียนทุกคนเข้าใจบทบาทของผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีการประเมินผล การเรียนรู้เพื่อปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
4. ดำเนินการจัดกิจกรรมด้วยแผนการเรียนรู้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 12 แผน ใช้เวลาการสอน 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตัวเอง ซึ่งกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง จำนวน 9 คน
5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ครบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 9 ข้อ โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวม 2 ชั่วโมง
6. ตรวจสอบแบบทดสอบและให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่อไป

การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. นำคะแนนจากการตรวจผลงาน คะแนนการทํากิจกรรมระหว่างเรียน คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตร E_1/E_2

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบวิลคอกชัน One Sample Wilcoxon Signed Rank Test

3. ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

สถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 268)

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

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2. ร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตร (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2563: 224)

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

P แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) คำนวณจากสูตร (ประสาท เนื่อง เฉลิม, 2563: 228-229)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	แทน	ค่าคะแนน
	n	แทน	จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม
	Σ	แทน	ผลรวม

สถิติเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ตั้งไว้ตามเกณฑ์ 70/70 โดยคำนวณจากสูตร E_1/E_2 ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 241-242)

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของคะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนทุกคน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	A	แทน	คะแนนเต็มระหว่างเรียนทั้งหมด

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_2) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 238)

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

เมื่อ	IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
	R	หมายถึง	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2563: 190)

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยาก
	R	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (B) ตามแนวคิดของเบรนนัน (Brennan) โดยวิธีดัชนี บี (B-Index หรือ Brennan Index) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 249)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	N_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	N_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
	U	แทน	จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

2.4 ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่ม ครั้งเดียว ใช้สูตรคำนวณของโลเวท (Lovett Method) ผู้วิจัยกำหนด เกณฑ์ผ่านที่ระดับ 70% โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 250)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum (x_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	X_i	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์เป้าหมายที่ต้องการ

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์

3.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 238)

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

เมื่อ	IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
	R	หมายถึง	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ดัชนีค่าความยาก (P_E) ของข้อสอบอัตนัย โดยใช้เทคนิค 25% ใช้สูตรของวิทนียและซาเบอร์ (Whitney and Saber.1970) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 251)

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

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	SU	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	SL	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง หรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

3.3 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทนียและซาเบอร์ (Whitney and Saber.1970) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563: 251)

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

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	SU	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	SL	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง หรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

3.4 ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบอัตนัย โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งปรับมาจากสูตรการหาความเชื่อมั่น KR – 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 สถิติทดสอบสมมติฐานที่ใช้คือ One Sample Wilcoxon Signed Rank Test ด้วยโปรแกรม SPSS

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ถูกต้องตลอดจนการสื่อความหมายของข้อมูลที่ตรงกัน ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S. D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
P	แทน	ร้อยละ
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการหรือการวัดผลระหว่างเรียน
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หรือการทดสอบหลังเรียน
Sig.	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1/E_2)

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1/E_2) แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งหมด 12 แผน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการเรียนรู้ที่	คะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนคนที่									รวม	เฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1	27	30	27	30	28	27	28	28	30	255	28.33	1.32	72.65
2	29	31	29	31	30	29	30	30	31	270	30.00	0.87	76.92
3	30	31	30	31	30	30	30	30	31	273	30.33	0.50	77.78
4	35	36	35	36	34	35	34	34	36	315	35.00	0.87	85.37
5	36	36	36	36	35	36	35	35	36	324	35.67	0.50	86.99
6	31	31	31	31	32	31	32	32	31	282	31.33	0.50	80.34

ตารางที่ 14 (ต่อ)

แผนการเรียนรู้ที่	คะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนคนที่									รวม	เฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
7	34	35	34	35	35	34	35	35	35	312	34.67	0.50	86.67
8	31	35	26	29	29	22	28	27	30	257	28.56	3.57	69.65
9	34	37	29	24	33	23	29	28	31	268	29.78	4.55	72.63
10	36	39	34	35	35	29	32	33	33	306	34.00	2.78	82.93
11	35	38	34	38	34	35	38	34	35	321	35.67	1.80	86.99
12	36	39	35	39	35	36	39	35	39	333	37.00	1.94	90.24
ประสิทธิ ภาพของ กระบวนการ (E ₁) (483)	394	418	380	395	390	367	390	381	398	3513	390.33	14.13	80.81
ผลสัมฤทธิ์ ทางการ เรียน (E ₂) (20)	17	18	13	16	17	11	16	15	17	140	15.56	2.24	77.78

จากตารางที่ 14 พบว่า การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านกระบวนการของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนระหว่างการจัดกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 390.33 จากคะแนนเต็ม 483 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.81 แสดงว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) มีค่าเท่ากับ 80.81

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า หลังเรียนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.56 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78 แสดงว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) มีค่าเท่ากับ 77.78

ตารางที่ 15 สรุปผลประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (กลุ่มตัวอย่าง 9 คน)	
	ประสิทธิภาพกระบวนการ (E ₁)	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E ₂)
70/70	80.81	77.78

จากตารางที่ 15 พบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 80.81/77.78 แสดงว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 70/70

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample Wilcoxon Signed Rank Test ผลการวิเคราะห์ ปรากฏในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	ร้อยละ	คุณภาพ
1	17	85	ดี
2	18	90	ดีเยี่ยม
3	13	65	พอใช้
4	16	80	ดี
5	17	85	ดี
6	11	55	ผ่าน

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	ร้อยละ	คุณภาพ
7	16	80	ดี
8	15	75	ดี
9	17	85	ดี
รวม	140	700	-
ค่าเฉลี่ย	15.55	77.78	ดี

จากตารางที่ 16 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 9 คน พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับผ่าน จำนวน 1 คน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับพอใช้ จำนวน 1 คน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับดี จำนวน 6 คน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 คน โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.55 คิดเป็นร้อยละ 77.78

ตารางที่ 17 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สภาพการณ์	N	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70	\bar{x}	S.D.	Sig.
หลังเรียน	9	20	14	77.78	2.24	0.04*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 17 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.78 และเมื่อทดสอบสมมติฐานแล้ว พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ผลการศึกษาศักยภาพในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

ตารางที่ 18 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		การประเมิน	คุณภาพ
	คะแนน (54 คะแนน)	ร้อยละ		
1	40	74.07	ผ่านเกณฑ์	ดี
2	45	83.33	ผ่านเกณฑ์	ดีเยี่ยม
3	36	66.67	ผ่านเกณฑ์	พอใช้
4	48	88.89	ผ่านเกณฑ์	ดีเยี่ยม
5	33	61.11	ผ่านเกณฑ์	พอใช้
6	42	77.78	ผ่านเกณฑ์	ดี
7	36	66.67	ผ่านเกณฑ์	พอใช้
8	26	48.15	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่าน
9	30	55.56	ผ่านเกณฑ์	ผ่าน
รวม	336	622.22	-	-
ค่าเฉลี่ยรวม	37.33	69.14	ผ่านเกณฑ์	พอใช้

จากตารางที่ 18 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 คน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ผลการประเมิน พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 คน และนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 1 คน ระดับคุณภาพ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับไม่ผ่าน จำนวน 1 คน นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับผ่าน จำนวน 1 คน นักเรียน

มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 4 คน นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี จำนวน 1 คน นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 2 คน โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับพอใช้ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 37.33 คิดเป็นร้อยละ 69.14

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 คน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$
ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	27	21.11	0.87	78.19
ด้านการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป	27	16.22	0.77	60.08
รวม 2 ด้าน	54	37.33	0.82	69.14

จากตารางที่ 19 เมื่อพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้านพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เท่ากับ 21.11 จากคะแนนเต็ม 27 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 78.19 และค่าเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เท่ากับ 16.22 จากคะแนนเต็ม 27 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 60.08

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 คน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$
กลุ่มตัวอย่าง	9	54	37.33	0.82	69.14

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยภาพรวม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เท่ากับ 37.33 จากคะแนนเต็ม 54 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 69.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

ตารางที่ 21 จำนวนนักเรียนและร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	8	88.89
นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	1	11.11
รวม	9	100.00

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ของนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ของนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผล
6. อภิปรายผล
7. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 แผน รวม 12 ชั่วโมง
2. บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยโปรแกรม Google sites จำนวน 9 บทเรียน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยไม่จำกัดการตอบ จำนวน 9 ข้อ โดยมีคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล และด้านการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยยื่นขอการพิจารณาจริยธรรมวิจัย
2. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ – 4 มีนาคม 2564
3. ผู้วิจัยชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อให้ นักเรียนทุกคนเข้าใจบทบาทของผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีการประเมินผลการเรียนรู้เพื่อปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 12 แผน ใช้เวลาการสอน 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตัวเอง ซึ่งกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง จำนวน 9 คน
5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ครบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 9 ข้อ โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลังเรียน

เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวม 2 ชั่วโมง

6. ตรวจสอบทดสอบและให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตร E_1/E_2

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample Wilcoxon Signed Rank Test

3. ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

สรุปผล

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 80.81/77.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.55 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.33 คิดเป็นร้อยละ 69.14

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตาม 70/70 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 80.81/77.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ผ่านขั้นตอนกระบวนการออกแบบอย่างถูกต้อง เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ และใช้วิธีการที่เหมาะสม เริ่มจากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานตัวชี้วัด และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนไม่ยากหรือง่ายเกินไป ตอบสนองความต้องการ ความแตกต่างต่างระหว่างบุคคล อีกทั้งขั้นตอนในการจัดกิจกรรมซึ่งผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของคาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al., 1999) 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาและนักเรียนได้ทำความเข้าใจกับสถานการณ์เบื้องต้นที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำความรู้มาวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกในการจัดหาสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ขั้นที่ 3 การนำเสนอคำตอบและเหตุผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำเสนอคำตอบพร้อมทั้งให้เหตุผลของคำตอบ อีกทั้งนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนจะได้ฟังความคิดเห็นของผู้อื่นในการแสดงคำตอบและเหตุผล เพื่อจะได้นำไปพัฒนาการทำงานครั้งต่อไปของตนเอง ขั้นที่ 4 อภิปรายคำตอบและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมแลกเปลี่ยนแนวคิดจากการนำเสนอคำตอบ โดยใช้การอภิปรายเพื่อสรุปประเด็นและองค์ความรู้ที่เรียน และผู้วิจัยได้นำบทเรียนออนไลน์มาใช้ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้นักเรียนได้เข้าไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ทำให้นักเรียนที่ไม่มีพื้นฐานความรู้เดิม หรือมีพื้นฐานความรู้เดิมน้อย เกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่อีกครั้ง และใช้ร่วมกับขั้นที่ 4 อภิปรายคำตอบและสรุป หลังการสรุปเนื้อหาร่วมกับนักเรียน ผู้สอนให้นักเรียนเข้าไปทบทวนบทเรียนออนไลน์ซ้ำอีกครั้ง จากการนำบทเรียนมาใช้ร่วมกับรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถเข้าค้นคว้าได้ทุกที่ทุกเวลา เมื่อนักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่ดี จะทำให้นักเรียนเกิด

กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มีส่วนร่วมในการระดมความคิดหรือนำเสนอความคิดของตนเองกับผู้อื่น รับฟังความเห็นของผู้อื่น และส่งเสริมการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดและการให้เหตุผล ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2555) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระด้วยตนเอง และเกิดความร่วมมือ ความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ จำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการประสานสัมพันธ์ ทักษะการคิด ทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการปฏิบัติ ทบทวน ผักผ่อนเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ที่เรียนให้เป็นการจำ จนสามารถปฏิบัติด้วยชำนาญ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ผ่านการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และได้ทำการทดลองใช้เครื่องมือ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คน แล้วนำผลมาปรับปรุงให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุนิสา บุญมา (2563) พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 77.58/76.06 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ธัญญรัตน์ เจริญสุข (2564) พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิค STAD มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 77.54/81.40 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ในการวิจัยครั้งนี้ได้มีการนำบทเรียนออนไลน์ มาเป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พรวิภา แสงสว่าง (2560) ที่พบว่า ผลการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียออนไลน์แบบสถานการณ์จำลองร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ เท่ากับ 83.16/83.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.55 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78 ทั้งนี้เนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ทำให้เกิดความเข้าใจว่า บุคคลนั้นมีความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้ากิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม และตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน และได้นำกลยุทธ์ของบทเรียนออนไลน์มาใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่รู้ ได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้มีการเรียงลำดับเนื้อหาความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เรียนจากบทเรียนที่ง่ายไปหายากตามลำดับควบคู่ไปกับการฝึกทักษะความสามารถในการให้เหตุผล โดยนำจุดเด่นของการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ คือให้นักเรียนได้มีบทบาทในการเรียนรู้มากที่สุด มีการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยนักเรียนระดมความคิดช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาของโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา ช่วยเหลือกัน ร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาสรุปเหตุผลคำตอบของงานที่ได้รับมอบหมาย อภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน และในกลุ่มหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน แต่กระบวนการวัดและประเมินผลนั้นจะกระทำเป็นรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ แต่ถือว่าความสำเร็จของแต่ละบุคคลนั้นเป็นของกลุ่มด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการร่วมมือและช่วยเหลือกันอย่างจริงจังมากขึ้น ซึ่งได้ผลดีเมื่อใช้ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ที่ส่งเสริมทักษะการคิดและการแก้สถานการณ์ปัญหาอย่างต่อเนื่อง โดยกิจกรรมทุกกิจกรรมผู้วิจัยในฐานะผู้สอน มุ่งเน้นให้นักเรียนมีโอกาสได้วิเคราะห์ อภิปราย แสดงความคิดเห็น แสดงเหตุผลของคำตอบ และนำเสนอออกมา โดยผู้สอนต้องให้นักเรียนแสดงแนวคิด บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีคุณภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ทั้งหมด 12 แผน ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและทดลองใช้ (Try Out) แล้ว มาเป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ และช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ จะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้นด้วย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่ง สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กุลวดี อัมภางษ์ (2560) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละของความต่าง เท่ากับ 7.20 สอดคล้องกับงานวิจัยชัยวัฒน์ ยลรติโชค (2562) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในวงจร ปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 61.2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 70.8 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 75.8 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญญารัตน์ เจริญสุข (2564) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ในการวิจัยครั้งนี้ได้มีการนำบทเรียนออนไลน์ มาเป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ ปวีณวิสา บำรุงอุดมรัชต์ (2564) พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Sites เรื่องสมมูลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีผลคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนเท่ากับ 16.50

คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.33 คิดเป็นร้อยละ 69.14 ของนักเรียนทั้งหมด โดยมีนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เกิดทักษะการคิดด้วยตนเองและนำไปสู่ การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ Carpenter et al. (1989, 499-531) และ Fennema et al. (1993, 555-583) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ต้องเกิดจากความรู้ของนักเรียน ให้มีความสำคัญกับการคิดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง พร้อมทั้งสนับสนุนให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล ยิ่งไปกว่านั้นการใช้คำถามระดับสูงที่สอดแทรกไว้ในขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นเป็นคำถามที่ทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงมากกว่าความรู้ความจำ เพราะคำถามมักจะมีคำว่า “ทำไม” ซึ่ง คำถามประเภทนี้จะเป็นคำถามที่ช่วยพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553, 50) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ผู้สอนควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนตามกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง ขั้นการนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมและนำเสนอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาตามวัตถุประสงค์ในชีวิตประจำวันที่ทำหาย เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่ครูกำหนดให้เบื้องต้น

ขั้นตอนที่สอง ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนนำพื้นฐานความรู้เดิมมาวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ตลอดจนดำเนินการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา และสรุปผลของคำตอบที่ได้เพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบ โดยในระหว่างทำกิจกรรมครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด และคอยเป็นผู้ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือความสงสัยในระหว่างการทำกิจกรรม รวมถึงอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในด้านสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือ

ต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้สำเร็จ โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้บทเรียนใน Google sites ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นบทเรียนออนไลน์ โดยนำมาใช้ในลักษณะของสื่อเดิมที่สามารถให้นักเรียนค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมแล้วนำมาแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่สาม ชื่อนำเสนอคำตอบและเหตุผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมทั้งแสดงแนวคิดหรือเหตุผลที่ใช้ในการแก้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันถามเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้นำเสนอได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ไข่ออกมาให้ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด

ขั้นตอนที่สี่ ชื่อนอภิปรายคำตอบและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดจากการนำเสนอคำตอบเพื่อสรุปประเด็นและองค์ความรู้ โดยครูเป็นคนใช้คำถามเพื่อนำให้เกิดการอภิปรายและสรุปเป็นประเด็นร่วมกัน ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้บทเรียนออนไลน์ใน Google sites โดยให้นักเรียนเข้าไปศึกษาบทเรียนหลังเรียนซ้ำอีกครั้ง

จากกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอน ผู้เรียนต้องใช้ความเข้าใจและการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล อีกทั้งขณะที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูล สังเกต ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์ เปรียบเทียบองค์ประกอบ รวมทั้งมีการคิดคำตอบตามคำถามที่ครูผู้สอนแนะให้คิดเพื่อหาเหตุผลในการตอบคำถาม จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดในลักษณะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล และการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป โดยมีรายละเอียดเป็นรายด้าน ดังนี้

ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล พบว่า เมื่อผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ นักเรียนจะได้ฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล และใช้บทเรียนออนไลน์ในการค้นคว้าหาความรู้เพื่อให้มีพื้นฐานที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาได้ดีขึ้น นอกจากนี้ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูจะประเมินอย่างต่อเนื่องแล้วใช้การชี้แนะให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง พบว่าพัฒนาการด้านนี้ของนักเรียนสามารถทำได้ดีอย่างเห็นได้ชัดในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 โดยสังเกตได้จากร่องรอยในใบกิจกรรมและการตอบคำถามในชั้นเรียน เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นอย่างต่อเนื่อง จึงอาจมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนมากสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้องและชัดเจนขึ้น

ด้านการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป พบว่า เมื่อผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการหาคำตอบโดยใช้บทเรียนออนไลน์ และการพิจารณาความสมเหตุสมผลและความสอดคล้องของคำตอบกับสถานการณ์ปัญหา พบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 นั้น นักเรียนส่วนมากไม่พิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหาเลย ครูจึงใช้การชี้แนะเพื่อกระตุ้นให้นักเรียน

สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลได้ด้วยตนเองเมื่อ ดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นอย่างต่อเนื่อง พัฒนาการด้านนี้ดีขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปและมีพัฒนาการที่ชัดเจนขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 จนกระทั่งในระยะหลังเรียน พบว่านักเรียนส่วนมากสามารถให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป โดยใช้ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ในขั้นการนำเสนอปัญหา นักเรียนแต่ละคนมีความสนใจที่แตกต่างกัน ดังนั้นสถานการณ์ ปัญหาที่นำมาใช้นำเสนอ ผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ที่อยู่ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนสามารถพบเจอ มาเป็นกรณีให้นักเรียนได้วิเคราะห์ค้นหาหาคำตอบ ไม่ควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ยากเกินไป เนื่องจากนักเรียนจะรู้สึกเบื่อหน่ายและท้อแท้ในการแก้ปัญหา และผู้สอนควรสร้างบรรยากาศในการ เรียนให้มีความน่าสนใจ โดยมีการเตรียมสื่อการเรียนรู้ รวมทั้งคำถามที่นำมาใช้ต้องเป็นถามที่มีความ ท้าทายและกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นหาคำตอบ

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในขั้นนี้ คือ ความใส่ใจของผู้สอน ในระหว่างที่ นักเรียนลงมือวิเคราะห์ข้อมูล ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน ทั้งนี้ในขั้นนี้ควรมีสื่อ การเรียนรู้หรือแหล่งการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วย ตนเอง สื่อที่นำมาใช้ควรเป็นสื่อที่เข้าถึงได้ง่าย และเป็นสื่อที่เหมาะสมกับสถานการณ์ และวัยของ ผู้เรียน ผู้สอนต้องหมั่นสังเกตผู้เรียน เพื่อนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาพัฒนาการสอนในครั้งต่อไป ผู้สอนควร ประเมินผู้เรียนเป็นระยะ ให้มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม และให้เวลาการแก้ปัญหาในขั้นนี้ อย่าง เพียงพอ เพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่ม มีเวลาในการพูดคุย แลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาซึ่งกัน และกัน

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ในขั้นนำเสนอคำตอบและเหตุผล ทักษะการพูดเป็นสิ่งสำคัญ ผู้สอนจะต้องสร้างความมั่นใจ ให้กับผู้เรียน ควรมีการเสริมแรงทางบวก และให้ข้อเสนอแนะในการนำเสนอแต่ละครั้ง การชี้แนะของ ผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางการพูดในครั้งถัดไปมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น และในการ นำเสนอเหตุผลของคำตอบ หากผู้เรียนยังให้เหตุผลไม่ครบถ้วน ผู้สอนควรใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียน ได้แสดงเหตุผลนั้น ๆ ออกมา

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ในชั้นอภิปรายคำตอบและสรุป ผู้สอนต้องเตรียมคำถามที่จะนำไปสู่การอภิปรายคำตอบไว้ล่วงหน้า ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสรุปคำตอบ โดยในระหว่างที่นักเรียนร่วมกันสรุปคำตอบ อาจจะทำให้ตัวแทนนักเรียนออกมาเขียนสรุปเป็นข้อ ๆ ที่หน้าชั้นเรียน เพื่อให้สมาชิกภายในห้องมองเห็นภาพรวม และให้อ่านจากสิ่งที่ได้สรุปไว้อีกครั้ง นอกจากนี้ผู้สอนควรแนะนำให้นักเรียนกลับไปทบทวนบทเรียนอีกครั้ง โดยใช้บทเรียนออนไลน์ให้เป็นประโยชน์สูงสุด

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ว่าสามารถนำไปพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ เนื่องจากจากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า การใช้คำถามของผู้สอนมีส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการคิด และนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน มีการนำเสนอหน้าชั้นเรียน มีการอภิปรายร่วมกันนั้น เนื่องจากจากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ มีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารของนักเรียน จึงน่าจะมีการศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ในเนื้อหาอื่น ๆ ของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่อไป

2.2 ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหาอื่น ๆ ของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.3 ควรมีการศึกษาผลจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ

2.4 ควรมีงานวิจัยศึกษาเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์

2.5 ควรมีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แนะให้รู้คิดร่วมกับแหล่งการเรียนรู้หรือสื่อการเรียนรู้ประเภทเกมการศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. (2546). เทคโนโลยีการศึกษา: สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือวิชาการ.
- กุลวดี อำนวย. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ขวัญ เพี้ยชัย. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโทการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ. (2550). รูปแบบการแบ่งแยกเนื้อหาเพื่อการผลิตบทเรียนผ่านระบบเครือข่าย. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 8(1), 65.
- จันทร์พินทุ์ พัฒนโอบาร. (2556). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2545). เอกสารประกอบการฝึกอบรม โครงการอบรมโปรแกรมการจัดการหลักสูตร Web- Based Instruction. กรุงเทพฯ: ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ไม่ได้ตีพิมพ์)
- ชวลิต ชุกก่าแพง. (2561). การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรแนวคิดและกระบวนการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชัยวัฒน์ ยลรดีโฆสิต. (2562). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชญหงษ์ ไทยอุบลมภ์. (2545). E-Learning. นิตยสาร DVM, 3(12), 26-28.
- ญาณภัทร สีหะมงคล. (2558). เอกสารประกอบการสอนวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (ไม่ได้ตีพิมพ์)

- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2545). Designing E-learning: หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. เชียงใหม่ฯ: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทิตินา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญารัตน์ เจริญสุข. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย. วารสารพัฒนาทักษะทางวิชาการอย่างยั่งยืน, 3(2), 26-38.
- ธัญพิมล จันทร์นุ่น. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดของเด็กที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระศักดิ์ ธีรวัฒนากา. (2559). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง ศัพท์สังคิต สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาศิลปศึกษา คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นาเดีย กองเป็ง. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการแอบสแตรชันที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิพพร สาลี. (2562). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้โครงงานเป็นฐาน รายวิชาการออกแบบเว็บไซต์ เรื่อง การพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา HTML. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลี้ยง ทุ่มทอง. (2554). การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เบญจพร ติระวัฒนานนท์. (2563). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง การสร้างภาพกราฟิก โดยโปรแกรมนำเสนอสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2561). วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2563). วิจัยการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปวิณวิศสา บำรุงอุดมรัชต์. (2564). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Sites เรื่องสมมูลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 11(1), 260-274.
- เปียรรัตน์ จาตุรันตบุตร. (2547). หลักการคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรวิภา แสงสว่าง. (2560). การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียออนไลน์แบบสถานการณ์จำลองร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีผลต่อ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไร่ขิง (สุนทรอุทิศ). วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 10(2), 2250-2266.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: แฮสออฟเคอร์มิสท์.
- พีระนุช คงทน. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางการเรียน โดยการใช้บทเรียนออนไลน์ 3 รูปแบบ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน 2 รูปแบบ. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ภัทรอร อริยธนพงศ์. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2563). พื้นฐานการวิจัยทางหลักสูตรและการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ระพินทร์ ฉายวิมล. (2546). จิตวิทยาการศึกษา. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันเพ็ญ ก้นสุทธิ. (2561). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ วิชาการออกแบบและนำเสนอ เรื่องการดราฟรูบโดยใช้โปรแกรม Illustrator สำหรับนักเรียนโครงการนักกีฬาพิเศษ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิชาการ. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผลความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 42(2), 207-223.
- วิไลวรรณ ชูปิ่น. (2563). ผลการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-pair-share) ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและสมรรถนะด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วีรพล เทพบรรหาร. (2560). ผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิด ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวชฤทธิ์ อังกณะภัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด(CGI)ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล กับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร. (2552). การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI): รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 21(1), 4.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศศิธร ขจรจิตต์. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อ มโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศักดิ์ศรี ปาณะกุล, นิรมล ศตวุฒิ และระวีวรรณ ศรีครามครัน. (2556). หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศิรดา กันอ่ำ. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภเศรษฐ์ พึ่งบัว. (2562). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาอินเทอร์เน็ตด้วยแอปพลิเคชัน Google classroom สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนการงานอาชีพและเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา. (2547). แนวทางการปฏิรูปเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- สุนิสา บุญมา. (2563). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครตีส เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 21(1), 77-91.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561. [ออนไลน์].
ได้จาก: <http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb> [สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2564].

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562. [ออนไลน์].
ได้จาก: <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb> [สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2564].

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563. [ออนไลน์].
ได้จาก: <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb> [สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2564].

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). รายงานการประเมินผลคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: รากขวัญ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ข). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: 3 คิวมีเดีย.

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก ภัททิยธนี. (2555). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. (2542, 14 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 116 ตอนที่ 74. หน้า 1-23.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

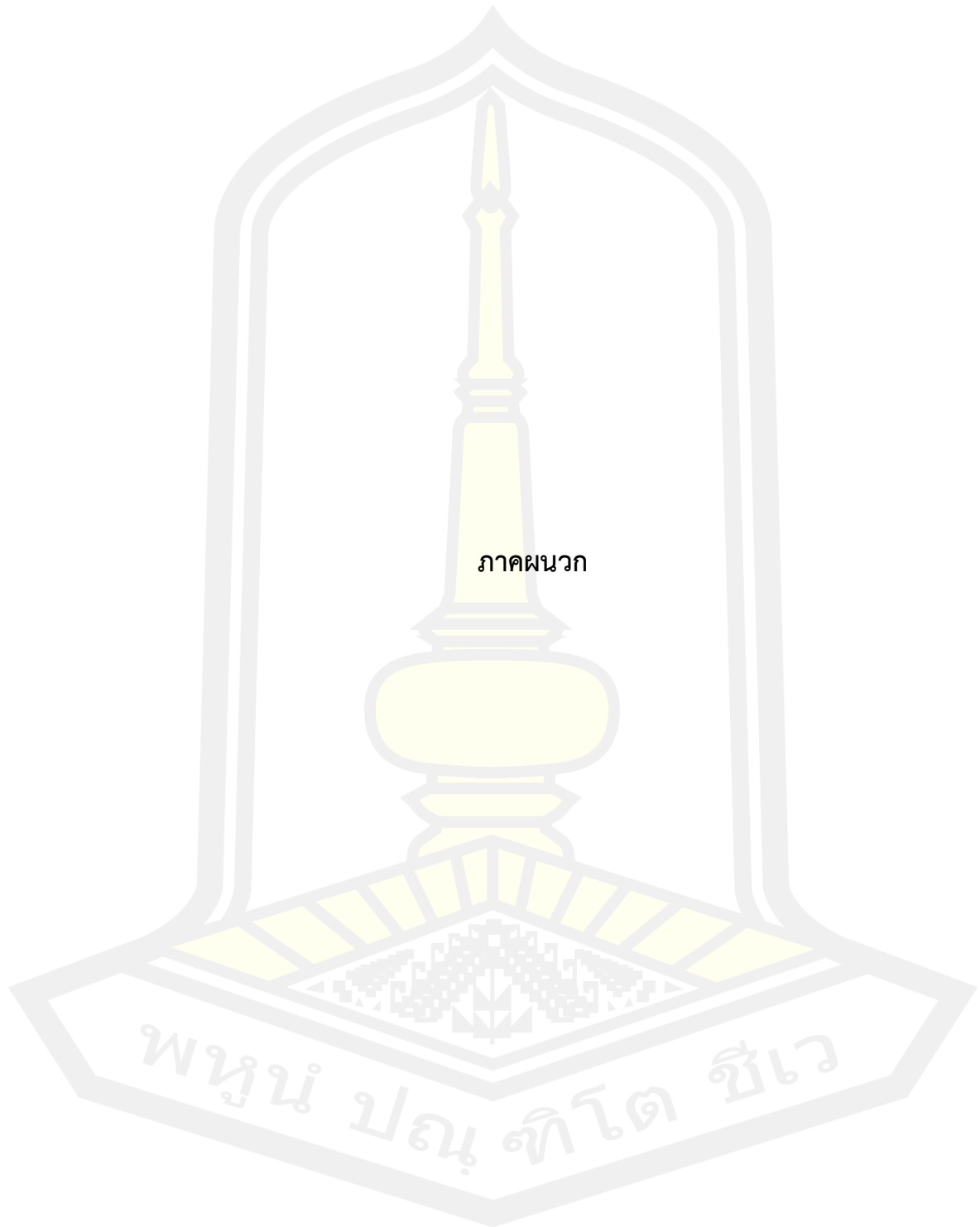
สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2546). เอกสารคำสอน วิชา คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ไม่ได้ตีพิมพ์)

- สุธาร์ตน์ สมรรถการ. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนีย์ คำควร. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา. สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุภิดา เทียงจันทร์. (2560). ผลการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ด้วยกลวิธีการแก้ปัญหา STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดธรรมศาลา (หลวงพ่อน้อยอุบลรัตน์). วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 10(2), 1643-1656.
- สุรัสดี เกรียมโพธิ์. (2564). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัญชลี ตุ่มทอง และอัมพร ขาวบาง. (2552). การพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บ เรื่อง การสืบค้นโอแพกของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ: การศึกษาอิสระ สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อัมพร ม้าคอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุษา ภิรมย์รักษ์. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Baroody, A.J. (1993). Problem solving, reasoning, and communicating K-8: helping children think mathematically. New York: Macmillan.

- Bloom, B. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: Macmillan McGraw-Hill Book.
- Bloom, and Benjamin Samuel. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York : McGraw-Hill.
- Brandt, R. (1984). Teaching of thinking for thinking about thinking. *Educational Leadership*, 42(1), 3.
- Carpenter, Thomas P., Elizabeth Fennema, Penelope L. Peterson, Chi-Pang Chiang. & Megan Loef. (1989). Using knowledge of children' s mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American Educational Research Journal*, 26(4), 499–531.
- Thomas P. Carpenter, Elizabeth Fennema, Megan Loef Franke, Linda Levi & Susan B. Empson (1999). *Children' s mathematics: cognitively guided instruction*. [Online]. Portsmouth, NH: Heinemann. Available from: https://assets.pearsoncanadaschool.com/asset_mgr/current/20156/Carpenter_SampleChapter.pdf [accessed Date of Access 16 August 2021].
- Carpenter Thomas P., Fennema Elizabeth, Franke Megan Loef, Levi Linda, Empson & Susan B. (2000). *Cognitively guided instruction: A research-based teacher professional development program for elementary school mathematics: Reasearch Report*. National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science. Madison. National Center for Improving, Wisconsin University.
- Elizabeth Fennema, Megan L. Franke, Thomas P. Carpenter. & Deborah A. Carey. (1993). Using children' s knowledge in instruction. *American Educational Research Journal*, 30(3), 555–583.
- Megan L. Franke, Noreen M. Webb, Angela G. Chan, Marsha Ing, Deanna Freund. & Dan Battey. (2009). Teacher Questioning to Elicit Students' Mathematical Thinking in Elementary School Classrooms. *Journal of Teacher Education*, 60(4), 380–392.
- Goslin D.A. (1967). *Teachers and Testing*. New Yok: Russell Sage Foundation.
- Guilford J. P. and Hoepfner. (1971). *The Analysis Of Intelligence*. New Yok: McGraw Hill Book.

- Hankes J. E. (1998). Native American pedagogy and cognitive-based mathematics instruction. n.p.: Taylor & Francis.
- James Hiebert, Thomas P. Carpenter, Elizabeth Fennema, et. al. (1997). Making sense: teaching and learning mathematics with understanding. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Kearsley G. (2000). Online education: learning and teaching in cyberspace. Wadsworth Thomson Learning.
- Krulik and Rudnick. (1993). Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers. Needham Heights, Mass: Allyn and Bacon.
- LUO HAN. (2560). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการออกเสียงพินอิน ภาษาจีน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- O'Daffer P. (1990). Inductive and Deductive Reasoning. *The Mathematics Teacher*, 83(5), 378-384.
- Nesrin Sahin. (2015). The Effect of Cognitively Guided Instruction on Students' Problem Solving Strategies and The Effect of Students' Use of Strategies on Their Mathematics Achievement. Ph.D. College of Education and Human Performancethe, University of Central Florida Orlando, Florida.
- Stiff V. L. (1999). Developing mathematical reasoning in grades K-12. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Stiggins R. (1997). Student-centered classroom assessment. 2nd ed.. New Jersey: Printice-Hall.
- Walters Robert Douglas. (2018). Investigating the Combined Impact of Cognitively Guided Instruction and Backward Design model in Mathematics on Teachers of Grade 3 Students by. Ph.D, Department of Curriculum, Teaching and Learning Ontario, Institute for Studies in Education, University of Toronto.
- Wilson and Jame W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York: McGraw-Hill.



ภาคผนวก

พหุมนุ ปณฺ ทิโต ชีเว

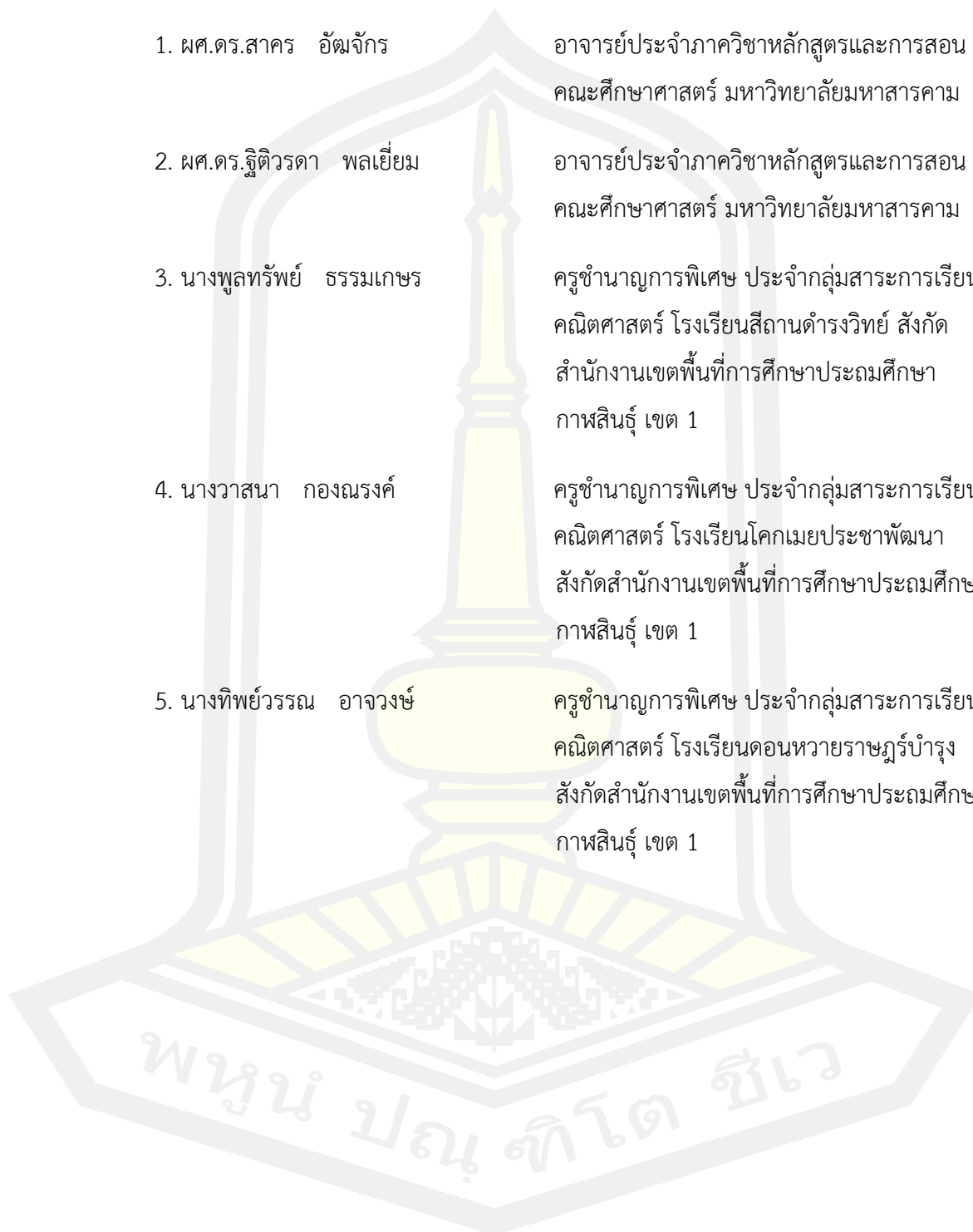


ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผศ.ดร.สาคร อัมจักร อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผศ.ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นางพุลทรัพย์ ธรรมเกษร ครูชำนาญการพิเศษ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียนสีถนูดารงวิทย์ สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กาฬสินธุ์ เขต 1
4. นางวาสนา กองณรงค์ ครูชำนาญการพิเศษ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียนโคกเมยประชาพัฒนา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กาฬสินธุ์ เขต 1
5. นางทิพย์วรรณ อัจวงษ์ ครูชำนาญการพิเศษ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กาฬสินธุ์ เขต 1







บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว161 วันที่ 13 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร อัมจักร

ด้วย นางสาวนิศากร พลไกรสร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหุ ม บณ ที โด ชี เว



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว161 วันที่ 13 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติวรดา พลเยี่ยม

ด้วย นางสาวนิศากร พลไกรสร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหุ ม ปณ จิต โด ชี เว



ที่ อว 0605.5(2)/ว161

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

13 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางพุลทรัพย์ ธรรมเกษร

ด้วย นางสาวนิศากร พลไกรสร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0828583322



ที่ อว 0605.5(2)/161

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

13 มกราคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางวาสนา กองณรงค์

ด้วย นางสาวนิศากร พลไกรสร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0828583322



ที่ อว 0605.5(2)/ว161

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

13 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางทิพย์วรรณ อัจจงษ์

ด้วย นางสาวนิศากร พลไกรสร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0828583322



ที่ อว 0605.5(2)/ว162

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

13 มกราคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน โรงเรียนโคกเมยประชาพัฒนา

ด้วย นางสาวนิศากร พลไกรสร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวนิศากร พลไกรสร ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0828583322



ที่ อว 0605.5(2)/ว162

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

13 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน โรงเรียนชุมชนสีถ่านตำรังวิทย์

ด้วย นางสาวนิตศกร พลไกรสร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวนิตศกร พลไกรสร ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0828583322



ที่ อว 0605.5(2)/ว163

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

13 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน โรงเรียนดอนหาวรายราษฎร์บำรุง

ด้วย นางสาวนิศากร พลไกรสร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวนิศากร พลไกรสร เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำงานวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174

เบอร์โทรนิสิต 0828583322



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
2. บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์
 โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 12 ชั่วโมง
 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ เวลา 1 ชั่วโมง
 ครูผู้สอน นางสาวนิศากร พลไกรสร วันที่ 23 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2564 เวลา 08.30-09.30 น.

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์
 ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 2.2 ป.6/4 ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิต
 สามมิติ

3. สาระหลักสูตรแกนกลาง

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

4. สาระสำคัญ

รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ เป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิต
 สามมิตินั้น

5. สาระการเรียนรู้

รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

6. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

ทักษะการให้เหตุผล

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์สำคัญของนักเรียน

ใฝ่เรียนรู้

8. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้
2. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบโดยใช้ความรู้เรื่องรูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างสมเหตุสมผล
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านใฝ่เรียนรู้

9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ของคาร์เพนเทอร์ และคณะ (T. P. Carpenter et al., 1999)

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหา (10 นาที)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อทบทวนความรู้เดิม โดยใช้เกมปริศนาคำทาย และให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม พร้อมทั้งถามเหตุผลของคำตอบหรือวิธีการคิดของนักเรียน
2. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน จากนั้นครูนำเสนอสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ดังนี้ “ในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์แห่งหนึ่ง ต้องการผลิตบรรจุภัณฑ์เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติแบบต่าง ๆ พนักงานจึงได้ทำออกแบบรูปคลี่ในลักษณะต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบเป็นบรรจุภัณฑ์รูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งพนักงานได้ออกแบบไว้ทั้งสิ้น 5 แบบ เพื่อนำมาประกอบเป็นบรรจุภัณฑ์ให้ได้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ถ้านักเรียนเป็นพนักงานคนดังกล่าว นักเรียนต้องทำการประกอบทั้ง 5 แบบ เพื่อทำการตรวจสอบว่ารูปคลี่ที่ตนได้ออกแบบไว้ จะสามารถประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ทั้งหมดกี่แบบ และประกอบกันออกมาแล้วได้รูปอะไรบ้าง พร้อมทั้งสรุปเหตุผลที่รูปคลี่แต่ละรูปที่ออกแบบไว้สามารถทำเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้และไม่ได้อย่างไร เพื่อรายงานเจ้าของโรงงานต่อไป ”
3. นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ดังกล่าว โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามนำ ดังนี้
 - จากสถานการณ์ดังกล่าว โรงงานต้องการอะไร (ผลิตบรรจุภัณฑ์รูปเรขาคณิตสามมิติ)
 - พนักงานได้ออกแบบรูปคลี่ไว้กี่แบบ (5 แบบ)
 - จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนต้องทำอะไร (ประกอบรูปคลี่เพื่อตรวจสอบว่า รูปคลี่ที่ออกแบบไว้รูปใดประกอบออกมาเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ และทำการสรุปผลการประกอบรูปคลี่)

- นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับรูปคลี่ที่จะสามารถประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างไร (ต้องประกอบกันได้ลงตัวพอดี ไม่มีส่วนใดขาดและเกิน มีลักษณะและส่วนประกอบตรงตามประเภทของรูปเรขาคณิตสามมิติแบบต่าง ๆ)

4. นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้เบื้องต้น หากนักเรียนมีข้อสงสัยครูอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล (30 นาที)

5. ครูแจกสื่ออุปกรณ์ในการทำกิจกรรม ได้แก่ กระดาษรูปคลี่ทั้ง 5 แบบ กรรไกร และเทปกาว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด และครูอำนวยความสะดวกด้านแหล่งการเรียนรู้โดยให้นักเรียนค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมในบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดและลงมือหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- จากสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าสามารถสรุปผลได้จากอะไร (ลองประกอบดู)

7. ครูคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือปัญหาในช่วงที่นักเรียนทำกิจกรรมนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำตอบและเหตุผล (15 นาที)

8. เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ และอภิปรายคำตอบและเหตุผลที่ใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ดังกล่าวเป็นรายกลุ่ม โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบแนวคิดของแต่ละกลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มของนักเรียนคิดว่าสามารถออกแบบบรรจุภัณฑ์รูปเรขาคณิตสามมิติได้กี่แบบ จากที่ออกแบบไว้ทั้งหมด 5 แบบ

- นักเรียนคิดว่ารูปแต่ละแบบที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว มีลักษณะและส่วนประกอบเป็นอย่างไร และเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีชื่อเรียกว่าอย่างไร

- การเลือกรูปคลี่ที่สามารถประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้นั้น นักเรียนมีแนวคิดในการพิจารณาอย่างไร

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและสรุป (5 นาที)

9. นักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปองค์ความรู้จากการเรียน โดยครูใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้ ดังนี้

- นอกเหนือจากที่เพื่อนนำเสนอไปนั้น มีนักเรียนคนใดที่เลือกหรือมีวิธีการหาคำตอบต่างจากเพื่อนบ้าง (ถ้ามีให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดเพิ่มเติม)

- จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าการหารูปประกอบของรูปคลี่ ต้องพิจารณาจากอะไร เพราะอะไร (รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ เป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น)

- จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง (การหารูปประกอบและรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ จะต้องรู้หลักการ ลักษณะ และส่วนประกอบต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละรูปแบบ จึงจะสามารถเชื่อมโยงกับการประกอบรูปจากรูปคลี่ได้อย่างสมบูรณ์)

10. ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาที่เรียนในครั้งนี โดยเข้าไปศึกษาในบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติอีกครั้ง

10. สื่อการเรียนรู้

1. ปริศนาคำทาย : รูปใดคือรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
2. กระดาษรูปคลี่ 5 แบบ เทปกาว และกรรไกร จำนวน 3 ชุด
3. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ
4. บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

11. การวัดผลและการประเมินผล

รายการ	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับรูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้	การตรวจใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ	ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดหรือให้เหตุผลประกอบวิธีการหาคำตอบโดยใช้ความรู้เรื่องรูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างสมเหตุสมผล	1. ประเมินการนำเสนองาน 2. ประเมินความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมที่ 7	1.แบบประเมินการนำเสนองาน 2.แบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	1.การนำเสนอผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป 2.ความสามารถมีผลการประเมินร้อยละ 50 ขึ้นไป

รายการ	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านใฝ่เรียนรู้	การสังเกตพฤติกรรม นักเรียนการทำงาน กลุ่ม	แบบประเมิน พฤติกรรมการทำงาน กลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับดี ขึ้นไป

12. กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ

(นางสาวนิศากร พลไกรสร)

ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

13. การตรวจสอบ/ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ แผนการจัดการเรียนรู้

.....

ลงชื่อ

(นายพันเดช อรัญเวศ)

ผู้อำนวยการโรงเรียนดอนทวยราษฎร์บำรุง

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

14. แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวนนักเรียน คน

มาเรียน.....คน ขาด.....คน ป่วย.....คน ลา.....คน มาสาย.....คน

สรุปผลการเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (พุทธิพิสัย) ผ่านเกณฑ์.....คน % ไม่ผ่าน.....คน %

ปัญหา อุปสรรค

.....
.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....

2. ด้านทักษะกระบวนการ (ทักษะพิสัย) ผ่านเกณฑ์.....คน % ไม่ผ่าน.....คน %

ปัญหา อุปสรรค

.....
.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....

3. ด้านอื่น ๆ

พฤติกรรมนักเรียน

ปัญหา อุปสรรค

.....
.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....

รูปแบบ เทคนิค กิจกรรม วิธีการจัดการเรียนรู้

ปัญหา อุปสรรค

.....
.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....

สื่อการเรียนรู้

ปัญหา อุปสรรค

.....
.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....

แหล่งเรียนรู้

ปัญหา อุปสรรค

.....
.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....

การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน

ปัญหา อุปสรรค

.....
.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....

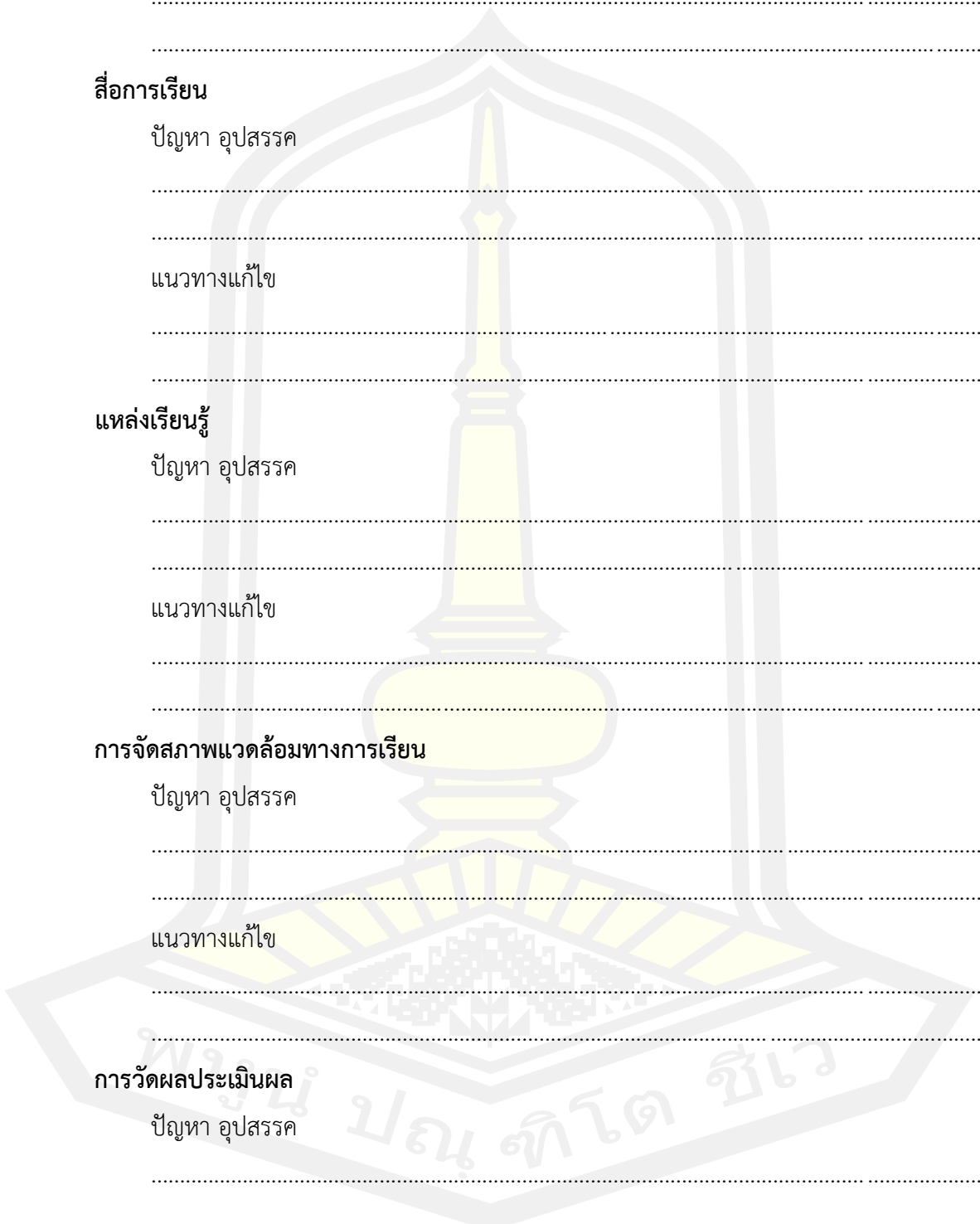
การวัดผลประเมินผล

ปัญหา อุปสรรค

.....
.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....



ลงชื่อ.....

(นางสาวนิศากร พลไกรสร)

ครูผู้สอน

..... / /

ลงชื่อ.....

(นายพันเดช อรัญเวศ)

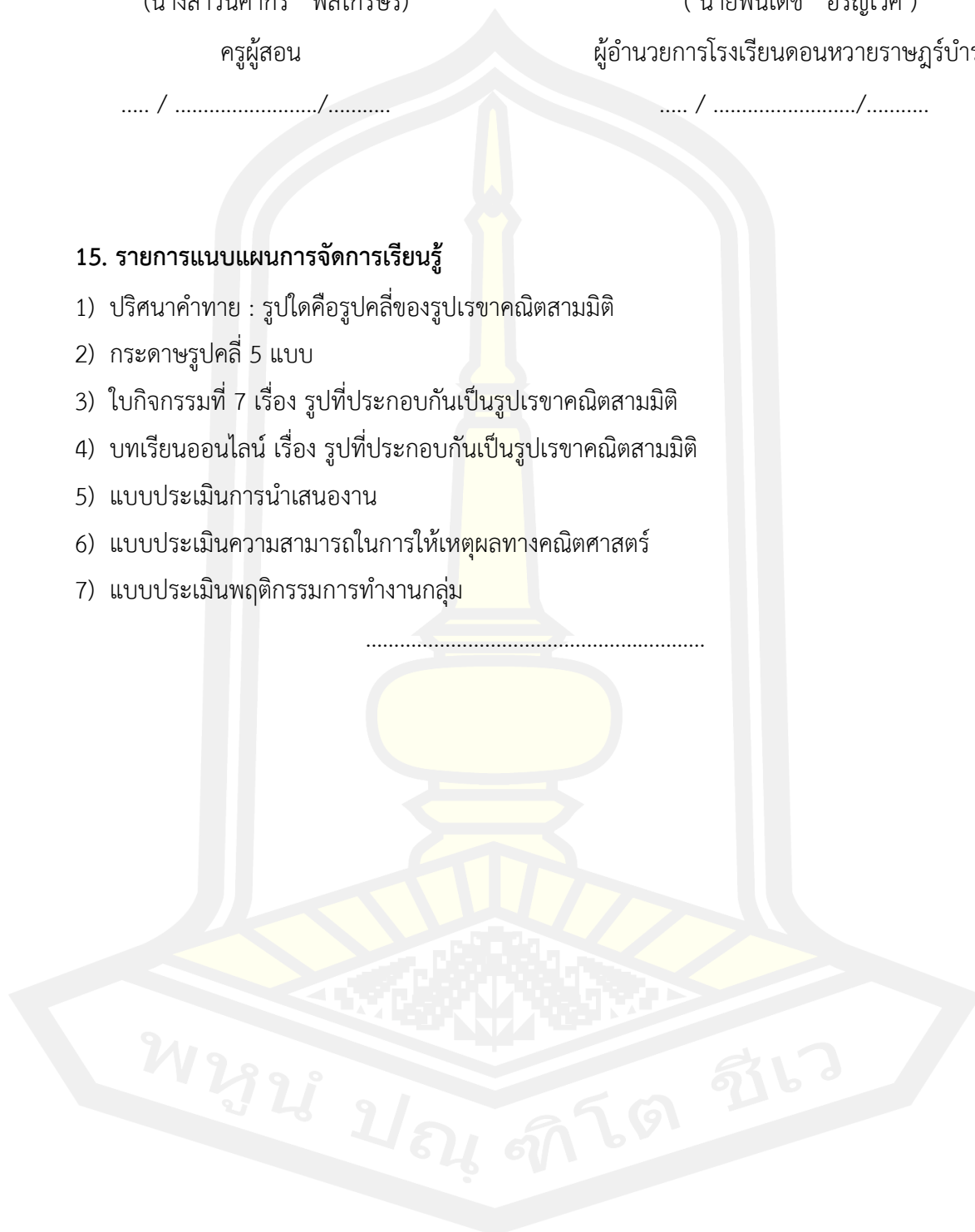
ผู้อำนวยการโรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง

..... / /



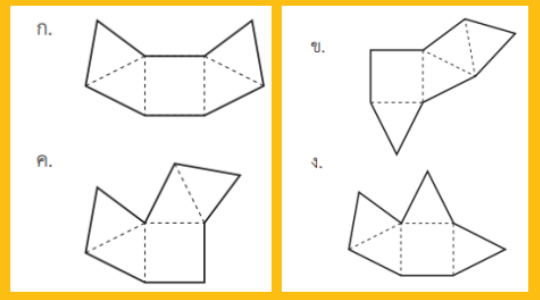

15. รายการแนบแผนการจัดการเรียนรู้

- 1) ปริศนาคำทาย : รูปใดคือรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 2) กระดาษรูปคลี่ 5 แบบ
- 3) ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 4) บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 5) แบบประเมินการนำเสนองาน
- 6) แบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 7) แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

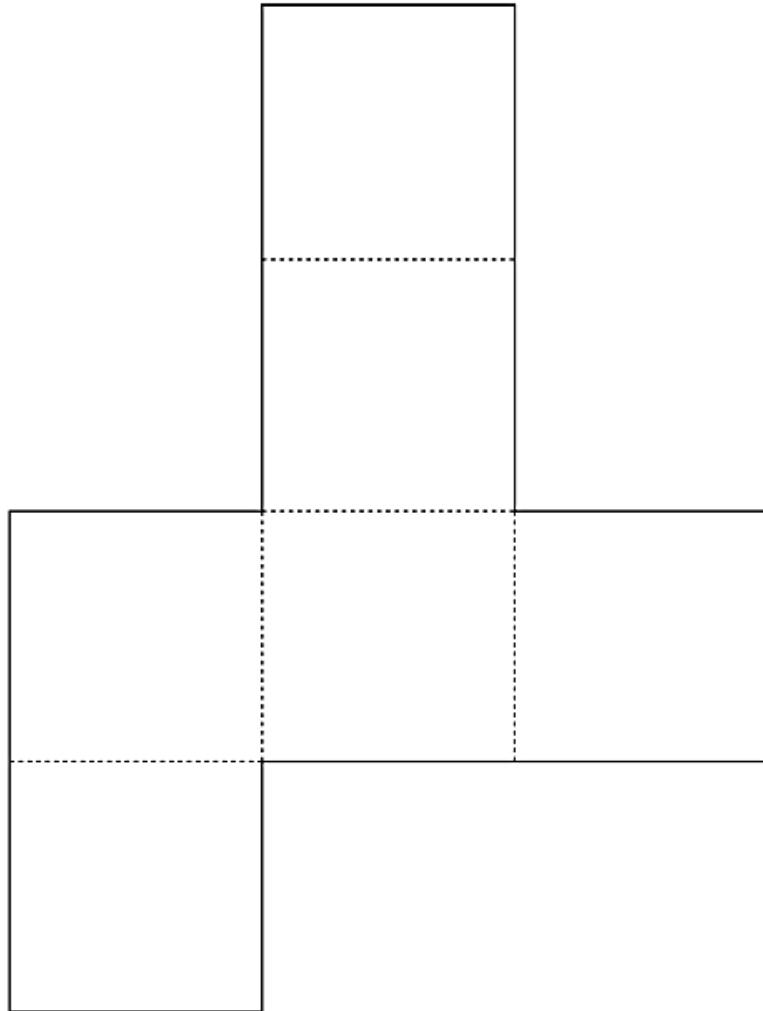
.....



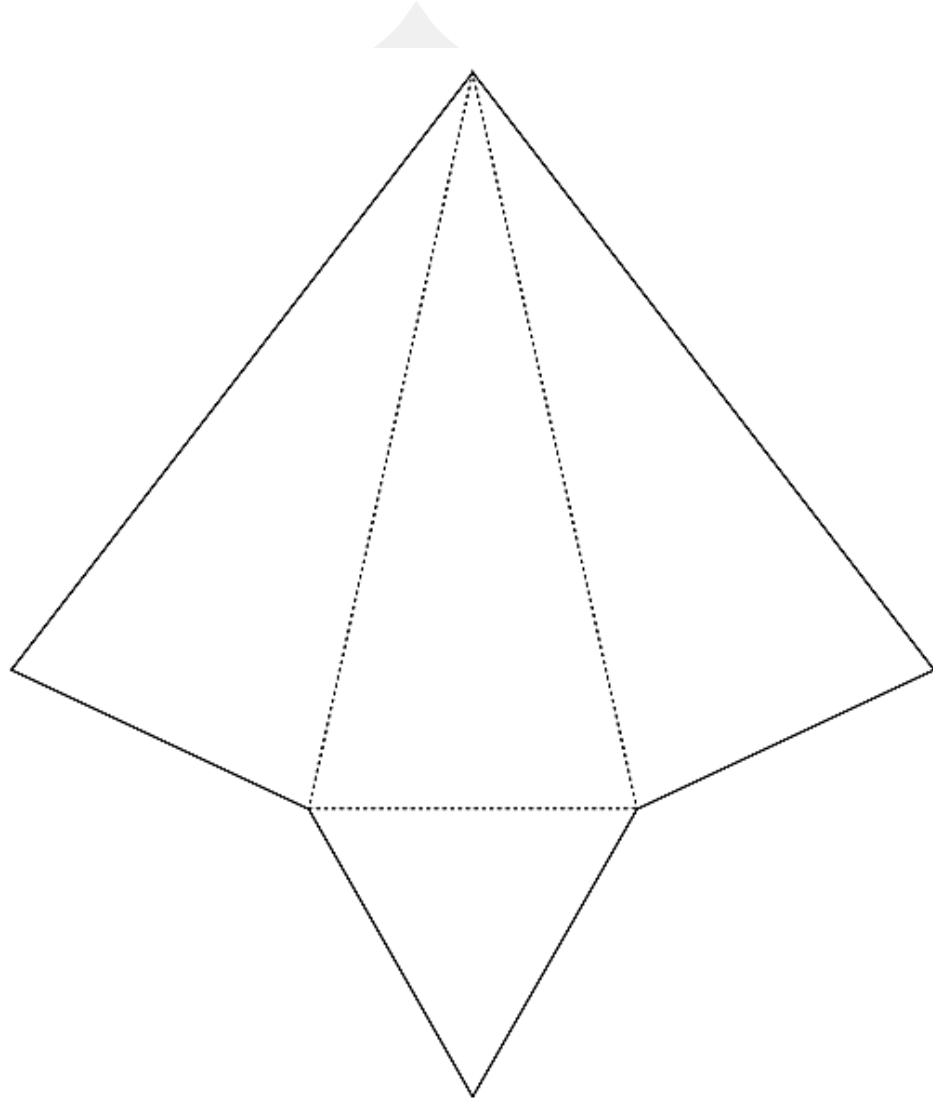
ปริศนาคำทาย : รูปใดคือรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ลำดับที่	รายละเอียดในสไลด์
1	
2	
3	
4	

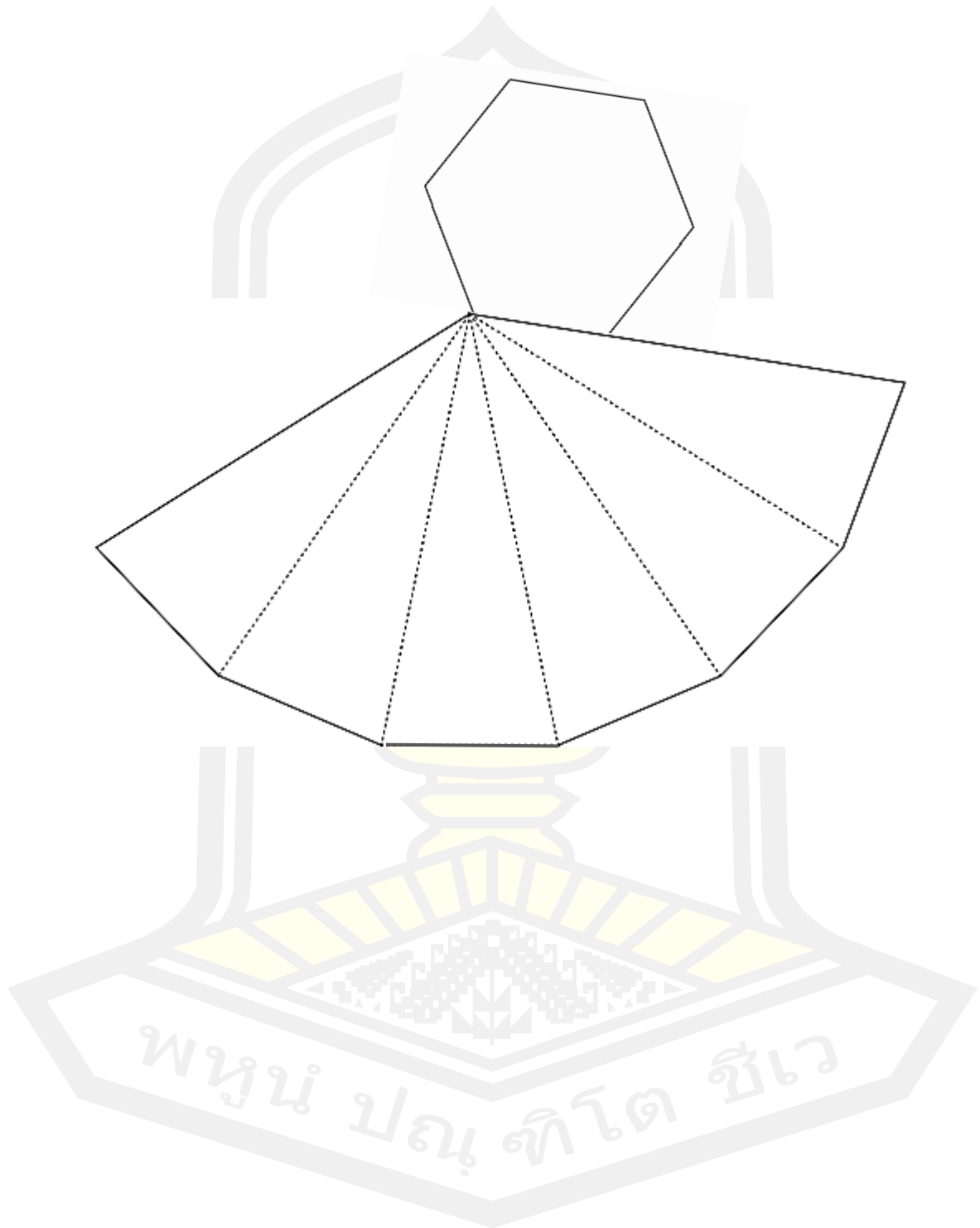
กระตารูปคลี่ 5 แบบ
(แบบที่ 1)



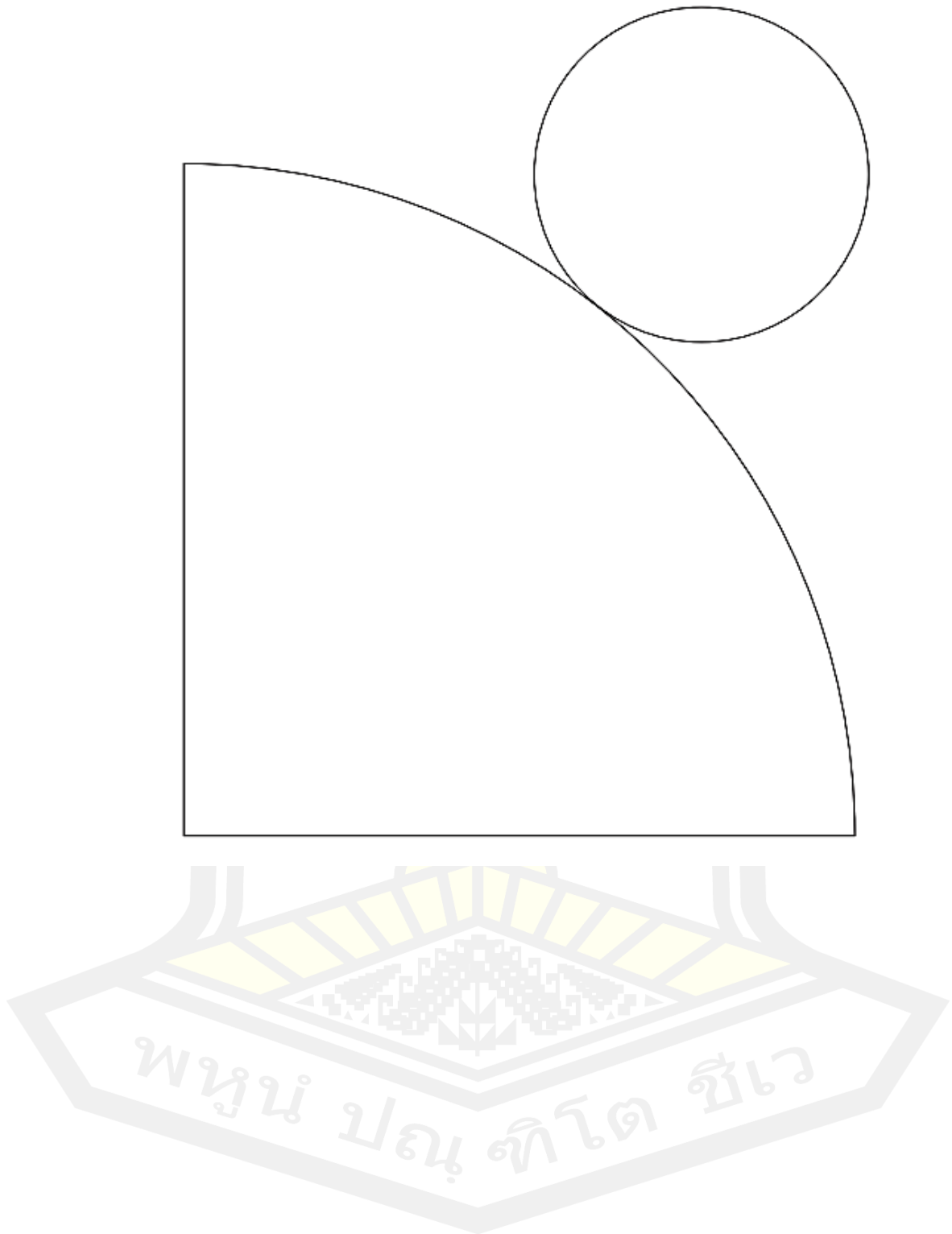
(แบบที่ 2)



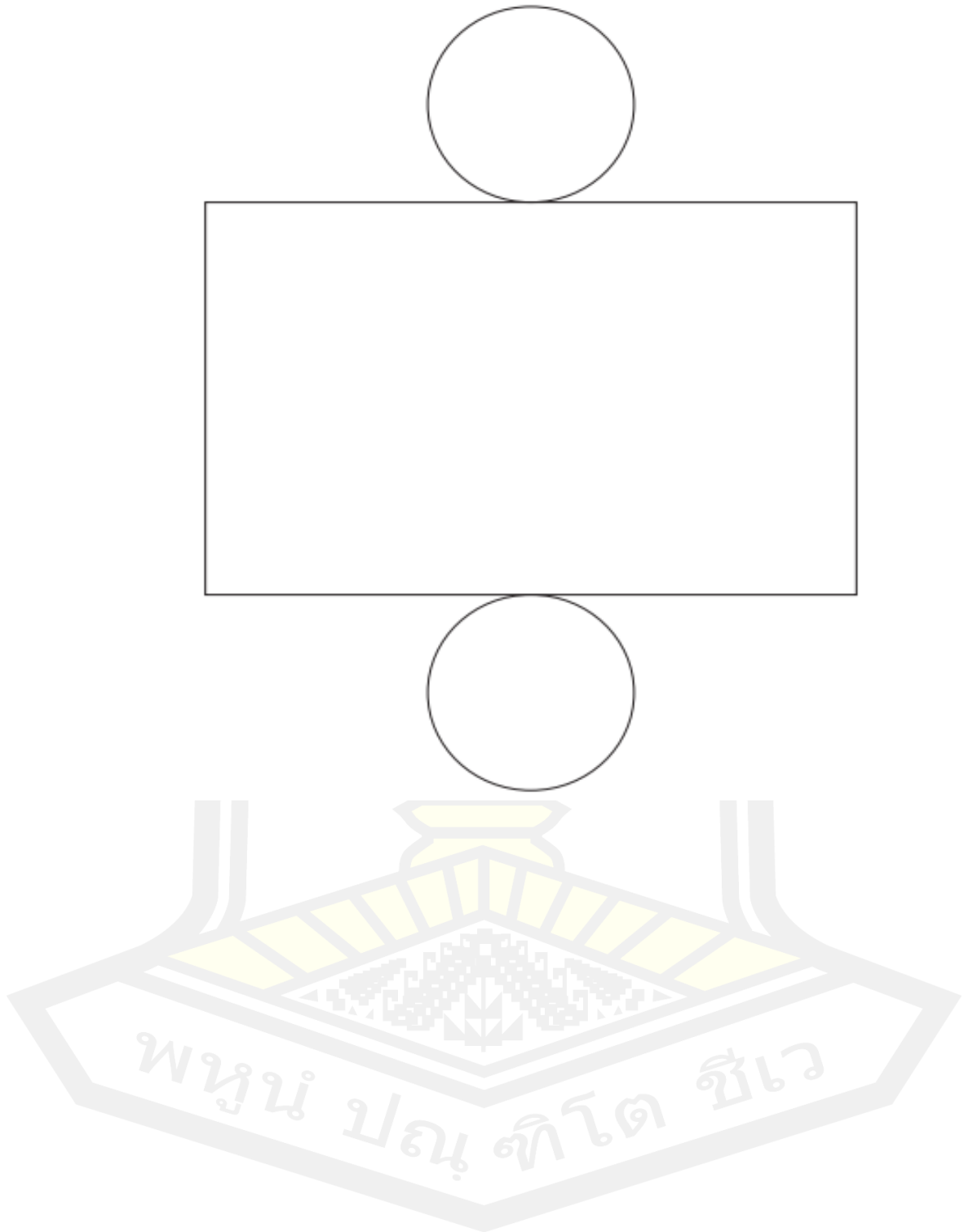
(แบบที่ 3)



(แบบที่ 4)



(แบบที่ 5)



ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตัวชี้วัด : ค 2.2 ป.6/4 ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

กลุ่มที่ รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม มีดังนี้

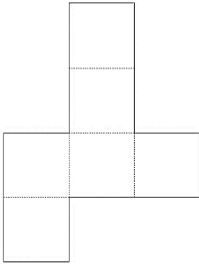
1. ชั้น ป. เลขที่
2. ชั้น ป. เลขที่
3. ชั้น ป. เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้และตอบคำถามจากโจทย์ที่กำหนดให้

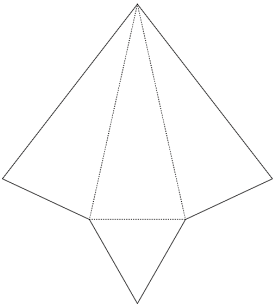
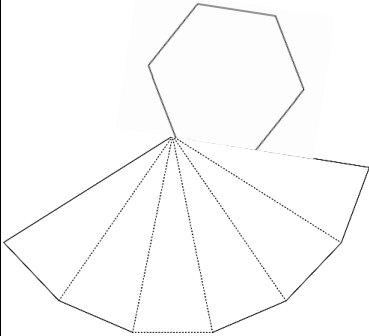
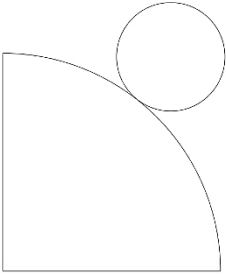
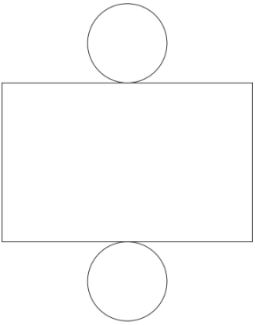
สถานการณ์

“ ในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์แห่งหนึ่ง ต้องการผลิตบรรจุภัณฑ์เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติแบบต่าง ๆ พนักงานจึงได้ทำออกแบบรูปคลี่ในลักษณะต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบเป็นบรรจุภัณฑ์รูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งพนักงานได้ออกแบบไว้ทั้งสิ้น 5 แบบ เพื่อนำมาประกอบเป็นบรรจุภัณฑ์ให้ได้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ถ้านักเรียนเป็นพนักงานคนดังกล่าว นักเรียนต้องทำการประกอบทั้ง 5 แบบ เพื่อทำการตรวจสอบว่ารูปคลี่ที่ตนได้ออกแบบไว้ จะสามารถประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ทั้งหมดกี่แบบ และประกอบกันออกมาแล้วได้รูปอะไรบ้าง พร้อมทั้งสรุปเหตุผลที่รูปคลี่แต่ละรูปที่ออกแบบไว้สามารถทำเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้และไม่ได้อย่างไร เพื่อรายงานเจ้าของโรงงานต่อไป ”

ตารางสรุปผลการประกอบรูปคลี่ที่ออกแบบไว้

แบบที่	รูปที่ออกแบบไว้	ผลลัพธ์ที่ได้	
		เป็นหรือไม่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ	ถ้าเป็นเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติรูปใด
1			

ตารางสรุปผลการประกอบรูปคลี่ที่ออกแบบไว้ (ต่อ)

แบบที่	รูปที่ออกแบบไว้	ผลลัพธ์ที่ได้	
		เป็นหรือไม่เป็นรูป เรขาคณิตสามมิติ	ถ้าเป็นเป็นรูป เรขาคณิตสามมิติรูปใด
2			
3			
4			
5			

สรุปผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์

1. แบบที่ สามารถประกอบออกมาแล้วเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ
2. แบบที่ ไม่สามารถประกอบออกมาแล้วเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ
3. เหตุผลที่รูปคลี่ที่ออกแบบไว้สามารถทำเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้

.....

.....

.....

.....

4. เหตุผลที่รูปคลี่ที่ออกแบบไว้ไม่สามารถทำเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้

.....

.....

.....

.....

คะแนนที่ได้ คะแนน

บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

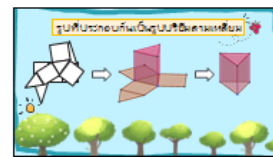
Link : <https://sites.google.com/msu.ac.th/k-nisakorn>



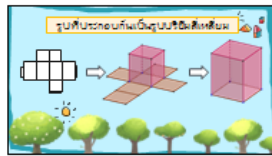
1



2



3



4



5



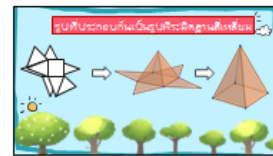
6



7



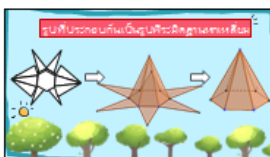
8



9



10



11



12



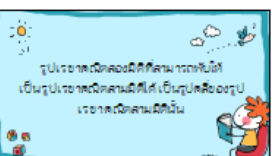
13



14



15



16

แบบประเมินการนำเสนองาน
ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

กลุ่มที่ สมาชิกในกลุ่ม ได้แก่

1. 2.
 3.

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับคะแนน ที่ตรงกับความเป็นจริง

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การถ่ายทอดเนื้อหา				
2	การสบสายตา				
3	การใช้น้ำเสียง				
4	การใช้ภาษากายในการสื่อสาร				
รวม					
ระดับคุณภาพ					

เกณฑ์การสรุปผลการประเมิน

นักเรียนที่ได้ระดับคุณภาพดีขึ้นไป ถือว่า ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14 - 16	ดีเยี่ยม
9 - 13	ดี
4 - 8	พอใช้
0 - 3	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินผล (Rubric) การนำเสนองาน
ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
การถ่ายทอดเนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> - คล่องแคล่ว ไม่ติดขัด ทำให้เข้าใจ ประเด็นได้ง่ายและเร็ว - มีการพูดเว้นจังหวะ และเน้นคำหรือเน้นสาระสำคัญอย่างเหมาะสม - ความเร็วในการพูดอยู่ในระดับเหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> - คล่องแคล่ว ไม่ติดขัด ทำให้เข้าใจ ประเด็นได้ง่าย - มีการพูดเว้นจังหวะอย่างเหมาะสม - ความเร็วในการพูดอยู่ในระดับเหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่คล่องแคล่ว มีการหยุดชะงักบ้างเป็นบางจังหวะ - พูดเร็วจนจับความไม่ค่อยได้หรือพูดซ้ำจนเกินไป 	<ul style="list-style-type: none"> - ติดขัดหลายครั้งหรือใช้คำ เช่น “เอ่อ” “อ่า” บ่อยครั้ง - หยุดชะงักในหลายจังหวะ - พูดเร็ว/ช้าจนจับความไม่ค่อยได้
การสบสายตา	สบสายตากับผู้ฟังอยู่ตลอดเพื่อดึงดูดให้ผู้ฟังสนใจในเนื้อหาที่ถ่ายทอด	สบสายตากับผู้ฟังพอสมควร	สบสายตากับผู้ฟังน้อยครั้งมาก	ไม่สบสายตากับผู้ฟังหรือก้มหน้าอ่านบทพูด
การใช้ น้ำเสียง	<ul style="list-style-type: none"> - น้ำเสียงเต็มเปี่ยมด้วยความมั่นใจ - ความดังของเสียงเหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> - น้ำเสียงสะท้อนถึงความมั่นใจ - ความดังของเสียงเหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> - น้ำเสียงสั้นเครือบ้าง - ใช้เสียงเบาบ้าง ดังบ้าง สลับกันไป 	<ul style="list-style-type: none"> - น้ำเสียงสั้นเครือ - ใช้เสียงเบาเหมือนการกระซิบ หรือดังเหมือนการตะคอกหรือการตะโกน
การตอบ ประเด็น ชักถาม	ตอบข้อซักถามได้ตรงประเด็น คำตอบมีความสมเหตุสมผล และถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	ตอบข้อซักถามได้ คำตอบมีความสมเหตุสมผล แต่ไม่ครบถ้วนขาดรายละเอียดบางส่วน	ตอบข้อซักถามไม่ตรงประเด็น และไม่สมเหตุสมผล	ไม่สามารถตอบข้อซักถามได้

แบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง
ระดับคะแนน ที่ตรงกับความเป็นจริง

กลุ่ม ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต								รวมคะแนน (6)	คิดเป็นร้อยละ	ผลการ ประเมิน	
		การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ ของข้อมูล				การให้เหตุผลใน การแสดง ข้อสรุป						ผ่าน	ไม่ ผ่าน
		3	2	1	0	3	2	1	0				

เกณฑ์การสรุปผลการประเมิน

นักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

พูน ปลูก ทัต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	เมื่อนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ทุกข้อ	เมื่อนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ในข้อใดข้อหนึ่ง	เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ไม่ถูกต้องทุกข้อ	เมื่อนักเรียนไม่เขียนคำตอบ
การให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป	เมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลของคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องและครบถ้วนทุกประเด็นในทุกข้อ	เมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลของคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกประเด็น หรือให้เหตุผลผิดบางประเด็น	เมื่อนักเรียนให้เหตุผลของคำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่ตรงประเด็นกับคำตอบทุกข้อ	เมื่อนักเรียนไม่ให้เหตุผลของคำตอบ

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง รูปที่ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

กลุ่มที่ สมาชิกในกลุ่ม ได้แก่

1. 2.

3.

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน

แล้วทำเครื่องหมาย (✓) ในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
1	มีความกระตือรือร้นในการทำงาน				
2	รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย				
3	ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็น				
รวม					
ระดับคุณภาพ					

เกณฑ์การสรุปผลการประเมิน

นักเรียนได้ระดับคุณภาพดีขึ้นไป ถือว่า ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8 - 9	ดีเยี่ยม
6 - 7	ดี
3 - 5	พอใช้
0 - 2	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินผล (Rubric) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
มีความกระตือรือร้นในการทำงาน	สมาชิกในกลุ่มช่วยกันทำงานทุกคน	สมาชิกในกลุ่มมากกว่าครึ่งช่วยกันทำงาน	สมาชิกในกลุ่มน้อยกว่าครึ่งช่วยกันทำงาน	สมาชิกในกลุ่มทุกคนไม่ทำงาน
รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานเสร็จสมบูรณ์และเรียบร้อยตามเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จสมบูรณ์ แต่ไม่เรียบร้อยตามเวลาที่กำหนด	ทำงานไม่เสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด	ไม่ทำงานส่ง
ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็น	สมาชิกในกลุ่มทุกคนร่วมแสดงความคิดเห็น	สมาชิกในกลุ่มมากกว่าครึ่งร่วมแสดงความคิดเห็น	สมาชิกในกลุ่มน้อยกว่าครึ่งร่วมแสดงความคิดเห็น	สมาชิกในกลุ่มไม่ร่วมแสดงความคิดเห็นด้วยกัน



บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

เข้าถึงได้จาก

<https://sites.google.com/msu.ac.th/k-nisakorn/%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%A3%E0%B8%81>



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วิชา คณิตศาสตร์

รหัสวิชา ค16101

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6



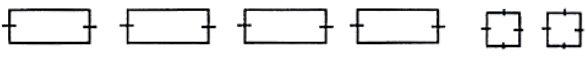

เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

จำนวน 30 ข้อ

เวลา 60 นาที

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. จงพิจารณาข้อมูลในตารางที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม

รูป	รูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนด	ชิ้นส่วนเรขาคณิตสองมิติ
ก	กรวย	
ข	ทรงกระบอก	
ค	ปริซึมสี่เหลี่ยม	
ง	พีระมิดฐานหกเหลี่ยม	

ข้อใดสามารถนำชิ้นส่วนเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้มาประกอบขึ้นเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้ตรงตามที่กำหนด

- 1) รูป ก และ ค 2) รูป ข และ ค 3) รูป ก และ ง 4) รูป ค และ ง

2. รูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดมีด้านทุกด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยม

- 1) ทรงกระบอก 2) พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม 3) ปริซึมสี่เหลี่ยม 4) กรวย

3. หน้าข้างของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมเป็นรูปใด

- 1) รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 2) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
3) รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน 4) รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า

4. ถ้าพิจารณาฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่าเป็นรูปสามเหลี่ยมทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตสามมิติรูปในข้อใดต่อไปนี้มากที่สุด

- 1) รูปกรวย 2) รูปปริซึม 3) รูปพีระมิด 4) รูปทรงกระบอก

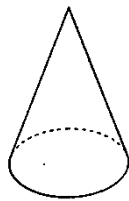
5. รูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดมีหน้าตัดหรือฐานทั้ง 2 ด้านเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการ

- 1) รูปกรวย 2) รูปพีระมิต 3) รูปทรงกลม 4) รูปทรงกระบอก

6. ข้อใดเป็นรูปทรงกระบอก



7. รูปที่กำหนดให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด



- 1) รูปกรวย
2) รูปปริซึมสามเหลี่ยม
3) รูปพีระมิตฐานหกเหลี่ยม
4) รูปพีระมิตฐานสามเหลี่ยม

8. รูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดมีฐานเป็นรูปวงกลม

- 1) ทรงกลม 2) ปริซึม 3) พีระมิต 4) กรวย

9. รูปเรขาคณิตสามมิติใดมีระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางกับจุดที่อยู่บนผิวโค้งเท่ากัน

- 1) รูปปริซึม 2) รูปพีระมิต 3) รูปทรงกลม 4) รูปกรวย

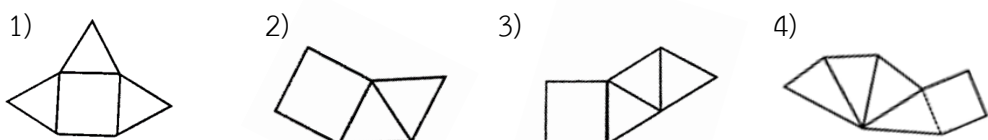
10. รูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดเป็นรูปที่จัดว่าไม่มีฐาน

- 1) รูปทรงกลม 2) รูปปริซึม 3) รูปพีระมิต 4) รูปทรงกระบอก

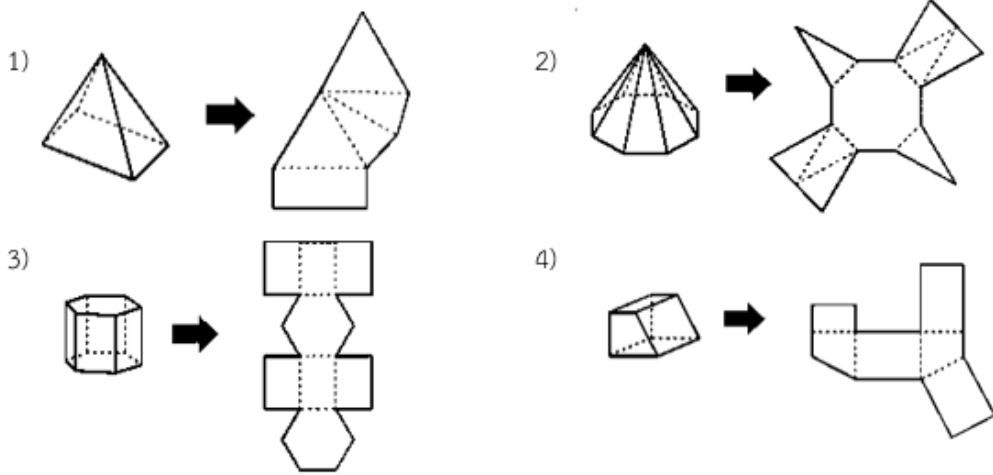
11. กำหนดรูปเรขาคณิตสามมิติ ดังรูป



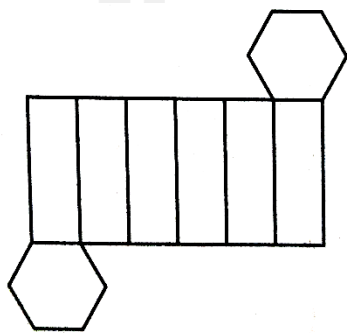
ข้อใดเป็นรูปคลี่ของรูปที่กำหนดให้



12. ข้อใดต่อไปนี้จะแสดงรูปคลี่ของรูปที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

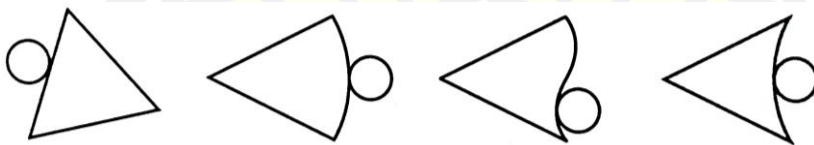


13. รูปคลี่จากภาพที่กำหนดให้ ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด



- 1) รูปปริซึมสี่เหลี่ยม
- 2) รูปปริซึมหกเหลี่ยม
- 3) รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 4) รูปพีระมิดฐานหกเหลี่ยม

14. นิรมลตัดกระดาษไว้ 4 แบบ ดังรูป



- แบบที่ 1
- แบบที่ 2
- แบบที่ 3
- แบบที่ 4

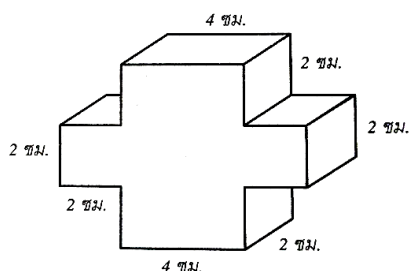
กระดาษแบบใดที่สามารถประกอบเป็นกรวยได้

- 1) แบบที่ 1
- 2) แบบที่ 2
- 3) แบบที่ 3
- 4) แบบที่ 4

15. ก่องบรรจุผงซักฟอกทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ก่องบรรจุผงซักฟอกมีความจุกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

- 1) 3,975 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 4,250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 4,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 4,750 ลูกบาศก์เซนติเมตร

16. กำหนดให้รูปที่ประกอบด้วยรูปทรงปริซึ่มมีขนาดและรูปร่างดังภาพ ข้อใดคือปริมาตรทั้งหมดของรูปดังกล่าว



- 1) 38 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 46 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 52 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 64 ลูกบาศก์เซนติเมตร

17. ถังทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีน้ำบรรจุอยู่ 10 ลิตร ถ้าระดับของน้ำในถังสูง 40 เซนติเมตร แล้วพื้นที่ฐานภายในถังนี้เท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร (กำหนดให้ 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

- 1) 150 ตารางเซนติเมตร
2) 250 ตารางเซนติเมตร
3) 500 ตารางเซนติเมตร
4) 750 ตารางเซนติเมตร

18. ก่องโลหะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร ถ้าบรรจุผงกาแฟเต็มก่อง จะมีผงกาแฟอยู่ในก่องเท่าใด

- 1) 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 240 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 480 ลูกบาศก์เซนติเมตร

19. ตู้เก็บหนังสือทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 42 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร จะบรรจุหนังสือกว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร หน้า 1 เซนติเมตร ได้มากที่สุดเท่าใด

- 1) 6 เล่ม
2) 18 เล่ม
3) 60 เล่ม
4) 180 เล่ม

20. อังคณาภิภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากจำนวน 3 ใบ แต่ละใบมีขนาดเท่ากัน ภายในภาชนะแต่ละใบ กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร อังคณาต้องการบรรจุยาน้ำยาล้างจานลงในภาชนะทั้ง 3 ใบนี้ โดยให้แต่ละใบมีปริมาตรของน้ำยาล้างจาน $\frac{3}{4}$ ของความจุของภาชนะ ถ้าร้านค้าขายน้ำยาล้างจานถุงละ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วอังคณาต้องซื้อสบู่เหลวอย่างน้อยที่สุดกี่ถุง จึงจะบรรจุสบู่เหลวลงในภาชนะตามที่ต้องการได้ครบทุกใบ

- 1) 5 ถุง
2) 6 ถุง
3) 7 ถุง
4) 8 ถุง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ชื่อ-นามสกุล ชั้น ป.6 /..... เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ คะแนนเต็ม 54 คะแนน

3. ข้อสอบทุกข้อมีเกณฑ์การให้คะแนน ข้อละ 6 คะแนน โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนน 2 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ข้อละ 3 คะแนน

2.2 ด้านการให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป ข้อละ 3 คะแนน

4. เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ห้อง และเลขที่ บนปกแบบทดสอบ

6. หากมีปัญหาใด ๆ โปรดสอบถามครูผู้คุมสอบ

7. ขอขอบคุณในความร่วมมือของนักเรียนทุกคน และขอให้ทุกคนโชคดี

พหุบัณฑิต ชีวะ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
 วิชา คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค16101 ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6
 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 9 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งเขียนคำตอบลงในแบบทดสอบ

1. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วระบุชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด

“ฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยม และหน้าข้างทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน”

ตอบ

เหตุผลของคำตอบ

.....

2. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วระบุชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด

“มีฐานเป็นรูปวงกลม 1 ด้าน”

ตอบ

เหตุผลของคำตอบ

.....

3. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วระบุชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด

“หน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 4 หน้า”

ตอบ

เหตุผลของคำตอบ

.....

.....

.....

4. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วระบุชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด

“ฐานทั้งสองเป็นวงกลม”

ตอบ

เหตุผลของคำตอบ

.....

.....

.....

5. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วระบุชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด

“เป็นรูปไม่มีฐาน และทุก ๆ จุดที่อยู่บนผิวโค้งห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน”

ตอบ

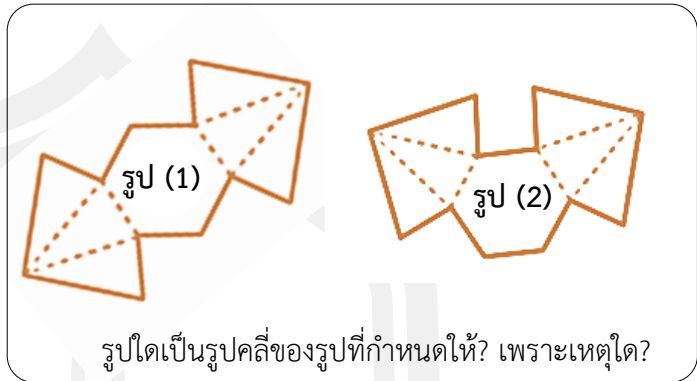
เหตุผลของคำตอบ

.....

.....

.....

6. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม พร้อมให้เหตุผลประกอบ



ตอบ

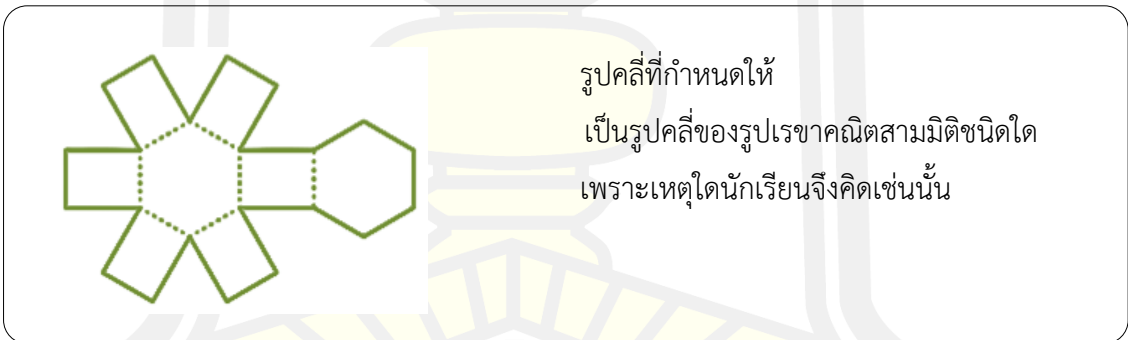
เหตุผลของคำตอบ

.....

.....

.....

7. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม พร้อมให้เหตุผลประกอบ



ตอบ

เหตุผลของคำตอบ

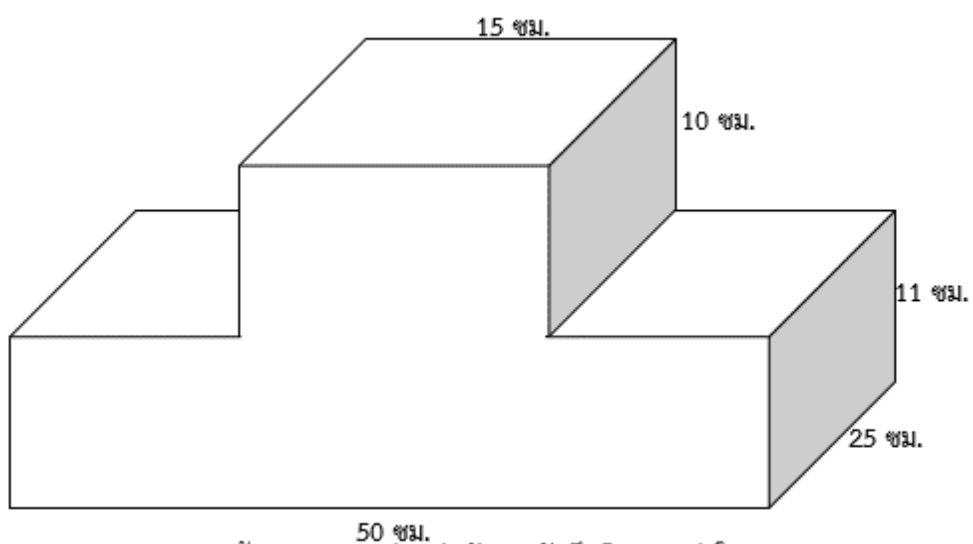
.....

.....

.....

8. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

สมปองซื้อแท่นรับรางวัลที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและมีขนาดดังรูป



สมปองต้องการทราบว่าแท่นรับรางวัลมีปริมาตรเท่าใด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ

แนวทางในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

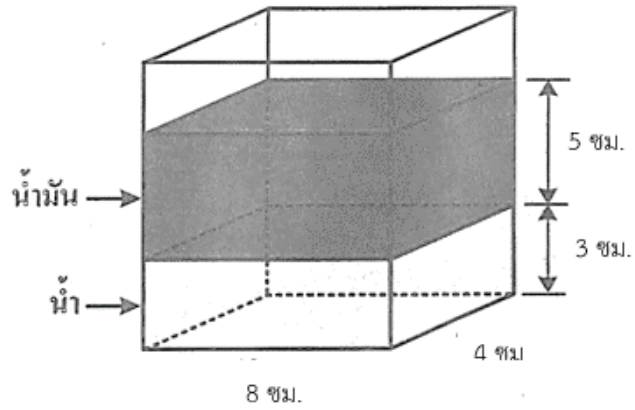
.....

.....

.....

9. จงพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง บรรจุน้ำและน้ำมันที่แยกชั้นกันอยู่ ดังรูป



ภาชนะนี้มีน้ำอยู่กึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ

แนวทางในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	เมื่อนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์	เมื่อนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงนำมาซึ่งการเขียนคำตอบที่ไม่ถูกต้อง	เมื่อนักเรียนไม่เขียนคำตอบ
การให้เหตุผลในการแสดงข้อสรุป	เมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลของคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องและครบถ้วนทุกประเด็น	เมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลของคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกประเด็น หรือให้เหตุผลผิดบางประเด็น	เมื่อนักเรียนให้เหตุผลของคำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่ตรงประเด็นกับคำตอบ	เมื่อนักเรียนไม่ให้เหตุผลของคำตอบ

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม
1. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	3 คะแนน
2. ด้านการให้เหตุผลในการแสดงความรู้	3 คะแนน
รวม	6 คะแนน
รวมคะแนนทั้งหมด 9 ข้อ	54 คะแนน

ภาคผนวก ง

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ผลการประเมินบทเรียนออนไลน์
3. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. ผลการประเมินค่าความยาก ค่าอำนาจการจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
5. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
6. ผลการประเมินค่าความยาก ค่าอำนาจการจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
1	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	4.60	0.55	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.20	0.45	มาก
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.00	0.00	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.00	0.00	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.00	0.00	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.60	0.55	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	5.00	0.00	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำงานไปกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.49	0.50	มาก

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
2	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	4.60	0.55	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.20	0.45	มาก
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.00	0.00	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.60	0.55	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.60	0.55	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.40	0.55	มาก
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.53	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
3	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.60	0.55	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.20	0.45	มาก
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.40	0.55	มาก
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.20	0.45	มาก
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.53	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
4	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.20	0.45	มาก
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.40	0.55	มาก
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	5.00	0.00	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	5.00	0.00	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.60	0.55	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.40	0.55	มาก
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.55	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
5	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.20	0.45	มาก
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	5.00	0.00	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	5.00	0.00	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.60	0.55	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.40	0.55	มาก
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.54	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
6	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.40	0.55	มาก
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	5.00	0.00	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	5.00	0.00	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.61	0.49	มากที่สุด	

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
7	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	4.60	0.55	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.40	0.55	มาก
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.40	0.55	มาก
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.56	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
8	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.60	0.55	มากที่สุด
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.40	0.55	มาก
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.40	0.55	มาก
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ไปกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.61	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
9	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.60	0.55	มากที่สุด
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.60	0.55	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	5.00	0.00	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.70	0.46	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
10	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.60	0.55	มากที่สุด
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.60	0.55	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
11	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.80	0.45	มากที่สุด
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.20	0.45	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.40	0.55	มาก
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.64	0.48	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	ค่า เฉลี่ย	S.D.	การแปล ความหมาย
12	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
	การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.00	0.00	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.20	0.45	มาก
	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.80	0.45	มากที่สุด
	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5.00	0.00	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด	4.60	0.55	มากที่สุด
	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.80	0.45	มากที่สุด
	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	4.40	0.55	มาก
	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเทคนิควิธีการสอน	4.40	0.55	มาก
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีสื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.40	0.55	มาก
	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.80	0.45	มากที่สุด
	นักเรียนได้ปฏิบัติการทำชิ้นงาน/ใบกิจกรรม และได้คิดปัญหาด้วยตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.71	0.46	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้ง 12 แผนการจัดการเรียนรู้	4.60	0.34	มากที่สุด

ตารางที่ 23 ผลการประเมินบทเรียนออนไลน์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ประเด็นในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D	การแปลความหมาย
1.ด้านเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้			
1.1 การเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนออนไลน์	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 ความถูกต้อง ความชัดเจนของเนื้อหา	4.20	0.45	มาก
1.4 ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.20	0.45	มาก
1.6 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาในแต่ละเรื่อง	4.60	0.55	มากที่สุด
1.7 เอกสารประกอบการสอนในบทเรียนออนไลน์	5.00	0.00	มากที่สุด
1.8 ใบกิจกรรมประกอบการสอนในบทเรียนออนไลน์	4.40	0.55	มาก
2. ด้านภาพและเสียง			
2.1 ความเหมาะสมและสอดคล้องในการนำเสนอภาพนิ่งและวีดิทัศน์ ในแต่ละส่วนของบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 ความเหมาะสมของขนาดภาพ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 ความชัดเจนของภาพ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 ความชัดเจนของวีดิทัศน์	4.80	0.45	มากที่สุด
2.6 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรในวีดิทัศน์	5.00	0.00	มากที่สุด
2.7 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	5.00	0.00	มากที่สุด
2.8 ความสอดคล้องของภาพและเสียง บรรยาย	4.60	0.55	มากที่สุด
2.9 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4.40	0.55	มาก
3. ด้านตัวอักษรและสี			
3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร	4.80	0.45	มากที่สุด
4. แบบทดสอบ			
4.1 แบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 ความชัดเจนของคำถามในแบบทดสอบ	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ประเด็นในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D	การแปล ความหมาย
5. เทคนิคการนำเสนอบทเรียน			
1. การออกแบบบทเรียนออนไลน์ (โดยภาพรวม)	5.00	0.00	มากที่สุด
2. รูปแบบของบทเรียนออนไลน์มีความน่าสนใจ	5.00	0.00	มากที่สุด
3. การจัดวางเมนูต่าง ๆ	5.00	0.00	มากที่สุด
4. การนำทางภายในบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
5. การเชื่อมโยงภายในบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
ภาพรวมทั้งบทเรียน	4.81	0.39	มากที่สุด



ตารางที่ 24 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คน)					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คน)					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
30	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 -1.00

ตารางที่ 25 ผลการประเมินค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก(p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	0.48	0.61	
2	0.68	0.20	
3	0.26	0.26	
4	0.35	0.55	
5	0.42	0.51	
6	0.71	0.21	
7	0.58	0.48	

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก(p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
8	0.23	0.21	0.90
9	0.45	0.28	
10	0.55	0.29	
11	0.71	0.25	
12	0.58	0.48	
13	0.71	0.40	
14	0.32	0.22	
15	0.42	0.37	
16	0.35	0.27	
17	0.39	0.46	
18	0.23	0.21	
19	0.32	0.22	
20	0.35	0.41	

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.23-0.71 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20-0.61 โดยคัดเลือกแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่ดี และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.90



ผลวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 สถิติทดสอบสมมติฐานที่ใช้คือ One Sample Wilcoxon Signed Rank Test ด้วยโปรแกรม SPSS

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Posttest	9	15.56	2.242	11	18
Var2	9	14.00	.000	14	14

Test Statistics^a

	Var2 - Posttest
Z	-1.736 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.083

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

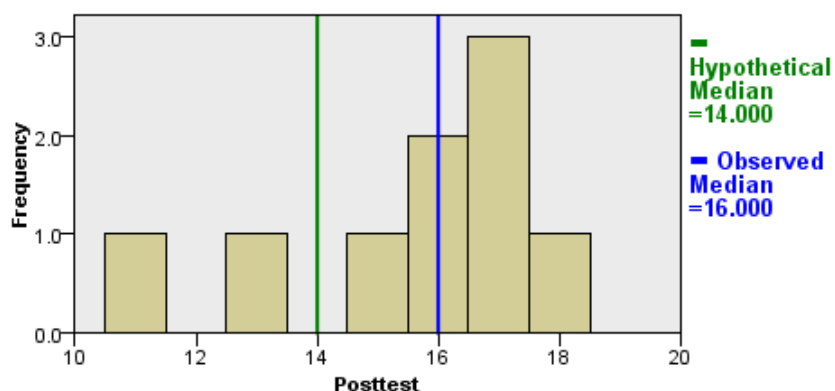
b. Based on positive ranks.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of Posttest equals 14.000.	One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test	.083	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test



ตารางที่ 26 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คน)					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
7	+1	+1	0	0	+1	3	0.60	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

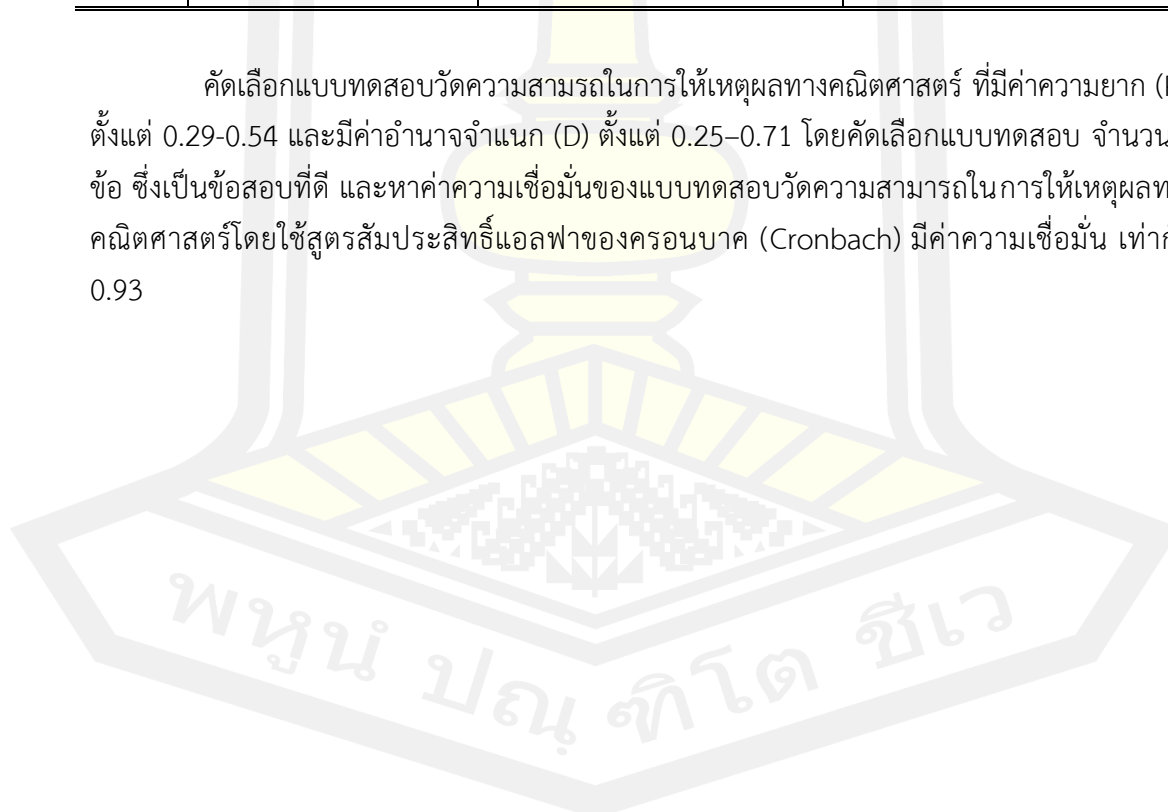
คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 -1.00



ตารางที่ 27 ผลการประเมินค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก(P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความเชื่อมั่น
1	0.48	0.63	0.93
2	0.50	0.67	
3	0.46	0.58	
4	0.54	0.58	
5	0.48	0.63	
6	0.52	0.71	
7	0.42	0.50	
8	0.33	0.33	
9	0.29	0.25	

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความยาก (P_E) ตั้งแต่ 0.29-0.54 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.25-0.71 โดยคัดเลือกแบบทดสอบ จำนวน 9 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่ดี และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนิศากร พลไกรษร
วันเกิด	วันที่ 27 มกราคม พ.ศ. 2536
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 98 หมู่ 10 ตำบลห้วยโพธิ์ อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนดอนหวายราษฎร์บำรุง หมู่ที่ 17 ตำบลดงลิง อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46130
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ พ.ศ. 2561 ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) สาขาวิชา การประถมศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พ.ศ. 2565 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ติโต ชีเว